



**УНИВЕРЗИТЕТ „СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ“ – СКОПЈЕ
ФАКУЛТЕТ ЗА ИНФОРМАТИЧКИ НАУКИ И КОМПЈУТЕРСКО
ИНЖЕНЕРСТВО – СКОПЈЕ**

**СЕРВИСИ БАЗИРАНИ НА ПРЕСМЕТУВАЊЕТО ВО ОБЛАК И
МОДЕЛИ ЗА ПЕРЦЕПЦИЈА НА КВАЛИТЕТ**

Докторска дисертација

**Ментор
Проф. д-р Данчо Давчев**

**Кандидат
м-р. Александар Карадимче**

Скопје, 2018 година



УНИВЕРЗИТЕТ „СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ“ –
СКОПЈЕ



ФАКУЛТЕТ ЗА ИНФОРМАТИЧКИ НАУКИ И КОМПЈУТЕРСКО
ИНЖЕНЕРСТВО – СКОПЈЕ

Александар Карадимче

**СЕРВИСИ БАЗИРАНИ НА ПРЕСМЕТУВАЊЕТО ВО ОБЛАК И
МОДЕЛИ ЗА ПЕРЦЕПЦИЈА НА КВАЛИТЕТ**

Докторска дисертација

Скопје, 2018 година

Ментор:**Проф. д-р Данчо Давчев**

Факултет за информатички науки и компјутерско инженерство – Скопје
Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ - Скопје

Членови на комисијата:**Вон.проф. д-р Слободан Калајџиски, претседател**

Факултет за информатички науки и компјутерско инженерство – Скопје
Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ - Скопје

Вон.проф. д-р Иван Чорбев, член

Факултет за информатички науки и компјутерско инженерство – Скопје
Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ - Скопје

Проф. д-р Коста Митрески, член

Факултет за информатички науки и компјутерско инженерство – Скопје
Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ - Скопје

Проф. д-р Сашо Коцески, надворешен член

Факултет за информатика
Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип

Дата на одбрана: _____

Дата на промоција: _____

ТЕХНИЧКИ НАУКИ

Голема благодарност до мојот ментор, професор д-р Данчо Давчев, за неговата помош, стручни совети и поддршка во целиот процес на изработка на овој докторски труд.

За реализација и промоција на истражувањата кои се презенирани во тезата посетив значајни меѓународни конференции. Кои ми овозможија подеталните научно-истражувачки резултати да ги објавам во индексирани меѓународни научни списанија.

Би сакал да изразам голема благодарност до сите членови на моето семејство за несебичната поддршка во текот на докторските студии. Искрена благодарност до сопругата Андријана за трпеливоста и разбирањето додека работев на дистерацијата. Во целиот процес на изработка на дистерцијата ја имав нивната поддршка за истрајност, решителност и посветеност.

Сервиси базирани на пресметување во облак и модели за перцепција на квалитет

Апстракт

Пресметување во облак се состои од хардверски и софтверски ресурси кои се достапни на интернет како збир на сервиси за потребите на корисниците. Примената на оваа технологија создава услови, корисници кои употребуваат разни видови мобилни или десктоп уреди, да пристапат истовремено до заеднички пресметковни ресурси кои се достапни на било кое место и во било кое време. Оваа технологија има за цел да обезбеди стабилна, доверлива и енкапсулирана динамичка информатичко комуникациска средина за крајните корисници.

Денес сè почесто се нудат голем број на мобилни апликации, кои се базираат на различни сервиси за пресметување. Најчестиот проблем со кој се среќаваат корисниците на мобилните апликации е незадоволството од брзината на пристап до потребните информации. Тоа незадоволство, најчесто резултира со намалена перцепција за квалитетот на понудените сервиси. Во таа насока, провајдерите на сервиси, од технички аспект, имаат дефинирано метрички параметри, познати под поимот квалитет на сервиси, со кои што се врши обезбедување и регулација на мрежни параметри кои се директно мерливи. Кога проблемот со незадоволителното ниво на квалитет за понудените сервиси се разгледува од страна на корисникот, потребна е ѝ субјективна проценка на квалитетот на сервиси. Најчесто, за да се направи оваа анализа, се користат емпириски истражувања, со користење на теренски анкети за проценка на нивното мислење. Притоа, овие пристапи за анализа најчесто се обемни и долготрајни, а се применуваат сложени статистички методи за проценка на квалитетот на понудените сервиси.

Еден од начините за надминување на овој проблем е да се предложат, модели за проценка на квалитетот, кои ќе ги имаат во предвид најзначајните фактори кои влијаат на квалитетот на перцепција за понудените сервиси. Предложените модели, во рамките на оваа докторска дисертација ќе овозможат начин за мерење и проценка на квалитетот на перцепција кај крајните корисници. Во таа насока, најзначајно влијание има примената на сервисите кои се базирани на пресметувањето во облак, во самиот процес на подобрување на корисничката перцепција за квалитетот. Притоа, направени се различни истражувања во рамките на оваа дисертација, чија цел е да ги издвојат најзначајните фактори кои имаат најголемо влијание врз квалитетот на понудените сервиси. Спроведените истражувања се во насока на истакнување на научниот придонес на тезата, да презентира нов начин на утврдување на квалитетот на перцепција кај корисниците.

Клучни зборови: пресметување во облак, мобилно учење, квалитет на перцепција, фактори на влијание, Баесови мрежи.

CLOUD COMPUTING BASED SERVICES AND MODELS FOR PERCEPTION OF QUALITY

Abstract

Cloud computing consists of hardware and software resources, available on the Internet as a set of services for users. The application of this technology creates conditions, users who use different types of mobile and desktop devices to simultaneously access shared computational resources that are available anywhere and at any time. This technology aims to provide stable, reliable and encapsulated dynamic information and communication environment for end users.

Today users are offered a number of mobile applications, which are based on various computing services. The most common problem that arises for mobile applications users is the dissatisfaction with the speed of access to the necessary information. This dissatisfaction often results in a reduced perception of quality for the offered services. In this direction, service providers, from a technical point of view, have defined metric parameters, known as the notion of Quality of Services (QoS), which is carried out by provision and regulation of network parameters that are directly measurable. When the problem of the unsatisfactory level of quality of the offered services is considered from the user's point, it requires a subjective quality assessment of services. Most often, to make this kind of analysis, you use empirical research, using field experimental research in their opinion. Furthermore, these approaches for analysis are usually bulky and long, using complex statistical methods to assess the quality of the offered services from a user perspective.

One way to overcome this problem is to propose models for quality assessment, which will consider the most significant factors affecting the quality of perception for the offered services. The proposed models within this doctoral thesis will provide a way of measuring and assessing the perception of quality of end users, also known as Quality of Experience (QoE). In this direction, the most significant impact has the use of services that are based on the cloud computing technology, in the process of improving customer perception for quality. There are various studies made within this dissertation aimed to differentiate the most significant factors that have the greatest impact on the quality of the offered services. The research is aimed at highlighting the scientific contribution of the importance of modelling the Quality of Experience for cloud-based media services, in order to propose a new way of determining the quality perception among users.

Keywords: Cloud computing, mobile learning, Quality of Experience, influencing factors, Bayesian networks.

Листа на кратенки

ADMCA	Adaptable Dynamic Multimedia Context- Aware
ANAT	Advanced Network Analysis Tool
API	Application program interface
CPT	Conditional probability table
CmaaS	Cloud Mining as a Service
CSS	Cascading Style Sheets
DES	Discrete Event Simulation
EDGE	Enhanced Data GSM Environment
FIFO	First in, first out
FTP	File Transfer Protocol
4G	Fourth generation of broadband cellular network technology
GPS	Global Positioning System
GPRS	General Packet Radio Service
HDFS	Hadoop Distributed File System
HPC	High-performance computing
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
HSDPA	High-Speed Downlink Packet Access
IoT	Internet of things
IP	Internet Protocol
ИТ	Информатички технологии
ITU-T	International Telecommunication Union – Telecommunication Standardization Sector
LTE	Long-Term Evolution
LSQ	Learning Styles Questionnaire
MOOC	Massively open online course
MOS	Mean Opinion Score
NIST	National Institute of Standards and Technology
PDA	Personal Digital Assistant
PQ	Priority queue
QoE	Quality of Experience
QoS	Quality of Service
QUIS	Questionnaire For User Interaction Satisfaction

SCORM	Sharable Content Object Reference Model
SLA	Service Level Agreements
SOA	Service Oriented Architecture
SOAP	Simple Object Access Protocol
SQL	Structured Query Language
SSCQE	Single Stimulus Continuous Quality Evaluation
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
VM	virtual machine
VVLSR	Verbal-Visual Learning Style Rating
WFQ	Weighted fair queueing
WiFi	Wi-Fi
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Acces
WSDL	Web Services Description Language
WURFL	Wireless Universal Resource FiLe

СОДРЖИНА

1	Вовед	1
1.1	Проблем и предмет на истражувањето.....	3
1.2	Цели и задачи на истражувањето.....	4
1.3	Хипотези на истражувањето	5
1.4	Методи и инструменти за истражување.....	6
1.5	Значење на трудот и очекувани резултати.....	7
1.6	Тековни истражувања.....	8
1.7	Образложение на структурата на дисертацијата	14
2	Сервиси базирани на пресметување во облак.....	19
2.1	Пресметување во облакот	20
2.1.1	Дефиниција на компјутерското пресметување во облак	21
2.1.2	Стандарди за компјутерските системи базирани на пресметувањето во облак ..	25
2.1.3	Архитектура на системите базирани на пресметувањето во облак	27
2.1.4	Развој на сервиси за учење на далечина со користење на мобилното пресметување во облакот	30
2.2	Влијанието на корисничката перцепција за персонализација на мултимедиска содржина	35
2.2.1	Когнитивна теорија за мултимедијално учење.....	36
2.2.2	Мапирање на зависностите помеѓу мрежни параметри и корисничката перцепција.....	39
2.2.3	Симулација на предложениот ADMCA модел за учење на далечина	42
2.3	Мултимедиска содржина во околина за пресметување во облакот	47
2.3.1	Адаптивно прилагодување на мултимедијални содржини	48
2.3.2	Облак базирана платформа за учење на далечина – емпириско истражување....	49
2.3.3	Адаптивна мултимедијална испорака во системи за мобилно учење врз основа на корисничкиот профил.....	56

2.4	Адаптација на мултимедиска содржина	61
2.4.1	Интелигентна архитектура на систем за мобилно учење	62
2.4.2	Адаптивно мултимедијално учење во околина за мобилно пресметување во облак	66
2.4.3	Развој на алгоритам за адаптација на мултимедијална содржина	70
3	Примена на сервиси базирани на пресметување во облакот	76
3.1	Сервиси базирани на пресметување во мобилниот облак кај мобилни уреди	77
3.1.1	Архитектура на моделот за соработка базиран на пресметување во облак	79
3.1.2	Евалуација на предложениот модел за соработка, базиран на пресметување во облак	83
3.1.3	Развој на апликации базирани на сервиси за пресметување во облак	86
3.1.4	Студија на случај: Мобилна апликација за препорака базирана на локацијата на корисникот	88
3.2	Примена на сервиси базирани на пресметување во облакот за учење на далечина	90
3.2.1	Масивни отворени интернет курсеви базирани на пресметување во облакот	91
3.2.2	Студија на случај: Симулација на MOOC со примена на CloudAnalyst	94
3.3	Анализа на големи податоци со примена на сервиси за пресметување во облакот	99
3.3.1	Архитектура на сервис за податочно рударење базиран на пресметување во облак	101
3.3.2	Имплементација на сервисите за податочно рударење како Map/Reduce задачи ..	104
3.3.3	Експериментални резултати и дискусија	107
4	Квалитет на перцепција	112
4.1	Развој на модели за квалитетот на перцепција	114
4.1.1	Дефиниција на квалитетот на перцепција	114
4.1.2	Баесови мрежи	118
4.1.3	Моделирање на квалитетот на перцепција со Баесови мрежи	120

4.2	Модел за проценка за квалитет на перцепција кај мултимедијалните сервиси во облакот.....	124
4.2.1	Класификацијата на мултимедијалните сервиси во облакот.....	125
4.2.2	Спроведување на емпириско истражување.....	128
4.2.3	Статистичка анализа на резултатите од истражувањето.....	131
4.2.4	Развивање на Баесова мрежа за проценка на сервисите во облакот.....	138
4.2.5	Квантификација на Баесовата мрежа.....	141
4.2.6	Процес на анализа и испитување.....	143
4.2.7	Процес на валидација.....	146
4.3	Подобрен модел за проценка за квалитет на перцепција.....	149
4.4	Дискусија и валидација на добиените резултати.....	155
5	Дискусија и заклучок	158
	Прилог.1. Прашалник за проценка на задоволство од интеракција кај корисникот	161
	Прилог 2. Прашалник за проценка на стилот на учење.....	162
	Прилог 3. Прашалник кој се користеше за спроведеното експериментално истражување	163
	Прилог 4. Листа на слики.....	165
	Прилог 5. Листа на табели	168
	Библиографија	169

1 ВОВЕД

Брзиот развојот на Информатичко комуникациските технологии (ИКТ) значително придонесува за зголемениот број сервиси што се достапни до крајните корисници. Воведувањето на современите технолошки откритија и поголем број на сервиси значи и поголема конкурентност на ИТ пазарот, а со тоа и софтверскиот производ ќе биде во постојан фокус кај корисниците. Така денес компјутерското пресметување (computing, англ.) е трансформирано во модел кој се состои од сет на сервиси кои што може да се користат и се доставуваат на начин сличен на комуналните сервиси, како што се вода, електрична енергија и др. Во таа смисла пресметувањето во облак овозможува поголема флексибилност и мобилност во користењето на ресурсите, што обезбедува повисок степен на соработка, комуникација и споделување на ресурси, а истовремено создава персонализирана средина за работа.

Парадигмата за пресметување во облак за секојдневна употреба ги нуди следните пет суштински карактеристики: услуга по потреба, здружување на ресурсите, брза еластичност, мрежен пристап од секаде и мерливост на услугата [1]. Основата на оваа парадигма е базирана на сервисно ориентирана архитектура SOA (Service Oriented Architecture, англ.) и обезбедува сервисно ориентираните корисни функции кои се нудат како еден пакет на интер-оперативни сервиси кои може да се користат за хетерогено споделување на ресурси [2]. Една од најзначајните предности на оваа технологија е „еластичноста“ т.е. способноста за зголемување на капацитетот и високиот степен на достапност на апликациите. Со неговата примена, голем број корисници кои употребуваат разни видови мобилни или десктоп уреди, се во постојана интеракција и истовремено пристапуваат до едни заеднички пресметковни ресурси. Ако претходно повеќето апликации беа наменети за општа употреба, сега со примената на пресметувањето во облак тие се ориентираат кон обезбедување на бројни сервиси, кои ќе ги задоволат специфичните потреби на крајните корисници.

Една од најзначајните предности на мобилните уреди се однесува на нивната флексибилност и способност да ја прилагодат нивната функционалност кон потребите на корисниците. Мобилните уреди внесоа револуционерни промени во процесот на користење на мултимедијалните ресурси затоа што обезбедуваат кориснички ориентирана околина. Дополнително, пресметувањето во облак придонесе да се зголеми развојот на мобилните апликации и да се подобри квалитетот на сервисите [3]. На тој начин мобилните сервиси [4]

им овозможуваат на корисниците лесно да пристапат до потребните информации преку мобилниот уред. Значаен аспект во процесот на користење на сервисите има т.н. „мобилен облак“, кој што нуди високо употребливи мобилни сервиси и апликации [5], притоа ги користи вградените функционалности на мобилниот уред.

Во рамки на мобилните компјутерски системи, корисниците пристапуваат до бројни мрежни сервиси насекаде и во секое време со користење на мобилни уреди како што се таблети и паметни телефони. Сите овие мобилни уреди се поврзуваат на интернет преку постојната безжична мрежата или преку мрежата на телекомуникациските оператори. Најчесто, за сите понудени сервиси операторите се задолжени да одржуваат одредено ниво на квалитет на мрежни параметри за услугата која ја нудат. Во таа насока, веќе се дефинирани бројни метрички параметри со кои се врши обезбедување и регулација на мрежните параметри. Општа пракса е операторите и давателите на сервиси да настојуваат да обезбедат подобар квалитет на сервисот со пониски трошоци така да крајните корисници бидат во можност да ги купуваат сервисите. Со прецизна регулација на овие параметри, операторите го гарантираат квалитетот на понудените сервиси, во рамки на системот. Во зависност од потребите на корисниците и операторите се потпишуваат договори за испорака на сервиси, т.н. SLA (Service Level Agreements, англ.). Во нив се наведени условите за исполнување на потребните технички параметри за непречено функционирање на утврдените сервиси. Со воспоставените договори за испорака на сервиси се утврдува минималната техничка загарантираност на мрежни параметри за понудениот сервис, кој не ги вклучува сите аспекти на корисничките потреби за квалитет.

Од друга страна, обично корисниците имаат некои сопствени очекувања во врска со понудените сервиси кои не им се директно обезбедени од страна на операторите. Притоа за корисниците на сервисите, покрај директно мерливите мрежни параметри, значајни им се бројни субјективни фактори, како што се когнитивни и бихевиорални ставови, како и дополнителни контекст зависни фактори на влијание, што треба да се земат во предвид. Затоа очекувањата за квалитетот на понудените сервиси потребно е да се разгледаат и од корисничка перцептивна природа. Со таа цел во науката дефинирана е дополнителна метрика со која што треба да се утврди квалитетот на перцепција Quality of Experience, (англ.) (QoE) кај крајните корисници за понудените сервиси.

Целта на квалитетот на перцепција е да даде една објективна проценка. Така што, доколку корисниците не се задоволни од квалитетот на понудените сервиси, да можат да се префрлат кај различен провајдер или да престанат со користење на одредена апликација или услуга. На овој начин, се наметна потребата за постоење на техники со кои ќе се мери и

предвидува квалитетот на перцепција кај крајните корисници. Дополнително, со постоењето на методологија која ќе го измери квалитетот кај крајните корисници, се овозможува операторите да понудат персонализирани сервиси за нивните корисници. Од друга страна, тоа ќе им помогне на даватели на сервиси да се посветат на подобрување на целокупниот квалитет на понудените сервиси, а не само на техничките параметри. Со тоа ќе се намали бројот на незадоволни корисници кои ќе бараат исклучување или префрлување кај друг провајдер.

Тоа што е ново и недоволно истражувано, во светот и кај нас, а што е од особено значење за корисниците на пресметувањето во облак е да се направи проценка за квалитетот на сервисите што се нудат. Тоа што е овозможено со истражувањата во дисертацијата е создавање на *модели за перцепција на квалитет кои се базирани на технологијата за пресметување во облак, од кориснички аспект*. Типичен пример на софтверски организациски модел базиран на технологијата за пресметувањето во облак е е-маил сервисот. Со цел да се подобри перцепцијата за квалитетот при користење на е-маил сервисот кај корисниците кои користат мобилни уреди овозможено е локално чување на одреден број неодамна примени/испратени електронски пораки. Дополнително, на барање на корисникот при воспоставена интернет конекција достапни се сите електронски пораки и сервисите во целост што ги нуди е-маил сервисот. Користењето на овој метод на локално складирање на електронски пораки овозможува подобрена перцепција за квалитетот и брзината на е-маил сервисот. Затоа во последно време се прават напори како да се искористат придобивките од технологијата за пресметувањето во облак, како би можело кај технички послабите уреди, како што се мобилните телефони, таблетите и сл., да се подобри перцепцијата за квалитетот при нивно користење [6-10].

1.1 Проблем и предмет на истражувањето

Примената на пресметувањето во облак се користи со цел да се подобри перцепцијата на квалитетот за понудените сервиси. Предмет на истражувањето во докторската дисертација се моделите за перцепција на квалитет кои се базирани и ја користат технологијата за пресметување во облакот. Со истражувањето исто така се опфатени теоретски и експериментални модели за подобрување на: стабилноста, достапноста, доверливоста и севкупните перформанси на системот базиран на технологијата за пресметување во облакот. **Главен истражувачки проблем:** Определување метод како да се измери *квалитетот на корисничката перцепција* кај сервисите базирани на пресметувањето во облак.

За таа цел, потребно беше да се дефинира процесот на формирање и квантификување на квалитетот на корисничката перцепција првично кај системите за пренос на мултимедијална содржина. Во таа насока, значаен придонес во научно истражувачката работа во рамките на оваа теза има анализата на различните фактори кои влијаат на корисничката перцепција за квалитет. Предложениот модел наоѓа примена за проценка на квалитетот на корисничка перцепција кај системите за пренос на персонализирана содржина, базирани на сервисите за пресметување во облакот. Во таа насока спроведените истражувања потврдуваат дека квалитетот на корисничката перцепција се зголемува (подобрува) кога мултимедијалната содржина е адаптирана на корисничките потреби. Во процесот на адаптација се земаат во предвид највлијателните кориснички преференции, хардверските карактеристики на корисничкиот уред и системските мрежни параметри. Најпрво, моделот врши идентификување и категоризација на факторите на влијание кај системот за пренос на мултимедијална содржина. Притоа се идентификувани следните групи: системски, човечки и контекст зависни категории на фактори на влијание.

Преносот на мултимедијална содржина е значително олеснет со примена на технологијата за пресметување во облак. Предноста се состои во тоа што сите пресметковни операции и трансформации врз мултимедијалната содржина се вршат надвор од корисничкиот уред. Примената на технологијата за пресметување во облакот овозможува лесно поврзување на корисничкиот уред со системот за компјутерско пресметување. Вообичаено, тој систем се состои од голем број на меѓусебно тесно поврзани сервери, кои работат дистрибуирано на повеќе локации. Дополнително, пресметувањето во облак овозможува извршувањето на процесите да биде независно од корисничката платформа. Така на пример, доколку корисникот користи мобилен уред со Андроид оперативен систем, процесот на транскодираније (конвертирање) на мултимедијалната содржина може да се изврши на сервер со било кој оперативен систем.

1.2 Цели и задачи на истражувањето

Исправното функционирање на сервисите кои ги нуди пресметувањето во облак создава задоволни корисници, а тоа учествува во создавањето на перцепцијата за квалитет на понудените сервиси. Спроведување на бројни истражувањето во насока да се создаде методологија за мерење на квалитет на перцепција, кај системите за пресметување во облакот ќе обезбеди постојано следење на корисничките потреби. **Генералната цел** на оваа докторска дисертација е да придонесе за развој на алгоритам за адаптација на мултимедијална содржина во рамки на системите за м-учење, земајќи ја во предвид улогата

на сервисите базирани на пресметувањето во облак, што ќе овозможи попрецизно дефинирање и мерење на квалитетот на перцепција.

Секундарни цели кои произлегуваат од оваа цел се:

- Да се докаже дека со примена на современата технологија за пресметување во облак се подобрува перцепцијата за квалитетот за понудениот сервис кај крајните корисници.
- Да се истражат и систематизираат најзначајните фактори кои имаат влијание на квалитетот на понудените сервиси.
- Да се изработат модели за проценка на квалитетот, кои ќе ги имаат во предвид различните фактори кои влијаат при формирање на квалитетот на перцепција за понудените сервиси.

1.3 Хипотези на истражувањето

Тргувајќи од основната причина за постоењето на сервисите за пресметување во облак произлегува и основното тврдење на ова истражување. ***Примената на сервисите за пресметувањето во (мобилен) облак ја подобрува перцепцијата за квалитетот на понудената услуга/сервис која се нуди кај крајните корисници.*** Затоа од особена важност е да се изгради модел за перцепција на квалитетот, кој што ќе даде јасна претстава за поврзаноста на објективно мерливите карактеристики на системот и субјективните карактеристики кои влијаат на квалитетот на перцепција. Врз основа на главната хипотеза, следно ќе се постават и дополнителни хипотези за сите фактори кои влијаат, така во прв план произлегуваат следните искази:

- Хипотеза 1: Примена на моделите за перцепција на квалитетот кои се базирани на технологијата за пресметувањето во облак во процесот на едукација придонесуваат за подобрен квалитет на наставата.
- Хипотеза 2: Развој на апликации базирани на сервиси кои подеднакво добро ја прикажуваат мултимедијалната содржина на различни уреди ќе ја подобри перцепцијата за квалитетот кај корисниците.
- Хипотеза 3: Примена на модели кои вршат адаптација на мултимедијалната содржина придонесуваат за поквалитетна и побрза испорака на соодветната содржина до крајните корисници.

Во таа насока е и оваа докторска дисертација, со која се дава директен придонес кон подобрување на корисничката перцепција при користење на современите сервиси. Вака

дефинираната област е новина кај нас и природно се наметнува како актуелна и погодна за реализација на научни истражувања во полето на техничко технолошките науки, посебно во областа на компјутерските науки и информатиката.

1.4 Методи и инструменти за истражување

При изработката на научниот труд користени се општи методи на истражување, анализа и синтеза, во чија основа се дедукција и индукција соодветно. Така најпрво се направени истражувања за влијанието на бројните фактори кои влијаат на процесот на креирање на квалитетот на перцепција кај корисниците. Во таа насока, за потребите на истражувањата се изготвени тестови за спроведување на емпириско истражување. Дизајнот на анкетните прашалници беше соодветен за проценка на различните фактори на влијание кај крајните корисници, кои ги применуваат сервисите базирани на пресметувањето во облак. Врз основа на добиените резултати направено е групирање и категоризација на факторите на влијание. Така при развојот на модел за квалитет на перцепција, се изврши прецизно утврдување на влијанието на секој фактор поединечно. За таа цел, применети беа субјективни методологии за тестирање, кои што ги зеда во предвид различните аспекти кои се од битно значење за истражувањето во оваа област. Со цел да се спроведат емпириските истражувања беа применувани следниве пристапи распределени во 3 чекори:

- Распределба и задавање на изготвените тестови
- Експеримент со две групи на испитаници: експериментална и контролна група
- Квалитативни анализи, со фокус на група испитаници

Во зависност од потребата за анализа и проценка на добиените резултати се користеа најразлични алатки за симулација и визуелизација.

Во рамките на истражувањата при развој на моделот за перцепција на општиот квалитет е користена дедуктивна постапка за спроведување на истражувања. Најпрво е изложена Баесовата теорија, и начинот на примена на Баесовите мрежи за моделирање. Потоа се пристапи кон специфична примена на Баесова мрежа за развој на моделот на квалитет кај одреден систем. Методологијата на научното истражување потврди дека потребно е да се бараат законитости меѓу различните фактори кои влијаат при формирањето на перцепцијата за квалитет кај корисниците на системот. Во таа насока, истражувањата во рамки на оваа докторска теза се направени за да се открие кои фактори и на кој начин, влијаат при дефинирањето на метриката за корисничката перцепција на квалитетот.

1.5 Значење на трудот и очекувани резултати

Примената на сервисите базирани на пресметување во облак создава услови, ресурсите и податоците потребни за работа на корисникот, да се достапни на кое било место и во било кое време. На тој начин, голем број на различни корисници од различни локации со користење на разновидни мобилни/десктоп уреди се во постојана интеракција и пристапуваат до тие ресурси само со користење на интернет конекција. Во докторската дисертација е опфатен проблемот на примена на сервисите базирани на пресметување во облак кај крајните корисници, кој во голем дел зависи од квалитетот на сервисите што се нудат. Со цел да се овозможи широка прифатеност на сервисите базирани на пресметувањето во облак кај крајните корисници, неопходно е да се развијат модели за квалитет на перцепција. Сето тоа е особено важно за крајните корисници на сервисите во системите за пресметување во облакот, затоа што врз основа на нивните искуства се создаваат одредени индивидуални критериуми за квалитет.

Предложените модели за перцепција на квалитет ќе овозможат јасна претстава за поврзаноста на објективно мерливите карактеристики на системот и субјективните карактеристики кои влијаат на квалитетот на перцепција. Во текот на работата на дисертацијата се добиени следните резултати:

- Дефиниран модел за проценка и мерење на квалитетот на корисничката перцепција кај системите за пренос на мултимедијална содржина, базирани на сервисите за процесирање во облак.
- Дефинирана категоризација на факторите на влијание согласно предложениот модел за мерење на квалитетот на перцепција.
- Дефинирање на алгоритам за адаптација на мултимедијална содржина кај системите кои користат сервиси базирани на пресметување во облак.
- Дефинирани и спроведени емпириски истражувања, со чија помош се потврдува дека квалитетот на корисничката перцепција се зголемува кога мултимедијалната содржина е адаптирана на корисничките потреби и контекст-зависните услови.
- Потврда за погодноста на предложениот модел за перцепција на квалитетот преку синтеза на резултатите добиени од експерименталните сценарија за примена на моделите за квалитет кај системите за учење на далечина и сервисите базирани на пресметување во облак.

Предложените модели за перцепција на квалитетот се применливи кај системите за учење на далечина, кои се базираат на сервисите за пресметување во облак. Во рамки на оваа теза, прикажано е како се врши проценка и споредба на различните сервиси базирани на пресметување во облак, врз основа на различните фактори на влијание. Притоа, крајната цел на воспоставената метрика овозможува квантитативно мерење на задоволството кај крајниот корисник на системот. Предложените модели за определување на квалитетот на перцепција, даваат многу појасна (транспарентна) слика за начинот, како се врши проценката на квалитетот, со примена на Баесовите мрежи.

1.6 Тековни истражувања

Развојот на широкопојасната мрежа и пристапот на интернет, овозможија да бидат достапни различни типови на сервиси (веб, телефонија, видео стриминг, инстант пораки итн.), што придонесе за зголемување на бројот на понудени сервиси. Растот и популарноста на сервисите, неизбежно побарува самата мрежа да понуди се повеќе и повеќе современи видови на сервиси и апликации. Оваа карактеристика на мрежите, базирани на Интернет протоколи (IP), овозможи забрзан развој и зголемена понуда на мултимедиски сервиси [11]. Со оглед на појавата на нови видови на сервиси и апликации, се јавува ситуација кога некои од нив генерираат повеќе видови сообраќај [12]. На тој начин, една единствена мрежа овозможува различните типови на мултимедијални содржини: говор, видео, аудио и податоци, да се пренесуваат преку истата. Притоа, секој од тие содржини има одредени барања за техничките параметри на мрежата, во однос на латентност, брзина на пренос на податоци, итн. Така, одредени апликации имаат потреба од побрз мрежен одговор, особено кога се работи за реално временски мултимедијални апликации [6].

Во моментот, оптичките влакна се најдостапни за користење кога се воспоставуваат нови канали на размена на податоци. Предноста на мрежите кои се креирани со оптички влакна во однос на коаксијалните врски, е во примена на мрежи кои нудат повеќе сервиси. Притоа, со користење на различни бранови должини кај оптиката, различни видови на податоци може да се пренесуваат преку едно оптичко влакно. На овој начин, кога ќе се создаде мрежа која нуди комбинирани сервиси, ќе мора да биде загарантирано потребното ниво на услугата за секоја апликација. Ова овозможува да заклучиме дека поинаков вид на сообраќај различно влијае на презентација на квалитетот на сервисите кај претплатникот. Со оглед на тоа, апликацијата претставува еден инструмент преку кој корисникот пристапува до сервисот. Таа служи како главен интерфејс помеѓу директниот корисник и провајдерот.

Особено голем предизвик е преносот на мултимедијални содржини до корисниците на мобилните уреди, кои користат хетерогени безжични комуникациски мрежи за поврзување

[13]. Затоа, главна и приоритетна задача за комуникацискиот провајдер е дефинирање и менаџирање со различните видови на сообраќај од аспект на нивното влијание врз крајниот корисник. Тоа ја наметнува потреба да се гарантира времето на одговор, мрежниот пропусен опсег и други значајни параметри кои треба да бидат постојано загарантирани. За таа цел, сите овие технички параметри се гарантираат со користење на метричка единица за квалитет на сервисот *Quality of Services* (QoS) [14]. Параметарот QoS вклучува сет на механизми и алгоритми за следење на активните мрежни уреди. Притоа, перформансите на сите параметри се оценуваат како збирен ефект на техничките перформанси на сервисот, со што се утврдува степенот на техничката подготвеност на мрежата. За жал, само со примената на овие технички параметри не е доволно да го одразат вистинското задоволството на крајните корисници за одреден сервис.

Корисниците постојано бараат висок квалитет на сервисите кои им се нудат, но тие не може да ги опишат нивните барања за квалитетот со постојните техничките метрики. Во овој случај, провајдерите за да го оценат квалитетот на сервисите, треба да се насочат кои избор на не-технички индикатори за квалитет, со кои се карактеризира перцепција за квалитет кај крајниот корисник. Постојните истражувања најчесто користат субјективна оценка за корисничката перцепција, која се добива со спроведување на квалитативна теренска анкета. Познато е дека овие методи на анализа најчесто се обемни, долготрајни, скапи и неефикасни за проценка на квалитетот. Така на пример, провајдерите на сервиси, мошне често се наоѓаат во ситуација да добиваат оплаки за квалитетот на сервисите, кога клиентот користи интуитивен и едноставен начин на објаснување: „бранува сликата“, „содржината не е јасна/чиста“, „апликацијата е многу спора“, итн. Информацијата добиена на овој начин не дава јасна претстава за суштината на проблемот, што секако не е доволен индикатор за да се подобри корисничката перцепција.

Со оглед на тоа што квалитетот на сервисот, не дава валидна проценка за задоволството на крајните корисници, за сервисите кои ги добиваат, вниманието на истражувачката јавност го привлече нова мерка за квалитетот на перцепција (*Quality of Experience*, англ.) [15]. Со оваа мерка, провајдерите ќе имаат индикатор за квалитет, кој ќе ја карактеризира целокупната перцепција кај крајните корисници. Истовремено, оваа мерка за квалитет ќе ја одразува субјективна оценка за искуство на клиентот од примена на сервисите [16], [17], [18]. Имајќи го ова во предвид, вистински предизвик е да се одредат индикатори за проценка на квалитетот на сервисот, преку кои ќе се врши анализа на довербата кај корисниците на сервисите за пресметување во облак. Нашата задача во рамките на оваа докторска теза

беше, да се направи развој на нови модели за управување со квалитетот на перцепција за корисниците на технологијата за пресметување во облакот.

Формално, квалитетот на перцепција (QoE) е мерка наменета за да се измери колку е добар понудениот сервис од гледна точка на корисниците, а не од техничка гледна точка преку квалитетот на сервисот (QoS), како што тоа сега го прават провајдерите. При утврдување на квалитетот на перцепција обично се користи субјективна оценка на квалитетот на сервисите – MOS (Mean Opinion Score, англ.), како мерка за квалитет на задоволството на корисниците со сервисот. Најшироко користена техника е опишана во ITU-T P.800 [19], а се утврдува според следните пет скалила: 5 – одлично, 4 – добро, 3 – прифатливо, 2 – лошо, 1 – неприфатливо ниво. Нумеричките вредности на MOS скалата може да се анализираат со стандардни статистички техники, како што се средна вредност, варијанса, линеарна регресија, корелација, ANOVA или моделирање со структурирани равенки (Structured Equation Modelling, англ.). Истражувачите Лозано-Гарзон (Lozano-Garzon), et.al. [20] и Станкиевич (Stankiewicz), et.al. [21], во нивните истражувања опишуваат два пристапи за проценка на квалитетот на перцепција: субјективни (квалитативни) и објективни (квантитативни). Субјективни методи се изградени со анкетирање, на репрезентативен примерок од населението, кои користат одредена услуга. Со овие методи услугата се оценува во една контролирана средина и луѓето едноставно пополнуваат прашалници со нумерички вредности за квалификација. Додека пак, со објективните методи се обезбедува проценка на квалитетот на перцепција врз основа на мерење на повеќе параметри кои се поврзани со индикаторите за квалитетот на сервисите.

Познато е дека во постојниот процес на традиционално учење, наставниците го пренесуваат нивното знаење во согласност со предвидената наставна содржина и динамика за учење. Процената за стекнатото знаење кај студентот се врши со користење на различни видови на тестови, квизови и прашалници. Воспоставениот традиционален систем на образование не е прилагоден во однос на потребите на студентите, што го прави многу статичен, едноличен и несоодветен за новата ера. Затоа вистински предизвик е да постои кориснички интерактивен процес на трансфер на знаење, во кој студентите ќе добиваат материјали кои се прилагодени со нивните потреби. Во таа насока, навистина е важно материјалите за учењето кои доаѓаат од повеќе извори да не го одвлекуваат нивното внимание, за едноставно студентите да не бидат само затрупани со информации [22]. На овој начин, при комбинација на соодветни видови на мултимедијални содржини треба да се внимава да обезбеди и соодветна персонална средина за учење. Особено во делот на искуството, треба да се следат добри практики како да се подобри учењето во зависност од изборот на видот

на мултимедијалната содржина [23], [24], [7]. Сите овие насоки може да се сметаат за релевантни при спроведување на учење со примена на мултимедијални содржини.

Да се персонализира мултимедијалната содржина за учење, подразбира да се направи класификација на содржината, така што ќе ги задоволува индивидуалните интереси и преференции на крајниот корисник. Современите технологии овозможува начин на учење кој се карактеризира со физичка и/или временска одвоеност на наставникот и студентот, учење кое е најчесто сертифицирано од страна на некоја институција и кое се одвива со користење на печатени и електронски медиуми, т.н. учење на далечина [25]. Притоа воспоставениот систем овозможува двонасочна комуникација, каде интеракцијата помеѓу наставниците и студентите нуди и можност за нивни повремени средби „лице-во-лице“. Во оваа насока, е дефинирано и е-учењето, кое што во генерална смисла на зборот претставува учење кое користи различни технолошки алатки за совладување на определена образовна содржина. Притоа, е-учењето вклучува употреба на голем број технички алатки кои се употребуваат во различни контексти и не претставува засебен едукативен систем [26]. Затоа не може да се споредува ниту со традиционалната парадигма на учење, ниту пак со учењето на далечина, туку може да се комбинира со било кој од нив. Еден од најважните предизвици со цел да се обезбеди материјал за персонално учење на далечина е изборот на соодветна мултимедијална содржина за е-учење.

Постојните системи за учење на далечина користат содржина која може да се пренесе и лесно да се сподели без оглед на локацијата на студентот, секаде и во секое време. Врз основа на нашето искуство, сметаме дека е најсоодветно мотивацијата за истражувачкиот проблем да се опише преку еден пример од секојдневието. Знаеме дека студентите често ги користат мобилните телефони за размена на мултимедијални содржини во едукативни цели. Ќе земеме типичен пример кога студент користи паметен мобилен уред за учење на наредби за работа со бази на податоци (SQL). Во дадена ситуација студентот во рамки на Универзитетскиот кампус се обидува да најде информација за синтаксата на SQL наредбата за креирање на релациона табела. Во рамките на сценариото студентот не е задоволен со перцепираниот квалитет на мултимедијалната содржина која се прикажува на неговиот мобилен уред. Притоа, тој користи 4G (4G, англ.) мрежна конекција за пристап до едукативните ресурси, со што има значително подобра можност да ја најде потребната информација, во однос на колегите кои ја користат заедничката Универзитетска мрежа. Но, тука доаѓаме до наредниот предизвик. Иако студентот има подобра мрежна конекција, содржината која ја добива не се прикажува според неговите когнитивни преференции и истата не е прикажана со соодветен квалитет.

Предложеното сценарио само ја потврдува обврската дека, провајдерите на сервиси треба да ги земат предвид различните фактори на влијание и да имплементираат соодветни политики за управување со квалитетот, кои имаат најмало негативно влијание врз корисничкото искуство. На овој начин, доаѓаме пред предизвикот како да ја персонализираме потребната мултимедијална содржина за одреден корисник, во услови кога истражувањата за примена на сервисите за пресметување во мобилен облак се во фокусот на научната јавност. Наш мотив за истражување беше како да се искористат постојните сервиси базирани на пресметувањето во облак за ефикасна адаптација на мултимедијалната содржина. Во исто време, истражувачки предизвик е како да се определи квалитетот на перцепираната содржина од аспект на крајните корисници [27] и [28].

Мултимедијалните системи за учење на далечина се стремат да генерираат соодветна содржина врз основа на корисничкиот профил на студентот и неговите очекувања. Истражувањата во рамки на дисертацијата испитуваат, како когнитивниот стил влијае во процесот на учење на далечина при пренос на мултимедијални содржини во зависност од мрежните услови. Во истражувањата е земена во предвид метриката за перцепција за квалитетот, како мултидимензионален концепт кој што ги вклучува визуелната и вербалната перцепција кај корисниците и QoS метрика во процесот на креирање на модел за адаптивна мултимедијална содржина за учење. Адаптивното учење на далечина ќе го подобри процесот на учење со обезбедување на персонализирана содржина, што е во согласност со очекувањата на корисниците. Добиените резултати од научните истражувања при развој на алгоритам за адаптација на мултимедијални содржини овозможува да се разбере квалитетот на корисничката перцепција од различни аспекти.

Во последната декада, пресметувањето во облакот понуди ефикасни и економични решенија во рамки на системите за учење на далечина. На тој начин, се обезбедува ниска цена за складирање и обработка за едукативните ресурси преку интернет, што доведе до нивна консолидација во големи податочни центри. Меѓутоа, високо децентрализираните технологии, како сервисите за мобилните уреди (IoT, паметен часовник и сл.), не би можеле ефикасно да ги искористат централизираните инфраструктури за пресметување во облакот, што доведува кон дисперзија на пресметковните ресурси. Овие сервиси бараат обработката и складирањето на податоци да бидат поместени од оддалечениот централен облак до најблискиот раб на мрежата (Cloudlet, англ.) со цел да се обезбеди комуникација со ниска латентност. Со воведување на Fog пресметувањето, се проширува облак парадигмата со тоа што се овозможува дисперзија и складирање на пресметковните ресурси на работ од мрежата, односно во близина до местото каде се генерираат податоците. Во суштина, Fog

пресметувањето ќе го олесни процесирањето и складирањето на потребните ресурси, кои се чуваат и користат блиску до крајните уреди. Современите сервиси базирани на пресметувањето во облак имаат тенденција да се применуваат за интелигентен пристап [10] и дистрибуција на едукативни содржини во хетерогена мрежна околина.

Нашиот научен придонес го насочивме кон моделирање на квалитетот на перцепција, преку користење на Баесовите мрежи. Примената на Баесовите мрежи за моделирање на квалитетот во своите истражувања ја користат и Митра (Mitra) [29], Тасака (Tasaka) [30], Нокелаинен (Nokelainen) [31], Деиелман (Dielmann) и Реналс (Renals) [32]. Имајќи во предвид дека самиот процес на моделирање на квалитетот на перцепција, сам по себе е сложен, затоа што пред сè, се работи за субјективна мерка за квалитет. Дополнително, кон квалитетот на перцепција влијание имаат голем број на фактори. Со оглед на различната природа на факторите на влијание, тие треба да се класифицираат во соодветни групи. Затоа, истражувањето во оваа насока треба да се направи со цел да се разберат овие фактори, како придонесуваат кон проценка на целокупниот перципиран квалитет.

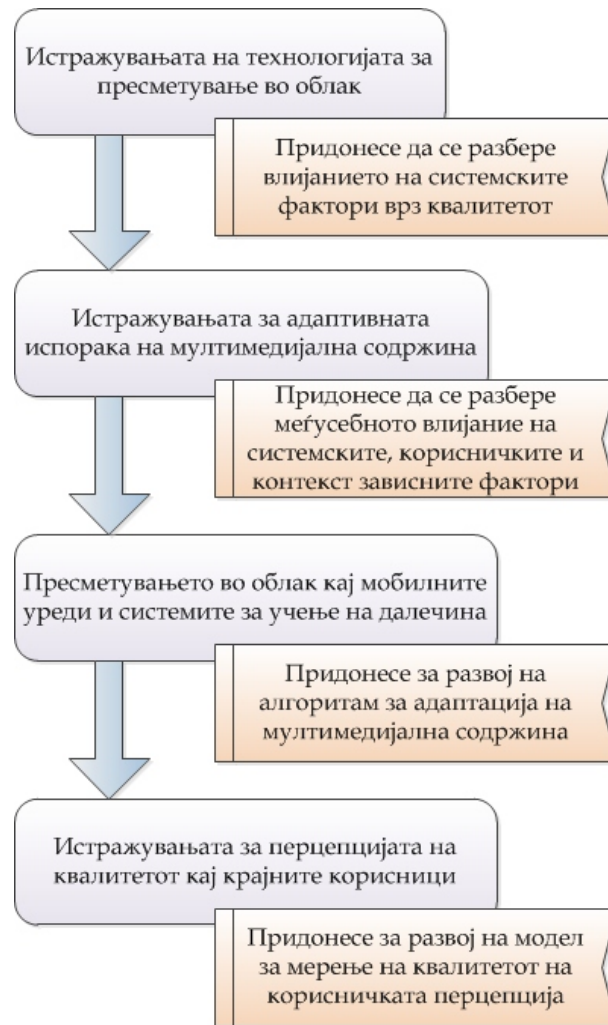
При развојот на моделите за мерење на квалитетот на перцепција (QoE) користен е мултидисциплинарен пристап, кој вклучува технички параметри и перцептивно искусвени фактори на влијание. До сега не е направен прецизен метод за директно мерење на QoE, како што е веќе дефиниран за QoS параметрите. При дефинирањето на QoE моделот, земено е во предвид дека корисничката перцепција се менува со текот на времето. Дополнително, покрај овој факт, треба да се идентификува дека и системските и контекст-зависните фактори, имаат своја динамика на промена во текот на времето. Исто така, треба да се има во предвид дека факторите го менуваат влијанието постепено, во текот на времето, што го олеснува процесот на нивно следење. Земајќи ја во предвид динамичката природа на квалитетот на перцепција, за најсоодветен пристап е избрана теоријата на веројатност. Оваа теорија овозможува сите фактори на влијание да се изразат со сопствени веројатности во даден момент. За да може најдобро да се моделира динамичката природа на квалитетот на перцепција избрани се Баесовите мрежи. Дополнително, Баесовите мрежи се најсоодветени затоа што обезбедуваат адаптивна улога при промена на влијанието на некој од факторите во системот. Со оглед на тоа што субјективните фактори не можат директно да се квантификуваат, нивното влијание е најдобро да се изрази со соодветна веројатност. Примената на оваа методологија има значајно влијание за прецизна и конкретна проценка на вистинскиот квалитет на перцепција кај корисниците. Во рамките на ова подпоглавје, направено е резиме на сите овие тековни истражувања и нивните обиди за предлог методологија за евалуација на квалитетот на сервисите. Во таа насока, прецизно

дефинирање на квалитетот на перцепција е само првиот чекор за да се разбере квалитетот. Следно, треба да се направи истражување за различните фактори кои влијаат на очекувањата на корисниците. Сите овие фактори е потребно да се категоризираат во соодветни групи, системски, кориснички и контекст зависни. Така што следно, предложен е модел кој соодветно го отсликува влијанието на различните фактори кон целокупната перцепција за квалитет. Тоа што е ново и иновативно за предложениот модел за квалитетот на перцепција е воспоставената QoE метрика. Предложениот пристап, кој вклучува Баесови мрежи, за мерење на квалитетот на корисничката перцепција, ги зема во предвид објективно мерливите параметри и субјективните искуствени влијанија во рамки на моделот.

1.7 Образложение на структурата на дисертацијата

Досегашните истражувања во рамки на докторските студии посветија посебно внимание на можноста за анализа на мултимедиските содржини за учење во околина за пресметување во облак. Истражувањата го опфатија современиот академски пристап на учење кој ги интегрира мобилните уреди и пресметувањето во облак, што овозможува поголема флексибилност и мобилност во користењето на едукативните ресурси. Со примената на мобилното учење се обезбедува повисок степен на соработка, комуникација и споделување на ресурси, и создава персонализирана средина за работа. Како појаснување за текот на научно истражувачката работа во рамки на докторската дисертација, го излагаме дијаграмот даден на сликата 1.1.1.

Хронолошки во докторската дисертација во **Глава 1**, даден е вовед во дефиниција на проблемот кој ќе се истражува, каде што се елаборирани методите за истражување, предметот и целта на изработката на тезата, хипотезите за истражувањето, како и очекуваните придобивки од истите. Дополнително, даден е опис на современите тековни истражувања и мотивите за отпочнувањето на едно вакво истражување. Притоа, даден е осврт на најзначајните достигнувања за областа која ја истражуваме. Истражувањата спроведени во рамките на оваа теза нудат одговори за голем број прашања поврзани со подобрувањето на квалитетот на корисничката перцепција при користење на современите сервиси за пресметување во облакот. На крај, во кратки црти е објаснета и самата структурна организација на дисертацијата и наведени се објавените 22 научни трудови кои произлегуваат од истражувањата поврзани со дисертацијата.



Слика 1.1.1 Дијаграм за текот на научно истражувачката работа во докторската теза

Најпрво во **Глава 2**, даден е исцрпен опис, дефиниција и стандарди дефинирани за сервисите базирани на пресметување во облак. Овој дел, придонесе да се разбере влијанието на системските фактори на влијание врз квалитетот на перцепција. Од особено значење се деталните податоци за примената на мултимедиските содржини во околина за пресметување во облакот, кои што допринесоа, истражувањата да се продлабочат со цел да дефинираме алгоритам за адаптивна испорака на мултимедијална содржина. Тие истражувачки резултати [43], [61], [62] овозможува да се разбере меѓусебното влијание на системските, корисничките и зависните фактори при определување на перцепцијата за квалитет.

При тоа, презентирани се досегашните истражувања за развој на сервис за учење на далечина со користење на мобилното пресметување во облак. Особено внимание посветено е на создавање на нов модел за адаптивно мултимедијално учење кое динамички ќе ја менува содржината во зависност од субјективните и објективните параметри кои делуваат во системот [57]. Со цел да се провери точноста на предложениот

модел, направена е симулација [64], [65], [75] и анализа на предложениот модел за учење на далечина, со користење на различни мултимедиски содржини. Исто така, идентификувани се неколку клучни аспекти кои значително влијаат врз нивото на корисничката перцепција, што води кон подобрена перцепција за интерактивните системи за учење на далечина [89]. Елаборирани се начинот на истражување и значењето на моделите за перцепција на квалитетот, кои се базирани на технологијата за пресметувањето во облак во процесот на едукација и истите придонесуваат за подобрен квалитет на наставата [90], [100].

Во **Глава 3**, од тезата, направени се истражувања за примената на сервисите базирани на пресметување во облакот. Во оваа глава, образложени се сите придобивки од користењето на сервисите за пресметување во облак, што овозможува поефикасно извршување на адаптацијата на мултимедијалната содржини [97]. Најголем дел од истражувањата за пресметување во облак беа направени кај системите за учење на далечина кои користат мобилни уреди. Во продолжение на главата следува анализа за предизвикот да се пренесе соодветна мултимедијална содржина за корисниците кои користат различни типови на мобилни уреди. Дополнително, даден е преглед на придобивките од овој концепт кој овозможува префрлање (offloading) [98] и намалување на податоците за процесирање на мобилните уреди преку искористување на ресурсите на инфраструктурата за пресметување во облакот [99]. Направена е евалуација на предложениот модел за соработка, базиран на пресметување во облак, за што е концептуално развиен модел за испорака на адаптирана мултимедијална содржина, со користење на симулација. Резултатите од овие истражувања придонесоа да биде дефиниран и потврден алгоритмот за адаптација на мултимедијални содржини [102].

Следува краток преглед на можностите за развој на сервиси кои се контекст зависни, и овозможуваат собирање на повеќе релевантни информации за мобилниот корисник, со цел да биде во можност да се изгради корисничкиот профил. За таа намена, преку студија на случај, предложена е мобилна апликација за препорака базирана на локацијата на корисникот [103]. Главниот придонес на истражувањата во оваа глава од тезата е дека перцепција на квалитетот кај корисниците се зголемува кога содржината која ја добиваат е адаптирана на нивните преференции.

Детално се образложени придобивките од користењето на масивни отворени интернет курсеви (MOOC) во образованието. Најпрвин, даден е преглед на MOOC карактеристиките, кои имаат за цел да обезбедат исклучително добра перцепција кај студентот, а истовремено да се спречи да се откажат голем број учесници со примена на нов педагошки пристап и

методи за колаборациско учење. Со цел да се обезбеди соодветна перцепција за квалитет на наставата за студентите предложена е постапка за оптимизација на ресурсите во околината за пресметување во облак, како што е распоредот на виртуелните машини по континенти кои ја опслужуваат MOOC платформата. Дадена е детална спецификација на CloudAnalyst (англ.) симулаторот, кој обезбедува податоци за оптеретеноста на апликацијата, што вклучува и информации за географската локација на корисниците, како и генерираниот сообраќај и локацијата на податочните центри [111].

Преку студија на случај, се обезбедува извршување на алгоритми за податочно рударење, во рамки на сервисите базирани на пресметувањето во облак [117]. Во рамките на истражувањето, широко распространетите алгоритми за податочно рударење се реализирани како Map/Reduce (англ.) задачи, кои што се извршуваат како сервис базирани на пресметувањето во облак. Практична имплементација на Map/Reduce моделот е искористена за развој на сервисите за податочно рударење. Направена е анализа на овој модел за K-means кластеринг и алгоритмот за кластерирање при максимизација на очекувањата (EM кластеринг). Имплементација на сервисите за податочно рударење како Map/Reduce (англ.) задачи им обезбедува на истражувачите колаборативен пристап и интегрирана анализа на добиените резултати. Главниот придонес на истражувањето ја демонстрира ефикасноста за анализа на извршување на алгоритми за податочно рударење, во рамки на сервисите базирани на пресметувањето во облак. Направените истражувања овозможува научно истражувачката работа да продолжи во насока на дефинирање на модел за перцепција на квалитетот.

Во **Глава 4**, даден е детален опис на процесот на развој на моделот за квалитет на перцепција кај крајните корисници. Досегашните истражувања ни потврдија дека подобрување на испораката на мултимедијална содржина се постигнува кога се користи збир на сервиси кои вршат прилагодување на параметрите, врз основа на корисничкиот профил, мрежна конекција и форматот на содржината што се пренесува. Самата адаптација на мултимедијалната содржина, создаде потреба за дефинирање на квалитативна мерка која ќе ја процени перцепцијата на корисникот, која зависи од корисничкиот профил и степенот на задоволството на корисниците за одреден мултимедијален сервис. Поглавјето започнува со дефиниција на поимот квалитет на перцепција (QoE), како метрика за одредување на квалитетот на користената услуга/сервис од страна на крајниот корисник. Дополнително, дефинирани се предлог-модели за проценка на квалитетот на перцепција и анализирани се факторите кои влијаат врз квалитетот на перцепцијата. Дадена е

класификација на мултимедијалните сервиси во облакот каде крајните корисници имаат директна интеракција [153].

Предложена е рамка за развој на модел за квалитетот на перцепција кој е базиран и ја користи технологијата за пресметување во облакот, каде е применет иновативен пристап за развој со помош на Баесови мрежи. Користена е Баесовата распределба на веројатностите при моделирање на субјективниот рејтинг на корисниците, со цел да се пренесе неизвесноста што произлегува како објективна проценка за квалитетот на перцепција. Главната придобивка од користењето на овој модел е тоа што може да се користи за детална анализа на субјективните карактеристики за квалитетот на сервисите добиени од емпириското истражување. Во поглавјето, дадена е статистичка анализа на податочни сетови, која може да послужи за слични истражувања или реплицирања на експериментот.

Спроведените истражувања се значајни за управување со квалитетот при развој и дизајн на сервиси базирани на пресметување во облакот. Главниот придонес на овие истражувања е предложениот Баесов модел за мерење на квалитетот на различни сервиси базирани на пресметувањето во облак. Валидација е фокусирана на детална анализа на јазлите за сервисите за пресметување во облак врз основа на активностите на корисниците, а истата ги користи податоците од спроведени анкетни истражувања.

Резултатите од квалитативна и квантитативна анализа за спроведеното истражување и предложениот модел за мерење на квалитетот на корисничката перцепција, се објавени во меѓународни списанија и конференции [141], [154]. Конечно, во **Глава 5**, презентирани се заклучните согледувања во врска со обработената проблематика, резимирани се определени резултати и заклучоци од направените истражувања. Во таа насока, презентирани се истражувања, кои овозможува воведување на пристапи за перцепција на квалитетот кај корисниците. Определена е QoE метрика со која се овозможи квантитативно мерење на сите фактори на влијание во системот, со цел да се добие една општа квалитативна оценка за квалитетот на сервисите кои се нудат. Извршената оценка на ефективноста на предложениот модел преку спроведените експериментални сценарија ја симулираат неговата конкретна примена. Наведени се понатамошните насоки за подобрување и продолжување на работа од овој научен труд, кон постигнување успешен и квалитетен модел за перцепција на квалитет.

2 СЕРВИСИ БАЗИРАНИ НА ПРЕСМЕТУВАЊЕ ВО ОБЛАК

Тезата најпрво започнува со дефинирање на пресметувањето во облак, неговото значење и улога кај системите за учење на далечина. Примената на пресметувањето во облак во секојдневието ни овозможува целото пресметување да се извршува во мрежа, т.е. преку интернет. Со тоа се избегнува потребата за купување, инсталирање, надградба, поддршка и на друг начин управување со физичкиот хардвер, оперативните системи и софтверот на корисничкиот компјутер. Во почетокот на овој век, воведени се првите современи податочни центри, кои компаниите ги користат за хостирање на нивните интернет сервиси. Големите компании за продажба, како Amazon и Google, кои имаа сопствени податочни центри, први го увидоа комерцијалниот бенефит од воведување на сервиси кои се базираат на пресметувањето во облак. На тој начин, сервисите за пресметување во облак, наметнаа корисникот да користи компјутер само за работа со веб пребарувачот, за чување на некои лични податоци и повремено за печатење на документи, додека пак сите останати потребни информации да ги добиваат како сервиси.

Вообичаено терминот „облак“ во ИКТ индустријата, се користи за да означи голем агломерат на компјутерски и мрежни елементи, кои функционираат на оддалечена локација. Дополнително, воведувањето на виртуелните сервиси и виртуелизацијата на хардверските ресурси, допринесе за брзо прифаќање на пресметувањето во облак во секојдневието. Во најголем број случаи, користењето на апликациите за пресметување во облак, се врши со посредство на интернет, а во сите другите случаи се користи локалната мрежа во рамки на организацијата. Тоа се должи на фактот дека апликациите се наменети за дистрибуирана употреба, што придонесува за поголем степен на сложеност на системот. Во тие случаи на дистрибуирани апликации, квалитетот на перцепција, ќе се разликува од квалитетот на перцепција кај традиционалните апликации, а пред се зависи од квалитетот на параметрите карактеристични за пресметувањето во облакот.

Две главни причини зошто пресметувањето во облак се гледа како значајно и вредно за корисниците и компаниите се неговата евтина цена за изнајмување и ефикасното користење на пресметковните ресурси. Мотивот и потребата за истражување на технологија

за пресметување во облакот е тоа што таа е динамична и почнува да се применува во сите области на работа и живеење. Почнувајќи од е-маил сервисот, преку социјалните мрежи (Facebook, Tweeter, и др.) [33], компјутерски игри и виртуелна околина [34], учење на далечина и масовни отворени интернет курсеви [12], [35-37], па се до интернет базирани платформи за развој на апликации. Миграцијата на постојните системи кон новата технологија за пресметување во облакот сама по себе носи ризици и создава нови предизвици. Главниот предизвик ќе биде да се утврди кои сервиси за пресметување во облакот за одредена апликација, најмногу влијаат при дефинирање на моделот за перцепција на квалитетот. Притоа треба да бидат земени во предвид сите околности, при кои се одвиваат интеракции помеѓу крајните корисници и „облакот“, при формирање на моделите за квалитет на перцепција.

Друга предност на концептот за развој на платформа која е облак базирана, е што истата се нуди „како сервис“. Тоа значи дека можете да ја користите за развој на сервисите без потреба да ја инсталирате, само преку интернет. Платформите кои го користат пресметувањето во облак, користат апликациски програмски интерфејс (API) кој овозможува програмерите полесно да ги развијат потребните сервиси. Земајќи го предвид брзиот развој на софтверските апликации за паметните мобилни уреди се наметнува потребата за персонализација на мултимедијалната содржина, која што се доставува до крајните корисници. Но до сега, не се направени истражувања како практично да се измери квалитетот на перцепција кај крајните корисници за претходно спомнатите системи.

2.1 Пресметување во облакот

Пресметувањето во облак (cloud computing, англ.) е технологија каде што *голем број на различни корисници од различни локации* со користење на разновидни видови на мобилни/десктоп уреди се во постојана интеракција и пристапуваат до *едни исти ресурси*, со користење на интернет конекција. Националниот Институт за Стандарди и Технологии (NIST), од друга страна прецизно го дефинира пресметувањето во облак како модел кој овозможува сеприсутен, удобен пристап до заеднички збир на пресметковни ресурси (пр. мрежни ресурси, серверско пресметување, податочно складирање, апликации и сервиси), кои што брзо и лесно се резервираат и ослободуваат со минимален напор за управување и според корисничките потреби [38].

2.1.1 Дефиниција на компјутерското пресметување во облак

Главни технолошки предизвици кои можат да бидат идентификувани и кои најчесто се поврзани со пресметување во облак се дефинирани од страна на националниот институт NIST [38] и тие се:

Виртуелизацијата е суштинска технолошка карактеристика на пресметување во облак, која ја крие технолошката комплексност на системот од корисникот и овозможува поголема флексибилност. Виртуелизацијата, како концепт овозможува апстракција и изолација на техничките функционалности од пониско ниво и основниот хардвер. Концептот на серверска виртуелизација им овозможува на многу „виртуелни сервери“ да се клонираат на еден физички сервер, а притоа секој од тие „виртуелни сервери“ да се користи како посебен уред. Во суштина, виртуелизацијата го одвојува основниот хардвер од стандардниот оперативен систем, што овозможува компаниите да направат заштеди во буџетот и компјутерските ресурси. Денес, таа се применува во сите аспекти на компјутерското пресметување, во однос на меморија, складирање, процесорите, софтвер, мрежи, како и сервисите кои се нудат.

Самостојно користење на ресурсите за пресметување од страна на корисниците. Корисникот може еднострано да побара да му бидат обезбедени ресурси за пресметување, како што се период за серверско опслужување и податочно складирање во мрежа. Сите овие компјутерски ресурси му се достапни на корисникот, онолку колку што е потребно, по автоматизам, а притоа без да се бара човечка интеракција од страна на провајдерот.

Пристап преку мрежа со помош на широк спектар на кориснички терминали. На тој начин, сите потребни ресурси се достапни преку компјутерската мрежа и може да се пристапи преку стандардните мрежни технологии, со што се промовира употреба на хетерогени кориснички уреди (како што се, мобилни телефони, таблети, лаптопи, работни станици). Така што, *достапноста* до сервисите и податоците е од суштинско значење за системите за пресметување во облак, што всушност е еден од клучните аспекти за развој. Предноста на широката достапност лежи во способноста да се воведат редувантентен спектар на сервиси. Така што, испадот на еден сервис ќе може да биде покриен транспарентно во рамки на системот.

Можност за здружување на ресурсите. Технологијата овозможува провајдерот да обезбеди и да ги обедини компјутерските ресурси, со цел истите да им служат на повеќе корисници со користење на моделот, еден сервис за повеќе корисници. На овој начин се постигнува различни физички и виртуелни ресурси да бидат динамички доделени и

распоредени во согласност со побарувачката на корисниците. Дополнително, се создава чувство за подеднаков пристап до ресурсите, независно од локацијата каде корисникот се наоѓа, со што е постигнато повисоко ниво на апстракција. Типичен претставник е концептот на под-станарство (multi-tenancy, англ.), каде што независно од локацијата на заедничките ресурси, тие се ставаат на располагање до повеќе корисници.

Брза еластичност. Се овозможува ресурсите флексибилно да се резервираат и ослободат, а во одредени случаи и автоматски. На тој начин, се овозможува нивно брзо и ефикасно искористување пропорционално со побарувачката. Тогаш, корисникот има чувство дека на располагање му се неограничени ресурси кои може да ги користи во секое време.

Доверливоста е од суштинско значење за системите за пресметување во облак. Таа означува способност да се обезбеди постојана работа на системот, без прекин, односно без губење на податоци, без ресетирање на сервисот за време на извршување итн.

Мерење на понудената услуга. Системите за пресметувањето во облак обезбедуваат автоматски да се контролира и да се оптимизира користењето на ресурсите кои се на располагање на корисниците. Со тоа се постигнува одредено ниво на апстракција за степенот на искористеност на сервисот кое е соодветно на видот на сервисот (на пример, складирање, процесирање, пропусен опсег и активноста на корисникот). Искористеноста на ресурсите лесно може да се следи, контролира и да се зачувува (во извештај), со што се овозможува провајдерот и корисникот да имаат транспарентно искуство при користење на сервисот.

Безбедноста и приватноста очигледно се од суштинско значење за сите корисници кои се занимаваат со потенцијално чувствителни податоци во рамки на системите за пресметување во облак.

Релевантноста на националниот институт NIST се гледа во одговорноста за развој на стандарди и насоки, како и минималните технички потреби, со цел да се обезбедат соодветни информации за одредена технологија. Така според NIST [38], врз основа на пристапот што се користи, за да се применува пресметувањето во облак разликуваме **4 (четири) пристапни модели:**

- *Јавно достапен* облак (Public cloud, англ.) [38], кој го нуди организација чија што инфраструктура и сервиси се достапни за споделување преку интернет за сите јавни лица и организации;
- *Приватен* облак (Private cloud, англ.) [38], чија што инфраструктура и сервиси се

ексклузивно достапни само за членовите на компанијата.

- *Облак за заедницата* (Community cloud, англ.) [38] е организација на инфраструктура и сервиси каде што тие се достапни до организации кои имаат заеднички полиња на интереси (пр. Образовни институции, мали и средни компании, заедница на истражувачи)
- *Хибриден облак* (Hybrid cloud, англ.) [38] е модел кој е комбинација на два или повеќе од веќе спомнатите постојни модели. Кои што се поврзани со користење на заеднички податоци и софтверски компатибилни стандардни технологии.

Пресметувањето во облак во поглед на инфраструктурата што ја нуди е претставено со постоење на три организациски/структурни модели: *IaaS* (Infrastructure as a service, англ.) [38] кога инфраструктурата се нуди како сервис. На корисниците им се нуди ниско ниво на основната мрежна инфраструктура, како што се физички компјутерски ресурси, локација, поделба на податоци, скалирање (scaling), чување и бекап на податоци. Друг модел е *PaaS* (Platform as a service, англ.) [38] кога се нуди софтверска платформа како сервис, корисниците имаат на располагање виртуелни машини, системи за бази на податоци и лиценцирана софтверска платформа која е подготвена за користење. Третиот модел е *SaaS* (Software as a service, англ.) [38] кога софтверските програми се нудат како готови сервиси за крајните корисници. Најчести секојдневни примери на SaaS моделот се е-маил и видео сервисот, текст процесори кои се веб базирани, како што се Google Docs, Microsoft Office 365, ThinkFree Online Office и слични.

Пресметувањето во облак се базира на неколку други компјутерски истражувачки области, како што се пресметување со високи перформанси, виртуелизацијата и GRID-базираните компјутерски системи. Терминот „облак“, уште од 90-тите години, се применувал за да се означи мрежно поврзување на оддалечени сервери и за означување дека инфраструктурата за телекомуникации е виртуелизирана. Во истражувачката наука, терминот „cloud computing“, кој секојдневно го користиме, за прв пат е искористен при Универзитетот Емори, од страна на професорот Рамнах Челапа (Ramnath Chellappa), во 1961. Притоа пресметувањето во облак, може да се поедностави како збир на пресметковни сервиси кои се нудат на корисниците преку интернет. Предноста на сервисите за пресметување кои се нудат во облак е тоа што се продаваат на барање на корисниците, нивната употреба е неограничена, а провајдерот е задолжен целосно да го одржува сервисот. Овие аспекти се едни од најзначајните кои ја издвојуваат технологијата за пресметувањето во облак [39], од традиционалните хостинг модели.

За компаниите кај нас, технологијата базирана на пресметувањето во облак, сеуште е во развојна фаза. И покрај предноста и главните придобивки кои компаниите ќе ги имаат од примена на овие сервиси, рано е да се каже како ќе ги прифатат. Компаниите ќе ги почувствуваат овие предности, откако ќе ги мигрираат нивните постојни сервиси во облакот. Тоа што им се овозможува на компаниите е неверојатно едноставен, лесен и брз пристап до потребните информации. Така, во зависност од нивните потреби корисниците може да почнат со примена на алгоритми за машинско учење и вештачка интелигенција како би можеле максимално да ги искористат информациите со кои располага нивната компанија. Сето тоа, ќе допринесе на долг рок максимално искористување на ресурсите, зголемен квалитет и економски исплатлива работа на компанијата.

Паралелно со трендот на брз развој на мобилни апликации се појавува технологијата за **мобилно пресметување во облак**. Во таа насока, дизајнот на мали, моќни паметни уреди кои овозможуваат мобилност со користење на безжични мрежи го поддржуваат трендот на мобилното пресметување. На овој начин, со интегрирањето на пресметувањето во облак во рамки на мобилно пресметување, се развива еден нов тренд познат по називот мобилно пресметување во облак. Тоа претставува, современа мобилна технологија, која потполно ги унифицира еластичните ресурси на пресметувањето во облак и мрежни технологии, а овозможува неограничена функционалност за мобилните уреди. Мобилно пресметување во облак овозможува потпора, за чување и мобилност за процесирање за голем број на мобилни уреди насекаде, во секое време, преку интернет комуникација, без оглед на хетерогените средини и платформи.

Зголемување на популарноста на паметни телефони создава динамичен и конкурентен пазар, каде се бараат мобилни уреди од различен бренд, со различни димензии и оперативен систем, со што се создава хетерогеност на мобилните уреди. Во таква средина, најголема придобивка за мобилните уреди се добива кога ќе се искористат хетерогените ресурси на мобилното пресметување во облакот. Тоа овозможува, сложените пресметувања и потребата за чување на податоци, кои користат значителни ресурси на мобилниот уред, да бидат префрлени (offloaded, англ.) во облакот за процесирање. За да се постигне лесна интеграција и интер-оперативност за управување со ресурсите за мобилното пресметување во облакот потребна е непрекината конвергирана интернет комуникација, во рамки на жичниот, мобилниот и широкопојасниот пристап. На тој начин, ќе се овозможи ефикасна дистрибуција на мултимедијалната содржина и подобрување на латентноста, што ќе придонесе значително да се подобри квалитетот на перцепираното искуство кај корисникот, при користење на мобилното пресметување во облак. Во таа насока, истражувањата во

рамки на оваа дисертација овозможија да се предложи алгоритам за адаптација на мултимедијалната содржина кај системите кои го користат мобилното пресметување во облак. Особено значајно е да се разбере примена на мобилното пресметување во облак кај системите за мобилно учење на далечина и како тоа придонесува за персонализација на мултимедијалната содржина која се доставува до крајните корисници.

2.1.2 Стандарди за компјутерските системи базирани на пресметувањето во облак

Пресметувањето во облак е уште еден нов концепт и сè уште е во почетна фаза на развој, па затоа во моментов има недостаток на добро дефинирани стандарди. Во таа насока, тела кои работат на стандардизација на технологијата за пресметувањето во облак се:

Здружението IEEE стандарди, ги има дефинирано следните три стандарди за работа со сервисите кои го користат пресметување во облак: IEEE P2301, IEEE P2302 и IEEE P2303 [40]. Ова здружение го има дефинирано IEEE стандардот P2301, кој е задолжен за дефинирање на стандарди за учесниците во системите за пресметувањето во облак, преку воспоставување на профили. Така работната група е насочена кон развој на водич за преносливост на податоците во облакот и интероперабилност на различните профили [40]. Главната намена на водичот ќе биде да ги *советува* сите учесници во системот за пресметување во облак (регулатори, провајдери и корисници) при изборот на стандарди за апликациски интерфејси, преносливост на интерфејси, интерфејси за управување, интерфејси за интероперабилност, поддржани формати на датотеки и стандарди за работа. Со овој стандард се овозможува групирање на сите учесници во логички групи на профили, кои што се организирани, за различни учесници на системот [40].

IEEE стандардот P2302 е задолжен за развој на стандарди за интероперабилност на различните провајдери на сервиси за пресметувањето во облак и нивна федерација. Со овој стандард се дефинира топологијата, функциите и управувањето со интероперабилноста на сервисите од облак до облак и нивната федерација. Според топологијата разликуваме сервиси базирани на пресметувањето во облак, регулатори (кои ги утврдуваат владеењето на различните провајдери) и портали (gateways, англ.) (кои посредуваат при размена на податоци помеѓу провајдерите) [40]. Функционалните елементи вклучуваат именските опслужувачи, стандардизација на пораки, онтологиски ресурси (вклучувајќи ги стандардните мерни единици) и безбедносна инфраструктура [40].

Стандард за адаптивно управување на компјутерски средини, базиран на пресметувањето во облак е IEEE P2303. Целта на овој стандард е да им обезбеди на сите ентитети

управување со основните задачи, како и користење на секаков вид на поддршка за управување со динамични компјутерски системи во однос на дизајнирање, развој и обезбедување на нови апликации базирани на пресметувањето во облак. Притоа, овој стандард ќе се фокусира на обезбедување на основни референци за основна структура, информации и компоненти кои се потребни за поддршка и одржување на многу динамични средини кои ги карактеризираат компјутерските системи базирани на пресметувањето во облак. Овој стандард ќе им обезбеди на програмерите, давателите на сервиси и партнерите на системите базирани на пресметувањето во облак, основна архитектурата и речник за управување со адаптивни системи, кои се, неопходно потребни за поддршка и имплементација на динамички карактеристики на компјутерски системи.

Меѓународната унија за телекомуникации – сектор за телекомуникациски стандарди

Фокусот на Меѓународната унија за телекомуникации (ITU-T) групата е да направи прелиминарна студија за стандардизација на компјутерските системите базирани на пресметувањето во облак. Истата е објавена во техничкиот извештај [40] на фокус групата за истражување на пресметувањето во облак. Во рамките на овој извештај, составен од деловите 1 - 7, јасно се дефинира технологијата за пресметување во облак, функционалните барања и референтната архитектура за работа на системите. Дополнително, со овие извештаи се даваат информации за тоа како да се подобри ефикасноста, безбедноста, а пред сè, нагласени се придобивките за телекомуникациските и ИКТ провајдерите при употреба на сервиси базирани на пресметувањето во облак.

Националниот Институт за Стандарди и Технологија (NIST)

Долгорочна цел на националниот институтот NIST е да обезбеди лидерство и водство при развојот на стандардите на технологијата за пресметувањето во облак [40], како и да ја забрза неговата употреба во рамките на индустријата и владите. Тие имаат за цел да го скратат циклусот за усвојување на оваа технологија, со што ќе овозможи, во најкус можен рок, намалување на трошоците и подобрување на можноста брзо да се создаде и безбедно да се распоредат бизнис решенија за работа. Дополнителна цел на NIST е да поттикне практики кај корисниците за користење на компјутерски системите базирани на пресметувањето во облак кои ја поддржуваат интероперабилноста, преносливоста и сигурноста. Областа на делување на технологијата е фокусирана на интероперабилноста и безбедносните стандарди и насоки. Намерата е да се користи стратегија за да се даде приоритет на овие стандарди кај NIST тактичките проекти кои ги поддржуваат агенциите за

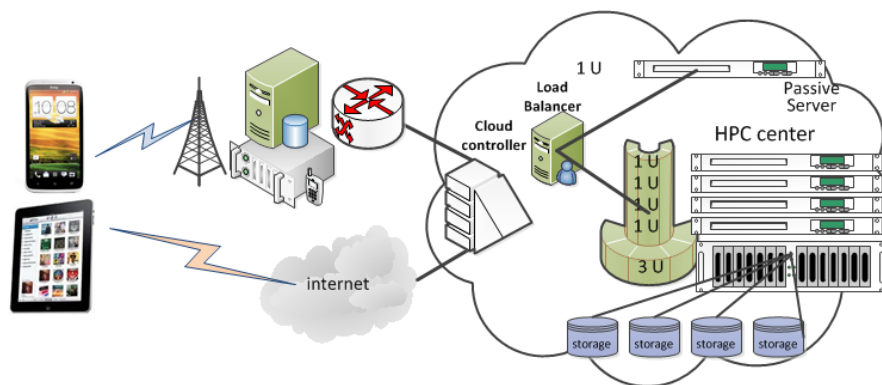
безбедна и ефективна примена на технологијата за пресметувањето во облак за поддршка на нивните мисии.

2.1.3 Архитектура на системите базирани на пресметувањето во облак

Системот за пресметување во облак овозможува различни пресметковни ресурси да бидат на располагање на корисникот преку мрежата. Ја издвојуваме брзата *еластичност*, како една од поважните функции на технологијата за пресметување во облак [41], која е значајна при интеграција на мобилни уреди со системот за пресметување со високи перформанси (HPC). Таа им овозможува на мобилните уреди да ја зголемат пресметковната способност, така што овие уреди практично ќе го достигнат нивото на високо моќни компјутери [42]. На овој начин, корисниците на мобилни уреди, со едноставно користење на постојните мобилни сервиси лесно може да ги испратат нивните барања, кои треба да се обработуваат во околината за пресметување во облак.

Целта на овој дел од истражувањето е да даде јасна слика за технологијата за пресметување во облак преку изнесување на еден работен прототип на архитектура која користи сервис ориентиран пристап (SOA). Во рамките на архитектурата, направена е интеграција на мобилни уреди со цел да се подобри и да се зголеми соработката, достапноста и приспособливоста на пресметковните ресурси за корисниците.

Предложената сервис ориентирана архитектура за пресметување во облак, обезбедува испорака на мултимедијална содржина за учење кај корисниците на мобилни уреди (слика 2.1.1). Деталите за карактеристиките на системот за пресметување со високи перформанси се дадени во истражувањето [43]. Улогата на контролорот (cloud controller, англ.) е да ги прими корисничките барања за обработка од мобилните уреди во рамки на мобилниот облак, преку воспоставената интернет конекција. Следно, барањето на корисникот за процесирање се запишува во редот за извршување во HPC центарот. Во зависност од приоритетот и типот на барањето, балансерот на работните задачи (Load Balancer, англ.) ќе одреди дали HPC центарот ќе ја заврши бараната задача или пак пасивниот сервер доколку таа е итна и не е многу сложена.



Слика 2.1.1 Сервис ориентирана архитектура за пресметување во облак [43]

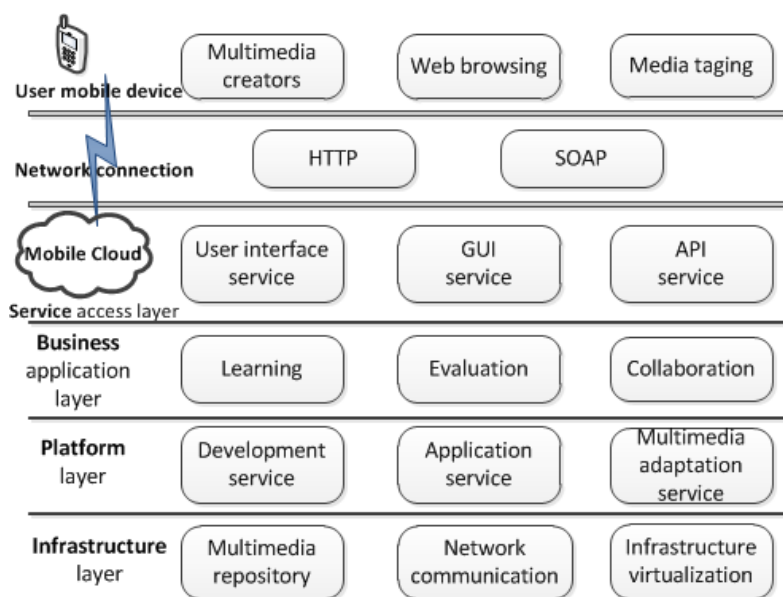
За потребите на нашето истражување ние ги користиме виртуелните сервери на HPC центарот за да ги обезбедиме потребните содржини за учење на мобилните уреди. Мобилното пресметување во облакот, кое ние го предлагаме, ги користи погодностите на HPC центарот, каде се создаваат повеќе виртуелни сервери и корисниците ќе може лесно да пристапат. Корисниците на различни видови на мобилни уреди (iPad, iPhone, HTC итн) со користење на разновидни комуникациски мрежи (WiFi, WiMAX, UMTS, GPRS, HSDPA, EDGE и LTE) ќе може да се поврзат на интернет. Што ќе им обезбеди разновидност на интернет протоколи за да ги испратат нивните барања (веб, HTTP), за сервис за податоци (пренос на датотеки, симнување на електронска пошта), и мултимедијален сервис за стриминг (музика, звук, видео). Целта е да се обезбеди пакет на мобилни сервиси, кои ќе овозможат корисниците на мобилните уреди да пристапат до мобилниот облак. Примената на овие сервиси овозможува развој и зголемена примена на мултимедијалната содржина која е кориснички ориентирана и обезбедува флексибилен пристап до експериментална лабораторија за учење.

За да се разбере пресметувањето во облакот во детали, потребно е да се испита нивото на апстракција во нивоа, кое почнува од дното и се движи кон врвот. За таа цел, ние предлагаме рамка за пресметување во облакот (како слика 2.1.2), каде што сите сервиси се засноваат врз способноста за барање на услуга од различни групи на нивоа. Слична рамка, со нивоа, за пресметување во облакот може да се најде во истражувањето [23]. Сепак за потребите на нашите истражувања, ние предлагаме адаптирана верзија погодна за примена во академски цели.

Инфраструктурата е првото ниво, што во реалност го претставува физичкиот хардвер, односно серверите кои се во сопственост на провајдерите на пресметувањето во облак. Во рамки на предложената рамка, ова ниво обезбедува ресурси за интегрирани мрежни уреди, мултимедиски складишта и останати хардверски ресурси. Ова ниво делува како мост помеѓу

обработката на податоците, што се врши во хардверот на серверите и оперативниот систем врз кој работи хардверот. На овој начин се обезбедува апстракција, прикажана преку три различни категории: пресметковни ресурси, складирање на податоци и комуникација.

Платформа е следниот слој, кој обезбедува група ресурси за развој на сервисите и мултимедијална адаптација. Во рамките на овој слој, корисниците се во можност со примена на платформата да развијат соодветни сервиси за пресметувањето во облак. Во таа насока, постојат неколку различни софтверски имплементации: јадро на оперативен систем (OS) и сервиси за виртуелизација. Тие овозможуваат повеќе оперативни системи да работат на серверите во исто време. Дополнително, организирањето на виртуелни групи на машини им овозможува повеќе процеси да работат и да комуницираат еден со друг, како што сите истовремено би работеле на еден сервер. Во рамки на предложената нивовска рамка, ние дополнително предлагаме бизнис апстракција на апликативниот софтверот што е предвиден за учење. Во рамките на овој слој е предвидено оценување и соработка за развој на интерактивноста во рамки на системите на учење на далечина, што е причината зошто ние предлагаме зголемена соработка со студентите и континуирано оценување.



Слика 2.1.2 Рамка за организација на сервисите за пресметување во облакот [43]

Горното ниво, за пристап до сервисите, слично како во [44], нуди апликациски програмски интерфејс (API) и кориснички графички интерфејс кој овозможува интеграција и презентирање на сите сервиси. Ова ниво, познато како сервисно ниво, дејствува како посредник помеѓу крајните корисници и сервиси содржани во облакот, со цел да им понуди лесен и едноставен пристап на корисниците до сервисот, преку нивните веб пребарувачи. Во рамки на ова ниво на корисникот му се нудат различните видови на сервиси, како што се

IaaS, PaaS и SaaS, кои се класифицирани во различни нивоа на системот за мобилно пресметување во облак. Потоа корисникот преку мрежна конекција едноставно ќе може да пристапи до потребните содржини во облакот и ќе може да избира помеѓу различните достапни сервиси што му се потребни [45].

Интеграцијата на мобилните уреди со технологијата за пресметување во облак овозможи разновидни сервиси да бидат широко достапни за корисниците. Во таа насока развојот на системот за мобилно пресметување во облак, да придонесе како да се подобри квалитетот на системите за учење на далечина.

2.1.4 Развој на сервиси за учење на далечина со користење на мобилното пресметување во облакот

Комбинацијата на мобилни уреди и безжична комуникација нуди огромен потенцијал за учење на далечина. Во таа насока, примената на мобилни уреди за мултимедијално учење на далечина обезбедува студентите да добиваат дополнително знаење и надвор од училищата. Мобилни уреди се дел од нашето секојдневие, со што ги трансформираат секојдневните активности за организација на студентите како да го подобрат квалитетот во процесот на учење. Тоа се постигнува со користење на различни видови на мултимедијални ресурси, како што се аудио, видео, слики, кои им помагаат на студентите да бидат повеќе интерактивни и заинтересирани за соработка. Во таа насока, истражувањата покажуваат дека софтверот како сервис (SaaS), структурниот модел, ќе биде основна средина во која учењето на далечина со мобилен уред ќе биде најшироко распространето [45].

Значителна корист од примената на софтвер како сервис (SaaS) моделот, е широко призната за обука на студенти таленти во бројни Универзитети [46]. Истражувачите Саранја (Saranya) и Вијалакшми (Vijayalakshmi), во [41], претставија модел на интерактивно учење преку мобилни уреди во комбинација со технологијата за пресметување во облакот, каде што предавања се емитуваат во живо од веб камерата на инструктор. Во таа насока, во рамки на ова истражување ќе биде прикажан експеримент, во кој студентите ќе користат виртуелна лабораторија, каде што тие ќе искушат практична примена на пресметувањето во облак. Со користењето на хардверски ресурси од системот за пресметување со високи перформанси, и примената на различни сервиси за пресметување во облакот, значително се подобрува квалитетот на учење.

Првата хипотеза во рамки на докторската теза емпириски е докажана со користење на реални слики, видео или аудио фајлови, снимени за време на експериментот во училищата. Притоа, методологијата на експериментот предвидува користење на две групи на студенти:

експериментална и контролна група испитаници. Во рамките на овој експеримент, што се одвиваше за време на пролетниот семестар од 2012 година, македонски студенти присуствуваа на курс за учење на далечина организиран од Норвич Универзитет од Вермонт САД. Проблематиката на курсот се однесуваше за областа на сајбер-напади и одбрана на компјутерски мрежи. Притоа, курсот за учење на далечина беше поделен на два дела.

Првиот дел од курсот го следеа група на студенти (А), кои се стекнаа со **теоретско** знаење за компјутерски мрежи, безбедност и алатки што се користат за напаѓање и одбрана на компјутерски мрежи. Оваа група на испитаници (А) за нашиот експеримент беше *контролна* група. Втората група на студенти (Б), следеа **практични** вежби, беа директно запознаени со работната средина, апликации и алатките за сајбер-напади на оперативниот систем. Оваа група на испитаници (Б), за нашето истражување беше *експериментална* група.

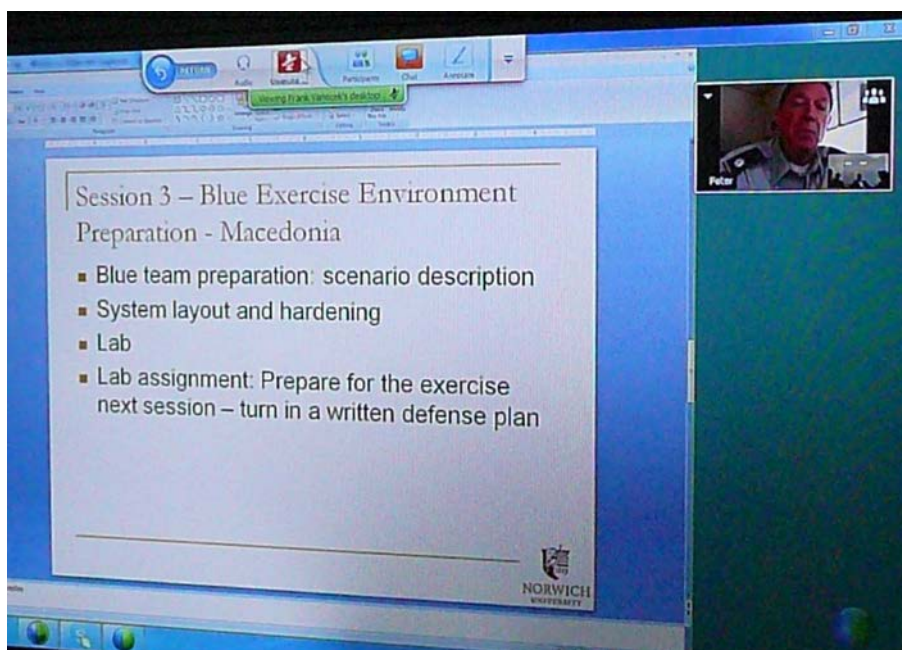
А. Теоретски знаења за сајбер-напади и одбрана на компјутерски мрежи

Во текот на теоретските предавања имаше интерактивна комуникација меѓу двата универзитети со користење на апликација WebEx, која нуди широк спектар на алатки за комуникација и виртуелна графичка околина. Во рамките на истражувањето [43], ние извршивме анализа кој тип на учење на далечина е најдобро да ги користат. Избран е софтверот WebEx, бидејќи нуди широк опсег на сервиси за веб конференции, вклучувајќи дел за закажување на состаноци, настани, центар за обука, центарот за поддршка, видео конференциски повик, како и споделување на содржини [47]. Друга предност на оваа апликација е тоа што не е потребно преземање на посебен софтвер за употреба и ќе работи на било кој лаптоп или мобилен уред, како што се iPad, iPhone, HTC или други мобилни телефони. За време на теоретските предавања за безбедност на компјутерски мрежи, беа користени WebEx алатки за видео-конференциска едукација на студентите, како на слика 2.1.3.

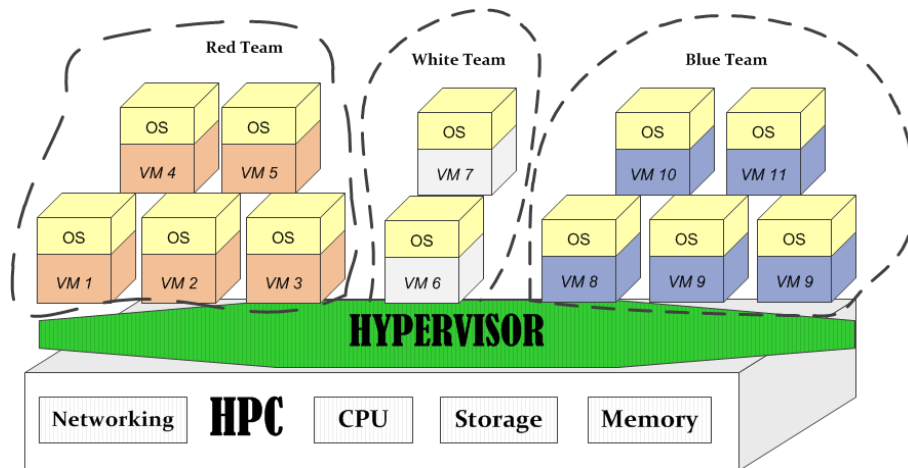
Б. Практични лабораториски вежби за сајбер-напади и одбрана на компјутерски мрежи

За време на практичните вежби студентите имаат можност да го покажат она што го научиле, за да го практикуваат во текот на практичните вежби од курсот. Тие се стекнаа со вештини кои се применуваат во различни сценарија за сајбер напаѓање и одбрана на виртуелни сервери на оддалечени компјутерските системи, кои се практикуваат во реално време.

Симулацијата на бројните виртуелни сервери во рамките на различните компјутерски системи е направена со користење на визуелизација, која овозможува оптимално искористување на ресурси од HPC центарот. Така во рамки на тој центар се создадени виртуелни сервери, кои се групирани во тимови. На овој начин инфраструктурните ресурси кои се обезбедени од страна на HPC центарот, со примена на хипервизор (hypervisor, англ.) технологија се користат за да се создаде инфраструктура како сервис (IaaS) модел. Овој модел го следи концептот на примена на сервиси за пресметување во облак, што се користат за креирање на виртуелни лаборатории, каде што студентите се поделени во различни тимови. Еден тим е создаден со групирање на 4 до 5 виртуелни сервери, кои всушност, се наоѓаат во рамки на HPC центарот, како на слика 2.1.4. Студентите едноставно може да пристапат од било каде преку веб пребарувач, со цел да се поврзат оддалеку на виртуелните лаборатории на Универзитетот во Норвич, поставен на виртуелните сервери кои се нудат преку сервисите за пресметување во облакот. Притоа, практично тие имаат можност да учествуваат и да се вклучат во практични вежби за компјутерски сајбер „напад-и-одбрана“.



Слика 2.1.3 Лекција за сајбер-напади и одбрана на компјутерски системи [43]



Слика 2.1.4 HPC центар кој се користи за креирање на виртуелна лабораторија [43]

Студентите во рамките на практичните лабораториски вежби, испраќаа одредени барања (requests, англ.) со користење на мрежни сервиси (FTP, Telnet) и протоколи (TCP/IP, SNMP) директно до HPC центарот. Задачата на еден од тимовите беше да се открие лозинката на RDP (Remote Desktop Protocol) протоколот, кој ја користи портата 3389, за да може да се најави во системот на противничката екипа. Притоа, студентите користеа „bruteforce“ алгоритми за да ги откријат лозинките. Со оглед на потребата за голема моќ на процесирање во многу кратко време, тие ги искористија ресурсите од виртуелни сервери на HPC центарот. Целта на сценариото за компјутерски сајбер „напад“, беше „црвениот тим“ да ја нападне компјутерската мрежа на „синиот тим“, додека „белиот тим“ го следи напредокот на двете екипи. Во рамки на симулацијата од 90 минути, „црвениот тим“ имаше една можност да го порази „синиот тим“, во што успеа.

На крај од експериментот, групата од 30 студенти кои учествуваа на курсот за учење на далечина во областа на безбедноста на компјутерски мрежи, одговараа на прашања. За евалуација на истражувањето, направен е прашалник составен од следниве 6 (шест) прашања кои студентите ги одговараа:

П1) Колку е достапен системот за учење на далечина?

П2) Колку лесно беше да се користи софтверот кој што сте го користеле за време на предавањата/вежбите?

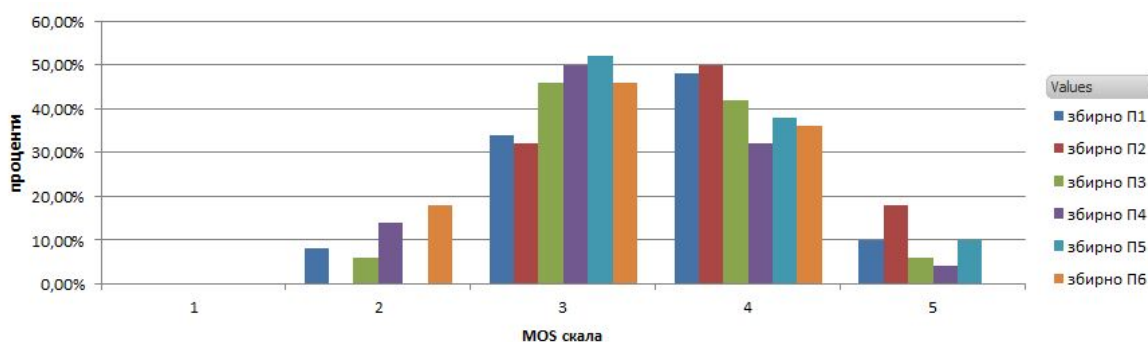
П3) Дали лесно се концентриравте во текот на предавањата/практичниот дел?

П4) Колку е интерактивен системот, определете го степенот на интерактивност?

П5) Колкаво е целокупното задоволство од системот во однос на предавањата/вежбите?

П6) Дали почувствувате одредена образовна предност во користењето на оваа методологија?

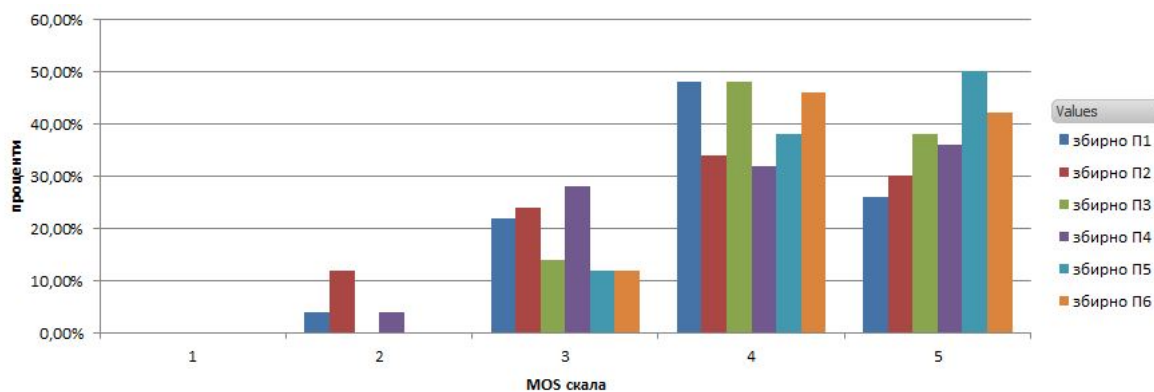
Одговорите на прашањата за евалуација беа претставени со користење на MOS (mean opinion score, англ.) скала за проценка на рејтинг на ниво од 1 до 5 [48]. По оценка на *теоретските предавања*, групата студенти дадоа одговори кои се сумирани на хистограмот, на слика 2.1.5. Значајно е да се напомене дека студентите во текот на теоретските предавања, не ги користеа придобивките од мобилното пресметување во облак. Целиот процес на едукација се одвиваше со примена на едукативни презентации и користење WebEx алатки за видео-конференциска настава.



Слика 2.1.5 Резултати за евалуација на теоретските предавања [43]

Анализа на одговорите од практични *лабораториски вежби* за сајбер-напади и одбрана компјутерски мрежи се сумирани во хистограмот, на слика 2.1.6. Студентите во текот на обуката се служеа со најразлични сценарија за напаѓање и одбрана на компјутерски системи, преку примена на технологијата за мобилно пресметување во облак.

Последниот чекор беше сумирање на резултатите од евалуација на истражувањето со прашалникот, за двата (теоретскиот и практичниот) дела на курсот за сајбер-напади и одбрана компјутерски мрежи. Врз основа на добиените резултати, заклучивме дека практичните лабораториски вежби овозможува зголемување на задоволството кај студентите и подобра образовна методологија во однос на теоретските предавања.



Слика 2.1.6 Резултати за евалуација на практични лабораториски вежби [43]

Врз основа на резултатите од анкетата за образовните придобивки од користењето на оваа технологија за мобилно пресметување во облак, заклучивме дека значително се зголемува вниманието кај студентите. Користењето на компјутерската технологија базирана на пресметувањето во облак обезбеди подобрување на процесот на учење на далечина, во насока на зголемување на квалитетот на учење. Очекуваме дека овие сервиси базирани на пресметувањето во облак, ќе бидат особено корисни за универзитетите, кои бараат од студентите да работат повеќе експериментална и практична работа, што се прави преку промовирање на предностите од користењето на виртуелни лаборатории.

2.2 Влијанието на корисничката перцепција за персонализација на мултимедиска содржина

Главниот придонес на ова истражување од тезата е создавање на нов модел за адаптивилно мултимедијално учење, кое динамички ја менува содржината во зависност од субјективните и објективните параметри кои делуваат во системот. Процесот на истражување на сервисите базирани на пресметување во облакот за учење на далечина, ќе овозможи да се разбере процесот на мапирање на односите помеѓу системските објективно мерливи параметри и индивидуалните кориснички потреби. Со предложениот модел, ќе се обезбеди мултимедијалната содржина да биде прилагодена на когнитивен стил на корисниците и контекст-зависните услови за мрежен пристап. Притоа главниот акцент е даден на следење на однесувањето на корисникот, со цел да генерира соодветна персонализирана содржина за учење и фино дефиниран кориснички профил. За развојот и симулацијата на индивидуалните кориснички профили се применува OPNET софтверот за симулирање на мрежните параметри. Од презентираниите резултати од симулацијата ќе се потврди точноста на развиениот модел.

2.2.1 Когнитивна теорија за мултимедијално учење

Целта на истражувањето е да се разбере влијанието на корисничкиот когнитивен стил во процесот на учење. Во таа насока постојат различни методологии и образовни сценарија кои се фокусирани на учењето преку соработка меѓу поголема група студенти со различно потекло, интереси за учење и мотивација, но со исто образование [22]. Поделба на когнитивните стилови на учење со примена на визуелна и вербална перцепција се покажа успешна за различни групи студенти во високото образование [25]. По што беше утврдено дека вниманието на студентите, учесници во рамки на системот за далечинско учење е перцептивно поделено помеѓу видот и слухот, односно помеѓу аудитивни и визуелни канали [48], [49]. Во таа насока, издвојуваме две особено значајни истражувачки пристапи што се користат во рамките на оваа теза, а тоа се примената на когнитивните аспекти за перцепција и потребата за персонализирана мултимедијална содржина за учење кај студентите. Примената на мултимедијалниот принцип за учење на Мајер (Mayer) во [25], покажа дека студентите стекнуваат и доживуваат подобро знаење доколку тие добиле информации со примена на визуелни и вербални содржински формати.

Преку интеракција со системот, кај секој корисник ќе бидат истражувани неговите когнитивни способности. Затоа една од целите е да се испитаат когнитивните аспекти на процесот на учење во рамките на предложениот контекст зависен систем. Притоа, постојат групи на корисници, според [50], кои претпочитаат визуелна перцепција на мултимедијална содржина во системите за е-учење. Предноста на визуелниот материјал е што вклучува слики, графики, симулации и видео клипови со цел да се зголеми севкупниот квалитет за перцепција кај корисникот. Од друга страна, при развој на нов модел за адаптивно учење, не значи дека треба целосно да се занемари вербална перцепција кај корисниците, која се состои од аудио и текст базирани содржини за учење [51]. Предвид треба да се има и принципот на персонализација на содржината, каде што луѓето се во можност да научат подобро од мултимедијални лекции кога зборовите се пренесуваат во разговорен стил, наместо формален стил на пренесување на содржината [52].

Во рамките на оваа теза е усвоена методата за когнитивна теорија на мултимедијално учење, предложена од страна на Мајер (Mayer). Според неговата претпоставка луѓето користат посебни сетилни канали за визуелно претставен материјал и аудитивно претставен материјал за обработка на информации. Сетилната меморија, им овозможува на луѓето кога перципираат слики или печатен текст, да ги доживуваат како визуелни слики за многу краток временски период во визуелна сензорна меморија [53]. Додека пак, изговорените

зборови или други звуци, луѓето ги перципираат како звучна мелодија која се задржува многу краток временски период во аудитивната сетилна меморија [53]. Притоа, резултатите од неговите истражувања [22], [49] утврдија, дека системот за човечка обработка на информации останува константен, без разлика што се пренесува низ различни средини. Така што, луѓето во принцип секогаш ги користат двата канали, за визуелна и вербална перцепција, без оглед на тоа дали наставната содржаната е претставена преку книга или преку дигитален уред. Од друга страна, со цел да се оствари суштинско разбирање на проблемот во мултимедијална средина, кај студентот мора да се вклучат когнитивните процеси, со посебно интегрирање на вербална и сликовита репрезентација на содржината [54]. Според оваа метода, потврдено е дека примената на дуалниот сензитивен канал кај луѓето е најзначаен при создавање на **корисничката перцепција**. Во таа насока, истражувањата во рамките на оваа теза се насочени кон примена на визуелна и вербална перцепција за евалуација на квалитетот кај крајните корисници.

Во процесот на создавање на персонализирана содржина за мултимедијално учење, треба да се има во предвид нивото за проценка на целокупниот квалитет кај корисниците на системот. Во таа насока, Меѓународната унија за телекомуникации го дефинира квалитетот на перцепција како: „Севкупната прифатливост на барањето или услугата, што се доживува субјективно од страна на крајниот корисник“ [55]. Со оглед на тоа што таа е создадена преку перцепција од страна на крајните корисници, тоа е повеќе квалитативна мерка отколку што е квантитативна. Затоа потребна е сеопфатна субјективна методологија за оценување и проценка на објективните параметри за квалитет кои ќе овозможат да се моделира човечката перцепција што е можно поблиску.

Од друга страна, **мерката за квалитетот на перцепција**, користи поинаков начин за утврдување како корисниците ги оценуваат/набљудуваат постојните апликации. Предложениот пристап за перцепција обезбедува начин како да се измери задоволството кај крајниот корисник на услугата. Во исто време, ќе обезбеди информација како да се подобри и да се адаптира постојната мултимедијална содржина кога тоа е потребно. На овој начин, се постигнува целта да се одржува задоволството на соодветно ниво, а истовремено за сите технички параметри (QoS), кои се потребни за време на комуникациската сесија, ќе ја знаеме нивната долна граница. Сите овие предуслови овозможуваат да се пристапи и да се развие модел за адаптација на мултимедијалните содржини за учење на далечина. Со предложениот модел ќе се обезбеди динамичко приспособување на комуникациските мрежни параметри, кои се неопходни за работа на системот да биде во согласност со

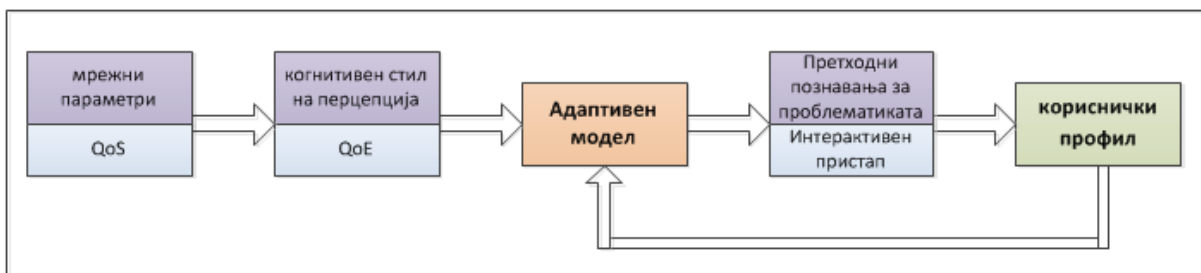
потребите на корисникот. На овој начин, мултимедијалната содржината ќе биде прилагодена според достапните мрежни ресурси и во согласност со корисничкиот профил.

Тоа беше мотив да ги фокусираме нашите истражувања, во насока на подобрување на процесот на учење, преку анализа на влијанието на корисничкиот когнитивен стил кон типот на мултимедијална содржина во рамки на системот. Истражувањата потврдија, дека корисничката перцепција во процесот на учење е подобрена при испорака на разновидна мултимедијална содржина [52]. Притоа, постојат повеќе различни димензии на когнитивните стилови на учење кај корисниците [22], од кои во рамки на истражувањата, даден е фокус на разликата меѓу визуелната и вербалната презентација на информации. Кај некои корисници, навистина не постои голема разлика помеѓу визуелната и вербалната презентација на информации, затоа дополнително се воведува и бимодална перцепција, каде што корисниците се чувствуваат подеднакво удобно при користење на различни мултимедијални содржини [56]. Визуелните корисници, претпочитаат да примаат мултимедијални информации преку графика, анимација, видео и слики, тоа е така поради фактот што нивната визуелна меморија е многу посилен од нивната вербална. Од друга страна, вербалните корисници преферираат информациите да ги добиваат во форма на зборови, кои се изразени во форма на аудио или текстуална содржина.

Во рамките на предложениот модел, како метрика за **корисничката перцепција** се предлага да се користи когнитивниот стил на учење на крајниот корисник. Во таа насока, за проценка на когнитивниот стил на учење разликуваме визуелна, вербална и бимодалната перцепција на информации. Дополнително, во рамките на системот се предлага примена на повратна врска со информација за контекст-зависните услови во кои се врши адаптивниот механизам. На овој начин, развојот на моделот за проценка на квалитетот на перцепција, ќе зависи директно од постојните мрежни параметри во системот, а индиректно од корисничката перцепција.

Во таа насока, на слика 2.2.1, презентирани е моделот за Адаптивно Динамичко Мултимедијално учење на далечина ADMCA (Adaptable Dynamic Multimedia Context-Aware). Моделот обезбедува динамичка оптимизација на корисничкиот профил и динамичко прилагодување на содржината, врз основа на корисничкиот когнитивен стил и тековните мрежни услови. Предложениот модел најпрво ги зема во предвид влијанието на постојните мрежни параметри во системот и корисничкиот когнитивен стил како влезни параметри за адаптивниот модел. Улогата на моделот за адаптација е да се изврши персонализација и прилагодување на мултимедијалната содржина, врз основа на повратните информации од

страна на корисничкиот профил и претходните познавања на корисникот за постојната проблематика. Модулот на претходни познавања за проблематиката наменет е за определување на нивото на корисничките предзнаења за определена област. Процесот на определување на претходните познавања е организиран во хиерархиска структура на концепти, меѓу кои постојат логички врски. Предложената структура обезбедува адаптивниот модел да има директно влијание на динамичкото менување на видот на содржините кои се доставуваат до корисникот.



Слика 2.2.1 Модел за Адаптивно Динамичко Мултимедијално учење на далечина

Предложениот ADMCA модел за учење на далечина, обезбедува систем кој е целосно компатибилен со постојната SCORM рамка и генерира динамичка мултимедијална содржина, врз основа на интерактивниот пристап за креирање на кориснички профил. Во таа насока, овој модел овозможува реално временска динамичка промена на мултимедијалните содржини во согласност со корисничкиот когнитивен стил и тековната состојба на мрежните параметри. Предложениот модел за адаптивно мултимедијално учење кој динамички ја менува содржината, има иновативен аспект според начинот со кој се врши анализата на зависностите помеѓу мрежните параметри и корисничката перцепција.

2.2.2 *Мапирање на зависностите помеѓу мрежни параметри и корисничката перцепција.*

Ново предложениот модел за адаптивно мултимедијално учење кај корисникот создава чувство за персонализација на мултимедијалните содржини. Во таа насока, потребно е да се направи истражување за методологијата на зависност, преку мапирање меѓу мрежни параметри и корисничката перцепција. Метричка единица за одредување на мрежни индикатори е квалитетот на сервисот, изразен преку QoS параметрите во рамки на системот. Додека пак, како метрика за корисничката перцепција се предлага да се користи когнитивниот стил на учење на крајниот корисник. Со цел создавање кориснички **персонални мултимедијални содржини** се предлага следната корелативна табела 2.1

понеѓу QoS параметрите и когнитивниот стил на корисникот. Во процесот на генерирање на динамичка мултимедијална содржина, каде ги разликуваме следните когнитивни стилови на: визуелната, вербалната и бимодална презентација на информации.

Притоа, ние се фокусираме на главниот проблем во рамки на истражувањето, да се разбере влијанието на различни кориснички профили, преку нивно изложување на различни мултимедијални содржини. Иницијалниот чекор што треба да се направи за да се прилагоди мултимедијалната содржина е реална проценка на големината на пропусен опсег што задолжително мора да го исполнува мрежата. Капацитетот на пропусниот опсег мора да биде соодветен на компресираната мултимедијална содржина, што треба да биде обезбедена при преносот.

Во рамките на истражувањето, земено е во предвид дека пропусениот опсег е параметар што има најголемо влијание од сите други мрежни параметри. Во овој контекст, друг аспект кој треба да се земе во предвид е корисничката перцепција. На овој начин, неопходно е да се земат во предвид претходно споменатите параметри, со цел да се генерира динамичка мултимедијална содржина, која што ќе придонесе за подобро чувство за квалитет кај крајниот корисник. Притоа, треба да се има во предвид дека корисниците претпочитаат вербалните информации да бидат придружени со визуелните информации, со цел поефективно е да се презентира аудио содржина, а не само да се прикаже како текстот на екранот [51]. Во таа насока, учењето значително се подобрува, ако анимација и аудио содржината се комбинирани како да доаѓаат од еден извор и се претставени синхронизирано [51].

ТАБЕЛА 2.1 МАПИРАЊЕ НА МРЕЖНИТЕ ПАРАМЕТРИ И КОГНИТИВНИОТ СТИЛ НА КОРИСНИКОТ [57]

Мрежен пропусен опсег (QoS – Bandwidth)	Кориснички когнитивен стил		
	Вербална	Бимодална	Визуелна
Високо	¹ HQ динамичка Анимација, Текст со аудио	² HD видео со аудио, симулација, Текст со аудио	² HD видео, 3D графика, HQ слики, динамичка Анимација
Средно	Слики, видео со аудио, Повеќе текст	видео со аудио, Слики/ 2D графика, текст	Animations, Слики/ 2D графика, текст
Ниско	аудио, Повеќе текст	Слики, текст	Слики, икони, текст

1. HQ – High Quality (Висок квалитет)
2. HD – High-Definition (Голема резолуција)

Класификација на мултимедијалните типови на содржини е направена во две групи, статички содржини, кои вклучуваат текстови, слики, графики и динамички содржини, кои вклучуваат аудио и видео податоци. На овој начин, првично системот ќе направи адаптивна промена на мултимедијалната содржина според контекст-зависните услови. Процената на мрежните услови е изразена како големина на пропушен опсег, кој што е класифициран како низок, среден или висок пропушен опсег. Оваа класификација е неопходна со цел да се направи приспособување за различните видови на мултимедијални содржини, како што се аудио и видео содржини, кои бараат поголем пропушен опсег [6], а сето тоа зависи и од условите во кои се врши нивната испорака.

Во околина која што има низок пропушен опсег, значително е ограничена мултимедијалната содржина која што може да биде пренесена. Во тој случај, системот е потребно да даде приоритет на статички содржини (текст-базирани, слики, икони), како и аудио записи. Други значајни аспекти кои треба да бидат земени во предвид се корисничките когнитивни стилови на перцепција, што влијаат на типот на мултимедијални содржини кои се достапни за нив. Така што, *вербалниот когнитивен стил* ги ограничува содржините за корисниците да бидат во текстуална форма или аудио записи за учење. Од друга страна, кај *визуелниот когнитивен стил* на корисници, прилагодувањето на содржините направено е така што мултимедијалните лекции се збогатени со повеќе слики, графики и икони.

Додека пак во услови кога, мрежниот пропушен опсег е на средно ниво на квалитет, содржините се збогатени со графика и едноставни анимации во процесот на создавање на динамичка мултимедијална содржина. Во истите мрежни услови, за корисниците кои имаат *вербални* когнитивни преференции се воведуваат видео и аудио содржини, кои што се повеќе битни за нив, отколку содржината базирана на слики и анимација за учење. Од друга страна, пак корисниците кои имаат бимодален когнитивен стил, имаат пристап до сите овие мултимедијални содржини: видео со аудио, фотографии/графика и текст.

Во услови кога мрежата нуди висок пропушен опсег, има можност да се користи: динамичка анимација со висок квалитет, видео во голема резолуција придружено со звук, три димензионална графика и слики со голема резолуција, со еден збор има можност да се пренесуваат мултимедијални содржини со висок квалитет.

Со цел да се провери точноста на предложениот модел, креирана е околина за симулација, која што нуди можност да се дефинираат различни *когнитивни стилови* на кориснички профили (карактери). При развојот на симулацијата дефинирани се претходно наведените

мултимедијални елементи, а за симулација на низок, среден и висок мрежен пропусен опсег користени се три различни сценарија.

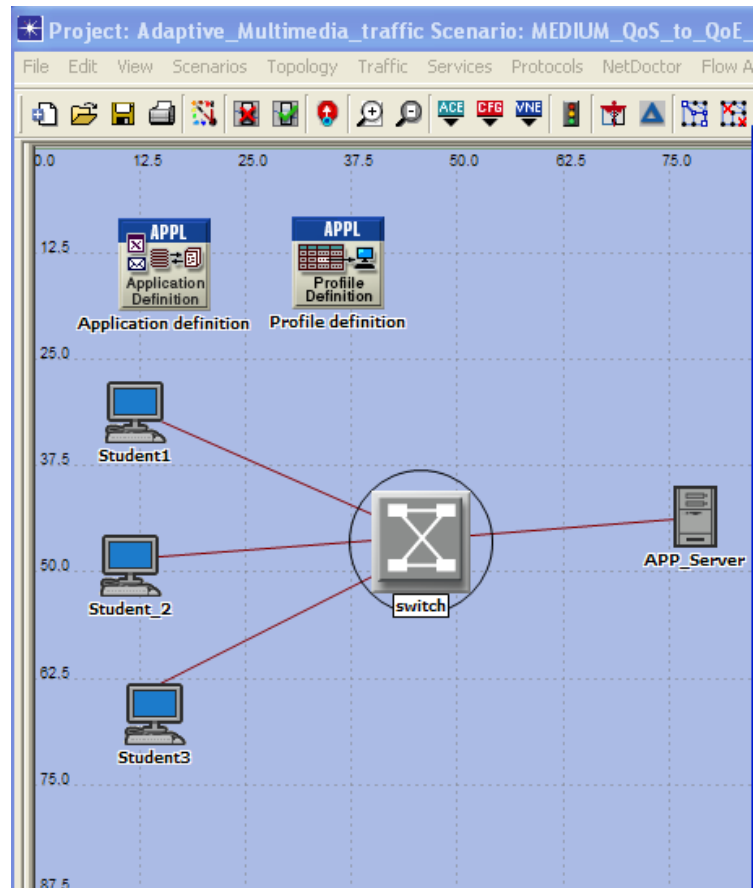
2.2.3 Симулација на предложениот ADMCA модел за учење на далечина

Преносот на мултимедиска содржини преку мрежа, подразбира пренос на говор, текст, слика, видео и/или аудио во реално време. Во такви услови, различните мултимедијални содржини, трошат големи мрежни ресурси, а тоа е особено нагласено при пренос на аудио и видео содржини. Досегашните истражувања кои се занимаваат со испорака на различни мултимедиски содржини, потврдија дека нивото на квалитет на пропусниот опсег е најзначаен параметар, во однос на мрежно доцнење и губење на пакети при пренос на информации [58]. Ние го користевме процесот на класифицирање на различните мултимедиски содржини за учење во рамки на различните кориснички профили (карактери), земајќи ги во предвид расположливите мрежни ресурси. Врз основа на тоа, направена е класификација во три групи на кориснички профили: визуелни, вербални и бимодални кориснички профили (карактери).

Моделите кои ги симулираат наведените индивидуални кориснички профили, беа развиени со примена на софтверот OPNET за мрежна симулација, кој што нуди виртуелна мрежна комуникациска околина. Предноста на OPNET симулаторот е што обезбедува целокупен развој на околината, со примена на целосен сет на алатки, за дизајн на моделот, симулациски сценарија, собирање на податоци, анализа на мрежни податоци и моделирање на комуникациски мрежи [59]. Хардверски и софтверски ресурси кои се користат за OPNET симулациите се следните:

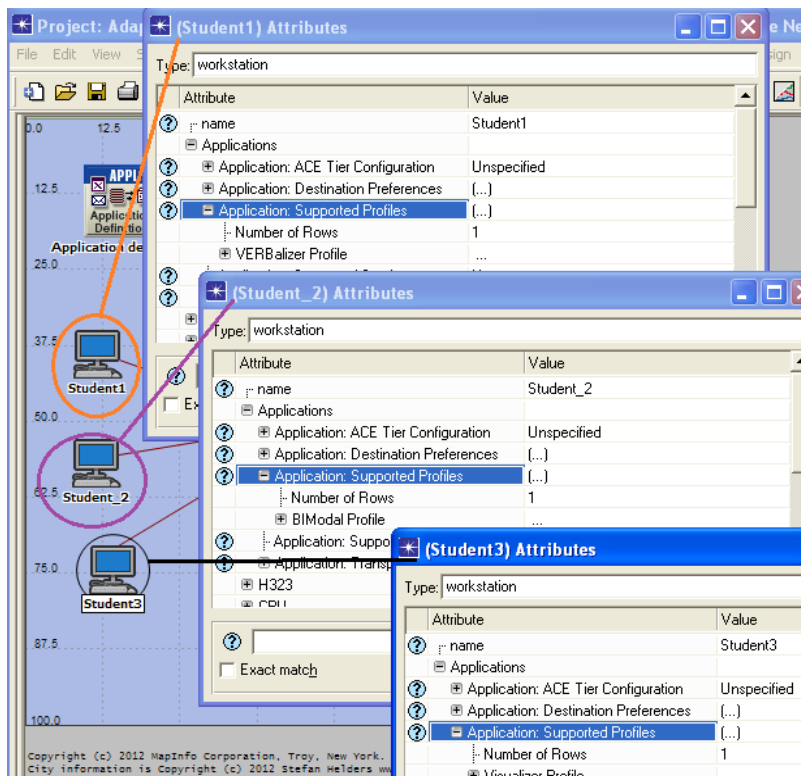
- Workstation ASUS, со CPU Intel Core i5-480M, 2.66 GHz кој што има меморија од 2 GB RAM
- Microsoft Windows XP® Service Pack 2 (SP2) и Microsoft Visual Studio 2008

Оваа околина обезбедува најсоодветен начин како да се моделира и симулираат различните кориснички профили. Користена е дискретна симулација на настаните, затоа што овозможува доста детален опис на активностите на мрежата, преку приказ на пакет-по-пакет моделот на предвидување [60]. Мрежниот симулатор е конфигуриран да симулира 1 (еден) час учење на далечина, слика 2.2.2.



Слика 2.2.2 Развој на мрежата во OPNET симулаторот [57]

Процесот на моделирање на апликација во OPNET, започнува со дефиниција на сите потребни параметри кои се неопходни за да се избере соодветната мултимедијална содржина за корисниците. Во рамките на симулаторот, најпрво беше потребно да се креира декларација на корисничките профили (карактери), класифицирани како визуелни, вербални и бимодални кориснички профили. Споменатите профили се специфицирани за три различни клиент јазли: Студент1, Студент2 и Студент3, распределени во три различни мрежни ситуациони сценарија, како на сликата 2.2.3. Серверот на апликацијата (APP_Server) конфигуриран е да биде во можност да обезбеди поддршка за различните достапни апликации како на пример текст, видео конференции, глас, слики и анимации, врз основа на претходно дефинирани кориснички профили (карактери).



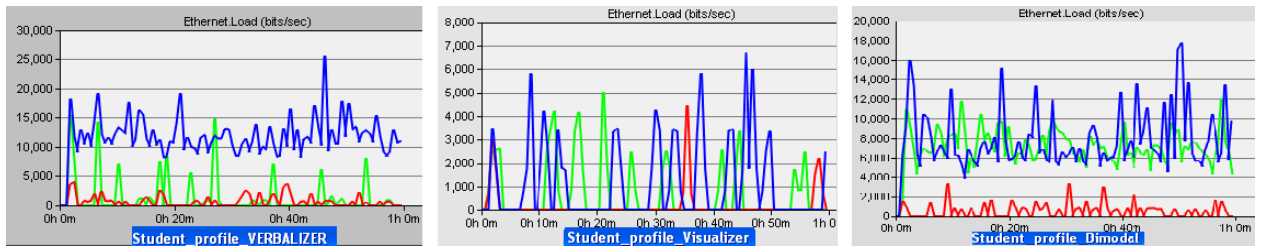
Слика 2.2.3 Конфигурацијата за трите различни клиент јазли [61]

Статистичките податоци беа собрани од сите јазли во рамките на целата мрежа, а настаните за време на симулацијата беа од дискретна природа. По извршената анализа на добиените резултати, ние избравме определени параметри, како што се мрежно доцнење и оптоварување, потребни за анализа на ефикасноста на предложените сценарија. Врз основа на резултатите од симулацијата за три сценарија, со ниско, средно и високо оптоварување на мрежниот пропусен опсег, направивме споредба на оптоварувањето за податочниот сообраќај. При споредбата на резултатите од трите различни сценарија од симулацијата во рамки на OPNET симулаторот, ние користевме:

- Сценарио со високо оптоварување е претставено со сина линија
- Сценарио со средно оптоварување е претставено со зелена линија
- Сценарио со ниско оптоварување е претставено со црвена линија

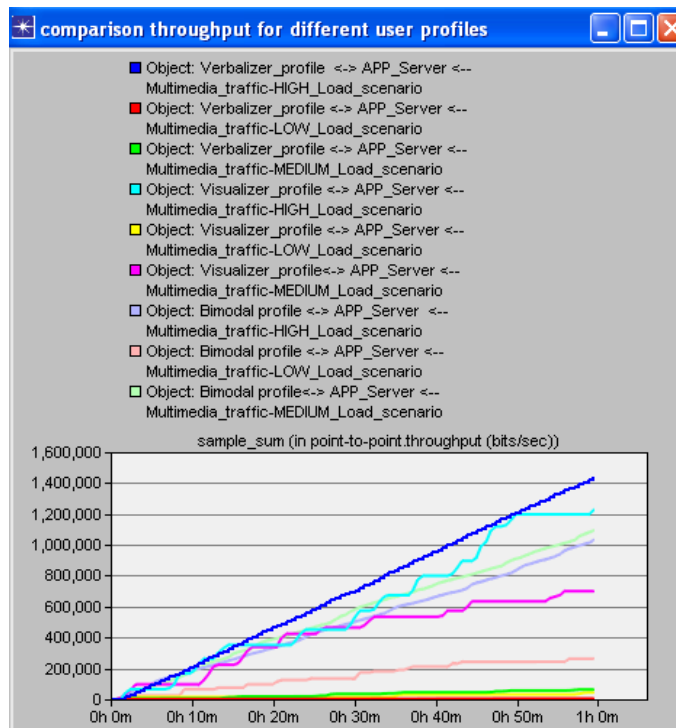
Споредба на мрежното оптоварување помеѓу три различни кориснички профили (карактери) кај различни мрежни симулациони сценарија се претставени на сликата 2.2.4. Од резултатите, може да се заклучи дека за сите дефинирани визуелни, вербални и бимодални кориснички профили, високото оптоварување троши поголем дел од пропусниот опсег што е на располагање. Сценариото со средно оптоварување има урамнотежена распределба во делот од пропусниот опсег за сите три кориснички профили. Исто така,

добиените резултати потврдија дека трите дефинирани кориснички профили, се однесуваат соодветно на определеното сценарио за оптоварување. Притоа, добиените резултати се во согласност со воспоставените мапирања помеѓу QoS параметрите и когнитивниот стил на корисникот.



Слика 2.2.4 Различните кориснички профили во три различни сценарија [57]

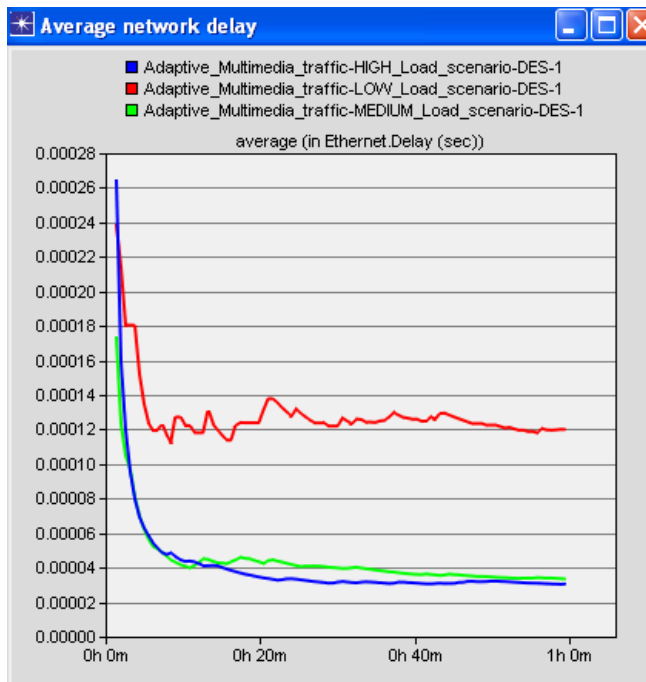
Споредба на мрежниот проток помеѓу кориснички профили во три различни мрежни симулациони сценарија, даден е на слика 2.2.5. Резултатите потврдија дека сценариото за симулација со високо оптоварување го носи најголемиот мрежен проток од сите три кориснички профили.



Слика 2.2.5 Споредба на мрежниот проток меѓу трите различни кориснички профили [57]

Резултати од просечното мрежно доцнење кај три различни мрежни симулациони сценарија, дадени се на слика 2.2.6. Тие потврдија дека во сценариото со ниско оптоварување постои најголемо мрежно доцнење при преносот на мултимедијални содржини, што е во рамките на очекуваните услови. Сепак, она што е многу важно во

сценариото со високо оптоварување е дека просечното мрежно доцнење останува на ниско ниво, и покрај зголемувањето на бројот на корисници во системот.



Слика 2.2.6 Просечно мрежно доцнење помеѓу три различни сценарија [57]

Главниот придонес е создавање на персонализирана мултимедијална содржина која ќе се прилагодува кон корисничкиот когнитивен стил на учење и кон контекст – зависните мрежни услови. Адаптацијата се постигнува врз основа на корисничкиот когнитивен стил и моменталните мрежни услови при испорака на содржината. Предложениот модел се базира на индикатори за перцепција на квалитет, дефинирани врз основа на методата за когнитивна теорија на мултимедијално учење, што претставува првиот чекор кон дефинирање на метрика за квалитетот на перцепција кај корисниците на системот. Во фокусот на истражувањето е следење на контекстот за корисничкото однесување, со цел да креира соодветна и прилагодена содржина за учење за определен кориснички профил.

Создадовме персонализиран интерактивен адаптивен модел, за трансфер на мултимедијална содржина во зависност од контекстот во кој што се адаптира и динамички се пренесува мултимедијалната содржина. Резултатите од направеното истражување ни потврдија дека има зголемена перцепција кај корисниците кои го користат интерактивниот процес на учење. На тој начин, постојаното адаптирање е важно за да се направи соодветно прилагодување на содржината за учење. Динамичкото создавање на мултимедијалната содржина ни овозможува нејзина персонализација. Додека пак, преносот на содржината

во зависност од контекст-зависните услови и видот на мултимедијални содржини е прилагодена според когнитивниот стил на корисниците и мрежните услови.

2.3 Мултимедиска содржина во околина за пресметување во облакот

Во ова подпоглавје од тезата, ќе биде образложен проблемот на пренесување на разновидна мултимедијална содржина кај системите за учење на далечина. Акцент ќе биде ставен, да се образложи значењето на моделот за соработка и споделување на мултимедијална содржина, со примена на технологијата за пресметување во мобилен облак. Во таа насока, разновидната мултимедијална содржина која се доставува на корисничките мобилни уреди, треба да обезбеди ефикасна средина за учење. Најчесто, системите за мобилно учење вклучуваат различни видови на мултимедијални ресурси за да им помогнат на студентите да бидат повеќе интерактивни и заинтересирани за соработка. Самиот процес на мобилно учење (м-учење), е процес при кој се подразбира користење на мобилните телефони во процесот на формално и неформално учење на студентите.

Користењето на мобилните уреди кај системите за учење на далечина обезбедува поддршка за студентот надвор од училищата. Предноста на мобилните уреди е што овозможуваат студентите да сочуваат, запишат и снимат најразлична мултимедијална содржина, која што го одразува нивното моментално искуство. Во насока да се зголеми моќта на мобилните уреди, потребна е нивна интеграција со технологијата за пресметување во мобилен облак, која нуди зголемен капацитет за складирање и процесирачка моќ [41], [42]. Сите овие придобивки ги трансформираат секојдневните активности на студентите, преку обезбедување на ефикасна средина за учење која ќе им помага да бидат повеќе интерактивни и заинтересирани за соработка, што ќе резултира со подобрена перцепција. Сето ова ни потврдува дека, потребен е развој на апликации кои ќе се базирани на сервиси во облакот, затоа што тие овозможуваат подеднакво добро да се прикажува мултимедијалната содржина на различни уреди. Претходниот исказ во целост ја поставува основата за докажување на Хипотеза 2, што е во согласност со истражувањата направени во рамки на ова поглавје од тезата. Главната придобивка која е елаборирана во овој дел е дека, кога се користи околината за пресметување во мобилен облак, за пренесување на мултимедијални содржини, тоа придонесува за подобрена перцепција кај корисниците на мобилни уреди [64].

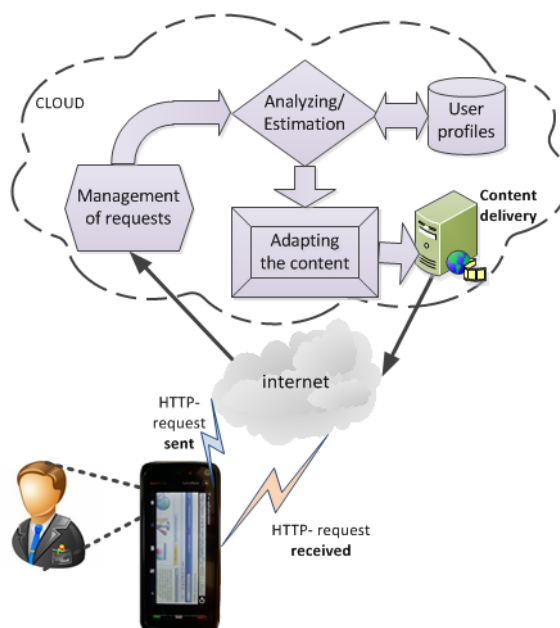
2.3.1 *Адаптивно прилагодување на мултимедијални содржини*

Слично на тековните истражувања, во нашето истражување [62] ние предлагаме веб пребарувачот, кој е составен дел на мобилни уреди, да се користи за пристап до мобилната апликација. Постојната генеричка рамка за м-учење во [63], овозможува сите мултимедијални содржини за учење да се складираат во облакот, на оддалечени сервери. Тоа значително ќе ги ослободи професорите во однос на одржување на сопствени софтверски и хардверски системи за учење на далечина. Дополнително, примената на технологијата за пресметување во мобилен облак во универзитетите е докажано дека овозможува [45]:

- намалување на трошоците,
- флексибилна инфраструктура и
- полесна достапност на сервисите.

Така главниот фокус, на истражувањето во [64], е да предложи адаптивна околина за пренос на мултимедијални содржини, во зависност од контекст-зависните мрежни услови и од типот на мобилниот уред кој студентите го користат. Затоа, мултимедијалните фајлови треба физички да се прилагодат, да бидат во согласност со постојниот пропусниот опсег на комуникациската мрежа, преку мерење на квалитетот на сервисот (QoS). Притоа, мобилните апликации кои користат сервис за пресметување во облак имаат голем број фактори кои влијаат на квалитетот на перцепција кај крајниот корисник. Некои од тие фактори се очигледни, како на пример ефикасноста на мрежата, избор на платформата, па се до одредени фактори кои не се толку очигледни, како што е оптеретеноста на сервисот во текот на времето или пак географската дистрибуција на корисниците на системот.

Така во рамките на истражувањето [64], детално е елаборирана предноста од користење на SOAP (Simple Object Access Protocol, англ.) протоколот кај мобилни апликации и повикувањето на веб сервисите на мобилните уреди. Врз основа на спроведеното истражување предложен е дијаграм за адаптивно прилагодување на мултимедијални содржини во рамки на системот за пресметување во мобилен облак, прикажан на слика 2.3.1. Предложениот модел овозможува примените кориснички барања да бидат опслужувани и анализирани во зависност од корисничкиот профил во системот. Врз основа на мрежните и останатите контекст зависни услови, може да се направи адаптација на мултимедијалната содржина во рамки на системот за пресметување во мобилен облак.



Слика 2.3.1 Дијаграм за адаптивно прилагодување на мултимедијални содржини [64]

2.3.2 Облак базирана платформа за учење на далечина – емпириско истражување

Во рамките на системите за учење на далечина, мобилните уреди внесоа револуционерни промени во процесот на користење на мултимедијалните содржини. Со тоа се овозможи, различните видови мултимедијални ресурси да ги стимулираат студентите да бидат повеќе интерактивни и заинтересирани за соработка, а со цел да се обезбеди персонализирана кориснички ориентирана околина. Во истражувањето [65] е предложена облак базирана платформа за учење, која обезбедува лесен и едноставен пристап до модел на платформа како сервис (PaaS) и обезбедува подобрена интерактивна алатка за учење на далечина. Во рамките на ова истражување нагласен е придонесот на концептот на под-станарство (multi-tenancy, англ.), каде платформата нуди заедничките ресурси да бидат на располагање до повеќе корисници.

Вообичаено, мултимедијалната содржина која се користи во средина за учење на далечина се гледа да биде соодветно прилагодена во зависност од карактеристиките на мобилниот уред, корисничките претходни знаења, стилот на интеракција и нивните вештини [66]. Притоа, постојат неколку системи за учење на далечина, како во [67], кои имаат децентрализирана и дистрибуирана архитектура, што придонесува корисниците да ги споделуваат ресурсите помеѓу нивните мобилни уреди. Но секако, постојат и предизвици, со кои се соочуваат системите за учење на далечина, во делот на доставување

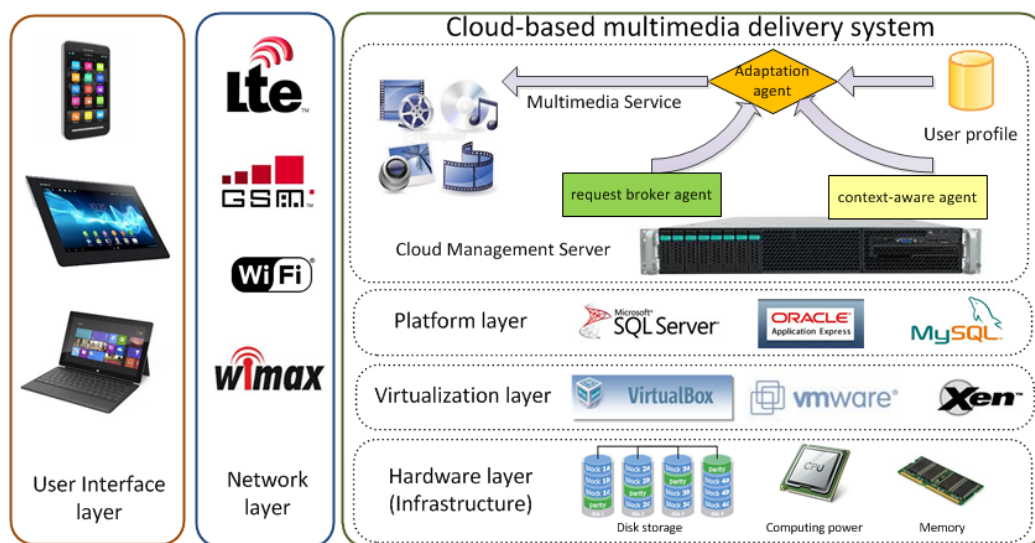
индивидуализирана содржина, во согласност со специфичните потреби за учење на корисникот, со цел да се обезбеди максимално добро ниво на квалитет на перцепција кај корисниците на системот [68]. Земајќи ги предвид резултатите од истражувањето на Јунг (Jung) [68], би можеле да заклучиме дека интеракцијата е многу важна димензија при оценување на квалитетот на перцепција.

Мобилните уреди треба да имаат едноставен и лесен интерфејс за користење, кој ќе овозможи пријатна интеракција со мобилните видео содржини [69], како и лесна секојдневна употреба кај мобилните апликации [70]. Посебно интересна е предноста на технологијата за мобилно пресметување во облак, затоа што ги надминува постојните ограничувања на мобилните уреди [70]. Со тоа е нагласена апликативната примена на мобилниот облак за пренос на мултимедијална содржина, помеѓу корисниците на мобилни уреди и системот, со цел извршување на пресметковно сложени процеси во рамки на облакот. Во таа насока, современите мобилни апликации за м-учење се комплексни [34], затоа што тие испорачуваат разновидни мултимедијални содржини за учење, кои вклучуваат текстови, слики и видео/аудио фајлови.

Предноста на концептот на под-станарство е во тоа што корисниците можат да работат на мобилни уреди со различни оперативни системи, при што и студентите и професорите, истовремено ѝ пристапуваат на облак базираната платформа од било која локација и во секое време. Главниот придонес на истражувањето [65] е да се образложи предноста за користење на облак базирана архитектура, која користи софтверска платформа како сервис модел (PaaS), за соработка и споделување на мултимедијални содржини, со цел да се обезбеди зголемена корисничка перцепција. Во рамките на истражувањето беше спроведена емпириска анализа за примената на предложената платформа со репрезентативна група на испитаници. Задачата на истражувањето беше да ги утврди предностите кај корисниците кои ја користат предложената облак базирана платформа за учење на далечина, со што се обезбедува лесен и едноставен пристап за соработка и споделување на мултимедијални содржини.

Архитектурата на предложената облак базирана платформа за учење на далечина се состои од три главни делови: кориснички интерфејс, мрежен слој и облак базиран мултимедијален систем. Клучниот модул на оваа архитектура е системот базиран на пресметувањето во облак. Тој се состои од хардверско ниво (инфраструктура), ниво за виртуелизација, платформа и ниво на сервиси за пренос на мултимедијални содржини. Во ова ниво, облак базираниот сервер (cloud management server, англ.) е основна компонента за испорака на

сервисите, која ги обработува барањата на корисниците за мултимедијалните содржини преку агентот за посредување. Покрај тоа, овој сервер е одговорен да собере информации за контекст-зависните услови и во зависност од проценетиот кориснички профил да обезбеди соодветна мултимедијална содржина за конкретниот корисник. Предложената колаборативна облак базирана архитектура обезбедува високо интерактивна испорака на персонализирана мултимедијална содржина во средина со под-станарство. Деталниот опис на архитектурата образложен е во рамки на истражувањето [65], а истата е прикажана на слика 2.3.2. Предноста од примената на технологијата за пресметување во облак е во тоа што обезбедува интерактивна околина за повеќе групи на корисници, што е првиот чекор кон испорака на персонализирана мултимедијална содржина.



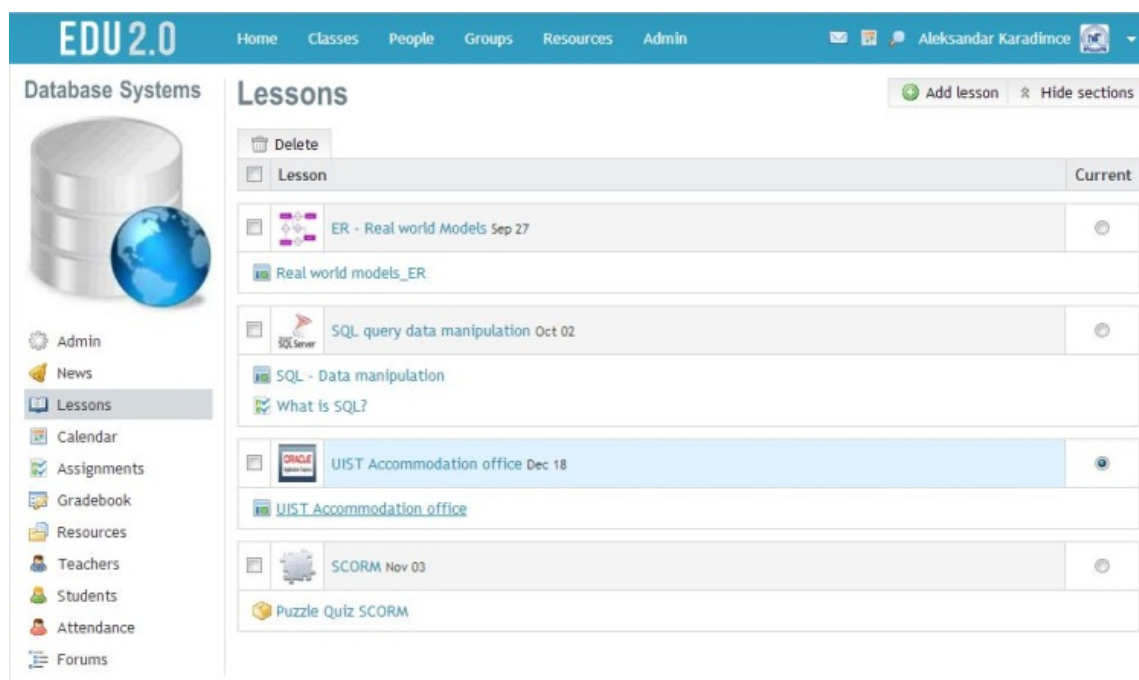
Слика 2.3.2 Архитектура на интерактивен систем базиран на пресметувањето во облак [65]

Предложената платформа предвидува олеснување на преносот на мултимедијални содржини помеѓу студентите. Во рамки на платформата, тие ја имаат главната улога при развојот и создавањето на базата на податоци и ги пишуваат SQL прашањата. Професорот во рамки на платформата ја има улога на соработник, со што се создава една интерактивна околина за споделување на мултимедијални содржини.

Во рамки на истражувањето, процесот на учење започнува кога студентите ќе се зачленат на веб портал за учење на далечина. Преку овој портал ќе пристапат до системот за учење на далечина, каде ќе биде презентираниот курсот „Database Systems“ за експериментално учење на бази на податоци, како на слика 2.3.3. Овој курс ја опфаќа проблематиката на развојот на релациони модели и техники кои ги обезбедуваат основните познавања за изработка на системи за релациони бази на податоци. За целите на ова истражување, на порталот беа поставени разновидни материјали за учење на далечина во текот на семестарот. Овој

експеримент обезбеди реална околина за online соработка и споделување на информации од областа на базите на податоци, за сите корисници на системот.

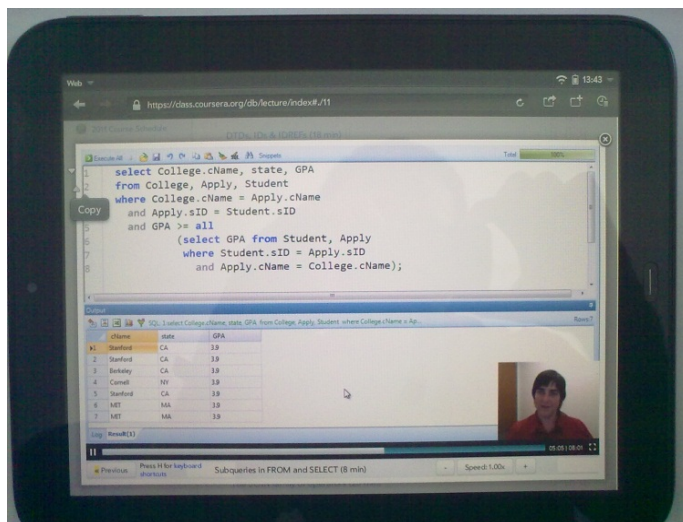
Во рамките на истражувањето, студентот има директен пристап од неговиот личен мобилен уред до порталот за далечинско учење на бази на податоци. Професорите го следат напредокот на студентите и може да обезбедат поддршка и интерактивно да дејствуваат за решавање на проблемите кои се јавуваат во тек на развојот на апликацијата. Притоа беше направена селекција на две групи на студенти, А – контролна и Б – експериментална група на студенти.



Слика 2.3.3 Листа на ресурси и материјали за учење на порталот [65]

А. Контролна група од студенти

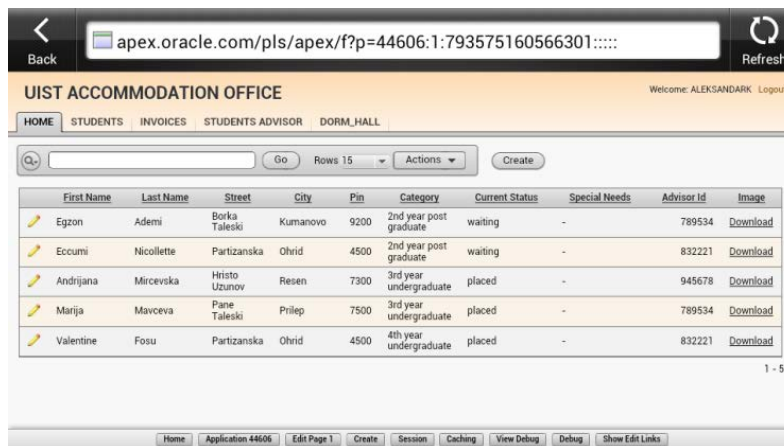
Контролната група на студенти се состоеше од 15 студенти на кои им беше понудена листа на видео и аудио лекции. На слика 2.3.4, во рамки на лекцијата дадено е објаснување за процесот на креирање на SQL прашање за манипулација со податоци. Во рамки на курсот, на контролната група на студенти им беа презентирани видео и аудио материјали за постојна база на податоци и им беше објаснат процесот на SQL пребарување. Во овој дел од истражувањето се користи само мултимедијален сервис за видео стриминг, без никаква помош од технологијата за пресметување во облак.



Слика 2.3.4 Курс за контролна група на студенти [65]

Б. Експериментална група на студенти

Предложената облак базирана платформа за интерактивно учење на далечина, ја користеше експериментална група од 15 студенти. Технологијата за платформата се базира на Oracle APEX (англ.) [71], која овозможува околина за примена на различни веб базирани SQL прашања. Предноста на оваа платформа е што нуди брз и сигурен развој на апликации до кои може да се пристапи преку веб протоколи. Експерименталната група на студенти го користеше Oracle Application Express, (англ.) (APEX) сервисот за веб развој на апликации. Кон овој сервис се пристапува едноставно, преку веб пребарувачот, со што корисниците се здобиваат со впечаток за хардверска независност. Деталите за користењето на овој сервис за развој на апликацијата се образложени во истражувањето [65], а пример на користење е даден на слика 2.3.5. Експерименталниот пристап обезбеди ефективен начин на соработка помеѓу студентите и професорот, со нивна постојана интеракција во рамки на околината за пресметување во облак.

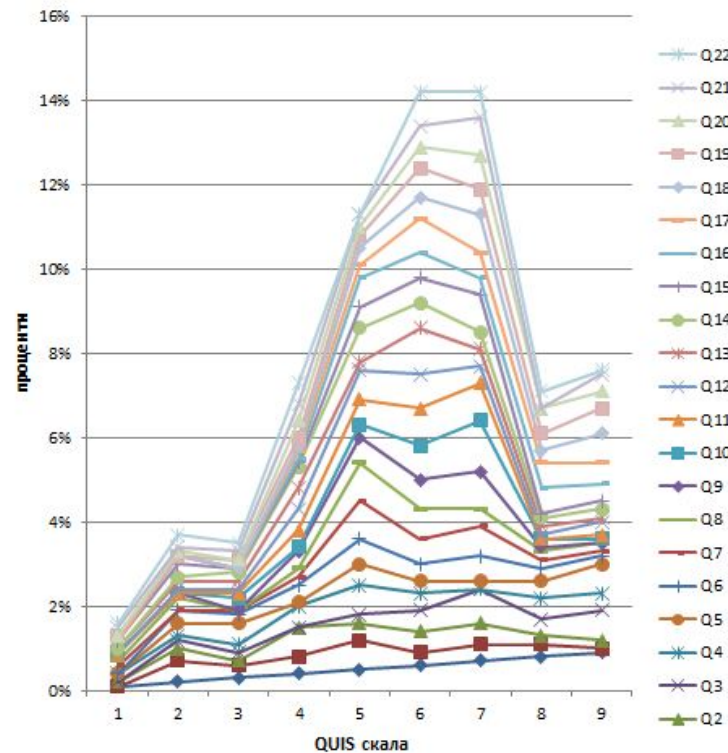


Слика 2.3.5 Дел од истражувањето со експерименталната група на студенти [65]

Кратко истражување, со две групи на студенти, е спроведено за да се разгледа придобивката од испорака на мултимедијални содржини кај системите за учење на далечина. *Контролната* група студенти, преку курс за учење на далечина, ја изучуваше обработката на мултимедијални содржини во базата на податоци. Додека, пак *експерименталната* група студенти, ја искорист предложената колаборативна облак базирана околина за да развие мобилна апликација, составена од база на податоци со мултимедијални ресурси. Во таа насока, значаен е изборот на соодветна методологијата за проценка на задоволството на корисниците на видео, аудио и нивото на интеракција со системите за соработка за учење на далечина. Од особено значење за истражувањето е оваа интерактивна платформа, која студентите ја користат за споделување на мултимедијални ресурси, да биде подложена на проценка. Контролната група на студенти ги користеше само видео и аудио материјалите, додека пак експерименталната група ја користеше предложената облак базирана платформа за учење на далечина.

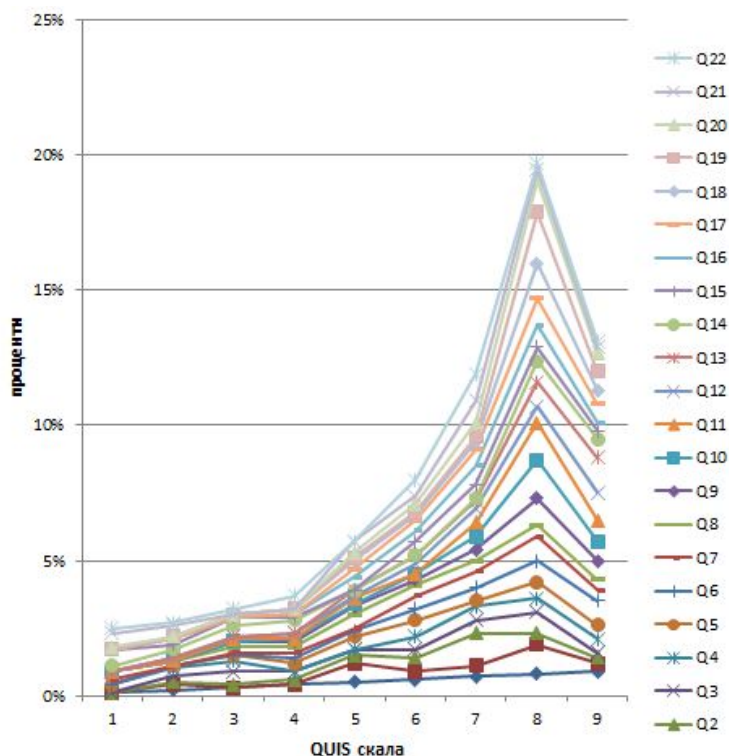
Потребно беше да се направи субјективна проценка на мислењето на студентите, па затоа беше избран прашалник за проценка на задоволство од интеракција кај корисникот (QUIS), приложен во Прилог 1. Предноста на овој прашалник е тоа што го мери задоволство кај корисниците од аспект на интеракција човек-компјутер, а освен тоа вклучува проценка на задоволство и перцепцијата на корисниците [72]. Овој прашалник се применува за да обезбеди квалитативен пристап за интеракцијата на студентите со интерфејсот на мобилниот уред врз основа на нивното индивидуално искуство. Студентите од двете групи, контролната и експерименталната, се бараше да одговорат на 22 прашања, со користење на скала од 9 нивоа на рејтинг.

Резултатите од контролната група студенти кои ја следеа наставата преку видео и аудио материјалите за SQL манипулација со податоци во рамки на курсот за бази на податоци се дадени на слика 2.3.6. Од графиконот, може да се заклучи дека контролната група на студенти покажа подобри резултати во опсегот од 12% до 14% проценти, за одговорите со вредностите 6 и 7 на скала од 9 нивоа на рејтинг.



Слика 2.3.6 Резултати од контролната група на студенти [65]

Од друга страна, експерименталната група студенти кои ја користеа облак базираната платформа за соработка и за учење на далечина, имаше практична задача да создаде мобилна апликација. Анализата на одговорите, дадени за прашалникот QUIS од страна на експерименталната група студенти е прикажан на слика 2.3.7. Од графиконот се заклучи дека експерименталната група студенти покажа подобри резултати во опсегот од 15% до 20% проценти, за одговорите со вредност 8, на скала од 9 нивоа на рејтинг.



Слика 2.3.7 Резултати од експерименталната група на студенти [65]

Задачата на ова истражување е да ја испита заинтересираноста за соработка кај корисниците во рамките на платформата за учење на далечина, преку нивна субјективна проценка. Со цел да се потврди доследноста на ова истражување и да се процени корисничката перцепција, направена е споредба на резултатите од анкетата од две групи на испитаници. Направеното истражување во [65], ни помогна да заклучиме дека група студенти кои користат облак базираната платформа за соработка и за учење на далечина имаат зголемена целокупна перцепција во текот на образовниот процесот на учење. Тоа потврдува дека облак базираната платформа за учење, која го користи концептот на под-станарство, обезбеди поголема интеракција помеѓу професорот и студентите. Моделот на евалуација беше направен со помош на прашалник, со цел да се измери нивото на корисничката перцепција, што води кон подобрена перцепција за интерактивните системи за учење на далечина.

2.3.3 Адаптивна мултимедијална испорака во системи за мобилно учење врз основа на корисничкиот профил

Врз основа на добиените резултати од истражувањата имавме можност многу попрецизно да го одредиме влијанието на мултимедијалните содржини врз корисничката перцепција. Во таа насока, кај системите за учење на далечина за да можат да ги користат мобилните уреди потребно е да се направи прилагодување на мултимедијални содржини во согласност

со корисничките потреби. Затоа, најпрво треба да се утврди когнитивниот стил на корисниците, за потоа да може да се направи најсоодветна адаптација на мултимедијалната содржина. Целиот овој процес на проценка на корисничките карактеристики и утврдување кои сервиси се најсоодветни за него се нарекува профилирање.

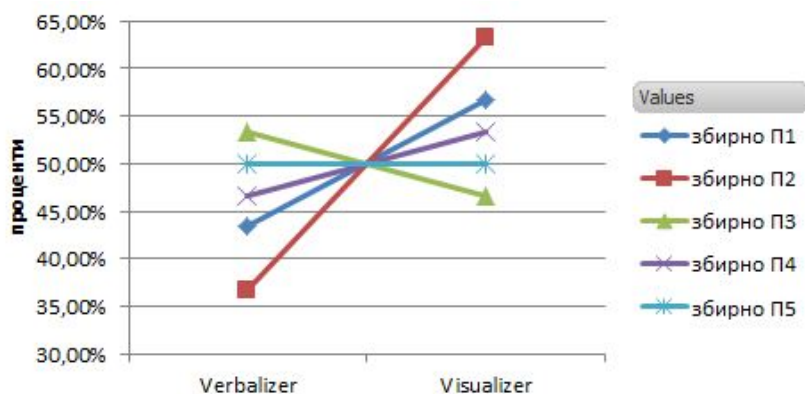
Кај овие системи, значајно е да се одржува постојано ниво на квалитет на сервисот (QoS) во однос на регулација на мрежните параметри, од кои најголемо влијание има пропусниот опсег во процесот на испорака на мултимедијална содржина [73]. Исто така, познато е дека кај системите за мобилно учење интерактивната околина има големо значење [68]. При тоа, во рамки на таа околина посебно влијание има користењето на соодветни алатки, кои придонесуваат студентите да се стекнат со значително повисоко ниво на перцепција [68]. Во таа насока, тековните истражувања докажуваат дека примената на соодветна методологија за учење на далечина, ги подобрува вештините кај корисниците, како што е прикажано во [74] и [41]. За да се постигне соодветна адаптација на мултимедијалната содржина, потребно е да се има предвид влијанието на когнитивниот стил на корисниците во однос на мултимедијалните содржини за време на процесот на м-учење.

Постојните околинати за м-учење се уште се соочуваат со различни предизвици од аспект на технологијата и квалитетот на сервис (QoS). Актуелен е предизвикот како да се испорача персонализирана мултимедијална содржина или пак, како да се направи адаптација на материјалот за учење за индивидуалните потреби на студентите. Во таа насока, за да се изврши адаптација на содржината, потребно е најпрво да се определи когнитивниот профил на корисникот, а потоа да се достави мултимедијалната содржина, која ќе претставува соодветна комбинација од текст, графика, аудио, видео или анимација што е најприкладна на когнитивната перцепција кај поединецот.

Со цел да се направи соодветна проценка на корисничката перцепција, во рамки на истражувањето [75], користевме прашалник за проценка на стилот на учење (LSQ) [76]. Овој прашалник е адаптиран да користи пет различни прашања од областа на интерес на корисникот. Во случајот за учење на бази на податоци, целта е најсоодветно да се направи проценка за когнитивната перцепција кај поединецот. Првичната намена на овој прашалник е да изврши визуелна, вербална и бимодална проценка на когнитивниот стил на перцепција кај корисниците. Визуелните корисници ќе претпочитаат материјали кои се состојат од слики, графики, симулации и видео клипови, пред се затоа што нивната визуелна меморија е многу посилна од вербалната. Од друга страна, вербалната перцепција кај корисниците ги преферира информациите во форма на зборови, изразени во форма на аудио или текст

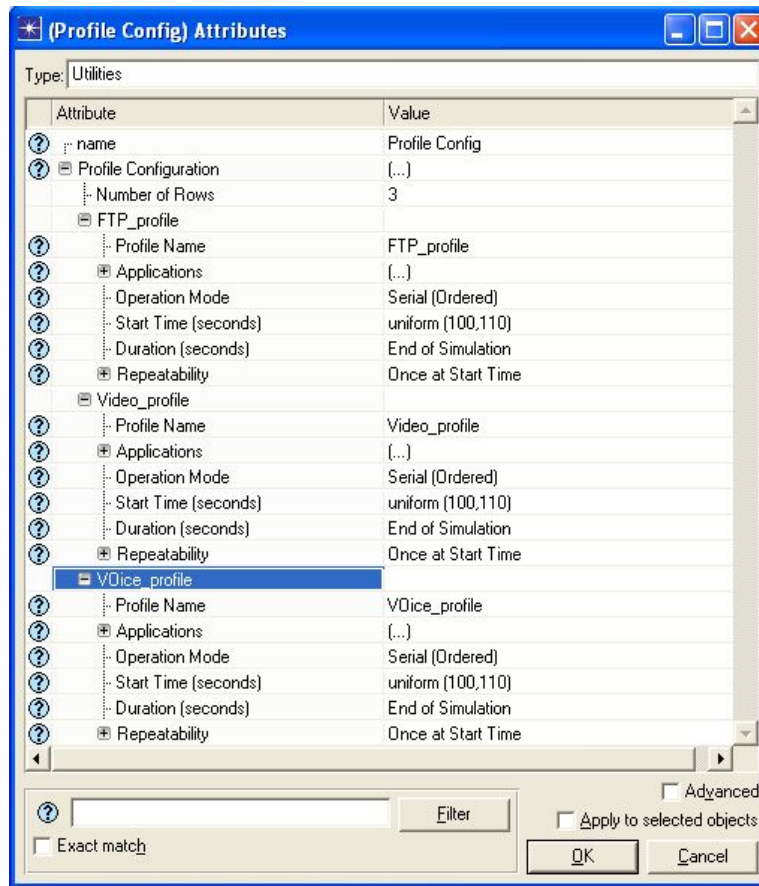
содржина. Бимодалните корисници имаат подеднакво удобна перцепција, за било кој формат на мултимедијални содржини.

Експерименталниот дел на истражувањето е направен со одредена фокус група на испитаници. Групата се состои од 30 студенти, на кои им беше даден прашалникот за проценка на стилот на учење (LSQ), приложен во Прилог 2. Резултатите од спроведеното истражување, на слика 2.3.8, ни потврдија дека постои јасна разлика кај студентите кои имаат вербална перцепција за процесирање на информацијата и студентите кои претпочитаат вербална форма на информациите.



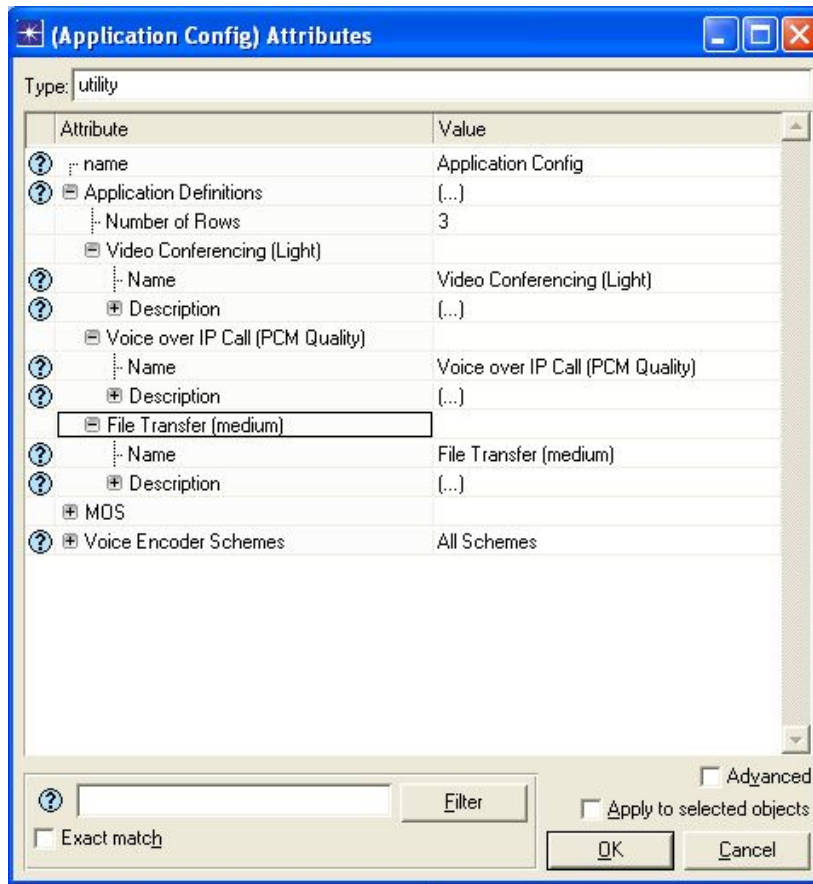
Слика 2.3.8 Резултати од истражувањето за проценка на стилот на учење [75]

Добиените резултати од LSQ прашалникот, беа користени како влезни параметри за дефинирање различните кориснички профили во рамки OPNET мрежниот симулатор. Притоа сите мобилни клиенти со помош на профилот за конфигурација, во рамки на симулаторот, се категоризирани во три различни когнитивни стилови за учење. Видео профилот (Video_profile) ја одразува визуелната перцепција кај корисниците, додека пак Звук профилот (Voice_profile) ја одразува нивната вербална перцепција. Бимодалниот (FTP профил) е подеднакво усогласен да користи визуелна и вербална содржина, прикажано на слика 2.3.9.



Слика 2.3.9 Конфигурација на различните кориснички профили во OPNET симулаторот [75]

Во рамки на симулаторот, серверот за мултимедијален стриминг е конфигуриран за реално временски пренос на разни видови мултимедијални содржини. За потребите на нашето истражување ние користевме апликации кои дистрибуираат аудио, видео и останати (податочни) мултимедијални содржини дефинирани, како на слика 2.3.10.



Слика 2.3.10 Конфигурација на различните апликации во OPNET симулаторот [75]

Подготвената околина за симулација одразува дека секој мобилен корисник во зависност од неговиот когнитивен стил на учење може да добие соодветни мултимедијални содржини, што пред се зависи од процесот на профилирање. Оваа околина е основа за понатамошна анализа на различните контекст зависни ситуации во кои можат да се најдат корисниците во зависност од квалитетот на сервис (QoS). Во продолжение, ќе биде образложено влијанието на мрежните параметри кај системите за пренесување на мултимедијална содржина и примената на различни пристапи за пренос на мултимедијални содржини, кај системите кои користат мобилни уреди. На овој начин, процесот на реално временска испорака на мултимедијални содржини во голема мера ќе зависи и од ефикасноста на каналите за мрежна комуникација во рамки на системите за м-учење.

2.4 Адаптација на мултимедиска содржина

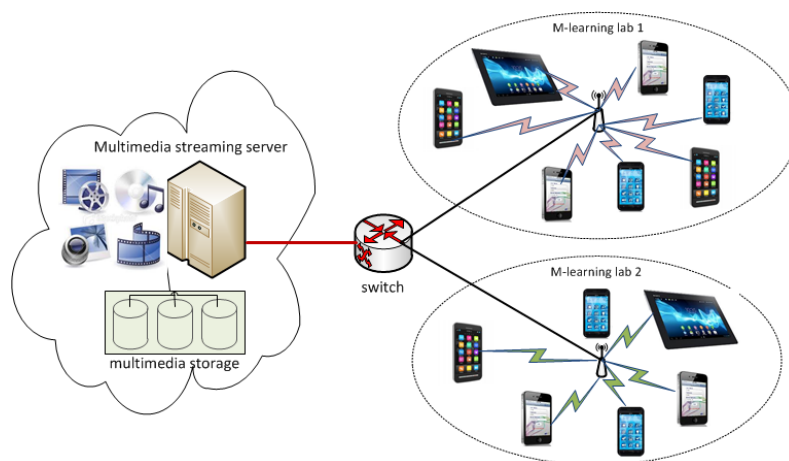
Во ова подпоглавје од тезата, ќе биде изложено истражувањето за примената на интелегентните мобилни системи за учење, каде се врши испорака на мултимедијалните содржини во зависност од контекст-зависните услови и корисничкиот профил (карактер). Во овој дел од истражувањата ќе го разгледаме значењето на влијанието на мрежните параметри кај системите за пренесување мултимедијални содржини, во реално време [77]. Ќе бидат користени различни алгоритми за трансфер и оптимизација на системските мрежни параметри, при преносот на мултимедијална содржина кај системите за учење на далечина кои користат мобилни уреди.

Во делот на ефикасно искористување на мрежните ресурси, постојано се тежнее кон тоа како да се подобри квалитетот на техничките директно мерливи карактеристики (QoS), кај системите за м-учење. Затоа, постојат апликации кои имаат строги побарувања во однос на загубите или доцнењето на податочните пакети, со цел непрекината комуникација и дистрибуција на аудио/видео материјалот во реално време. Во таа насока, самиот процес на определување на квалитетот за специфична група на корисници (или корисници со специфичен профил), пред се бара користење на метрика за проценка. Претходното истражување потврди дека, за да се направи соодветна адаптацијата на мултимедијалната содржина, неопходно е да се определи профилот на корисникот (карактер). Истото беше направено уште на почетокот од истражувањето [75], каде беше искористена методологијата за утврдување на когнитивен стил на корисниците на системот. Во зависниот од нивниот профил, во рамки на OPNET симулаторот е извршена соодветна конфигурација на три различни кориснички профили, за визуелната, вербалната и бимодална перцепција кај корисниците.

Претходните истражувања за мобилните системи го нагласија значењето, дека со примената на соодветни алатки за развој, се воспоставува интерактивна околина за учење [68]. Дополнителните истражувања, покажаа дека системите за учење на далечина кои ќе можат да го задржат вниманието кај студентите и ќе придонесат студентите да се стекнат со повисоко ниво на вештини [74] и [41]. Со цел да се постигне повисока заинтересираност кај студентите за мултимедијалната содржина, потребно е соодветно управување на истата [62]. Самиот процес на континуирана испорака на мултимедијални содржини во голема мера зависи од ефикасноста на комуникациските канали во системот. Ова истражување има за цел, да го разјасни влијанието на системските мрежни параметри, кои го определуваат трансферот на мултимедијални содржини кај мобилните корисници [77].

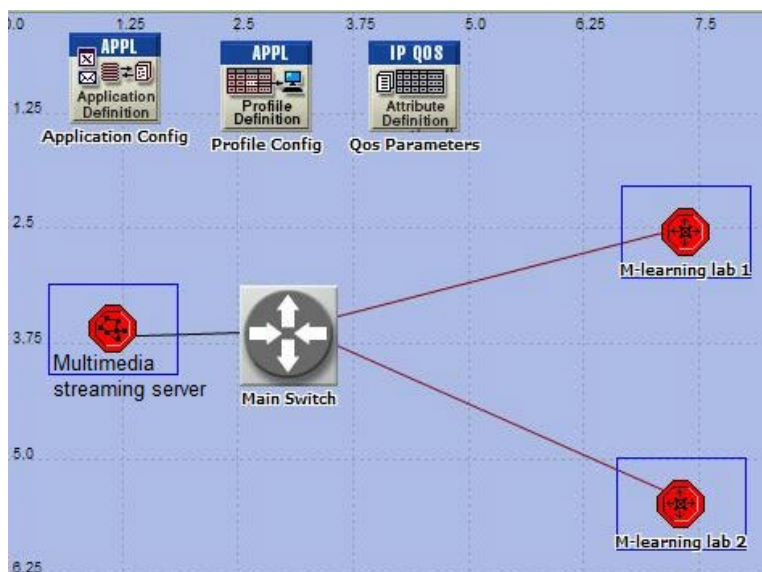
2.4.1 Интелигентна архитектура на систем за мобилно учење

Предложената архитектура на интелигентен систем за мобилно учење, прикажана е на слика 2.4.1. Експерименталното сценарио се состои од две слични лаборатории за м-учење, кои во рамки на своите комуникациски мрежи користат безжичен рутер за мрежен пристап за мобилните клиенти. Овој пристап овозможува сите студенти многу лесно да се поврзат со системот за учење на далечина, со користење на различни мобилни уреди (паметни телефони, таблети и сл.) [78], преку безжичен рутер, до мултимедијалниот стриминг сервер [79].



Слика 2.4.1 Архитектура на интелигентен систем за мобилно учење [77]

Со оглед на тоа што, симулацијата е брилијантна алатка за следење на ефикасноста и утврдување на квалитетот на сервисот (QoS), таа ќе ни помогне да го разбереме влијанието на системските фактори при испорака на мултимедијални содржини. Притоа, претходно изложената архитектура на интелигентен систем за мобилно учење е развиена во OPNET симулатор, како на слика 2.4.2. Овој симулатор е избран затоа што обезбедува целосен сет на алатки за сеопфатно следење на техничката околината. OPNET симулаторот, вклучува модел за дизајн, за симулација, за собирање на податоци, анализа на податоците и целосна поддршка за моделирање на разновидни комуникациски протоколи [80].



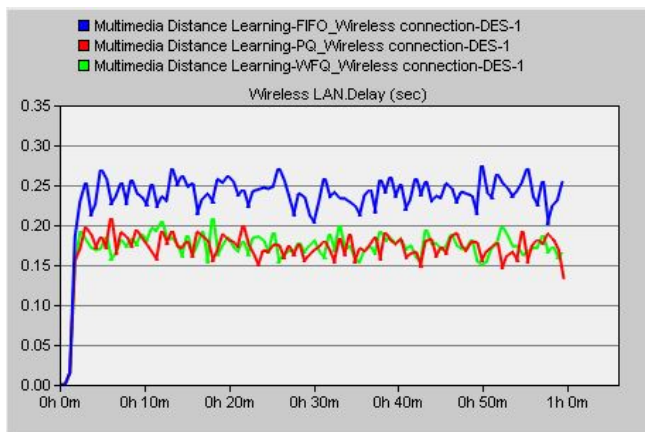
Слика 2.4.2. Симулација на интелигентен систем за мобилно учење [77]

Користевме дискретна симулација на настаните DES (Discrete Event Simulation, англ.) во рамки на системот [81], затоа што со неа се овозможува моделирање со висока точност во приближно реално сценарио. На тој начин, се обезбедува екстремно детален, пакет-по-пакет модел, кој се користи за предвидување на активностите на мрежата. Претходните истражувања, го нагласија значењето на интеракцијата, како еден од најзначајните фактори при оценување на квалитетот на системот за учење [68]. Во рамки на симулаторот, мултимедијалниот стриминг сервер е конфигуриран за стриминг во реално време на аудио, видео и останати мултимедијални податоци, како на слика 2.3.10. Според истото истражување, конфигурацијата на различните кориснички профили во OPNET симулаторот, е направена како на слика 2.3.9. Во таа насока, во рамки на симулацијата за сите мобилни клиенти, беше дефиниран различен кориснички профил, кој се состои од три различни когнитивни вештини за учење: визуелни, вербални и бимодални профили [76]. Тоа овозможи, секој мобилен корисник во зависност од неговиот когнитивен стил на учење да може да добива соодветен тип на мултимедијална содржина [82].

Од нашите прелиминарни симулации забележавме дека тесно грло за испорака на мултимедијална содржина има во комуникациска врска од мултимедијалниот стриминг сервер (Multimedia streaming server, англ.) до рутерот (main switch, англ.), слика 2.4.2. Затоа, имаме воспоставено низа од QoS параметри за следење на оваа комуникациска врска, со цел да се утврди кој е најсоодветен алгоритам за преносот на мултимедијална содржина. Во зависност од видот на алгоритмите за испорака на пакети ние имаме формулирано три различни симулациски сценарија. Првото сценарио, направено е со користење на прв-дојден прв-опслужен (FIFO) алгоритмот [83], за комуникациска врска помеѓу

мултимедијалниот стриминг сервер и рутерот. Во рамки на второто сценарио, користен е алгоритам за приоритетен ред на чекање (PQ) [84], со кој се утврдува приоритетот за испораката на мултимедијални пакети. Конечно, во третото сценарио применет е алгоритам за тежински систем на подредување (WFQ) [85], при пренос на мултимедијалните пакети.

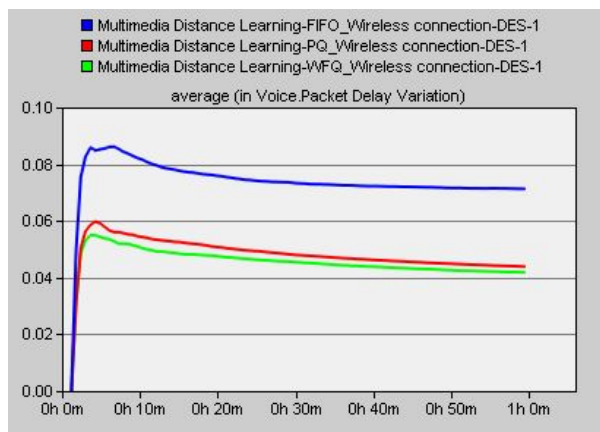
Мрежниот симулатор OPNET е конфигуриран да прикажува еден час пренос на мултимедијални содржини во рамки на системот за м-учење на далечина, во три различни сценарија со FIFO, PQ и WFQ алгоритми. Сината линија, ги претставува резултатите од симулација на сценариото кое користи FIFO алгоритам, црвената линија, ги претставува резултатите од симулација на сценариото кое користи PQ алгоритам и зелената линија, ги дава резултатите од симулација на сценариото кое користи WFQ алгоритам. Анализата на резултатите од доцнењето на безжичната мрежа (WLAN) во рамки на системот на м-учење за сите три различни сценарија, дадена е на сликата 2.4.3. Од неа веднаш може да констатираме, дека најголемо доцнење генерира FIFO алгоритмот. Од друга страна, сценариото кое користи PQ алгоритам има помало WLAN задоцнување со 25% од вкупниото задоцнување во однос на сценариото кое користи FIFO алгоритам. Најниско WLAN задоцнување од 29% е постигнато со сценариото кое користи WFQ алгоритам во системот за учење на далечина.



Слика 2.4.3 Резултати од доцнењето во безжичната мрежа [77]

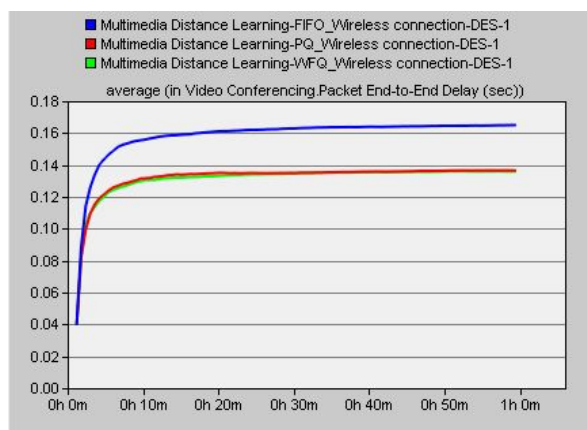
Резултатите од просечното доцнење на аудио пакети, за трите сценарија се прикажани на слика 2.4.4. Имајќи ја во предвид вербалната когнитивна перцепција кај корисниците, во процесот на испорака на аудио содржини дојдовме до заклучок дека најниско просечно доцнење има во сценарио кое го користи алгоритмот за тежински систем на подредување (WFQ). При споредба на WFQ сценариото со сценариото кое користи FIFO алгоритам, има подобрување 37,5% од просекот на испорака на аудио содржини на пакетот. Исто така, алгоритмот за приоритетен ред на чекање (PQ), покажа подобрување од 31,25% во

просечното доцнење на аудио пакети во споредба со сценариото кое користи FIFO алгоритам.



Слика 2.4.4. Резултати од просечното доцнење на аудио пакети [77]

Резултатите од доцнењето на видео пакети од-крај до-крај на QoS параметарот за видео сообраќај, кај трите сценарија се прикажани на слика 2.4.5. Во рамките на оваа анализа земена е предвид визуелната когнитивна перцепција, која се добива при испорака на видео содржини. Направената анализа покажа дека е најниско просечното доцнење на видео пакети од-крај до-крај, во двете сценарија базирани на алгоритмите за тежински систем на подредување (WFQ) и приоритетен ред на чекање (PQ).



Слика 2.4.5 Резултати од доцнењето на видео пакети од-крај до-крај [77]

На крај, може да се заклучи дека позитивни резултати се постигнуваат при двете сценарија базирани на алгоритмите за тежински систем на подредување (WFQ) и приоритетен ред на чекање (PQ). Сценариото кое користи FIFO алгоритам за испорака на пакети, кое најчесто се користи во стандардните комуникациски мрежи, покажа најслаби резултати за сите QoS параметри што ги следевме. Така, истражувањето [77] ни потврди дека системот за мобилно

учење на далечина кој ги користи алгоритмите за приоритетен и тежински систем за пренос на комуникациски пакет, обезбедува подобра испорака на мултимедијалните содржини.

Ова истражување покажа дека, изборот на соодветни алгоритми придонесува за ефикасна и зголемена перцепција применет кај системот на м-учење, што е во насока на подобрување на квалитетот на учење. Приоритетниот алгоритам за испорака на податочни пакети овозможува стабилен пренос на видео/аудио мултимедијални содржини во случај на намален пропусен опсег. Ова истражување за влијанието на системските мрежни параметри, ќе овозможи да се фокусираме на понатамошно проучување за адаптацијата на мултимедијалните содржини во рамки на системите за м-учење, кои се базирани на сервисите за пресметување во облак [10].

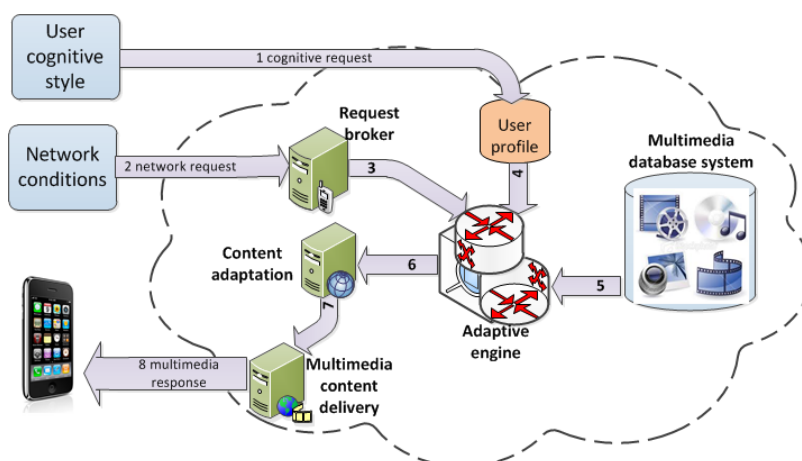
2.4.2 Адаптивно мултимедијално учење во околина за мобилно пресметување во облак

Претходните истражувања го истакнаа значењето на мрежните параметри во рамки на системот за учење на далечина. Во таа насока, мобилните уреди како платформа за учење на далечина, се сметаат за одлични образовни алатки за споделување на мултимедијални содржини за учење помеѓу студентите и професорите. Притоа, од особено значење за системот за мобилно учење се придобивките од лесната преносливост во реално време, автономија за учење, интеракцијата и соработката при споделување на мултимедијални содржини [86]. Примената на социјални мрежи [87], овозможува развој на мултидисциплинарен пристап за соработка меѓу истражувачите од различни области, со цел да се пронајдат еден со друг и да соработуваат за прашања од заеднички интерес. Слични платформи за учење [88], обезбедуваат мотивација и иновативност кај студентите, преку заедничка соработка при вршење на лабораториски експерименти со користење на симулација. Овој пристап, не само што придонесува студентите да се стекнат со нови знаења и вештини, но исто така, ја развиваат нивната креативност.

Во рамките на нашите истражувањата, во оваа теза, предлагаме модел за интерактивна, соработка и креативно мултимедијално учење на далечина во мобилен облак, што оди подалеку од постојните решенија и обезбедува персонализирана испорака на мултимедијални содржини за учење [89]. Предложениот модел ќе обезбеди систем со висок степен на интеракција и соработка кај групите на студенти, што води кон поголема креативност, при користење на предностите на мобилниот облак.

Општата рамка за развој на моделот за интерактивна, соработка и креативно мултимедијално учење на далечина во мобилен облак, се состои од група на сервиси за

пресметување во облакот, а истата е прикажана на слика 2.4.6. Системот, со цел да подготви материјал прилагоден за учење, ги зема предвид контекст-зависните комуникациски услови и корисничкиот когнитивен стил, кои имаат значително влијание при испораката на мултимедијалните содржини. Во рамки на воспоставениот модел, сите барања за обработка од корисниците на мобилни уреди ќе бидат извршени во мобилниот облак, а одговорот е соодветно прилагоден на мултимедијална содржина.



Слика 2.4.6 Модел за интерактивна соработка и креативно мултимедијално учење на далечина во мобилен облак [89]

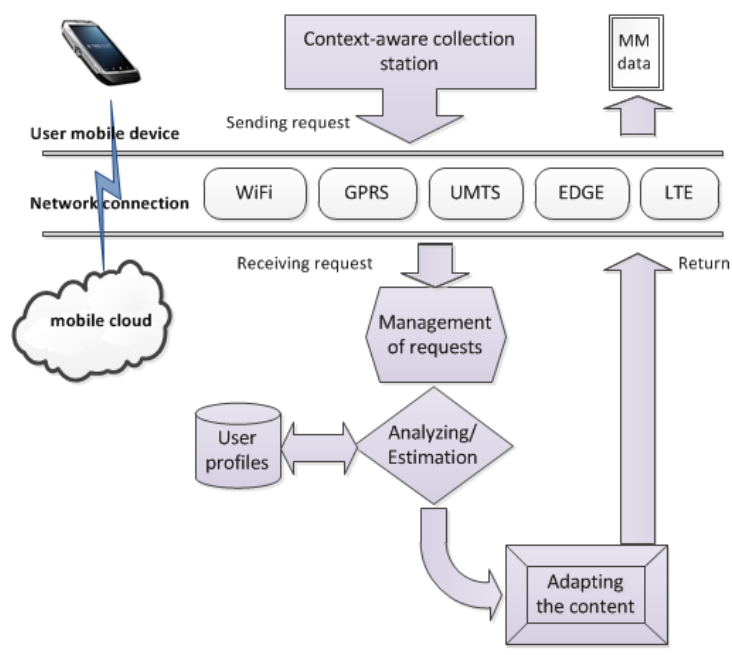
Моделот, најпрво ги зема предвид различните когнитивни стилови на корисниците (1), кои се чуваат во базата на податоци за корисничките профили. Потоа, моделот преку request broker, (англ.) (3) врши собирање на контекст зависни информации за системот, во зависност од тековните услови на мрежата (2) од мобилниот корисник. Во средината на системот се наоѓа интелигентен модул за адаптација и анализа на различни барања од брокерот (3) и базата на податоци од кориснички профили (4). Дополнителна влезна информација во модулот за адаптација преставува разновидната мултимедијална содржина, складирана во мултимедијалната база на податоци (5). Модулот за адаптација врши пресметка на параметрите на влијание, во зависност од контекст-зависните комуникациски услови на системот и корисничкиот когнитивен стил. Следно, врз основа на утврден алгоритам за адаптација на мултимедијални содржини, сервисот за адаптација (6) врши нивно прилагодување. По извршената адаптација на содржината, во чекор (7), со посредство на сервисот за испраќање на мултимедијални содржини се испорачува одговор на мобилниот уред (8).

На овој начин, со истражувањето во [89], дефинирана е една општа рамка на моделот за интерактивна соработка и креативно мултимедијално учење на далечина во мобилен облак. Предноста на овој модел е што професорот е само организатор и советник на ниво на

групата, а студентите со користење на интернет пристап, на интерактивен и креативен начин се во потрага на мултимедијални содржини за учење. Следен предизвик во рамки на ова поглавје од тезата е прецизно да се дефинира алгоритам за адаптација на мултимедијални содржини.

Предност на предложената архитектура е во тоа што нуди директна и флексибилна врска помеѓу студентот и технологијата за пресметување во мобилен облак. Предложениот модел овозможува примена на различни видови на мобилни уреди (iPhone, HTC, Nokia итн) и користење на разновидна пристапна мрежа (со користење на WiFi, WiMAX, UMTS, GPRS, HSDPA, или LTE протоколи), со цел да се обезбеди пристап до потребниот сервис. Предложениот пристап има намера да се обезбеди збир на мобилни сервиси кои ќе им овозможат на корисниците едноставно да комуницираат во мобилниот облак.

Процесот на интегрирање и адаптирање на различните типови мултимедијални содржини за учење (видео, слики, аудио, анимација, итн.), бара многу повеќе пресметковни ресурси од тоа што мобилните уреди може да обезбедат. Со оглед на постојните ограничувања на мобилните уреди, системот ќе биде во можност да обезбеди адаптивни мултимедијални содржини за учење на студентите, со користење на технологијата за пресметување во мобилен облак. Во рамките на истражувањето [90], користен е моделот на софтверска платформа како сервис (PaaS), за динамичко прилагодување на мултимедијалните содржини во средината за мобилно учење, даден на слика 2.4.7.






Слика 2.4.7 Дијаграм за процесирање на корисничките барања за мултимедијални содржини [90]

Во рамките на горното ниво од дијаграмот, претставен е корисникот на мобилната апликација. Од таму, барањето за одредена содржина за учење се препраќа до мобилниот облак, каде што, сите кориснички барања и контекст зависни информации: за типот на мобилниот уред, за оперативниот систем на мобилниот уред и поставките за мрежниот пропусен опсег, најпрво се обработуваат во станица за собирање (Management of requests, англ.). По обработката на добиените барања, во модулот за анализа/проценка, се врши адаптација на мултимедијални содржини со цел да се подготват за испорака до корисникот.

Главната придобивка на овој пристап е во тоа што не е потребно преземање на посебна апликација за да пристапат до платформата. Тие едноставно започнуваат со користење на веб пребарувачот на нивниот мобилен уред, кој е негов составен дел. Целата процедура на користење на сервисите се базира на повикување веб сервиси, од постојниот регистар со користење на WSDL (Web Services Description Language, англ.) документот. Притоа, кога ќе се достави барање за веб сервис, најпрво се врши анализа и собирање на сите неопходни информации за да се создаде валидна SOAP (Simple Object Access Protocol, англ.) порака. Примената на веб базираните мобилни сервиси, за корисниците на мобилни уреди обезбедува лесно испраќање на нивните барања кои треба да се обработуваат во рамки на мобилниот облак [90].

Истражувањата за интензивни пресметки на податоците во рамки на системите за мобилно пресметување во облак, ја утврдија зависноста од приказот на содржината со типот на мобилниот уред [91]. Во таа насока, Ванг (Wang), et al. во [24], ги истражува адаптивните мобилни техники за графичко рендерирање, со помош на пресметувањето во облак. Интеграцијата на мобилните уреди и парадигмата за пресметувањето во облак се најизразени кога се користат за адаптивен приказ при виртуелизација на содржини [92]. Слично истражување, кое предлага систем базиран на Андроид мобилни уреди, кој се користи за откривање на упад во компјутерски систем, каде што со примена на пресметувањето во облак се обезбедува континуирана форензичка анализа, направено е со цел да се открие сомнително однесување во мрежата [93]. Во рамки на нашите истражувања за примена на мобилните уреди за учење на далечина [90], заклучивме дека типот на мобилниот уред значајно влијае на приказот на мултимедијалните содржини. Деталната споредба за типот на оперативниот систем кој го користи мобилниот уред во зависност од видот на мултимедијална содржина бара примена на соодветни алгоритми за компресија, дадени во табелата 2.2.

ТАБЕЛА 2.2 СПОРЕДБА НА МУЛТИМЕДИЈАЛНИТЕ КОДЕЦИ КАЈ РАЗЛИЧНИ МОБИЛНИ УРЕДИ [90]

Тип на медиум формат и кодеци поддршка	Android 3.0 [94]	Symbian S60 [95]	Apple mobile OS [96]
			
Аудио	AAC, MP3, MIDI, OGG (vorbis), WAV	MP3, OGG (vorbis), AAC, WMA	AAC, HE-AAC, MP3, MP3 VBR, AIFF, WAV
Слики	JPEG, GIF, PNG, BMP	JPEG, GIF, PNG, BMP, MBM	JPG, TIFF, GIF
Видео	H.263, H.264 AVC, MPEG-4, VP8	WMV, FLV, MP4, OGG, 3GP	H.264, MPEG-4, Motion JPEG

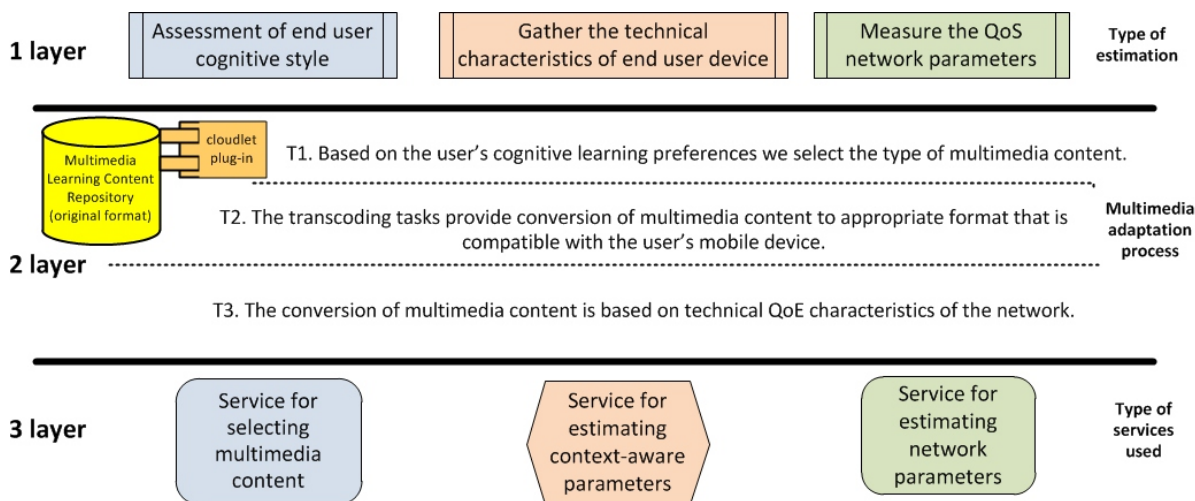
Примената на кодеци за пренос на мултимедијални содржини е неопходна, со цел да се постигне намалување на големината на датотеката и нејзин побрз пренос во рамки на комуникациската мрежа [23]. Во табела 2.2, дадена е споредба на поддршката за различните мултимедијалните кодеци кај различни мобилни уреди, а се базира на различни формати и кодирање протоколи за Apple, Android и Symbian мобилен оперативен систем [94-96]. Ова претставува уште еден голем предизвик што треба да се има предвид при прилагодување на мултимедијалните содржини, за истите да бидат компатибилни за различни мобилни уреди. Во иднината, сервисите за пресметувањето во облак треба да овозможуваат лесна конверзија на мултимедијалната содржина во компатибилни формати и кодеци, во зависност од корисничките мобилни уреди [90].

2.4.3 Развој на алгоритам за адаптација на мултимедијална содржина

Предложениот модел за интерактивна, соработка и креативно мултимедијално учење на далечина во мобилен облак, ќе обезбеди студентите да пристапат до потребните сервиси. Предноста на овие сервиси ќе ја олесни испораката на мултимедијални содржини во рамки на хетерогени мрежи и за различни типови на мобилни уреди кои студентите ги користат. Предизвикот е да се дефинира единствена мобилна средина за учење, која ќе ги има предвид различните фактори кои влијаат на поединецот при доставување на мултимедијални содржини. Затоа, се предлага развој на алгоритам за адаптивна испорака на мултимедијални содржини во рамки на системот за мобилно учење, кој што ќе може да го користат корисници со различни типови на мобилни уреди [100].

Воведувањето на адаптивни механизми, ќе им обезбеди на крајните корисници повеќе персонализирани материјали во реално време, во зависност од контекст-зависните фактори,

техничките барања за изведба и нивните параметри. Овие адаптивни механизми ќе го променат квалитетот на мултимедијалната содржина, што е доставена до уредите на крајните корисници. На тој начин, ќе имаме три различни групи на карактеристики, што ние ги предлагаме во рамка за адаптација на мултимедијални содржини (како на сликата 2.4.8). Процесот на прилагодување започна со три различни независни видови на проценка: човечка проценка, мерење на параметрите на мрежата и собирање на техничките карактеристики на крајните кориснички уреди.



Слика 2.4.8 Рамка за адаптација мултимедијални содржини

Првата задача, на првото ниво, е најпрво да се спроведе проценка на корисничкиот когнитивен стил со користење на широко прифатените инструменти [76]. Со тоа ќе се обезбеди идентификација на корисничките когнитивните стилови, при што ќе се разликуваат визуелни, вербални и бимодални профили на корисници. Тоа претставува прв чекор (T1) при адаптација на мултимедијални содржини. Крајната цел на овој сервис е селекција на мултимедијална содржина која е прилагодена според корисничкиот когнитивен стил на учење на корисникот. Следната задача (T2), во рамки на ова ниво, е да се собере информација за контекст-зависните фактори кои влијаат на корисничкиот мобилен уред. Со оглед на тоа што имаме комуникациски мрежи кои имаат променлива и хетерогена природа, во последната задача (T3) од ова ниво, потребно е да се изврши директно мерење на мрежните параметри (QoS). Информациите кои ќе се обезбедат ќе ни овозможат јасно разбирање на различните видови на фактори кои влијаат на мултимедијалните системи за испорака на содржина.

Главниот процес на адаптација на мултимедијални содржини се случува во рамки на средното (второ) ниво, каде се анализираат различните фактори на влијание во системот. Значајно е да се напомене дека нашите истражувања експлицитно се фокусираат на

процесот на формирање на квалитетот и анализа на карактеристиките кои влијаат на корисничката перцепција за квалитет. Ова е најважното ниво во процесот на адаптација, затоа што бара извршување на високо сложени пресметувања. Во рамките на процесот на адаптација ќе биде земено предвид влијанието на три различни фактори на влијание. Затоа и самиот процес на адаптација на мултимедијални содржини е поделен во три последователни сервиси, во третото ниво од преложената рамка за адаптација мултимедијални содржини.

Изборот на мултимедијалната содржина што треба да се пренесе до корисниците се врши со првиот сервис (T1), во зависност од корисничкиот когнитивен стил. Втората задача (T2) во процесот на адаптација на мултимедијални содржини е примена на сервис за проценка на контекст-зависните параметри. Врз основа на овој сервис, се обезбедуваат информации за карактеристиките на корисничкиот уред, со цел да се направи адаптација на форматот на мултимедијалната содржина. Во зависност од типот на содржината се прават одреден број на транскодиранија за различни видови на образовни мултимедијални содржини (слики, аудио, видео и др.). При овој процес, треба да се имаат предвид техничките карактеристики на мобилниот уред, со цел да биде презентирана мултимедијална содржина што е во формат кој е компатибилен со уредот на корисникот.

Последната задача (T3), во рамки на второто ниво, е сервисот за проценка на мрежните параметри. Тој обезбедува информација за ефективниот пропусен опсег и доцнењето кое постои помеѓу корисничкиот уред и системот. Конверзија на мултимедијални содржини се врши врз основа на техничките карактеристики на мрежата. Влезот на сервисот за проценка на мрежни параметри е ефективниот пропусен опсег кој мобилниот уред го користи за хетерогена конекција и избраната мултимедијална содржина. Во зависност од квалитетот на ефективниот пропусен опсег, врз основа на QoS параметрите, сервисот треба да му обезбеди соодветна мултимедијална содржина на корисникот.

Адаптацијата на мултимедијалните содржини е силно зависна од контекст-зависните ситуации, типот на мултимедијални содржини и личните когнитивни карактеристики на корисниците, кои треба да се имаат предвид. Значаен дел од истражувањето е насочен кон воспоставување на алгоритам кој ќе изврши адаптација на мултимедијалните содржини, со цел да придонесе за повисок квалитет и побрза испорака на релевантни содржини до крајните корисници. Предуслов за ефикасно прилагодување на мултимедијалните содржини е внимателна анализа на бројните фактори на влијание. Во таа насока, за процесот на проценка на корисничките барања потребно е собирање на информации кои се

релевантни за корисникот, а со цел да се испорачаат соодветни мултимедијални содржини. Сето ова ќе значи дека треба да се имаат предвид сите аспекти и фактори на влијание. Мерењето на директните фактори на влијание, како што се системските параметри, ќе ни помогне да разбереме како тие влијаат на испораката на мултимедијални содржини. Затоа, влијанието на објективно мерливите фактори е само основа за започнување на процесот на адаптација на мултимедијалната содржина. Уште поважно е да се разбере односот и мапирањето помеѓу важните контекст-зависни фактори и квалитетот на перцепција кај корисниците при испораката на мултимедијални содржини. Во таа насока, предложен е следниот алгоритам за испорака на адаптирана мултимедијална содржина, што се состои од три последователни задачи, прикажан на слика 2.4.9

Во рамките на алгоритмот, првата задача е спроведување на проценка за корисничкиот когнитивен стил, со користење на широко прифатлив прашалник за вербална визуелна проценка (Verbal-Visual Learning Style Rating – VVLSR, англ.) [76] за идентификација на когнитивниот стил на перцепција. Прашалникот користи едно единствено прашање врз основа на кое што се врши проценка на когнитивниот стил на корисникот [76]. Прашањето е: „Во ситуација за учење понекогаш информациите се презентирани усно, а понекогаш истите информации се презентирани визуелно. Ве молиме рангирајте која содржина ја преферирате“ [76]. Корисниците се во можност да дадат одговор за вербалната во однос на визуелната перцепција на скалата од 7 точки. Притоа, корисниците кои преферираат вербална перцепција, во зависност од нивните преференции, избираат одговори -3, -2, -1. Од друга страна корисниците кои преферираат визуелна перцепција, во зависност од нивните преференции, избираат одговори +3, +2, +1, а додека пак бимодалните корисници ќе го изберат бројот 0. Сите дадени одговори се зачувани во базата на податоци на корисничките профили. Во рамките на оваа задача (T1) е важно да се изберат мултимедијални содржини кои се соодветни на когнитивниот стил на учење на корисниците, затоа што така се создава попријатно искуство за корисниците.

Следната задача (T2) во рамки на алгоритмот, е да се соберат информации за контекст-зависните услови кои влијаат на корисничките уреди. Со оглед на тоа што тие користат хетерогени комуникациски мрежи постои променлив пропусен опсег и различно доцнење при преносот на податочните пакети. Затоа, во овој дел, алгоритмот обезбедува оптимална проценка на системските параметри при испорака на мултимедијални содржини. Најпрво, се спроведува проценка на ефективниот пропусен опсег на мрежата со помош на алгоритам ANAT [100]. Во рамки на алгоритмот, квалитетот на мрежна конекција е на висок степен, кога пропусниот опсег (B) е висок, а доцнењето (D) и загубата на пакети (P) е мала.

```

Begin
Input: SMC, CAP, NP, multimedia_content
Output: Adapted multimedia content
T1: Service SMC(multimedia_content)
  response=Assesment_cognitive_style(VVLSR)
  If response=-3 then P[visualizer]=high;
  If response=-2 then P[visualizer]=medium;
  If response=-1 then P[bimodal]=medium, P[visualizer]=low;
  If response=0 then P[bimodal]=high;
  If response=+1 then P[bimodal]=medium, P[verbalizer]=low;
  If response=+2 then P[verbalizer]=medium;
  If response=+3 then P[verbalizer]=high;
T2: Service NP(multimedia_content)
network_connection=Measurement_network_parameters(ANAT)
  If network_connection=high then
    P[B]=high, P[P]=low, P[D]=low;
  If network_connection=medium then
    P[B]= medium, P[P]= medium, P[D]= medium;
  If network_connection=low then
    P[B]=low, P[P]= high, P[D]= high;
T3: Service CAP(multimedia_content)
device_type=Gather_device_information(WURFL)
Switch(device_type)
  case(android): audio_enc (AAC, MP3, MIDI, OGG, WAV);
                 image_enc (JPEG, GIF, PNG, BMP);
                 video_enc (H.263, H.264, AVC, MPEG-4);
  case(iOS): audio_enc(AAC,MP3,VBR,HE-ACC,AIFF);
             image_enc (JPEG, GIF, TIFF);
             video_enc (Motion JPEG, H.264, MPEG-4);
  case(Windows_mob): audio_enc (AAC, eAAC, WMA prof 9/10);
                     image_enc (JPEG, WMF, BMP, TIFF, EXIF, PNG, WBMP);
                     video_enc (AVL, VC-1, AVC, H.264, MPEG-4, WMV9);
End

```

Слика 2.4.9 Алгоритам за испорака на адаптирана мултимедијална содржина, псевдокод

Врз основа на воспоставениот алгоритам, се обезбедува соодветна проценка и за низок квалитет на мрежната конекција, кога пропусниот опсег (B) е низок, а доцнењето (D) и загубата на пакети (P) е големо, како на сликата 2.4.9. Воспоставените параметри обезбедуваат различните системски фактори да влијаат пропорционално при испораката на мултимедијална содржина во системот. Во рамки на последниот дел од алгоритамот е задачата (T3) за проценка на корисничкиот уред, која треба да утврди кои карактеристики уредот треба да ги поседува за да се прилагоди на мултимедијалната содржина. Главна задача на адаптацијата е да обезбеди соодветен избор на содржини за корисниците на системот, врз основа на мерење на мрежни параметри, имајќи ги предвид контекст-зависните услови и процената на корисничкиот когнитивен стил на перцепција.

Процесот на проценка на техничките можности на корисничкиот уред се врши врз основа на информациите добиени од WURFL (Wireless Universal Resource File, англ.) барање [101]. Најпрво се врши проценка на типот на уредот што корисникот го користи во рамки на системот. Така, WURFL барањето ќе обезбеди основни информации за мобилниот уред. Тоа помага да се утврди типот на оперативен систем на мобилниот уред и поддржаните кодеци за различни мултимедијални содржини. Во зависност од типот на мобилниот уред, алгоритамот предвидува соодветна конверзија за слика, видео и аудио содржина. Овој алгоритам покажува дека системските параметри имаат само мало влијание за целокупната перцепција на квалитетот при пренос на мултимедијални содржини.

3 ПРИМЕНА НА СЕРВИСИ БАЗИРАНИ НА ПРЕСМЕТУВАЊЕ ВО ОБЛАКОТ

Прелиминарните резултати од истражувањата нè потврдија дека перцепцијата на квалитетот кај корисниците се зголемува кога содржината која ја добиваат е адаптирана на нивните преференции. Во таа насока, квалитетот на перцепција е еден поширок концепт кој ги зема предвид корисничките процени за квалитетот и влијанието на контекст-зависните услови при испорака на мултимедијални содржини [97]. Сето ова овозможува, предложениот алгоритам соодветно да се вклопи во концептот за создавање на корисничката перцепција, со цел да придонесе за поексплицитно формирање на квалитетот. Адаптивната дистрибуција на мултимедијални содржини помеѓу мобилниот облак и мобилните уреди обезбедува ефикасна размена на содржини според барањата на корисникот, што е потврдено при генерирање на 3Д сцена [98].

Направено е уште едно истражување каде адаптивната испорака на мултимедијални содржини, е применета при развој на хибридна мобилна апликација во околина за мобилно учење [99]. Во таа насока, во процесот на проценка на корисничките преференции се земаат предвид когнитивни вештини на корисниците, контекст-зависните фактори и техничките карактеристики на корисничкиот уред. Имајќи ги предвид претходно споменатите фактори предложен е алгоритмот за адаптација на мултимедијалната содржина [100]. Предложениот алгоритам предвидува следствено повикување на три соодветни сервиси за селекција, транскодирање и авторство на мултимедијална содржина. Корисникот на апликацијата ја добива мултимедијалната содржина која е соодветна на неговите барања [100].

Концептот на пресметување во облак има предност бидејќи овозможува поголема флексибилност и мобилност при користењет на ресурсите во наставата и учењето. За таа цел е предложен модел на колаборативни сервиси, базирани на пресметување во облак, кој креира групи на студенти со слични интереси, врз основа на постојната информација на социјалните мрежи [102]. При создавањето на моделот земени се предвид објективно мерливите фактори, како што се пропусниот опсег, шумот и доцнењето и субјективните – индивидуалните фактори кои влијаат на системот на мобилно учење. Врз основа на

направената евалуација на моделот со примена на симулација се потврдува предноста на предложениот модел на колаборативни сервиси, базирани на пресметување во облак за адаптивна испорака мултимедијални содржини [102]. Примената на сервисите за пресметување во облак води кон поефикасно извршување на пресметувањата за адаптација на мултимедијалните содржини. Значајно е да се напомене, дека при изборот на видот на мултимедијална содржина која се доставува до крајниот корисник се земаат предвид корисничките преференции. Дополнително, значајна улога играат и околните контекст-зависни фактори при адаптација на мултимедијалната содржина за крајните корисници во рамки на системот. Тоа придонесува за прецизно и јасно дефинирање на корисничкиот профил во рамките на системот. Значењето на корисничките профили кај системите за пренесување на мултимедијална содржина има улога при развој и симулација на различни кориснички профили кај претходно спомнатите системи.

Дополнителните истражувања го истакнаа значењето на концептот на апликации базирани на сервиси за пресметување во облак. Предноста на овие сервиси е што сложените пресметки (*heavy computation*, англ.) се извршуваат во облакот, а добиените резултати само се проследуваат до крајниот корисник. Илустративен пример за потребата од сервиси за пресметување во облак се мобилните апликации за социјалните мрежи [103]. Овие апликации располагаат со голем број на податоци за корисникот, врз основа на вградените сензори кај мобилниот уред, кои што можат да дадат информација за контекст-зависните фактори кои влијаат на корисникот. Врз основа на добиените резултати од сервисите за анализа на контекст-зависните фактори лесно може да се дадат препораки (*recommendations*, англ.) за крајните корисници [103]. На тој начин постојните мобилни апликации за социјалните мрежи, со примена на сервисите за пресметување во облак, создаваат апликации кои се персонализирани и кориснички ориентирани.

Во согласност со погоре опишаните истражувања се истакнува значењето на сервисите за пресметување во мобилниот облак и нивниот придонес кон подобрување на перцепцијата за квалитетот на понудениот сервис, кој се нуди кај крајните корисници.

3.1 Сервиси базирани на пресметување во мобилниот облак кај мобилни уреди

Концептот на пресметување во облак е ефикасно решение кое овозможува во него да се извршуваат обемни и сложени компјутерски пресметки. Ефикасното користење на сервисите базирани на пресметување во облак е клучна компонента за динамичко управување и алокација на потребните пресметковни ресурси. Претходните истражувања нѝ

потврдија дека вистински предизвик е да се пренесе соодветна мултимедијална содржина до корисниците кои користат различни типови на мобилни уреди. Ова претставува дополнителен предизвик за развој на соодветна мобилна апликација, која ќе може да се користи на различни мобилни уреди. Со оглед на ограничувањата на мобилниот уред, во однос на чување на податоци и можност за транскодирање на содржините, решението е да се користи новиот тренд наречен пресметување во мобилен облак [40]. Овој концепт овозможува префрлање (offloading, англ.) и намалување на податоците за процесирање на мобилните уреди преку искористување на ресурсите на инфраструктурата за пресметување во облакот, применет во истражувањето [98].

Во однос на технологијата, оваа парадигма за пресметување во облак е базирана на сервис ориентирана архитектура (SOA) и обезбедува едноставен и брз пристап кон потребните компјутерски ресурси. Тоа обезбедува функционалност како пакет на интероперабилни сервиси кои може да се користат во рамките на повеќе одделни системи [104]. Предностите на пресметување во мобилен облак и моќта на социјалните мрежи се нашата мотивација да предложиме модел за соработка, базиран на пресметување во облак, кој што овозможува групирање на студенти кои имаат слични интереси [102]. Предноста на сервисниот пристап за користење на ресурсите е во тоа што обезбедува хомогена околина за корисниците, што доведува до поголема брзина и ефикасност, како и повисоко ниво на достапност и интерактивност кај корисникот. Создавањето на содржина за мобилно учење не е лесна задача, особено што процесот на пренесување на мултимедијални содржини е многу динамичен и предизвикувачки. Со оглед на сложеноста на овие процеси, потребно е воведување на дополнителни интелегентни сервиси кои ќе вршат адаптација на содржината, во рамки на системот базиран на пресметувањето во мобилен облак.

Претходно предложениот алгоритам за испорака на адаптирана мултимедијална содржина [100], обезбедува уникатен обид да се испорача персонализирана содржина до мобилните корисници. Предложениот алгоритам на корисниците им обезбедува мултимедијална содржина, која е прилагодена на нивниот когнитивен стил и адаптирана според контекст-зависните услови на мрежата. Врз основа на направените експериментални истражувања, беше утврдено дека значајно влијание имаат техничките карактеристики на мобилните уреди, што треба да обезбедат ефикасна и соодветна околина за учење на далечина. Затоа, се предлага модел за соработка, базиран на пресметување во облак, што ќе обезбеди оптимална дистрибуција на мултимедијални содржини за различни мобилни корисници. Предложениот модел за соработка ќе ни овозможи да се разбере односот помеѓу бројните фактори на влијание, кои даваат еден мултидимензионален пристап за перцепцијата на

квалитетот, за да се разбере однесувањето на корисникот во мултимедијален систем за учење.

Со развојот на модели кои ќе користат интелигентен пристап за креирање, кодирање и пренесување на мултимедијални содржини, постојат голем број на апликации кои можат да го искористат овој пристап [7]. Во таа насока, самиот процес на адаптација на мултимедијалните содржини во системите за мобилно учење (м-учење) во голема мера зависи од: образовните потреби и личните когнитивни карактеристики, кои се сметаат за приоритетни при генерирање на соодветно дизајнирани системи на учење. Со оглед на тоа што постојат различни пристапи за адаптација на содржината за учење, развиени се различни алатки и сервиси кои ги поддржуваат активностите за колаборативно учење [13].

3.1.1 Архитектура на моделот за соработка базиран на пресметување во облак

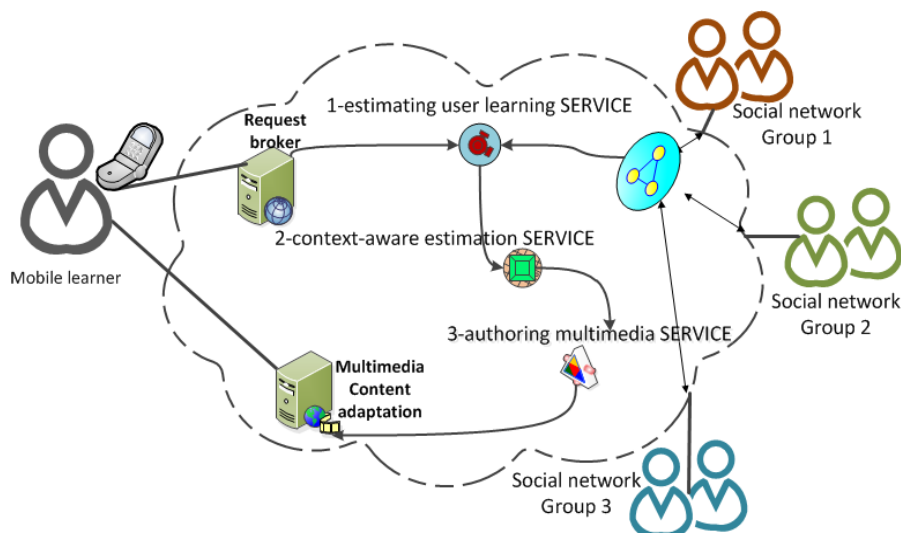
Предложениот модел за соработка, базиран на пресметувањето во облак, ги има во предвид различните фактори кои влијаат на процесот на доставување на мултимедијални содржини. Значајна предност на предложениот модел е тоа што ги соединува директно – мерливите фактори на влијание, како што се пропусниот опсег, џитер (jitter, англ.), доцнење и др., со субјективните, индивидуални фактори на влијание во системот за м-учење. Во таа насока, субјективните фактори кои влијаат на индивидуалните преференции на корисниците на системот, се значајни затоа што директно влијаат во процесот на одредување на квалитетот на перцепција. Со посебна метода се овозможува прецизна контрола на квалитетот на испорачаната мултимедијална содржина до корисникот на системот [17]. Со тоа квалитетот на перцепција веќе не е само израз на задоволството кај корисниците на сервисот, туку тоа е метрика за степенот на корисничкото уживање, што дава динамичен пристап за мерење на личната перцепција [18]. Затоа, во центарот на нашите истражувања е дефинирање на модел за соработка, базиран на пресметување во облак, за мобилно учење на далечина. При тоа, ние се фокусираме повеќе експлицитно на процесот на формирање на квалитетот и карактеристиките кои придонесуваат за формирање на перцепцијата за квалитетот кај корисникот.

Анализирајќи ги бројните фактори и параметри кои влијаат на квалитетот на перцепција, ние предложивме да се разгледаат факторите кои се земени предвид при дефинирање на алгоритмот за адаптивна испорака на мултимедијална содржина [100]. Еден од субјективните фактори е проценка на корисничката перцепција за учење, што не го вклучува само корисничкото уживање и задоволство од презентираната мултимедијална содржина,

но и неговата способност за перцепција на содржината [105]. Ова помага во процесот на создавање групи на студенти кои имаат слични интереси, преку користење на нивните информации од социјалните мрежи.

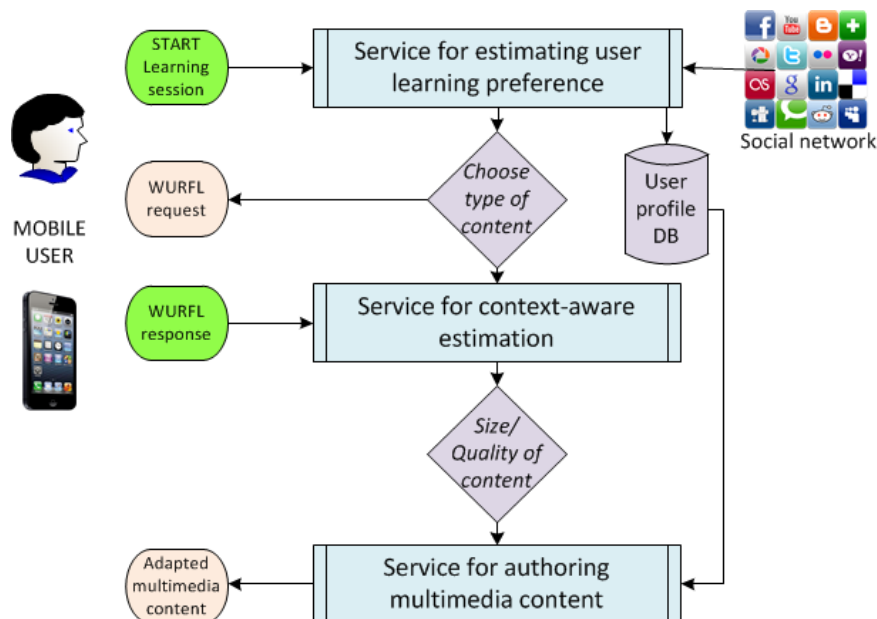
Вториот критериум, важен за моделирање на систем за прилагодлива мултимедијална содржина, е влијанието на контекст-зависните услови [26] во процесот на испорака на мултимедијални содржини. Во тој процес, мрежната конекција треба да обезбеди соодветно високо ниво на квалитет за пренос на мултимедијални содржини за мобилните корисници. Тоа подразбира, во услови кога студентот има лоша мрежна конекција, самиот систем да обезбеди мултимедијални содржини со пониска резолуција или пониска фреквенција на пакети во секунда за видео и пониска битска брзина за аудио содржина [106]. Третиот, последен, критериум кој влијае на алгоритмот за адаптивна испорака на мултимедијална содржина, треба да овозможи соодветни содржини во согласност со техничките карактеристики на видот на мобилниот уред на корисникот (мобилен телефон, таблет или PDA) [107].

Со оглед на комплексноста и мултидимензионалниот аспект на метриката за квалитетот на перцепција [18], вистински предизвик е да се обезбеди соодветен модел за соработка, базиран на пресметување во облак. Сите претходно опишани фактори за процесот на испорака на мултимедијални содржини, го сочинуваат основното тврдење во рамките на ова истражување [102]. Ова води кон поставување на третата хипотезата на докторатот, дека воспоставување/дефинирање модел со кој ќе се врши адаптација на мултимедијалните содржини, ќе придонесе за поквалитетна и побрза испорака на соодветни содржини за корисниците. Врз основа на претходно изнесените ставови ја предлагаме следната архитектура на модел за соработка, базиран на пресметување во облак, како на слика 3.1.1. Мобилните корисници можат да користат хетерогени типови на протоколи (WiFi, WiMAX, UMTS, GPRS, HSDPA, EDGE и LTE) за пристапот до системот базиран на технологијата за пресметување во облакот. Предложената архитектура го зема предвид влијанието на социјалните мрежи кои се од интерес на корисникот, со што се поддржува процесот на формирање на група студенти кои имаат слични интереси.



Слика 3.1.1 Архитектура на модел за соработка, базиран на пресметување во облак [102]

Студентите се поврзуваат до системот за м-учење со користење на својот мобилен уред. Преку барателот (request broker, англ.), се врши автентикација на корисниците на системот за м-учење и соодветна обработка на корисничките барања за мултимедијални содржини. Системот, по приемот на одредено барање од корисниците, е обврзан да изврши обработка на барањето преку серија од три различни сервиси. Првиот сервис (1) врши проценка на корисничките преференции, со користење на информации од различни групи социјални мрежи на интерес. Следниот сервис (2) е задолжен за прилагодување на мултимедијални содржини во зависност од контекст-зависните услови на мобилниот корисник. Во следниот чекор се врши транскодирање на мултимедијалната содржина, со цел да биде компатибилна за мобилниот уред. Така, последниот сервис (3) ќе заврши со авторизација на мултимедијалната содржина за учење, која треба да биде доставена до мобилниот корисник. На овој начин, преку користење на три различни сервиси што се наоѓаат во мобилниот облак, се врши адаптација на мултимедијалната содржина, а истата ќе биде испорачана до корисникот. Предложената архитектура, дополнително е објаснета преку функционален дијаграм на интеракција, како на слика 3.1.2, ќе придонесе за поддршка на модел за соработка, базиран на пресметување во облак.



Слика 3.1.2 Дијаграм на интеракција за моделот за соработка [102]

По успешната автентификација на системот за м-учење, корисниците можат да започнат со сесијата за учење. Првиот предизвик е да се направи проценка на корисничките преференции за учење. Ние ќе ги користиме информациите собрани од групите на интерес од социјалните мрежи. Следниот предизвик е да се откријат основните информации за мобилниот уред кој го користат студентите на системот. Во таа насока, потребни се информации за мобилниот оперативен систем, типовите на поддржани формати на мултимедијални содржини и соодветниот кодек.

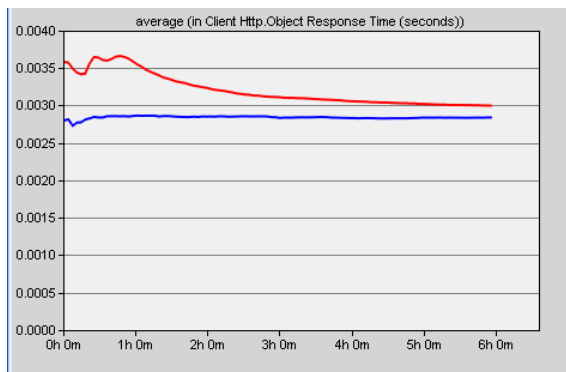
Решението е да се користи WURFL (Wireless Universal Resource File, англ.) [101], што е софтверска компонента што испраќа HTTP барање до корисникот на мобилниот уред. Повратната информација од уредот е една датотека со целосен податок за хардверските ресурси на мобилниот уред. На овој начин, софтверската компонента е во можност да ги детектира сите неопходни технички карактеристики на мобилниот уред што го користат корисниците. Притоа, добиените податоци за постојниот уред може да се споредат во однос на описот со постојната референтна база (DDR) [18]. Со користење на информациите собрани со помош на WURFL компонентата, ние ќе бидеме во можност да ги искористиме за развој на моделот за соработка, каде ќе се направи адаптација на мултимедијалната содржина за корисничкиот мобилен уред. На овој начин, со примена на WURFL се врши соодветна детекција на потребните технички карактеристики на мобилен уред, што ќе бидат искористени при развојот на алгоритмот за испорака на адаптирана мултимедијална содржина.

3.1.2 *Евалуација на предложениот модел за соработка, базиран на пресметување во облак*

Предложениот модел за соработка, базиран на пресметување во облак, при испорака на адаптирана мултимедијална содржина е концептуално развиен со користење на OPNET симулатор. Предноста на моделирањето со симулација е можноста за поддршка на комуникациски мрежи, едноставни за анализа и дизајн, преку употреба на различни протоколи и уреди [62]. Целта на симулацијата е да обезбеди модел што ќе ја максимизира ефикасноста на мрежата, а истовремено ќе ги земе во предвид контекст-зависните ограничувања за сите потребни сервиси да бидат понудени на соодветни типови на корисници. Моделот за соработка се состои од сервер и мрежа од меѓусебно поврзани мобилни корисници. Истиот е целосно имплементиран во OPNET симулаторот, преку две различни сценарија.

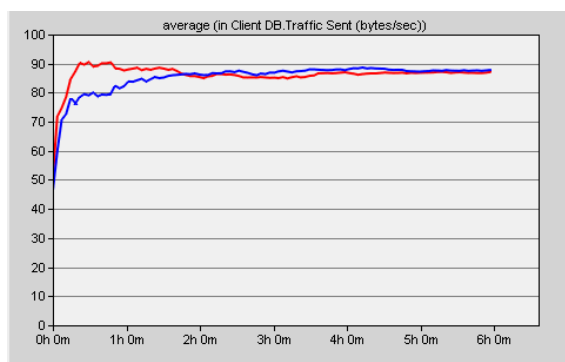
Во првото сценарио, серверот се користи за доставување на мултимедијални содржини на повеќе мобилни корисници, без користење на механизам за кеширање или адаптација. За да ги разликуваме, резултатите добиени од симулацијата во првото сценарио се претставени со црвена линија. Во второто сценарио се предвидува моделот за соработка да применува адаптивна испорака на мултимедијални содржини во мобилниот облак. Тоа е постигнато со транскодирање на мултимедијалните содржини што се доставени до мобилни корисници. Резултатите од второто сценарио, адаптивна испорака на мултимедијални содржини, се означени со сина боја. Симулаторот беше подесен да ја собира глобалната статистика за цело време на симулацијата. Истата беше направена со помош на следнава хардверска спецификација: Сервер со процесорот (Intel i5-2500 со 3,30 GHz) и 4 GB RAM меморија, кој користи 64-битен оперативен систем. За нашите потреби имавме дефинирано симулацијата да трае шест часа.

Ова истражување вклучува анализа на глобалните статистики врз основа на резултатите од симулација, собрани за корисниците и за серверот. Добиените резултати за HTTP времето на одговор на мобилните корисници, во просек се подобри за адаптивното сценарио, што може да се види на слика 3.1.3. Времето на одговор за адаптивното сценарио, обележана со сина боја на слика 3.1.3, дава подобра испорака на почетокот, во рамки на првиот половина час во процесот за испорака на мултимедијални содржини за м-учење.



Слика 3.1.3 Просечно HTTP време на одговор на корисниците (секунди) [102]

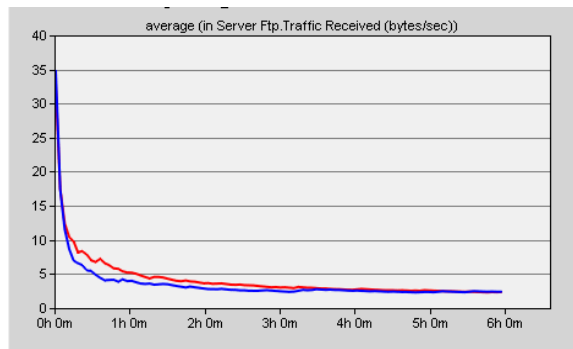
Во следната анализа, предмет на разгледување беше сообраќајот на податоци помеѓу серверот и корисниците. Добиените резултати од симулацијата за просечниот сообраќај на податоци кај корисниците, се дадени на слика 3.1.4. Од овие резултати се овозможува да се разбере предноста од примената на сценарио кое користи адаптивна испорака на мултимедијални содржини, во однос на сценариото без адаптација. Добиените резултати потврдија дека подобрувањето во процесот на испорака на податоци е најмногу видливо во првиот час од симулацијата. Така врвот на просечен сообраќај на податоци со 90 бајти во секунда е постигнат во првите минути во првото сценарио. Додека пак второто (адаптивно) сценарио, чии резултати се означени со сина боја, користи само 80 бајти во секунда во првите неколку минути од симулацијата. По завршувањето на вториот час од симулацијата може да се забележи усогласување во сообраќај на податоци кај корисниците при двете сценарија.



Слика 3.1.4 Просечен сообраќај на податоци кај корисниците (бајти/сек) [102]

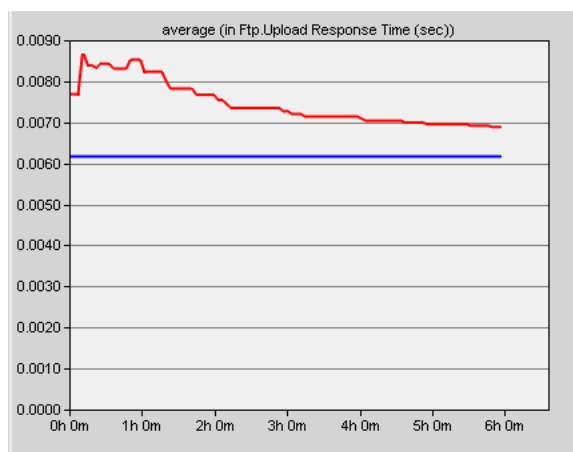
Споредбата на просечниот FTP сообраќај кај серверот покажа речиси преклопени резултати за двете сценарија од симулацијата. Така, може да се заклучи дека не постои значително влијание на страната на серверот, освен мало зголемување на сообраќајот во првите два часа на симулација, што се гледа на сликата 3.1.5. Добиените резултати од симулацијата потврдија дека пристапот за адаптивна испорака на мултимедијални содржини, базиран на

моделот за соработка, нема значително влијание врз FTP сообраќајот, во споредба со редовната испорака на содржина користена во првото сценарио.



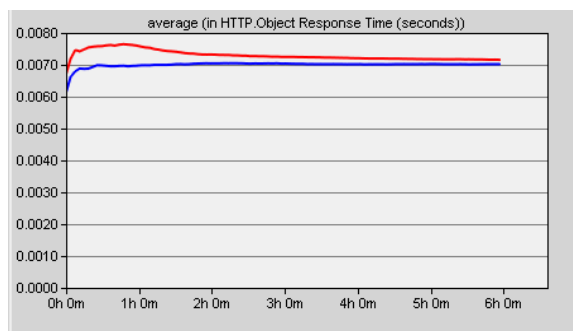
Слика 3.1.5 Просечен FTP сообраќај кај серверот (бајти/сек) [102]

Следните резултати на симулација обезбедија една општа статистика за просечното време на HTTP одговор и времето на FTP одговор при испраќање на содржини до корисниците. Со овие статистички податоци се обезбеди општа информација во врска со одредени специфични параметри. Најзначајна разлика може да се забележи меѓу двете сценарија доколку се анализира глобалната статистика на време на FTP одговор, даден на слика 3.1.6. Адаптивното сценарио генерира значително подобро просечно време на одговор при испраќање на мултимедијални содржини до корисниците, означено со сина линија, во споредба со редовната испорака на содржина, во сценарио означено со црвена линија.



Слика 3.1.6 Просечно време на FTP одговор при upload (секунди) [102]

Друга разлика помеѓу двете сценарија може да се забележи при анализата на резултатите од просечното време на HTTP одговор. Времето HTTP одговор во просек е повисоко за неадаптивното сценарио; оваа разлика е особено видлива на почетокот на симулацијата, види слика 3.1.7. Сите претходно анализирани параметри ја потврдуваат и одобруваат супериорноста на предложениот модел за адаптивна испорака мултимедијални содржини, базиран на пресметување во облак.



Слика 3.1.7 Просечно време на HTTP одговор (секунди) [102]

Примената на системот базиран на технологијата за пресметување во облакот кај мобилните уреди, обезбеди при преносот на содржини да се намали обемот на процесирања кај мобилниот уред. Предложениот модел за соработка, базиран на пресметување во облак за испорака на мултимедијални содржини во мобилен облак, беше искористен за целите на системот за м-учење. Моделот е базиран на SOA архитектурата, која овозможува користење на различни сервиси за да се обезбеди адаптација на мултимедијалните содржини што треба да бидат доставени до мобилни уреди на корисникот. Врз основа на добиените резултати од симулација се потврдија придобивките на пристапот за адаптација на мултимедијални содржини.

3.1.3 Развој на апликации базирани на сервиси за пресметување во облак

Зголемената популарност на мобилни уреди доведе до забрзан развој на мобилни апликации, особено на апликациите за социјално вмрежување. Паралелно со овој тренд, мобилни уреди стануваат се повеќе технички софистицирани: можат да создадат се поквалитетни мултимедијални содржини; имаат поголеми екрани; поседуваат сензорска технологија, како што е акцелерометар за детектирање на ориентација на уредот, глобален систем за позиционирање (GPS) и жirosкопски сензори за навигација. Вметнување на целата оваа технологија во мобилниот уред го прави совршен инструмент за социјална интеракција, електронско плаќање, учење на далечина и сл. Истовремено, мобилните апликации располагаат со голем број на значајни кориснички податоци добиени врз основа на вградените сензори кај мобилниот уред, а истите можат да дадат информација за контекст-зависните фактори кои влијаат на корисникот. Типичен пример е кога се врши анализа на голема група на луѓе, кои користат социјални мрежи, со цел да се извлече колективен рејтинг за корисниците во реално време. На овој начин, новокреираните сервиси треба да ги имаат во предвид контекст-зависните услови, колективниот рејтинг на групата и личните преференции на корисниците.

Социјалните мрежи им обезбедуваат на корисниците голем број на содржини, од кои е тешко да се извлечат информации од интерес за корисниците. Затоа, социјалните медиуми се сметаат како извор на нови значајни кориснички податоци, кои досега беше невозможно да се третираат [108]. Со оглед на комплексноста и разновидноста на овие податоци, селектирањето на информациите кои ќе го привлечат вниманието на корисниците е еден од главните истражувачки предизвици. Во рамките на ова истражување фокусот е ставен на извлекување на повеќе релевантни информации за корисникот и неговите интереси, од социјалните мрежи.

Постојните сајтови за социјално вмрежување, како што се Facebook, YouTube, Twitter, Google и сл., прават едноставна агрегација на најпопуларните содржини во одредени категории. Така, врз основа на оваа популарност и претходните кориснички интереси, се препорачуваат најновите медиумски содржини за корисниците. Но, кога се прават овие препораки не се разгледуваат потребите на корисниците во соодветен контекст, туку само се прави агрегирање и рангирање на активностите од многу други корисници. Вистински предизвик, во рамки на социјалните мрежи, е да се понудат медиумски содржини кои се прилагодени на индивидуалните потреби на корисниците. Во таа насока, главна истражувачка хипотеза во ова истражување е: потребата од развој на сервиси за пресметување во облак, кои ќе понудат персонализација кај мобилните апликации за социјални мрежи [103].

Главниот придонес на мобилното пресметување во облак е моделот за транспарентно еластично зголемување на пресметковната моќ кај мобилните уреди [5]. Притоа, значењето на концептот на апликации базирани на сервиси за пресметување во облак е големо затоа што овие сервиси пресметковно сложените операции ги извршуваат во облакот, а добиените резултати ги проследуваат до корисникот. Развојот на контекст-зависни сервиси, ќе овозможи собирање на повеќе релевантни информации за мобилниот корисник, за да може да се изгради корисничкиот профил. Некои од сервисите имаат потреба од алгоритми за податочно рударење, за да се направи анализа на корисничките податоци од социјалните мрежи и да се извлечат информации за когнитивни индиции на корисникот. Примената на пресметување во облак за потребите на податочно рударење ќе овозможи да се извлечат најважните информации за однесувањето на корисникот на социјалните мрежи.

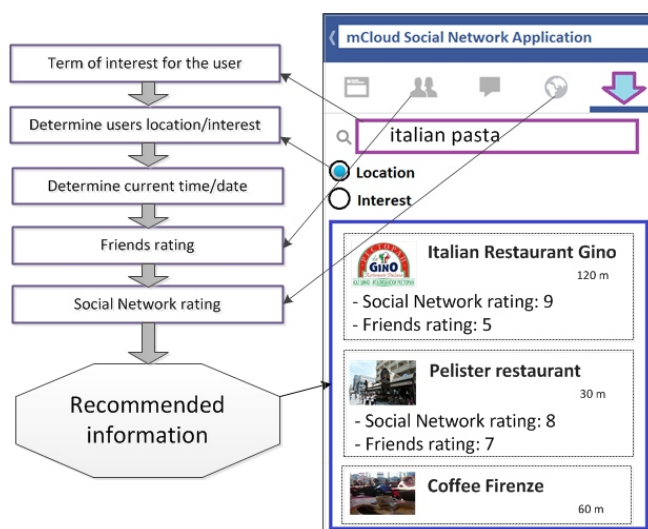
3.1.4 Студија на случај: Мобилна апликација за препорака базирана на локацијата на корисникот

Апликациите кои користат сервиси, базирани на пресметувањето во облак, мора да направат интелегентни одлуки во процесот на испорака на информации. Друга важна карактеристика на овие апликации е способноста да се разберат потребите на корисниците и соодветно да се одговори на нивните барања. Така, при развојот на мобилни апликации, базирани на локацијата на корисникот, широко прифатено е да се користи локациски базирано мобилно пребарување, што е актуелна тема за истражување. Сепак, традиционалните технологии за локациски базирано пребарување, само обезбедуваат хомогени резултати на различните корисници, кои не се прилагодени на различните кориснички преференции. Затоа, во рамки на ова истражување се воведува модел на контекст зависни сервиси кои го поддржуваат развојот на апликации базирани на пресметувањето во облак [103].

Во истражувањето е даден пример на студија на случај, каде е прикажано персонализирано пребарување на ресторан, со помош на мобилна апликација на паметен телефон. Предложената апликација е како и секоја друга социјална мрежа: има вести, листа на пријатели, дел за приватни пораки и известувања од социјалната мрежа. Новата функционалност е листа со персонализирани препораки, претставена со сината стрелка во горниот десен агол на слика 3.1.8. Почетната фаза на препораката е да се соберат информации кои се од особен интерес на корисникот. Следно, со помош на GPS сензорот на мобилниот уред е можно да се утврди локацијата на корисникот. Исто така, за потребите на препораката се зема предвид тековниот датум и времето на пребарување на корисникот. Во втората фаза, активен е сервисот каде што се врши податочно рударење, со цел да се извечат релевантни резултати од пријателите на корисникот и рејтингот на социјалната мрежа. Резултатите кои се презентирани кај корисникот се прикажуваат во центарот на апликацијата и истите се подредени врз основа на дадените приоритети:

- Рејтингот на социјалната мрежа, кој се добива врз основа на оценката на сите членови на социјалната мрежа;
- Претходно искуство на пријателите за објектот од интерес;
- Сервис за локациски базирано пребарување, врз основа на позицијата на корисникот;
- Тековниот датум и време, за да се утврди дали објектот е отворен во моментот;

Во дадената студија на случај, фокусот на интерес кај корисникот е да се најде најдоброто место, кое служи „италијански тестенини“, во центарот на градот Скопје. Дадените резултати нудат повеќе податоци за: името на ресторанот, оддалеченоста на корисникот, просечната оценка на социјалната мрежа и средната оценка на пријателите. На овој начин, на корисникот му е понудена листа на контекст-збогатени информации за услуга, која е од негов интерес.



Слика 3.1.8 Мобилна апликација за социјална мрежа (локациски базирано пребарување)

Студијата на случај, ја потврди потребата за постоење на персонализирана апликација, која ќе обезбеди контекст-збогатени информации на корисниците за одредени сервиси. Главниот предизвик со кој се соочуваат овие предложени апликации, е ризикот за приватност на информациите бидејќи во рамките на системот се собираат и евидентираат информации за локацијата на корисникот. Главниот проблем е што овие лични информации се испраќаат на оддалечена локација за обработка. Во оваа постапка се поставува прашањето за сигурност и заштита на податоците, бидејќи постои можен ризик од разоткривање на кориснички податоци од страна на трет учесник, провајдер на сервисот за мобилно пресметување во облак. Постојните ризици се очекува да се надминат со воведувањето на стандардизација во технологијата за пресметување во облак.

Вградените сензори на мобилните уреди собираат релевантни информации за самите мобилни уреди и статусот на мрежата, кои се значајни за корисникот. Со примената на сервиси базирани на пресметување во мобилен облак, се овозможува брза и лесна филтрација на информациите од социјалните мрежи кај мобилните уреди. Во таа насока, предложениот модел за соработка, базиран на пресметување во облак, може да им обезбеди на корисниците релевантни контекстуални информации, во зависност од барањата на корисникот, за различни сервиси. Предноста на социјалните мрежи е да се

извлекат важни информации на социјалното однесување на корисникот, што ќе се употреби во процесот на развој на персонализирани мобилни апликации.

3.2 Примена на сервиси базирани на пресметување во облакот за учење на далечина

Академските студии им нудат на студентите можност да работат во групи во текот на часот, да ги презентираат своите достигнувања во тек на часот или пак да остварат меѓусебна соработка во тековните проекти. Ваквите активности се случуваат во реално време. Неодамна, се појави потреба да се премине од оваа монолитна *средина за учење*, во која сè мора да се контролира и сè да биде предвидливо, кон популистички *начин на учење* каде што има перспектива за примена на новите ИКТ модели на учење [109]. Друго истражување, бара од учесниците во *online средината за учење* да го опишат нивното искуство при учење, каде тие што ги користат придобивките од online курсевите се со различни занимања [35]. Со примена на овој приод, кај студентите се проширува способноста за создавање, споделување и соработка преку примена на новите технологии, како што се блогови, википедија, подкаст и социјални мрежи. Притоа, во исто време професорите и асистентите ќе потрошат помалку време на подготовка за предавања на студентите, а ќе бидат поефикасни при поддршка и обучување на студентите како да ги подобрат нивните вештини.

Неодамнешните истражувања предлагаат да се применува пристапот на пресметување во облак (cloud computing, англ.) при *online* тестирање и класификација на материјалите за учење, за да се обезбедат персонализирани ресурси за учење [36]. Во последните две години образованието бележи тренд на примена на т.н. масивни отворени интернет курсеви МООС (massively open online course, англ.), кои привлекоа големо внимание заради иницијативата на престижните универзитети како што се Стенфорд и МИТ, кои ги формираа startup-ите како што се Coursera, Udacity и edX [37]. МООС претставува „модел на презентирање на содржината за учење онлајн, до било која личност која е заинтересирана за конкретната тема“ [37]. Системите за поддршка на учење на растојание и масивните отворени интернет достапни курсеви имаат голем потенцијал за одржување на неформалното и доживотното учење. Примена на МООС претставува предизвик при ангажирање и евалуација на студентите, со цел да се обезбеди исклучително добра перцепција кај студентот, а истовремено да се спречи откажувањето на голем број учесници поради примената на нови педагошки пристапи и методи за колаборациско учење [37]. Користењето на МООС го обврзува универзитетот, кој е домаќин на курсот, да ги направи материјалите достапни за учење на пошироката публика. За да се обезбеди поддршка за

истовремен пристап на голем број учесници од целиот свет, треба да има оптимална дистрибуција на ресурсите кои се нудат со пристапот на пресметување во облак. MOOC треба да обезбедат реално временска и непрекината испорака на мултимедијални содржини за сите учесници [110].

Масивните отворени интернет курсеви (MOOC) претставуваат нов современ модел на пренесување на едукативните содржини преку интернет, без ограничувања за секој човек кој е заинтересиран да присуствува на курсевите. Со цел да се обезбеди соодветна перцепција за квалитет на наставата за студентите, ние предлагаме постапка за оптимизација на ресурсите во околината за пресметување во облак, како што е распоредот на виртуелните машини (Virtual Machines, англ.) по континенти кои ги опслужуваат MOOC. За таа цел користевме алатка за симулација, наречена CloudAnalyst (англ.), која поддржува визуелно моделирање и симулација на апликации од голем обем, кои работат во околина за пресметување во облак. Добиените резултати ќе обезбедат информации за географската распределба на мрежниот сообраќај, локацијата на податочните центри и капацитетот на ресурсите за секој од тие податочни центри.

Главниот придонес на ова истражување во [106], е да се обезбеди соодветна и оптимална конфигурација на ресурсите за пресметување во облак, со цел MOOC да овозможат високо квалитетна дисеминација на материјалот за учење. За да бидеме во можност да обезбедиме најдобра конфигурација на околината, која што користи пресметување во облак, ќе ја користиме алатката за симулација, наречена CloudAnalyst (англ.), што се применува за планирање на ресурсите кои се потребни, со цел MOOC да бидат достапни и стабилни во светот.

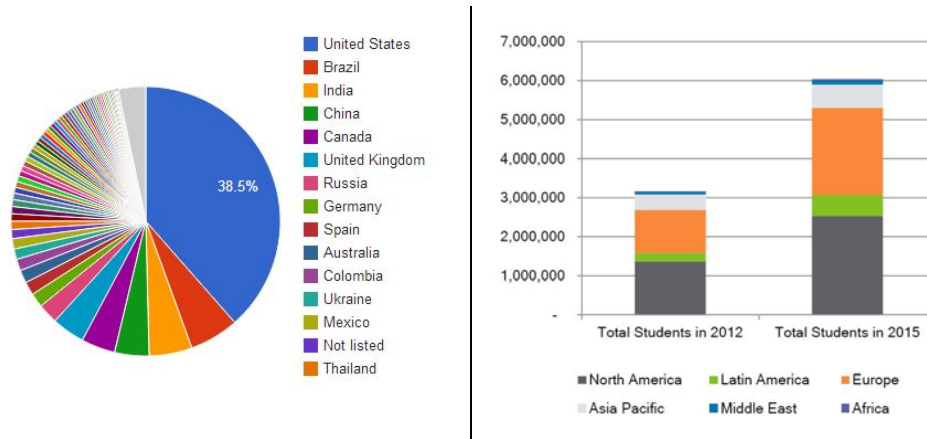
3.2.1 Масивни отворени интернет курсеви базирани на пресметување во облакот

Масивните отворени интернет курсеви имаат мрежа на курсеви која наоѓа примена за создавање, споделување и појаснување на стекнатото знаење помеѓу корисниците. Притоа, студентите се охрабруваат да ги претстават своите знаења или прашања преку разновидни платформи, со цел да се поврзат едни со други околу проблеми и теми од заеднички интерес. На овој начин, MOOC градат модел на мрежи за соработка преку кои што се врши размена на едукативните материјали со невидено брзо темпо на развој. MOOC средината овозможува учесниците самоиницијативно да се зачленат на курсот, така што бројот на учесници во некои случаи е неколку илјади. Притоа, се бара учесникот да биде подготвен да се вклучи, т.е. да има некои основни предзнаења за да има сигурност при дискусиите [110].

МООС овозможуваат студентот да користи најразлични материјали, и да воспостави активна интеракција со своите врсници. Предноста на отворените курсеви е што можат да се вклучат студенти од целиот свет. Вистинскиот потенцијал на МООС е што ги користи ресурсите од околината за пресметување во облак, каде се овозможува создавање на мрежа од учесници по принципот повеќе-кон-повеќе (many-to-many, англ.) корисници, за разлика од традиционалниот модел еден-кон-повеќе (one-to-many, англ.) корисници помеѓу наставникот и студентите [112].

Заедничко за сите МООС провајдери е тоа што сите од нив се формирани во текот на 2012 година од страна на водечките светски универзитети и сите имаат голем број на учесници. Друга заедничка карактеристика за МООС е тоа што тие се облак базирани системи за учење. Притоа Google Engine (англ.) платформата е основа за Udacity и Кан академија, додека пак, Amazon Web Service (англ.) инфраструктурата е поддршка за Coursera, Instructure, LoudCloud Systems и Lore (англ.) [113]. Земајќи предвид дека значително голем број студенти се запишани во Coursera, решивме да се спроведе понатамошно и подлабоко истражување за овој тип МООС. Популарноста на Coursera во светски размери, распределени според земји [114], прикажана е на слика 3.2.1 (лево). Постои друго истражување, од страна на Outsell (англ.) [115], според кое се проценува дека до крајот на 2012 година, околу 3,17 милиони студенти низ целиот свет биле запишани на курсевите кои се нудат на МООС, види слика 3.2.1 (десно). Следејќи го трендот и популарноста на МООС се очекува дека до 2015 година ќе има повеќе од 3 милиони студенти само од Северна и Јужна Америка, а остатокот од 3 милиони студентите ќе бидат од останатите континенти [115].

МООС овозможуваат учењето да се случува во просторот и времето, поради неговата главно асинхрона и online архитектура. За луѓето да можат да ги користат сервисите на МООС потребно е да имаат генерално добра интернет конекција, што дава уникатна социјална предност поради отворениот и поврзан начин на размислување. Следејќи го трендот на МООС, од провајдерите се бара да бидат во можност во реално време да извршат непрекината испорака на мултимедијалната содржина навремено за сите студенти. Со цел да се обезбеди соодветна и оптимална конфигурација на ресурсите за пресметување во облак за потребите на МООС ние ќе ги користиме CloudAnalyst (англ.) симулатор [116].



Слика 3.2.1 Распределба по земји [114] (лево), MOOC распределба [115] (десно)

Во ова истражување се користи CloudAnalyst (англ.) [116] за да се симулира околина за пресметување во облак, а со цел да се проучи однесувањето на MOOC платформата. Со симулаторот се обезбедува графички приказ во форма на табели и графикони каде што ќе се сумира голема количина на статистички податоци, што се создаваат за време на симулација. Симулаторот е развиен врз основа на Јава (Java, англ.) платформа. Со употреба на Java SE1.6, користејќи свинг (Swing, англ.) компоненти [116] е изграден графичкиот кориснички интерфејс. CloudAnalyst (англ.) е изграден врз база на CloudSim (англ.) платформа, со што се добиваат податоци за оптеретеноста на апликацијата. Тоа вклучува и информации за географската локација на корисниците, како и генерираниот сообраќај и локацијата на податочните центри, бројот на корисници во секој податочен центар, и бројот на ресурси за секој од податочните центри [116]. User Base моделите се користат за моделирање на една група на корисници во рамки на симулацијата чија што одговорност е да генерира сообраќај за симулаторот.

Користевме Throttled Load Balancer, (англ.) [116], кој обезбедува само одреден предефиниран број на корисници на интернет Cloudlets, (англ.). Тие претставуваат сервери што вршат обработката и складирање на податоци во најблискиот раб на мрежата, оддалечени од централниот податочен центар. Cloudlets (англ.) серверите се лоцирани во рамките на една виртуелна машина, а по потреба можат да бидат активни во определен момент. Притоа е потребно да се овозможи балансирање доколку има поголем број кориснички побарувања за ресурсите на виртуелните машини (VM) во рамки на податочниот центар, со тоа што одредени барања за ресурси ќе бидат складирани, се додека се ослободи виртуелна машина која ќе ги опслужи. Процесот на моделирање на пропусниот опсег за комплексна мрежа како што се MOOC е посебен предизвик. Затоа во рамки на CloudAnalyst (англ.) се користи хипотетички параметар, пропусен опсег кој е на располагање, за кој се претпоставува дека е квотата на интернет пропусен опсег, достапен за апликацијата на која

што треба да се симулира, а при тоа игнорирајќи ги сите други надворешни влијанија [116]. Со цел да се моделира однесувањето на MOOC платформа ние предлагаме да се користат податоците од истражувањето за бројот на Coursera корисници. Со симулација во рамки на CloudAnalyst (англ.) се овозможува да се направи проценка за времето на одговор на податочните центри и останатите перформансни параметри при користење на околината за пресметување во облак.

3.2.2 Студија на случај: Симулација на MOOC со примена на CloudAnalyst

Видео стримингот бара значителен квалитет на пропусниот опсег и релативно силен пресметковен компјутер со добар квалитет на видео/графичката картичка. Според симулацијата, повеќето MOOC корисници се од северна Америка, од рурални и оддалечени области кои се соочуваат со слични проблеми како и корисниците од Африка. За нив постојат предизвици како што се поседување на микрофон, веб камери, и слушалки [110]. Исто така временските зони претставуваат дополнителен предизвик во MOOC, особено ако се планирани редовни предавања во живо. Употребата на синхрони алатки треба да биде внимателно испланирана во рамки на MOOC, за да се надмине проблемот со различни временски зони [112]. Користењето на CloudAnalyst (англ.) овозможува јасен преглед на анализата за различни временски интервали во различни региони на светот. Големiot број на учесници ја зголемува можноста корисниците да најдат врсници со кои делат комплементарни интереси и вештини, како и со кои ќе соработуваат за да постигнат заемно дефинирани цели.

Алатката за симулација CloudAnalyst (англ.) е идентификувана со идентификатори на региони (Region ID, англ.). Тие овозможуваат поделба во шест „региони“ кои одговараат на шесте континенти на светот. Врз основа на распределбата на Coursera студентите по земја, дадена на слика 3.2.1 (лево), ние направивме приближна процентуална дистрибуција на Coursera корисничката база (UB) во целиот свет која е дадена во табела 3.1. Притоа, имаме дефинирано шест кориснички бази кои соодветствуваат со шест региони кои одговараат на CloudAnalyst (англ.) идентификатори на региони, со параметри кои се дадени во табелата 3.1.

За поедноставеност во симулацијата, конфигурацијата за user base е направена во рамките на една временска зона и се претпоставува дека повеќето корисници ја користат MOOC платформата околу седум часа дневно. Исто така се претпоставува дека само (1/10) една десетина од корисниците е вклучена вон активното време на регионот (Off-peak Hours). Трошоците за хостинг на Coursera платформа во облак се тесно определени во согласниот со овој тарифник: Цена на виртуелна машина (VM) на час \$0,10; Цена на 1Gb на пренос на

податоци (од/до интернет): \$0,10 [116]. Големина на виртуелна машина во податочен центар кој се користи за хостирање на Coursera во експериментот е 10.000 MB.

ТАБЕЛА 3.1 ПРОЦЕНТУАЛНА РАСПРЕДЕЛБА НА КОРИСНИЦИТЕ ПО РЕГИОНИ [111]

User base	Region ID и континент	Корисници во %	Peak Hours (GMT)	Истовремено	
				Online корисници Peak Hrs	Истовремено Online корисници Off-peak Hrs
UB1	0- North America	43,8	02:00-09:00	430,000	43,000
UB2	1- South America	8,9	06:00-13:00	89,000	8,900
UB3	2- Europe	32,9	10:00-17:00	329,000	32,900
UB4	3- Asia	11,9	15:00-22:00	119,000	11,900
UB5	4- Africa	0,9	11:00-18:00	9,000	900
UB6	5- Australia & Oceania	1,6	20:00-03:00	16,000	1,600

Виртуелните машини имаат капацитет од 1GB на RAM меморија и имаат на располагање 1.000 MB на пропусен опсег. Симулираните сервери имаат x86 архитектура, виртуелните машини користат Xen и Linux оперативен систем. Јазлите на податочните центри имаат шест јадрени L5640 процесори, 24GB RAM меморија и 60x600GB дво-канални SAS дискови за складирање. Секоја машина има 2 процесори, а секој процесор има капацитет на моќност од 37.006 MIPS. Се користи принцип на распределба на време (time-share, англ.) за ресурсите во VM. Корисниците се групирани со фактор 1000, а барањата се групирани со фактор 100. Секое корисничко барање има потреба од 4096 инструкции за да биде извршено.

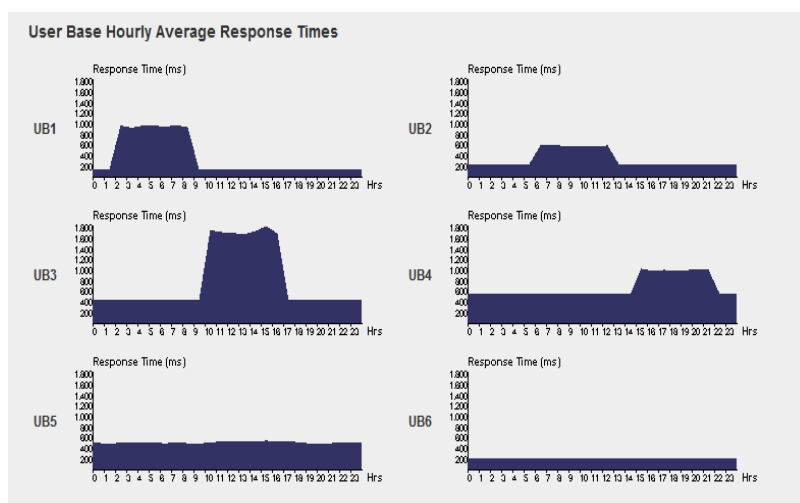
Сценарио 1 – Coursera хостиран на еден податочен центар

Со оглед на централизираниот пристап за Coursera во сценарио 1, првично платформата е поставена на една локација, во Регион 0 (Северна Америка). Симулираниот податочен центар е домаќин на 50 виртуелни машини наменети за Coursera, со 1.024 MB меморија во секоја VM и работи на физички процесори способни за брзини од 37.006 MIPS. Со извршување на симулацијата во CloudAnalyst (англ.), за првото сценарио со еден податочен центар ги добивме следните симулациски резултати, во табела 3.2. Времињата на одговор од страна на user base за првото сценарио се прикажани графички на слика 3.2.2.

ТАБЕЛА 3.2 СЦЕНАРИО 1: ВРЕМЕ НА ОДЗИВ И ВРЕМЕ ЗА ПРОЦЕСИРАЊЕ [111]

	Avg (ms)	Min (ms)	Max (ms)
Целокупно време на одзив:	1021	91	3018
Време за процесирање на податочен центар	74	0.15	522

Пиковите за времето на одговор се јасно видливи за време на седум часовниот peak период, со што може да се види како бројот на корисници влијае во секоја корисничка база за одреден период. UB1 има пик во интервалот 02:00-09:00 GMT, а UB3 има значителен пик во периодот 10:00-17:00 GMT.



Слика 3.2.2 Сценарио 1: Време на одговор со еден податочен центар [111]

Генерално, за време од еден ден симулација, може да се види различна дистрибуција во зависност од user base регионот и различни реак часови по региони. За време на високо оптоварување кај UB1, пикот е во Регион 0 (Северна Америка), а времето за обработка е најголемо во споредба со времето за обработка кај другите региони.

Сценарио 2 – Coursera хостиран два податочни центри

Со популарноста на Coursera на интернет, најчестиот пристап за да се подобри квалитетот на сервисот е да се распореди на неколку локации во целиот свет. Како резултат на тоа во второто сценарио во CloudAnalyst (англ.), останува иста распределбата на корисниците во корисничките бази и се додава уште еден податочен центар, во Регион 2 (Европа). Со цел да се сочуваат трошоците исти, 50 виртуелни машини (VM) се делат на половина за секој податочен центар. По извршување на симулацијата, според второто сценарио со два податочни центри, ги добивме следниве податоци за времето за одговор и потребното време за обработка, како во Табела 3.3.

ТАБЕЛА 3.3 СЦЕНАРИО 2: ВРЕМЕ НА ОДЗИВ И ВРЕМЕ ЗА ПРОЦЕСИРАЊЕ [111]

	Avg (ms)	Min (ms)	Max (ms)
Целокупно време на одзив:	825	75	2535
Време за процесирање на податочен центар	414	0.19	1618

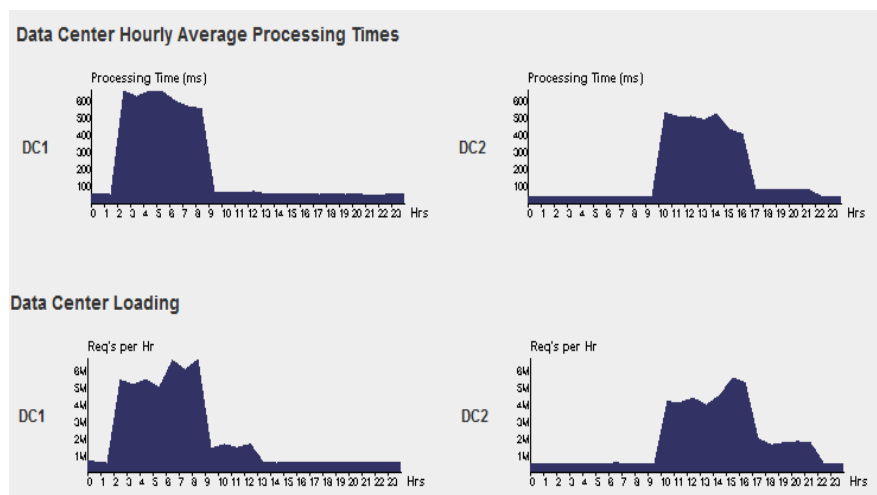
Генерално, времето на одговор во второто сценарио е значително пониско од времето на одговор во првото сценарио со еден центар за податоци. Од друга страна, имаме зголемување кај времето за процесирање на податочен центар кај второто сценарио со два податочни центри, а тоа се должи на тоа што се користи само половина од бројот на виртуелни машини во секој од податочните центри во споредба со првото сценарио. Значително подобрување во второто сценарио е евидентно за време на одговор од региони каде што просечното време на одговор има балансирана распределба, што се гледа во втората колона Avg (ms), во табела 3.4.

Значајна разлика е забележлива во времето за обработка кај податочните центри, на слика 3.2.3, каде што просечното време за обработка кај податочен центар се зголемува поради намалениот број на виртуелни машини. Притоа, во исто време може да се забележи намалување на податочниот сообраќај кај првиот податочен центар (DC1), каде што пикот е сега на 6M барања на час. Намалувањето на бројот на виртуелни машини за половина за време на врвните оптоварувања дополнително го зголемува времето за процесирање за два пати во секој податочен центар.

ТАБЕЛА 3.4 СЦЕНАРИО 2: ВРЕМЕ НА ОДГОВОР ПО РЕГИОНИ [111]

User Base	Avg (ms)	Min (ms)	Max (ms)
UB1	994,941	92,687	2.535,985
UB2	545,046	189,154	1.738,521
UB3	719,439	75,094	1.817,187
UB4	749,981	280,650	1.335,600
UB5	346,825	259,448	876,667
UB6	208,679	166,418	370,501

Во истражувањето [111], беше спроведена анализа со користење на симулатор CloudAnalyst (англ.) и добивме значителен напредок за времето на одговор во 6-те региони и намален сообраќај на процесирање во податочниот центар 1 (DC1).



Слика 3.2.3 Сценарио 2: Време за процесирање според податочен центар [111]

Спроведеното истражување за масивните отворени интернет инфраструктури за учење во светски рамки, направено е затоа што тие нудат извонредна соработка и отвораат можности за студентите да се соберат и да дискутираат за содржината на курсот. Во рамки на ова истражување прикажавме како CloudAnalyst (англ.) може да се користи за да се моделира и симулира MOOC од реалниот свет во околина за пресметување во облак преку студија на случај за Coursera. Илустриравме како симулаторот може да се користи за ефикасно да се идентификува и предвиди бројот на корисници во регион и како тоа влијае на перформансите на податочниот центар. Со ова истражување се обезбедува соодветна конфигурација за распределба на ресурсите според географска локација во зависност од обемот на работа во околина за пресметување во облак, што им овозможува на давателите на MOOC да понудат високо квалитетен материјал за учење. Ние понудивме решение со два податочни центри, еден во Северна Америка, а другиот во Европа, со цел да се подобри услугата до крајните корисниците. На тој начин, се подобри времето за одговор во 6-те региони и се покажа како може да се подобри функционирањето на Coursera апликациите низ податочните центри.

При истражувањето применета е анализа и ефикасен пристап за користење на ресурсите, во системите за масивни отворени интернет курсеви (MOOC). Ефикасно искористување на ресурсите за пресметување во облакот, направено е со цел да се разбере како системските параметри влијаат врз квалитет на курсот.

3.3 Анализа на големи податоци со примена на сервиси за пресметување во облакот

Нови сервиси базирани на пресметувањето во облак се развиваат постојано, со цел да ги задоволат потребите за побрз, посигурен и ефикасен начин за извлекување на потребните информации од големите податоци. Значајна придобивка од примената на технологијата за пресметувањето во облак се постигнува кога се врши извршување на сложените алгоритми за пресметки и обработка на податоците во облакот. Затоа, во рамки на нашето истражување [117], ние предложивме модел кој обезбедува извршување на алгоритми за податочно рударење, во сервисите базирани на пресметувањето во облак, кои се лесно достапни за корисниците. Во истражувањето, широко распространетите алгоритми за податочно рударење ќе бидат реализирани како Map/Reduce (англ.) задачи, кои што се извршуваат како сервиси базирани на пресметувањето во облак. Тие сервиси ќе овозможат корисникот прво да го избере сетот на податоци што треба да се процесира. Следно треба да се направат соодветни подесувања на параметрите за алгоритмот за податочно рударење, со цел барањето да се обработи во околина за пресметување во облак. Очекуваниот резултат од ова истражување е да се понуди еден интегриран сервис за податочно рударење базиран на пресметувањето во облак, кој има цел да обезбеди за истражувачите еден стабилен модел за анализа на истражувачките податоци.

Во текот на нивните истражувања, научниците и истражувачите имаат константна потреба да спроведуваат анализа на обработката на собраните или ажурираните податоци. Истражувачот едноставно избира соодветен електронски сервис, внесува лични податоци во веб-формата. Потоа платформата го извршува процесирањето на податоците и ги прикажува резултатите. Во таа насока, ние предлагаме платформа која ќе обезбеди сервиси за анализа на истражувачките податоци, кои се лесно достапни за истражувачите. Недостаток на постојните системи за податочно рударење е што бараат корисниците да имаат инсталирано соодветен софтвер за обработка на податоци, со чија помош ќе се направи процесирање на податоците на локалниот компјутер. Притоа, како што се зголемува обемот на податоците за процесирање, така треба повеќе време за да се дојде до резултатите од анализата. Со цел да се олесни процесот на анализа на податоци, некои истражувачи предлагаат примена на облак базирана платформа која обезбедува начин на обработка на податоците како сервис [118]. Во позадината на системот за обработка на податоци е Hadoop (англ.) систем, кој е имплементиран според Map/Reduce (англ.) моделот [119]. Додека пак имплементацијата на алгоритмите за податочно рударење се врши во Apache Mahout (англ.) околина [120]. Hadoop (англ.) системот користи HDFS (англ.) (Hadoop дистрибуиран податочен систем),

кластер за чување на податоци во системот, кој овозможува чување, процесирање, извлекување и управување со податоците [121]. Слична примена на алгоритми за машинско учење, во рамките на системите за пресметување во облак направено е со помош на GraphLab (англ.) [122]. Затоа, во фокусот на ова истражување е развој на модел на сервис базирани на пресметувањето во облак за податочно рударење, со цел брзо и ефикасно извлекување на потребните информации од големите податоци.

Целта на ова истражување е да предложи модел на сервис базиран на пресметувањето во облак, кој ќе им обезбеди на корисниците целосна анализа на истражувачките податоци. Предноста на овој модел е што ќе ни овозможи да ја искористиме моќта на компјутерското процесирање во Hadoop (англ.) системот, за развој на напредни и скалабилни алгоритми за обработка на податоци. Исто така, предложените сервис базирани на пресметувањето во облак ќе им овозможат на корисниците да користат веб-базирана платформа за анализа на големи податоци. Главниот придонес на овој труд е да ја демонстрира ефикасноста на анализата на извршување на алгоритми за податочно рударење, во сервисите базирани на пресметувањето во облак. Резултатите од спроведените експерименти ќе ја потврдат предложената цел на ова истражување.

Имајќи предвид дека наједноставен и најстар вид на препораки е да се предложи рангирање преку систем за препораки, кој овозможува да се креира листата на фаворити. Типичен пример на препораки е кога ќе одиме во една продавница за книги, често се консултираме со персоналот за да ни посочи книги кои се најпопуларни. Друг пристап е кога на одредени веб сајтови може да се најде препорачана листа на омилени книги која ја предлагаат литературни критичари. Сите овие препораки се направени индивидуално врз основа на одредени критериуми. Системите за препораки дополнително се прилагодуваат според самите корисници на системот. На пример, ако го користиме YouTube (англ.) сервисот, на почетната страна може да се види листа од најпопуларните видео клипови. При развојот на овие системи за препораки се зема предвид активноста на корисникот, како би можело да се предложат слични содржини. Затоа овој вид на препораки се прилагодени, т.е. персонализирани, на потребите на индивидуалните корисници. Постојните истражувања покажаа дека компјутерските системи кои користат алгоритми за податочно рударење на еден компјутер, не се во можност да ги задоволат потребите за анализа на поголеми множества на податоци [123]. Со цел да се подобри ефикасноста на алгоритмите, наш предлог е да се користи дистрибуирано процесирање на податоците со примена на соодветни алгоритми за препорака во рамки на Hadoop (англ.) систем [123].

Сметаме дека во денешно време не е истражувачки предизвик комплексноста на проблемот што треба да се реши, туку количината на податоци кои треба да се обработат. Со цел да се реши проблемот со анализа на големите податоци, а истовремено да се реши и проблемот на ефикасно дистрибуирано компјутерско пресметување, потребен е нов програмски модел базиран на паралелно процесирање, наречен Map/Reduce (англ.) [124]. Овој модел овозможува поедноставно извршување на дистрибуираните апликации за обработка на големи податоци, кои користат податочно рударење [125]. Во таа насока, направен е обид за развој на алгоритам за item-based collaborative filtering, (англ.), пристап, базиран на Map/Reduce (англ.) моделот [126]. Алгоритамот развиен на овој начин овозможува поделба на трите најсложени пресметки од предложениот алгоритам, да бидат разделени во четири Map/Reduce (англ.) фази, од кои секоја може независно да се извршува на различни јазли паралелно.

Сличен пристап на анализа користат авторите Валуњ (Walunj) и Седафале (Sadafale) во [120], кои предложија употреба на Mahout (англ.) платформата како скалабилно решение, што е во можност да обезбеди поддршка за дистрибуирана обработка на големите податоци, во кластер на компјутери со користење на Hadoop технологијата. Предложената Mahout (англ.) платформа, долго време успешно се користи за предвидување и анализа при класификација на текстуални содржини, во системите за препораки [127]. Со интеграцијата на Mahout (англ.) библиотеките, наменети за алгоритми за машинско учење, во сервиси базирани на пресметувањето во облак, истражувачите се во можност да вршат рана детекција и предвидување на грешки во системите [128], како и оптимизација на истите [129]. Овие и слични истражувања во оваа област, овозможува појава на нови современи сервиси за податочно рударење (CaaS) [118]. Предноста на овие сервиси е во тоа што тие се во состојба да обезбедат платформа за обработка на податоците базирана на пресметувањето во облак. Со цел ефикасна и комплетна анализа на податочното рударење го предлагаме следниот модел базиран на пресметување во облак.

3.3.1 Архитектура на сервис за податочно рударење базиран на пресметување во облак

Главната цел на моделот за податочно рударење базиран на пресметувањето во облак е да обезбеди интегрирана средина каде што истражувачите ќе добиваат целосна анализа за податоците. Во рамките на овој дел накратко образложен е описот на предложената сервисна архитектура за податочно рударење базирана на пресметувањето во облак. Основа за развој на сервисите за податочно рударење е платформата за водење и анализа

на податоци Ankus (англ.), која што претставува збир на различни алатки за анализа, развиени со примена на софтвер со отворен код [130]. Ankus платформа овозможува лесна интеграција со HDFS (англ.) кластерот за чување на податоци во системот и веб серверот, прикажана на слика 3.3.1.

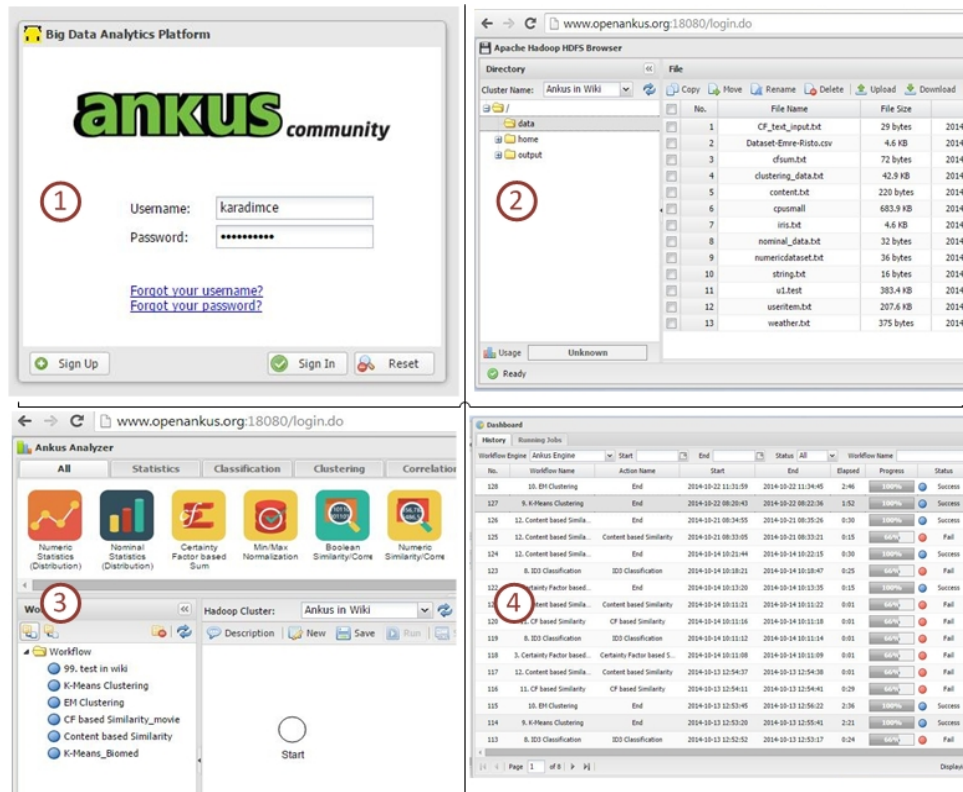


Слика 3.3.1 Нивовски приказ на сервисот за податочно рударење базиран на пресметувањето во облак [117]

Корисниците се во можност да пристапат до сервисот базиран на пресметувањето во облак, со цел да направат анализа на податоци, со помош на веб прелистувач. Со оглед на тоа што алгоритмите за податочно рударење се извршуваат врз основа на Map/Reduce (англ.) моделот, по завршување на алгоритмот се генерира една излезна датотека со податочни резултати и уште една друга датотека со историја за извршената задача. Врз основа на добиените резултати од извршениот алгоритам, самиот истражувач дополнително може да направи анализа на ефикасноста со користење на StarfishHadoop Log Analyzer (англ.) [131]. Самиот систем за анализа може да работи локално на корисничкиот компјутер или пак на дистрибуираниот систем за пресметувањето во облак, претставен со испрекинатата линија на слика 3.3.1.

Најпрво сите истражувачи се најавуваат со корисничко име и лозинка на веб платформата за анализа на податоци со примена на алгоритмите за податочно рударење, види слика 3.3.2 (1). Следната задача е истражувачот да избере или да испрати множество на податоци кон HDFS (англ.) дистрибуираниот систем за складирање на податоци, види слика 3.3.2 (2). Во рамки на податочниот кластер, датотеката се дели на HDFS (англ.) блокови, а именскиот јазол добива листа за распределба на репликите (составени од 3 копии) по јазли за секој HDFS (англ.) блок [132]. По запишувањето на податоците на HDFS (англ.) дистрибуираниот

систем за складирање на податоци, корисникот е подготвен да започне со соодветните поставки во зависност од типот на алгоритмот за пребарување на податоци кои треба да се извршат. Целиот процес на извршување на алгоритмите за податочно рударење, во рамки на платформата за пресметување во облак, се базира на Map/Reduce (англ.) моделот за паралелно процесирање.



Слика 3.3.2 Примена на сервисот за податочно рударење базиран на пресметувањето во облак [117]

Основата на Map/Reduce (англ.) моделот е процесирање на податоци, кои се организирани во структура на парови {индекс, вредност}. Предноста на организациската структура на податоците во парови, се користи за паралелно процесирање, кое се состои од извршување на задачите во два чекори. Првиот чекор е мапирање (Map, англ.) на влезните податоци, со цел да се креира иницијален распоред на податоците во листа, која е влез за вториот чекор за агрегирање на податоците, познат под името Reduce, кој ги дава сумираните податоци на излез [124]. Процесот на обработка на податоците во рамки на Reduce (англ.) задачата, овозможува листата {индекс, вредност} да се трансформира во листа агрегирани индекс – вредности. Користејќи го овој принцип на процесирање на податоците, следно предложено е како да се направи имплементација на најчесто користените алгоритми за податочно рударење. Редундантноста на податоците, во рамки на HDFS (англ.) дистрибуираниот систем, овозможува да се врши паралелно процесирање на податоците, така што,

извршувањето на задачите е независно од влезното податочно множество. Имплементацијата на алгоритмите за податочно рударење се прави во рамки на интерактивниот дијаграм за анализа, прикажан на слика 3.3.2 (3). Целосните информации за извршување на Map/Reduce (англ.) задачите, може да се следат на веб порталот, во делот Dashboard (англ.), прикажан на слика 3.3.2 (4). На овој начин корисниците лесно можат да го следат извршувањето на алгоритмите и да најдат детални информации за конфигурација и евентуалните грешки за некои неуспешно извршени задачи.

3.3.2 Имплементација на сервисите за податочно рударење како Map/Reduce задачи

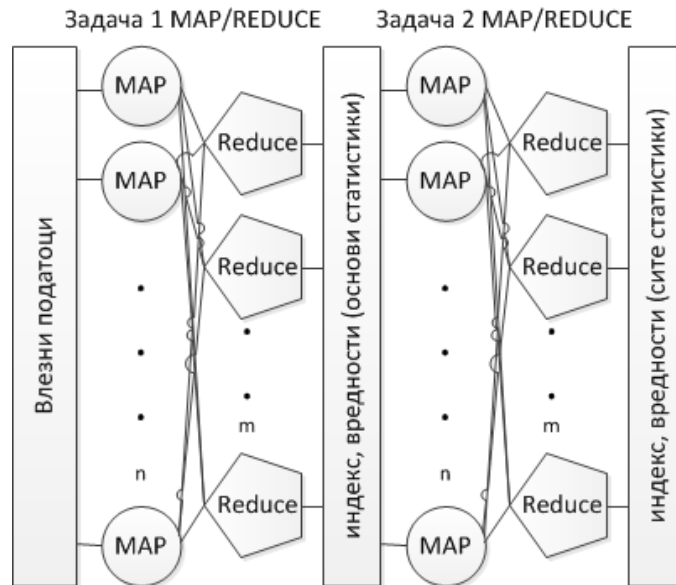
Наша намера со ова истражување беше корисниците да можат да извршат анализа на различно множество на податоци на лесен, едноставен и брз начин. За таа цел, ние предлагаме познатите алгоритми за податочно рударење да ги имплементираме како сервиси кои ќе бидат оптимизирани за паралелна обработка на податоците. За одредени познати алгоритми за податочно рударење ќе биде прикажана имплементацијата како Map/Reduce (англ.) задачи, а на крај од истражувањето ќе следи негова анализа.

Од најзастапените статистички алгоритми ги издвојуваме Нумеричката статистика и Номиналната статистика. Општо, статистички алгоритми може да се имплементираат со помош на Map/Reduce (англ.) моделот, како две последователни Map/Reduce (англ.) задачи, визуелно опишани на слика 3.3.3.

При имплементација на алгоритмите за Нумеричка статистика се издвојува паралелното извршување на следните две задачи:

а) **Задача 1 Map/Reduce (англ.):** Делење на податоците за дистрибуирана обработка на n делови (бројот на редуктори во Hadoop (англ.) системот). Пресметување на вредностите за секој од основни статистички податоци и нивно конечно сумирање.

б) **Задача 2 Map/Reduce (англ.):** Со првата задача се пресметуваат основни статистички податоци, а со втората задача се спроведува целокупно сумирање на n -те делови, со цел да се пресметаат вкупните статистички податоци. Излезот на оваа Map/Reduce (англ.) задача е векторски подредено поле од податоци со овие статистички карактеристики: индекс, сума, средна вредност, хармонична средина, геометриска средина, варијанса, стандардна девијација, максимална, минимална вредност и медијана.



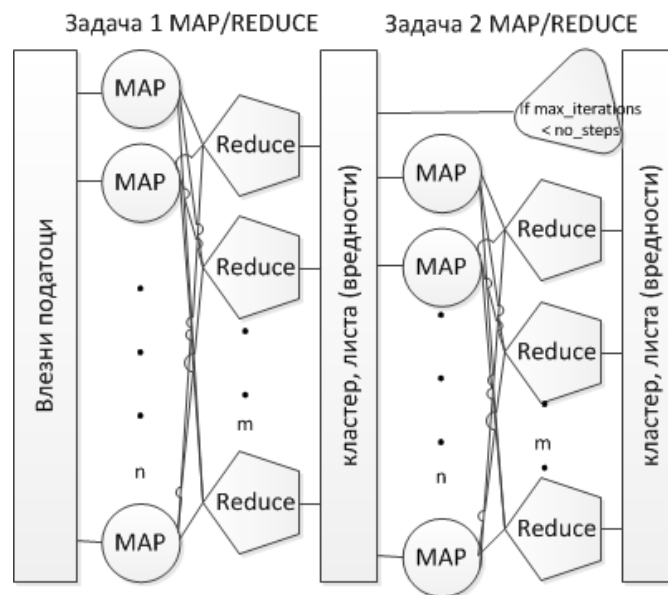
Слика 3.3.3 Имплементација на алгоритам за нумеричка статистика во Map/Reduce моделот

Имајќи предвид дека кластеринг алгоритмите се едни од најчесто користените методи за податочно рударење, а се користат за да се утврди врската помеѓу објектите, ние избравме да ја демонстрираме имплементацијата на алгоритмот за кластерирање при максимизација на очекувањата (EM clustering, англ.). Овој алгоритам се спроведува на податочни датотеки кои се векторски базирани и кои поддржуваат нумерички и категорички атрибути. Алгоритмот користи распределба по средна вредност и варијансата, кои се добиваат како процент од растојанието меѓу групите. Дополнително, алгоритмот ја користи фреквенцијата кај категорички атрибути, која се добива врз основа на центарот на категоријата. EM (англ.) кластеринг имплементиран е како Map/Reduce (англ.) модел, преку две последователни Map/Reduce (англ.) задачи, визуелно опишани како на слика 3.3.4, на тој начин што:

- Задача 1 Map/Reduce (англ.):** Во првата задача се врши мапирање со цел да се одреди центарот за почетниот кластер. На тој начин, првично се пресметува веројатноста со која случајните променливи припаѓаат на одреден кластер на податоци.
- Задача 2 Map/Reduce (англ.):** Во рамки на оваа задача, се определуваат центрите на кластерите и се врши идентификација на вредностите во рамки на групите.
- Под-задача 2-1 Map/Reduce (англ.):** задача за групирање. За секоја податочна вредност се пресметува максималната веројатност за припадност во специфичната група.

г) Под-задача 2-2 Map/Reduce (англ.): ажурирање на централната вредност на групата. Вредностите се доделуваат на кластерот што му припаѓаат, врз основа на овие податоци се врши ажурирање на центарот на групата.

д) Под-задача 2-3 Map/Reduce (англ.): Се одредуваат условите за кластерирање. Доколку центарот на ажурираниот кластер е ист како и центарот на претходниот кластер добиен во задача 2 Map/Reduce (англ.), завршува алгоритмот. Доколку тие не се совпаѓаат, повторно се извршува итерацијата во рамки на задачата 2 Map/Reduce (англ.).



Слика 3.3.4 Имплементација на алгоритам за кластерирање во Map/Reduce моделот

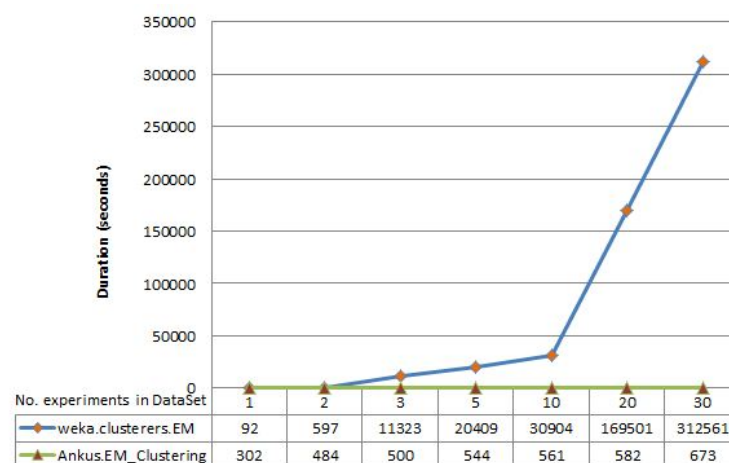
Процесот на кластеринг повторувањата престанува кога ќе се надмине бројот на поставени максимални итерации (`max_iterations`, англ.), поставен како влезен параметар. Оваа состојба се проверува на крај од задачата 2 од Map/Reduce (англ.), како на слика 3.3.4.

Имплементацијата на K-means (англ.) кластеринг алгоритмот во Map/Reduce (англ.) моделот е многу слична на имплементација на EM (англ.) кластеринг. Единствената разлика е во тоа што се користи Евклидово растојание за да се пресмета растојанието помеѓу центарот и одредена вредност при определување на нумеричките карактеристики [130]. Во рамките на ова истражување е прикажана примената на сервисите за податочно рударење, преку нивна имплементација во Map/Reduce (англ.) моделот, за процесирање на податоци. Практичната страна на овие предложени сервиси е што се извршуваат во платформа базирана на технологијата за пресметување во облак.

3.3.3 Експериментални резултати и дискусија

Предложениот модел за сервис за процесирање на податоци ќе биде практично прикажан со примена на експерименти врз голем податочен сет. За таа цел ние ја избравме базата на експериментални резултати од Институтот за системска анализа и информатика „Antonio Ruberti“ [133]. Првиот ред на податочниот сет ги содржи насловите на експериментите. Првата колона го содржи името на функцијата (променливата), а втората колона го опишува податочниот тип на променливата: NUM (нумерички вредности). Врз основа на сличните истражувања за ваквите податоци, сметаме дека најсоодветно е да се примени алгоритам за кластерирање. Дополнително, овој алгоритам е избран поради тоа што за негово извршување треба поголемо компјутерско процесирање при обработка на голем сет на податоци [134]. Како референтна алатка за спроведените експерименти ќе се користи WEKA (англ.) [135]. Таа е најчесто користена кога треба да се направат слични истражувања кои користат алгоритми за податочно рударење [136].

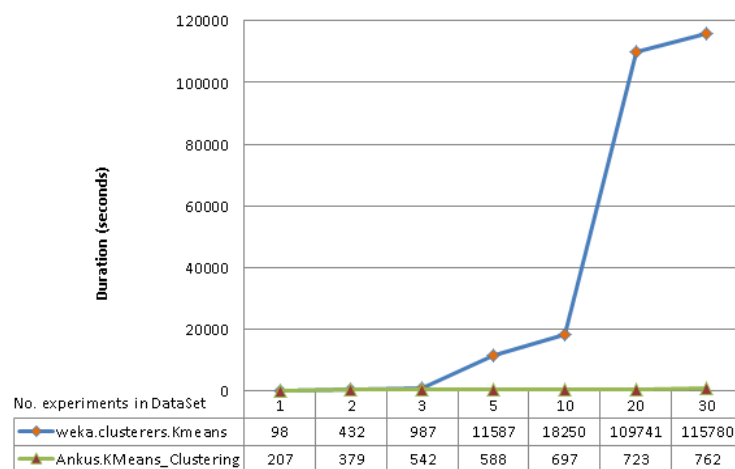
Во рамки на првиот експеримент е направена споредба на резултатите добиени од примена на кластеринг алгоритам за податочно рударење, кој е извршен на WEKA (англ.) и со ново предложениот модел на сервис базиран на процесирање на податоци. На слика 3.3.5, е дадена споредба на добиените резултати од извршувањето EM (англ.) кластеринг алгоритамот. Резултатите добиени од извршувањето на EM кластеринг алгоритамот со користење на WEKA (англ.) се добиени кога истиот е извршен на еден компјутер. Во долниот дел од сликата, дадено е точното време на извршување на EM (англ.) кластеринг алгоритамот во рамки на платформата за сервис базирано процесирање на податоци. Притоа треба да се има предвид дека податоците на платформата се чуваат во HDFS (англ.) дистрибуираниот систем за складирање на податоци.



Слика 3.3.5 Резултати од анализа на податочно рударење со EM кластеринг алгоритам [117]

Споредбата покажа дека за помал број на експерименти во податочниот сет, не постои значајна разлика во времетраењето на алгоритмот за податочно рударење. Притоа, како што расте бројот на експерименти во податочниот сет, значително се зголемува и времетраењето (во секунди) за извршување на EM (англ.) кластеринг алгоритмот. Добиените експериментални резултати потврдија, дека EM (англ.) кластеринг алгоритмот кој се извршува на платформата за сервис базирано процесирање на податоци не трае повеќе од 10 минути, без оглед на зголемувањето на бројот на експериментите. Најголема разлика во времетраењето за извршување и најголема ефикасност се забележува кога се користат податоци од 10 експерименти. Во тој момент, има нагло зголемување на времето што е потребно за извршување на EM (англ.) кластеринг алгоритмот со софтверот WEKA.

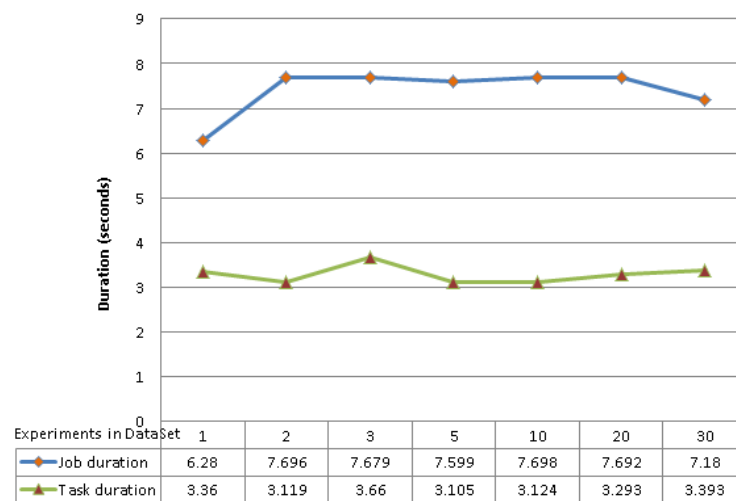
Во вториот експеримент, кој беше спроведен врз истиот сет на податоци, беше користен K-means (англ.) кластеринг алгоритмот. Резултатите од експериментот каде е применет овој алгоритам се дадени на слика 3.3.6. Врз основа на добиените резултати може да се забележи значителна разлика во времетраењето за извршување на алгоритмите, кога бројот на експерименти е поголем од 10, при извршување на K-means (англ.) кластеринг алгоритмот.



Слика 3.3.6 Резултати од анализа на податочно рударење со K-means кластеринг алгоритмот [117]

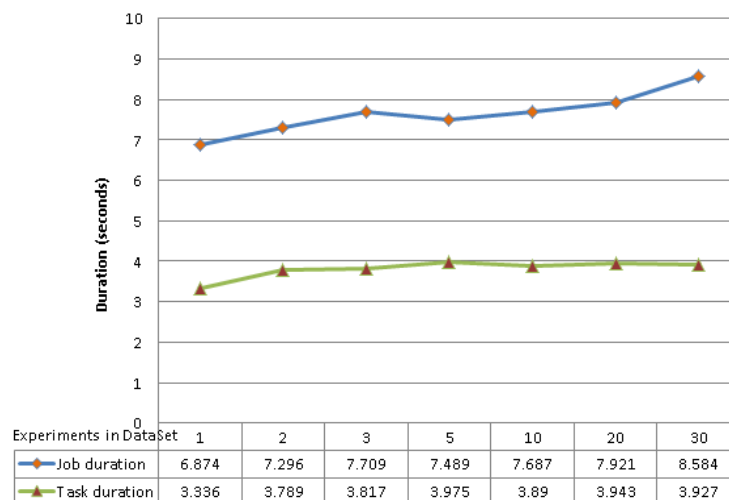
За целосна анализа на извршените Map/Reduce (англ.) задачи, во рамки на Hadoop системот, ние го анализиравме времетраењето на задачите со користење на StarfishHadoop Log Analyzer (англ.) [131]. Целосната анализа на временска рамка за извршената Map/Reduce (англ.) задача ќе обезбеди многу подетални информации. За таа цел, посебно беше анализирано времето на извршување на целата задача (Job duration, англ.), а посебно беше анализирано времето на извршување на посебните делови од задачата (Task duration, англ.).

Кај првиот експеримент, во кој е применет алгоритам за EM-кластеринг, времето на извршување на целата задача е два пати подолго, во однос на времето на извршување на посебните делови (Task duration, англ.). Времето на извршување на целата задача се зголемува за време на извршување на Map/Reduce (англ.) задачите. Најголемо отстапување има кога бројот на експериментите е 30, во податочниот сет, видливо на слика 3.3.7. Времето на извршување на целата задача е два пати подолго, во однос на времето на извршување на посебните делови (Task duration, англ.), кај вториот експеримент што користи K-means (англ.) кластеринг алгоритам. Тоа е прикажано на слика 3.3.8. Во овој експериментален случај не се забележани големи и значајни промени во тренд линијата за времетраењето на извршување на Map/Reduce (англ.) задачите.



Слика 3.3.7 Резултати од анализа на времето на извршување на EM кластеринг алгоритамот

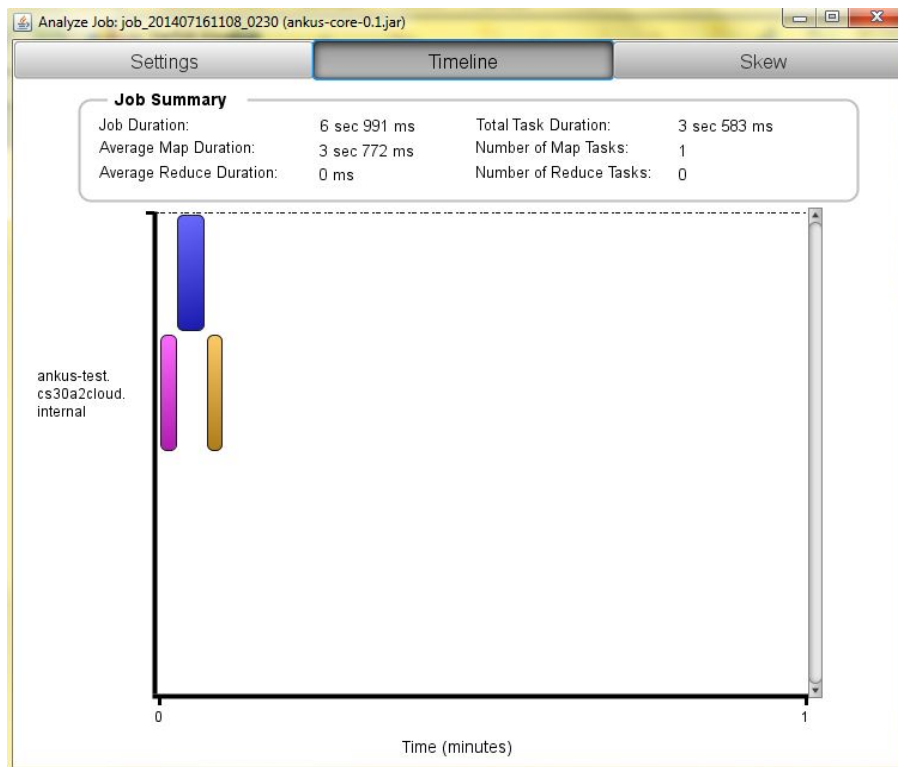
[117]



Слика 3.3.8 Резултати од анализа на времето на извршување на K-means кластеринг

алгоритамот [117]

Главната предност на предложениот модел за сервис базирано процесирање на податоци е ефикасното извршување на сложените пресметки за алгоритмите на податочно рударење со помош на Map/Reduce (англ.) моделот. Едноставниот и интуитивен графички интерфејс на Ankus (англ.) – платформата овозможува корисниците, со лесна навигација, да си дизајнираат потребни алгоритми за податочно рударење. Додека пак, анализата на резултатите од извршување на алгоритмите се врши преку лесна интеграција и визуелизација со помош на StarfishHadoop Log Analyzer (англ.), како на слика 3.3.9.



Слика 3.3.9 Временска анализа на Map/Reduce задача со StarfishHadoop Log Analyzer [117].

Сервисите базирани на пресметувањето во облак нудат сигурен, брз и доверлив модел за анализа на големите податоци за истражувачки цели. Предноста од примена на предложената платформа за податочно рударење е во тоа што резултатите од секоја анализа се зачувани во облакот. На тој начин, секој корисник може да го повтори експериментот и лесно да ги спореди добиените резултати. Дополнително, предложениот модел им обезбедува на истражувачите интегрирана анализа на добиените резултати при примената на алгоритмите за податочно рударење. За евалуација на моделот, кластеринг алгоритмот е избран, бидејќи неговото користење побарува најголема моќ за компјутерско процесирање кај голем сет на податоци.

Врз основа на извршените експерименти е потврдена ефикасноста при користење на модел за сервис базирано процесирање на податоци при анализа на податоци, во однос на

традиционалниот пристап за податочно рударење. Најголема разлика во должината на времето за обработка е забележана кога се користеа повеќе од 10 експерименти од базата на податоци. Главната цел на платформата базирана на технологијата за пресметување во облак е да обезбеди интегрирана средина, каде што истражувачите ќе добијат целосна анализа на податоците.

Предложениот модел обезбеди целосна интеграција на различните видови на сервиси за анализа на алгоритми за податочно рударење, кој обезбедува колаборативен пристап за сигурна анализа на податоците. Примената на сервиси базирани на пресметување во облакот може практично да се искористи во развојот на јавни е-владини сервиси. Овој нов пристап, истражуван во [138], ќе придонесе за модернизирање на пазарите на труд и ќе ги поттикне луѓето со развивање на нивните вештини да го зголемат учеството во понудата и побарувачката на работната сила, секако и преку мобилност на трудот. На тој начин, предложената платформа која користи модел за сервис базирано процесирање на податоци, ефикасно ќе одговори на неусогласеноста помеѓу побарувачката и понудата на работна сила, така што ќе ги направи јавните е-владини сервиси за вработување поефикасни, поефективни, полесни и персонализирани за корисниците.

4 КВАЛИТЕТ НА ПЕРЦЕПЦИЈА

Технологијата за пресметување во облак има за цел да обезбеди стабилна, доверлива и енкапсулирана динамичка информациска комуникациска околина, во која крајните корисници ќе можат истовремено да пристапат до споделени мултимедијални ресурси кои се достапни од било кој уред и во секое време. Дополнително, прифаќањето на технологија за мобилно пресметување во облак им помага на институциите да ги намалат компјутерските ресурси, што придонесува за подобрување на продуктивноста и ефикасноста. На овој начин, ќе можат да заштедат, ако ги намалат трошоците за одржување на податочните центри и во делот за набавка на лиценци за апликациите и оперативните системи. Како што знаеме, мултимедијалните сервиси за видео комуникација, виртуелна реалност, видео пренос во реално време и слични, се многу зависни и чувствителни на промени на техничките фактори. Самиот процес на мигрирање на мултимедијалните сервиси да користат технологија за пресметување во облак е поврзан со специфичниот кориснички профил (карактер) и степенот на задоволство на корисниците од одредена услуга. Во овој процес, постои ризик дека сервисите за пресметување во облак, нема да ги достават мултимедијални ресурси со определен квалитет според очекувањата на крајните корисници. Самите провајдери на интернет сервиси (ISP) се во можност да ги надгледуваат исклучиво директно мерливите мрежни параметри (QoS). Со цел да биде испорачан соодветен квалитет на сервисите што ќе ги задоволат очекувањата на крајните корисници, самите даватели на мултимедијални сервиси OTT (over-the-top, англ.) треба да воспостават соодветен систем за следење и управување со квалитетот.

Одредено подобрување на испораката на мултимедијална содржина се постигнува кога се користи збир на сервиси кои вршат прилагодување на параметрите, врз основа на корисничкиот профил, мрежна конекција и форматот на содржината што се пренесува [137]. Самата адаптација на мултимедијалната содржина, создаде потреба за дефинирање на квалитативна мерка која ќе ја процени перцепцијата на корисникот, која зависи од корисничкиот профил и степенот на задоволството на корисниците за одреден мултимедијален сервис. За таа цел беше воведена мерката за квалитетот на перцепција

(QoE), што е метрика за одредување на квалитетот на користената услуга/сервис од страна на крајниот корисник.

Со оглед на тоа што оваа метрика е динамичка и се базира на мултидимензионален концепт, таа се креира под влијание на неколку димензии: очекувања, употребливост, ефикасност и вредност [10]. Со воведувањето на оваа метрика на карактеристиките за квалитет, попрецизно се дефинира квалитетот на перцепција. Тоа беше првичниот чекор што покренала едно многу значајно прашање: Дали може да се направи проценка колку се задоволни корисниците кои ги користат мултимедијалните сервиси во облакот? Овој процес треба да обезбеди начини како да се направи проценка на целокупната перцепција кај корисниците на услугата, а со тоа и да се обезбеди повратна информација за перцепираните особини за квалитет на различните сервиси. Целиот процес на проценување на квалитет е субјективен и ги идентификува прифатливите параметри за одреден корисник или група на профили на корисници што може да имаат значајно влијание врз проценката на нивото на квалитет. Притоа, провајдерите на мултимедијални сервиси треба да воспостават соодветен мост помеѓу параметрите за квалитетот на перцепција (QoE) и квалитетот на сервисите (QoS) во процесот на доставување на сервиси.

Постојните истражувања потврдија дека еден од првите модели е концептуалниот QoE модел, кој користи мапирање на QoE и QoS параметрите, а е предложен од авторот Ву (Wu et al.) [139]. Овој модел ги интегрира мрежните параметри, како што се интерактивност, живост и конзистентност со субјективните параметри како концентрација, внимание и прифаќање на технологијата, од друга страна. Крајниот исход е теоретска рамка за мерење на квалитетот на перцепција која обезбедува квантитативни мапирања помеѓу QoE и QoS параметрите користејќи корелативна анализа [139]. Некои од неодамнешните модели за предвидување на квалитетот на перцепција обезбедуваат динамичко прилагодување на мултимедијалните карактеристиките на различни мрежни услови, со цел да се обезбеди висок квалитет [140]. Овие и слични други истражувања потврдија дека Баесовите мрежи обезбедуваат општо прифатена алатка за моделирање на севкупните особини за квалитет. Сепак, не постои истражување кое користи Баесови мрежи, што ги анализира субјективните резултати од теренско истражување за користење на различни видови на мултимедијални сервиси во облакот.

Главната задача на изложеното истражување е да го утврди и измери квалитетот на перцепција кај понудените облак базирани сервиси од аспект на крајните корисници [141].

Во оваа насока, истражувањето ќе презентира методологија за развојот на Баесов-базиран модел за проценка на субјективните параметри на корисникот за квалитет во QoE метрика.

4.1 Развој на модели за квалитетот на перцепција

Меѓународната унија за телекомуникации (ITU-T) во новите препораки од 2016 година, П.10 и Г.100, за перформанси и квалитет на сервиси ги дава следните дефиниции за квалитетот на перцепција.

4.1.1 Дефиниција на квалитетот на перцепција

Квалитетот на перцепција (QoE) е мерка за степенот на задоволство или незадоволство на корисникот, чие доживување вклучува користење на некоја апликација, услуга или систем [142]. Врз основа на тој степен, произлегува личната евалуација за исполнување на неговите или нејзините очекувања и потреби во однос на неопходните сервиси и уживања во контекст на корисникот и моменталната состојба.

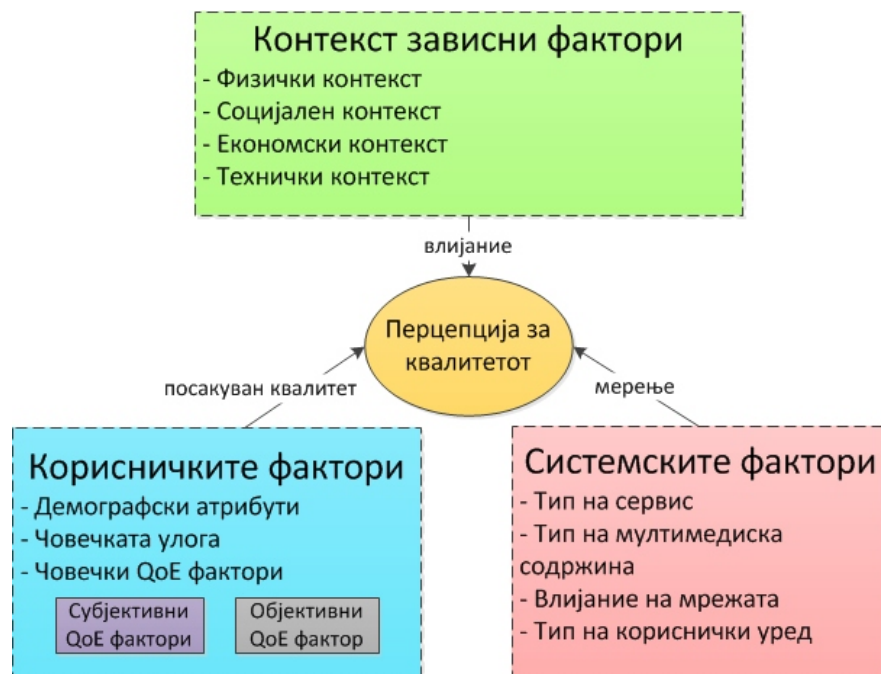
Во областа на образованието оваа метрика во македонската литература е позната како квалитет на искуство¹, наведувајќи ја потребата за правилно идентификување на релевантните фактори кои влијаат врз искуството со цел унапредување на образовниот процес во целина.

Факторите кои влијаат врз квалитетот на перцепцијата ги вклучуваат видот и карактеристиките на апликацијата или услугата, контекстот на користење, очекувањата на корисниците во однос на апликацијата или услугата и нивното исполнување, културното потекло на корисникот, социо-економски прашања, психолошки профили, емоционална состојба на корисникот, и други фактори чиј број најверојатно ќе се прошири со понатамошни истражувања [143].

Проценка на квалитетот на перцепција е процес на мерење или проценка на QoE метрика за група на корисници на апликација или услуга со определена постапка, земајќи ги во предвид факторите кои влијаат. Резултат на процесот може да бидат скаларна вредност, мултидимензионален резултат и/или вербални дескриптори. Сите проценки на QoE метрика треба да бидат придружени со описот на факторите на влијание кои се вклучени. Проценката на QoE метрика може да се опише како сеопфатна кога вклучува голем број од специфичните фактори, на пример, мнозинството од познатите фактори. Следствено, ограничена проценка на QoE метрика ќе вклучува само еден или мал број на фактори [143].

¹ Рецензија на д-р Малиновски, Билтен број 1093 од 2 Февруари, УКИМ - Скопје, 2015

Врз основа на стандардите и дефинициите, може да се заклучи дека квалитетот на перцепција кај сервисите за пресметување во облак, не ги исполнува само барањата за техничките перформанси, туку се заснова на усвојување корисничките потреби и очекувањата на крајните корисници. Важно е да се спомене дека квалитетот на перцепција има динамичка и променлива природа како метричка единица, со чија помош се изразува степенот на задоволство или непријатност кај корисниците. Врз основа на претходно предложениот пристап може да се извлече заклучок дека во целост факторите кои влијаат врз квалитетот на перцепцијата се грубо групирани во три категории: кориснички, системски и контекст зависни фактори на влијание [15]. Имајќи во предвид колку овие фактори се комплексни и се силно поврзани, може да се види на дијаграмот на поврзаност на слика 4.1.1.



Слика 4.1.1 Дијаграм на фактори кои влијаат врз квалитетот на перцепција

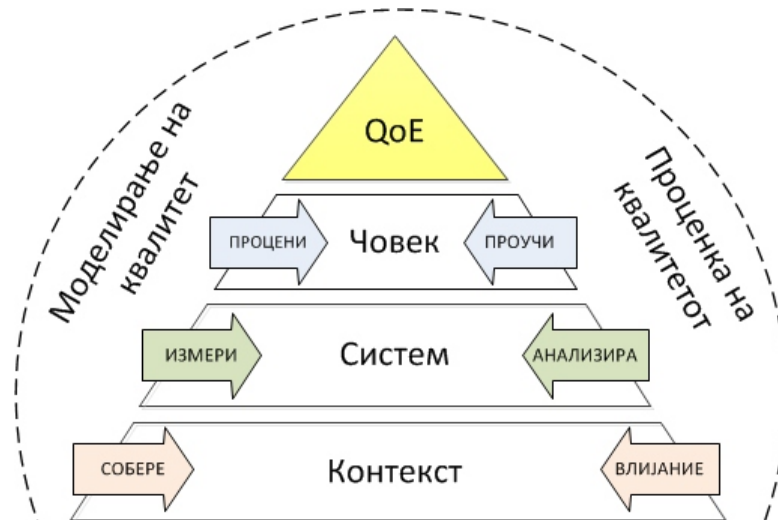
Системските фактори на влијание во системот се однесуваат за три технички карактеристики од аспект на: апликацијата, мрежата и уредот. Така што, апликацијата се однесува на софтверски производ кој работи на уредот и користи интерфејс за комуникација со корисникот, со цел да се обезбедат неопходните сервиси. Мрежата претставува инфраструктура која овозможува комуникација помеѓу далечински дигитални уреди и понудените сервиси. Додека пак, самиот дигитален уред е хардверот каде што работи апликацијата и истиот е поврзан на мрежата во дадениот контекст.

Втората група на фактори се *контекст-зависните*, кои се под влијание на мрежната конекција помеѓу корисниците и апликацијата, која во основа е хетерогена. При тоа, статичкиот контекст не се менува толку често и ги зема во предвид корисничките преференции за апликацијата. Спротивно на тоа, динамичкиот контекст се менува со текот на времето и истиот ги зема во предвид големиот број на промени на карактеристиките, а тоа вклучува бројни алтернативни репрезентации, што го прави тешко предвидлив. Моделирање на контекст-зависните фактори обезбедува избор на соодветни нивоа на квалитет за дадено искуство, ја подобрува ефикасноста и сигурноста на апликацијата и овозможува прилагодување на карактеристиките на системот. Друг значаен фактор кој треба да се земе во предвид, при самиот процес на адаптација на мултимедијални содржини, се техничките способности за поддршка на мултимедијалните содржини на дигиталниот уред. За да бидат земени во предвид техничките карактеристики потребно е да се користи методологијата за собирање на технички податоци од корисничките дигитални уреди.

Корисничките фактори имаат тенденција да влијаат врз процесот на персонализација, односно прилагодување кон индивидуалните потреби на корисниците, со што се обезбедува значително влијание врз целокупната перцепција за квалитет. Овие карактеристики се обезбедуваат преку описот за демографско и социо-економското потекло, физичкото и менталното држење или емоционална состојба на корисниците. Со оглед на нивната субјективност и нематеријална природа, тие се многу сложени за моделирање, што ги прави многу тешки да се разберат. Најчесто за потребите на емпириските истражувањата треба да ги имаме во предвид следните кориснички фактори: демографските карактеристики (на пример, возраста, полот), различните улоги во системот (како клиент или краен корисник) и интеракцијата со технологија, кои имаат силно влијание врз квалитетот.

Истовремено, се гарантира да квалитетот на перцепција е заснован на усвојување, дека корисничката перспектива ги оценува вистинските потреби и очекувања на крајниот корисник. Важно е да се забележи дека квалитетот на перцепција повеќе не се изразува како вербален дескриптор на корисничкото задоволство, но има мултидимензионална вредност која претставува динамичка и променлива проценка за квалитетот. Врз основа на наведената класификација на трите групи на карактеристики, развиеме дијаграм на методологија за проценка на квалитетот на мултимедија, претставен на слика 4.1.2. Предложената методологија за перцепција на квалитет се разгледува како нивовски пристап за истражување на влијанието на човековиот когнитивен стил, контекст-зависните фактори и

системските технички способности на корисничкиот дигитален уред во мултимедијална средина. Целокупниот процес на моделирање на **квалитетот на перцепција** се состои од мерење на карактеристиките на системот, прибирање на параметрите за влијание врз контекстот и спроведување на проценка на човечките фактори на влијание.



Слика 4.1.2 Процес на моделирање на квалитетот на перцепција [141]

Истражувањата за влијанието на системските, контекст-зависните и корисничките фактори беа детално разработени и опфатени во втората глава од тезата. Со оглед на тоа што квалитетот на перцепција е мерка за степенот на задоволство или незадоволство на корисникот за одредена услуга. За да се направи проценка за влијанието на различните факторите кои влијаат врз индивидуалниот квалитет на перцепција, истражувањата се базираат на теоријата на веројатноста. Овој процес се поврзува со стохастичката природа на човечката перцепција, која што овозможува аудио визуелните информации да влијаат на севкупниот квалитет на задоволство, изразен како распределба на веројатностите [144]. Човечката перцепција има големо значење за субјективната перцепција на квалитет, а истата влијае на веројатноста при проценка на степенот на задоволството. При тоа треба да се има во предвид дека корисничката проценка има субјективната природа која е непостојана и релативна при мерење на квалитетот на перцепција.

Земајќи ја во предвид субјективната природа на перцепцијата, најсоодветно е да се користат *модели* кои ќе ги заменат сложените статистички базирани процеси за евалуација на субјективниот квалитет, а истовремено ќе ги поврзат со објективно мерливите параметри [145]. Најсоодветен начин како да се изврши моделирање на квалитетот на перцепција е да се користи метод кој ќе ги поврзе субјективната перцепција на квалитет и објективно мерливите фактори на влијание во системот. Со оглед на сложеноста и

мултидимензионалниот аспект на метриката за процена на квалитетот на перцепција, вистински предизвик е да се обезбедат соодветни модели за проценка на задоволството на крајниот корисник кај мултимедијалните сервиси за пресметување во облак. Поради тоа за развој на модел за квалитетот на перцепција ќе се користи иновативен пристап за развој со помош на Баесови мрежи.

4.1.2 Баесови мрежи

Баесовите мрежи се покажаа како најчесто користени за субјективна проценка при испитување на квалитетот на печатени слики [145], за пренос на мултимедијални видео содржини [28] и слично. Исто така, овие мрежи наоѓаат примена при анализа на податоците од истражувањето на задоволството на корисниците за сложени електронски производи, кој се комбинација од софтверот, електрониката и механичките карактеристики [146]. Предноста на овие мрежи е што со употребата на графови може да се определи односот меѓу поврзани јазли, доколку претходно ја дефинираме дистрибуцијата на условните веројатности за секој јазол. Главната придобивка од Баесовиот пристап на резонирање е во тоа што не е зависен од влезни параметри од корисникот, а доволни ни се само претходните веројатности кои се теоретски дефинирани при изградба на моделот [31]. Сето ова овозможува едноставно да се работи со веројатности, а преку употребата на графовите се очекува да се добие соодветна визуелизација за предложениот модел. Баесовите модели им овозможуваат на истражувачите да анализираат линеарни и нелинеарни односи меѓу променливите во системот [31].

Баесовите мрежи користат јасен и интуитивен графички приказ на јазлите и рабовите. Така што, секој јазол во графиконот означува случајна променлива, а рабовите помеѓу јазлите ја претставуваат веројатната зависност помеѓу соодветните случајни променливи. Предноста на Баесовиот пристап е што нема ограничување за минималниот или максималниот број на јазли во мрежата. Графовите на Баесови мрежи се еднонасочни, што овозможува лесно прикажување на причинско-последичните релации. Друга важна придобивка на овие мрежи е поддршката што ја имаат за наоѓање добри стратегии за решавање на задачи во домен со неизвесност при донесување на одлуки [32]. Со оглед на тоа што, тие се многу ефикасни кога треба да се направи проценка за субјективните параметри, за тоа се користат веројатности. На тој начин, со користење на теоријата на веројатност, самата информација ќе пропагира меѓу јазлите во графот, а тоа е јасно дефинирано во самата Баесова теорема (5.1) [147].

$$P(C | E) = \frac{P(E | C) \cdot P(C)}{P(E)} \quad (5.1)$$

Во теоремата, со C (cause) се означува причината, а со E (evidence) се означува претходно познат факт. Така што, $P(C)$ ја определува веројатноста за постоењето на причина, а $P(E)$ ја дефинира веројатноста за познатиот факт. Условната веројатност за постоењето на факт врз основа на претходна причина е означена со $P(E|C)$, додека пак со $P(C/E)$ се утврдува постериорна веројатност за причината (веројатноста дека причината зависи од обезбедените докази). Ваквата дефиниција на Баесовата теорема може да биде многу корисна при пресметка на зависностите меѓу голем број на променливи [32].

Графот на Баесовата мрежа, $B = (G, P)$, обезбедува визуелен метод за претставување на односите меѓу елементите, исто така наречени „јазли“ во Баесова мрежа. Насочен ацикличен граф, $G = (V(G), A(G))$, овозможува претставување на ентитетите како множество на јазли $V(G) = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$. Од друга страна, идентификацијата на врските помеѓу различните системски ентитети е прикажана со линкови $A(G) = V(G) \times V(G)$, како збир на рабови. Условната веројатност $P: B(X_v(G)) \rightarrow [0,1]$ е заедничка распределба на веројатности, дадена со равенката (5.2) [147], така што

$$P(X_{V(G)}) = \prod_{v \in V(G)} P(X_v | X_{\pi(v)}) \quad (5.2)$$

каде $\pi(v)$ го означува збирот на непосредни предци (родители) на даден јазол v во граф G и веројатност $X_{v \approx v}$. Баесовата теорема ја претставува условната веројатност помеѓу групата на случајни јазли, претставени како јазли во Баесовата мрежа. Со примената на оваа теорема во Баесовата мрежа се обезбедува метод за претставување на односите меѓу варијаблите. На овој начин се добива Баесовата мрежа, во форма на директен ацикличен граф. Каде што, зависноста помеѓу различните варијабли, во рамките на мрежата се прикажуваат со врски, познати како рабови на графот. На овој начин, Баесовата мрежа се користи за претставување на веројатностите за причинско-последичните врски помеѓу множеството на случајни променливи, т.е. јазли. Условната зависност помеѓу јазлите на родителите и децата се дефинира со помош на табелата на условна веројатност (CPT- Conditional Probability Table, англ.). Процесот на квантификација при создавање на Баесовата мрежа се врши со дефинирање на табелата на условна веројатност за секој јазол, во зависност од структурата на врските и вредноста на податоците. Вака дефинираната структура има можност за ажурирање на Баесовата мрежа, што се прави преку пресметка на веројатностите за сите состојби на променливите.

За потребите на нашите истражувања, Баесовите мрежи ќе бидат искористени за анализа на влијанието на различните фактори врз квалитетот на перцепција. Така што сите овие фактори ќе бидат распоредени на влезот на мрежата.

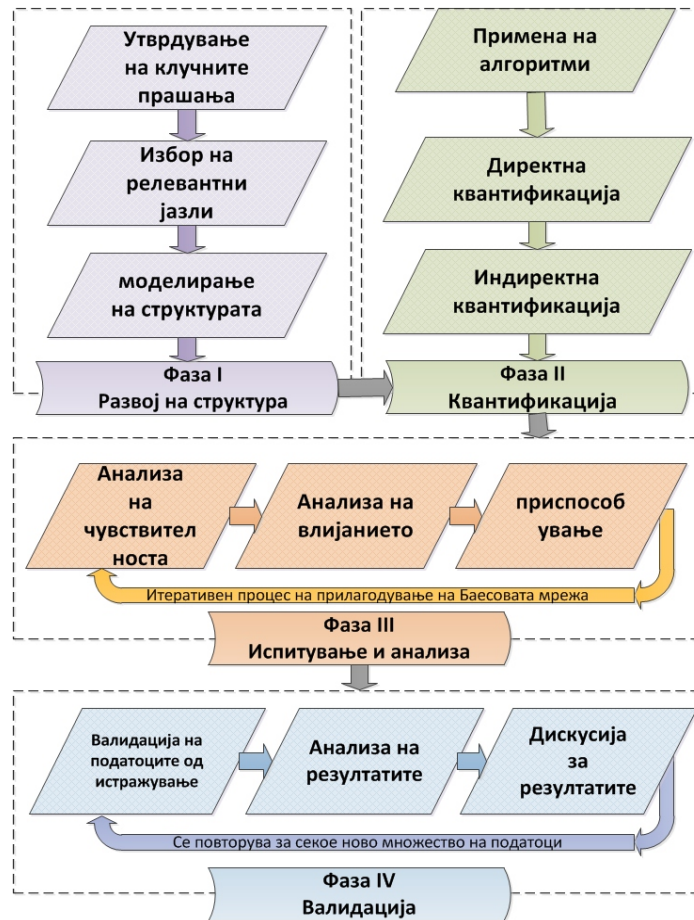
4.1.3 Моделирање на квалитетот на перцепција со Баесови мрежи

Предностите и можностите кои ги нудат самите Баесови мрежи, беа искористени како најприкладни алатки за моделирање на квалитетот на перцепција кај мултимедијалните системи. Во таа насока, најновите модели за проценка користат алгоритми за класификација базирани на машинско учење, кои ефикасно се интегрираат во онлајн системите за учење и тие може да се прилагодат на моделот во зависност од промените во системот [28]. Истражувања од страна на Митра (Mitra) се направени да се изгради пристап за моделирање, мерење и предвидување на квалитетот на перцепција базиран на Баесовите мрежи (BN), со цел за да се предвиди перцепцијата на корисникот [29]. Притоа, неговите истражувањата ги земаат во предвид исклучиво само контекст зависни фактори кои влијаат при моделирањето на квалитетот [29]. Претходните истражувања ни овозможува да воведеме иновативен начин како да се пристапи кон моделирање на квалитетот на перцепција. Со оглед на тоа што се работи за комплексна и мултидимензионална метричка единица, потребно беше да се примени флексибилен начин за субјективна проценка на квалитетот.

Предложениот концепт за проценка на квалитетот на перцепција ќе ги евалуира субјективните рејтинзи од истражувањето за примена на сервисите за пресметување во облак. Овој концепт ќе овозможи рејтинзите за субјективна проценка за квалитетот да се оптимизираат и претворат во мерливи квалитативни карактеристики, со помош на Баесовите мрежи, како на слика 4.1.3.

Првата фаза при изградба на Баесовата мрежа е да се изберат релевантните јазли и нивните зависимости за да може да се создаде графичка структура. Со цел да се намали бројот на комбинации на состојби за јазлите со повеќе родители и да се намали бројот на веројатности, се препорачува да се користи методот на развод [147]. Методот на развод (method of divorcing, англ.) е техника која ги идентификува случаите кога некои од родителските јазли можат да бидат отстранети или разведени од постојните деца јазли. Главната придобивка од оваа техниката е да ја намали комплексноста на Баесовата мрежа. Последниот чекор од првата фаза е моделирање на структурата на Баесовата мрежа. Тоа бара да се воспостави план како да се организираат јазлите во рамките на нивоата на

графот. На овој начин, предложениот модел базиран на Баесовата мрежа ќе има целосна мрежа и хиерархија на сите јазли.



Слика 4.1.3 Модел за проценка на квалитетот на перцепција со помош на Баесовите мрежи

[141]

Во втората фаза од развојниот пристап за моделирање на структурата на Баесовата мрежа ќе се обезбеди квантификација, дефинирање и проценка на распределбите на веројатноста за секој јазол. Хиерархиската структура на емпириското истражување може да биде квалитативно претставена со помош на насочен ацикличен графikon, а односот на јачината меѓу различните прашања може да се презентира со соодветна квантификација. Имајќи предвид дека Баесовите мрежи се моќни за да ја квантифицираат силата на врските помеѓу јазлите, во првиот чекор од оваа фаза, ние предлагаме да се користат алгоритми базирани на земање примероци. Во следниот чекор, се користи директната квантификација за граничните табели на веројатност, бидејќи имаме доволно достапни податоци за резултатите од истражувањето. Дополнително, кога ќе се развие статистичкиот модел за истражувањето, со помош на симулација на веројатностите што недостасуваат ќе може да се направи индијектна квантификација. Друг начин на индијектна квантификација на

внатрешните јазли се прави со метода на приближување (приближна вредност), според проценката на експерти од областа (domain experts, англ.). Овој пристап на квантификација треба да се користи во согласност со утврдени правила кои ќе обезбедат начин да ги претстават врските меѓу јазлите во Баесовата мрежа преку веројатности. Индиректната квантификација е последниот чекор од втората фаза на предложениот модел за проценка на квалитетот на перцепција.

Третата фаза од развојниот пристап за моделирање на структурата на Баесовата мрежа обезбедува целосна анализа и испитување, кое вклучува анализа на чувствителноста (sensitivity, англ.), влијанието (influence, англ.) и приспособувањето (adjustment, англ.) на моделот. Оваа фаза се одвива во рамките на еден итеративен процес, каде што се прави прилагодување на предложениот Баесов модел се додека истиот не заврши.

Анализата на чувствителност е техника која се користи за пресметување на условните веројатности на одреден, т.н. целен (target, англ.) јазол во Баесовата мрежа. Главната цел на оваа анализа е да се испита колку се чувствителни условните веројатности при мали промени во параметрите (пр. веројатност) и/или вредностите на фактите [148]. Алгоритамот кој врши едноставна анализа на чувствителност во Баесовата мрежа, а истиот е имплементиран и се користи во GeNIe (англ.) софтверската алатка е предложен од Кјаерулф (Kjaerulff во. al.), во [149]. Овој алгоритам ја пресметува чувствителноста за целото множество на деривати од распределбите на постериорните веројатности над целните јазли за секој од нумеричките параметри од Баесовата мрежа. При развој на предложениот Баесов модел, анализата на чувствителноста може да обезбеди многу детален увид во нивото на точност што е потребна за различните параметри, а со тоа ќе се обезбедат дополнително информации за моделот [150]. Користењето на ефикасна метода за анализа на чувствителноста ќе обезбеди значајна улога при приспособување на Баесовиот модел.

Вториот чекор од фазата испитување на Баесовата мрежа се состои од анализа на влијанието (influence, англ.). Предноста на оваа анализа е што обезбедува подобро разбирање на најзначајните фактори во даденото сценарио. Јачината на влијание секогаш се пресметува од табелата на условна веројатност на детето јазол, а во суштина изразува одредена форма на растојание помеѓу распределбите на веројатноста на детето јазол условено од состојбата на родителот јазол. Фазата на испитување, врз основа на анализата на параметрите за чувствителност и јачината на влијание, овозможува примена на соодветно прилагодување на веројатностите на јазлите од Баесовата мрежа. Ова е многу

важен процес, бидејќи дава значаен увид за да се разбере чувствителноста на јазлите, т.е. како тие реагираат на прилагодувањата.

Фазата на анализа и испитување треба да се направи на систематски итеративен начин, со цел прецизно да се оценат веројатностите и преференциите за развој на моделот базиран на Баесовата мрежа. Анализата за приспособувањето (adjustment, англ.) почнува систематски, така што се менува еден од параметрите на Баесовата мрежа, додека сите останати параметри се непроменливи. На овој начин, постапката на приспособување ги испитува својствата на Баесовата мрежата со проучување на промените на излезната веројатност кои што произлегуваат од промените на влезните веројатности. Последниот чекор од оваа фаза го комплетира процесот на анализа на приспособување со поставување на соодветни вредности на веројатност за јазли на предложениот Баесов модел. Резултатите од фазата на испитување даваат значајна информација за зависноста и ја визуелизираат јачината на влијание на врските меѓу јазлите во Баесовата мрежа.

Последната фаза од развојниот пристап за моделирање на структурата на Баесовата мрежа го потврдува, односно го валидира предложениот модел. Овој процес започнува со вчитување на резултатите од податоците за направените емпириски истражувања во Баесовата мрежа. За да се потврди предложениот Баесов модел, мора претходно да се утврди методот за валидација. Истата може да се направи на три начини: со само еден тест податок, со k -повторена (k -fold, англ.) вкрстена валидација или со изоставување на еден податок (leave one out, англ.). Најчесто користена валидација е k -повторена (k -fold, англ.) вкрстена валидација, затоа што работи со делење на податоците од емпириско истражување на k еднакви делови. Така што, првично се врши тренирање на Баесовата мрежа со користење на $k-1$ делови од множеството на податоци, а потоа се прави тестирање со последниот, k дел од множеството на податоци. Целиот процес се повторува k пати, со различен дел за тестирање од податоците од емпириско истражување [151]. По изборот на методот за валидација, следниот важен елемент е изборот на класните јазли. Тоа се јазлите кои ќе бидат афектирани од процесот на валидација за што ќе бидат генерирани соодветни резултати за нив. Фазата на анализа на резултатите се спроведува откако ќе заврши процесот на валидација. Првично, оваа анализа обезбедува информации за точноста на предложениот Баесов модел.

Резултатите за точноста на валидацијата содржат информации за сензитивноста и специфичноста на анализираниот модел. Покрај тоа, од пресметаната матрица на заплетканост (confusion matrix, англ.) за секој од класите јазли, се добива подетална

внатрешна анализа за предложениот модел. Оваа матрица потврдува колку од податоците се правилно и погрешно класифицирани. Друга релевантна мерка за валидација е ROC (Receiver Operating Characteristic, англ.) кривата за секоја од состојбите на секој од јазлите во класата. Оваа крива ја прикажува точната позитивна стапка како функција од погрешната позитивна стапка. Точките на кривата се добиваат со ублажување на прагот на класификација од најпозитивната класификација кон најнегативната класификација.

Изгледот на ROC кривата во голема мерка зависи од чувствителноста и прецизноста на вредностите за позитивна стапка за определено множество податоци. Секогаш кога вредноста под површината на ROC кривата (AUC) е близу до 1, покажува извонредна класификација во однос на точноста за предвидливост. Општо земено, кога се користи ROC кривата за да се направи успешна валидација, вредноста под површината на ROC кривата (AUC) треба да биде поголема од 0.5 [152]. На овој начин, AUC вредноста обезбедува подетални информации за квалитетот на предложениот модел, со користење на само еден број. Користејќи ја оваа анализа, добиените резултати може да се споредат со исцртување на ROC кривата на исти дијаграм и споредување на вредностите под површината на ROC кривата (AUC), со цел да се проценат целокупните перформанси на Баесовиот модел.

Последната фаза за валидација на предложениот Баесов модел треба да се повтори за секое ново множество на податоци од емпириско истражување. Кога ќе се споредат резултатите од валидацијата, може да се добијат релевантни заклучоци за валидноста на предложениот Баесов модел. Дополнително, врз основа на резултатите од валидацијата можеме да направиме проценка колку добро предложениот Баесов модел одговара на барањата од истражувањето.

4.2 Модел за проценка за квалитет на перцепција кај мултимедијалните сервиси во облакот

Клучната идеја во моделирањето на квалитетот со Баесова мрежа е дека откако ќе се идентификува моделот, потребно е факторите на влијание да бидат вклучени како распределба на веројатностите. Баесовата распределба на веројатностите овозможува да го моделираме субјективниот рејтинг на корисниците и да се пренесе неизвесноста што произлегува како објективна проценка за квалитетот на перцепција. Пристапот за моделирање од основата па нагоре за мултимедијалните сервиси, овозможува субјективните рејтинзи на индивидуалните корисници и стохастичката променливост при проценка на сервисите да создадат објективна мерка за квалитет. Целта за воведување на

моделот за проценка за квалитет на перцепција е да ги собере релевантните информации од апликацискиот слој, каде што корисниците имаат реална интеракција со сервисите. На тој начин, податоците за субјективниот рејтингот на квалитетот може да ги користат ОТТ (over-the-top, англ.) давателите на сервиси за да добијат објективно мерење и анализа за обезбедените мултимедијални сервиси.

4.2.1 Класификацијата на мултимедијалните сервиси во облакот

Во овој дел, предлагаме концепт за QoE моделирање кој дава проценка на целокупниот квалитет на перцепција кај мултимедијалните сервиси во облакот, од гледна точка на корисникот. Процесот на оценка на квалитет на корисничката перцепција го разгледуваме од два различни аспекти, прикажано на слика 4.2.1. Од една страна, **како корисниците посакуваат сервисот да се однесува** во определена ситуација, а од друга страна, нивна **проценка за посакуваната интеракција на крајните корисници со сервисите**. Врз основа на предложениот концепт за QoE моделирање ќе биде конструирана Баесова мрежа која ќе користи верига на јазли за да ги претстави различните видови фактори на влијание врз квалитетот. Линковите во мрежата укажуваат на статистичката поврзаност на факторите на влијание. Составувањето на Баесовата мрежа започнува со собирање на субјективните карактеристики за квалитетот на сервисите добиени од емпириското истражување, а истите се претставени како докази. На овој начин, прашањата кои се однесуваат на тоа **како корисниците посакуваат сервисот да се однесува и проценка за посакуваната интеракција на крајните корисници со сервисите**, се основните јазли за дадената Баесова мрежа.

Врз основа на спроведеното истражување, можно е да се направи класификација на видовите на сервиси во облакот, што е неопходно за следното ниво на Баесовата мрежа. Друга значајна карактеристика за квалитет на предложениот модел е проценка на конкретните активности, како што се споделување, комуникација или сл., што се прават со помош на мултимедијалните сервиси. Понатаму, користејќи ги достапните резултати од класификацијата и проценката, можеме да ја добиеме прифатливоста на различните мултимедијални сервиси во облакот врз основа на корисничките потреби. На овој начин ги дефинираваме четирите нивоа на концепт за QoE моделирање. Последниот јазол во моделот се користи за мерење на севкупниот квалитет на перцепција, добиен врз основа на корисничките параметри.



Слика 4.2.1 Предложен концепт за QoE моделирање на мултимедијалните сервиси во облакот [141]

Класификацијата на **мултимедијалните сервиси во облакот каде крајните корисници имаат директна интеракција утврди девет видови на сервиси во облакот.**

- *Сервисите за синхронизација и складирање (cloud storage sync, англ.) на податоци во облакот*, го решаваат проблемот со недостатокот на простор за локално складирање на податоци на дигиталните уреди. Сервисот овозможува автоматска синхронизација на последната верзија на документите. Тоа значи ако променете датотеки и папки направени на еден од дигиталните уреди, ќе бидат достапни во последната верзија на сите други дигитални уреди каде крајниот корисник го користи сервисот. Пристапот до документите може да биде ограничен само на крајниот корисник на сервисот. Дополнително, доколку е потребно, сервисот овозможува крајниот корисник да им даде пристап на одредени други корисници. Предноста на овој сервис е во тоа што бара мала интеракција со корисниците, а обезбедува лесен пристап до потребните податоци од било кој уред со користење на интернет конекција.
- *Онлајн сервиси за заедничка соработка и уредување (collaborative editing, англ.) на документите во исто време.* Главна карактеристика на овој сервис е способноста да се работи на соработка и уредување на едни исти документи заедно со други корисници. Така за време на заедничката работа на документот, можете да кореспондирате со другите корисници преку инстант пораки во прозорецот на документот. Дополнителна предност на овие сервиси е што овозможуваат сите корисници да ги видат претходните верзии на документите кои ги уредуваат. Степенот на интеракција и интензитетот на мултимедијални содржини го диктираат/управуваат крајните корисници.

- *Сервисите за канцелариска работа во облак (cloud based office, англ.),* типично се доставуваат како веб апликации, користејќи го SaaS организацискиот модел на пристап, до крајниот корисник кој пристапува преку веб прелистувачот. Типични претставници на овој сервис се Microsoft Office 365, Google Docs, LotusLive. Кај овие сервиси клучен предизвик во овој контекст е да се обезбеди перцепција како корисникот да работи со постојните канцелариски апликации, но во средина на веб апликација. Самиот сервис е конципиран да им овозможи на корисниците сами да управуваат со мултимедијалните содржини, а истиот има средно ниво на интеракција со крајните корисници.
- *Сервисите за пренос на говорни содржини,* го пренесуваат говорот како дигитално аудио, користејќи ја техниката на компресија на говорен податок, распоредувајќи ги во кратки интервали, обично на десетици милисекунди. Има релативно едноставен сервис што се базира на протоколот VoIP (Voice over Internet Protocol, англ.), кој обезбедува пренос на гласовни комуникации и мултимедијални содржини преку интернет. Сервисот е конципиран да им овозможи на корисниците сами да управуваат со мултимедијалните содржини. Со оглед на тоа што се користи во реално време што го прави средно интерактивен.
- *Сервисите за видео на барање од корисниците (on demand video, англ.),* како што се YouTube или Hulu, се помалку интерактивни, бидејќи нивната примарна употреба е за пренос на аудио-визуелни содржини. Поради големата количина на податоци овој сервис има потреба од голем пропусен опсег, а технологијата за пресметување во облак не се користи само за складирање на мултимедијалните содржини туку и како мрежа на локации за испорака на содржините (CDN- content distribution network, англ.). Со оглед на тоа што овој сервис ја има водечката улога во преносот на мултимедијални содржини имаат одредени побарувања во поглед на комплексноста на системот. Имено, мрежна архитектура треба да биде со соодветен капацитет, високи перформанси и редувантност за поддршка на сервисот.
- *Сервисите за видео пренос во живо (live video streaming, англ.),* им овозможуваат на крајните корисници директно од својот телефон или некој друг дигитален уред да имаат репродуциран видео запис во реално време од друга локација. Што се однесува до сложеноста на сервисот, сервисите за видео пренос во живо, се покомплексни и имаат поголеми побарувања во поглед на инфраструктурата од сервисите за видео на барање од корисниците. Тоа е затоа што мултимедијалните содржини мора да бидат испорачани во реално време со минимална латентност. Сето тоа ги прави овие сервиси многу посложени

во однос на дистрибуирана процесорска моќ за прикажување и испорака на персонализиран видео запис до крајниот корисник во реално време.

- *Сервисите за далечински пристап* (Remote Desktop, англ.), им овозможува на крајните корисници можност за пристап до далечински содржини и сервиси. Предноста на RDP (Remote Desktop Protocol, англ.) протоколот е што за корисниците обезбедува сесија, преку мрежата, за пристап и работа на оперативниот систем. На овој начин корисниците имаат далечински пристап до системот исто како да работат локално на дигиталниот уред. За ефикасно користење на сервисите за далечински пристап неопходно е крајните корисници да добијат брз одговорот и визуелен квалитет на мултимедијални содржини.
- *Сервисите за HD телеприсуство* (telepresence, англ.) и *виртуелна реалност*, им овозможуваат на корисниците да имаат интеракција со компјутерски симулирана околина, без разлика дали е реална или замислена. Најчесто се работи за визуелна симулација, прикажана на екранот од дигиталниот уред или со помош на специјални стереоскопски екрани, а некои симулации вклучуваат и додатни сетилни информации, што го прави сервисот многу комплексен. Корисниците најчесто имаат пристап до виртуелната реалност, преку високо интерактивна мултимедијална содржина.
- *Облак-базираните игри* (cloud gaming, англ.), се високо интерактивни сервиси, кој нудат забавна мултимедијална и аудио-визуелна содржина на секој играч. Предноста на сервисот е што содржината се генерира на страната на серверот непосредно пред почетокот на играта. Кај овие сервиси самата мрежна конекција игра клучна улога во одредувањето на квалитетот на перцепција кај корисниците, бидејќи треба да се исполнат многу строгите барања за латентност и пропусен опсег. Така што, мултимедијалните содржини мора да бидат креирани и пренесени на секој играч со ниска латентност и висока синхронизација, со цел да се обезбеди добро доживување во играта. Од овие причини, облак-базираните игри се сметаат за прилично комплексни сервиси, како од технолошка, така и од гледна точка на крајниот корисник.

4.2.2 Спроведување на емпириско истражување

Најчесто користени сервиси во облакот се: е-пошта, веб-базирани текстуални процесори (Google Doc, итн), видео-пренос сервиси (You Tube, итн), социјалните мрежи (Facebook, итн), облак-базираните игри и многу други. Според горе споменатата класификација на мултимедијалните сервиси во облакот, ние го структуриравме анкетниот прашалник користен за емпириското истражување. Предложеното истражување е насочено да ги испита навиките и да ги идентификува факторите кои влијаат при изборот на корисниците за

користење на мултимедијалните сервиси. Емпириското истражување беше наменето за студентите на Универзитетот за информатички науки и технологија „Свети Апостол Павле“ во Охрид, со цел да го проучи интересот за мултимедијални сервиси и апликации во „облакот“. Спроведената анкетата беше анонимна, а испитаниците беа замолени внимателно да ги прочитаат и искрено да одговорат на сите прашања. Ова емпириското истражување ќе обезбеди релевантни информации за проблемот кој го истражуваме во однос на прифаќањето, перцепцијата и задоволството од користење на медијалните сервиси во облакот во академските институции.

Структурата на анкетниот прашалник е организирана во три делови. Во првиот дел беа собрани општи демографски податоци за испитаниците (пол, факултет, година на студии), како и општи податоци за навиките за користење на електронски уреди за споделување и размена на мултимедијални содржини. Во овој дел беа собрани основните податоци за навиките за користење на различните видови на дигитални уреди за процесирање (лаптоп, таблет, мобилни и слични уреди), нивната употреба за комуникација, онлајн забава, заедно со информациите за навиките за пристап до интернет за учесниците во истражувањето.

Се користеше континуираната евалуација со цел да се подобри валидноста на проценка за квалитет на перцепција кај крајните корисници. Затоа, истата евалуација со анкетниот прашалник ја спроведувавме кај студентите во IV година, во рамките на пролетниот семестар во академската 2014, 2015, 2016 и 2017 година. Емпириското истражување е спроведено на крајот од пролетниот семестар, бидејќи студентите ги завршуваат своите проекти кои ги работат во тимови. Овој период е избран затоа што ја одразува перцепцијата кај студентите за активности кои вклучуваат меѓусебна соработка и активно користење на дигитални алатки за реализација на проектите. Во таа насока е изработен самиот анкетен прашалник, чија цел е да собере детални информации за потребите и искуствата на студентите за примена на сервиси во облакот. Примерок од користениот анкетен прашалник е даден во Прилог.3 на тезата. Во фокусот на истражувањето е да се открие степенот на интеракција и желбата на студентите за користење на облак-базираните сервиси во текот на нивните секојдневни активности.

Вториот дел од анкетниот прашалник беше проследен со осум прашања, означени со префиксот 7. Прашањата во овој дел од прашалникот бараат од студентите да се изјаснат за нивните потребите за различните сервиси во облакот. Општото прашање што се поставува во вториот дел е: Колку често сте биле во ситуација:

- 7A. да треба да ги синхронизирате верзиите на вашите документи складирани на различни уреди?
- 7B. да го немате потребниот документ или последната верзија на документот?
- 7C. да креирате колекција од вашите омилен мултимедијални фајлови и да ги користите на различни дигитални уреди?
- 7D. да споделите и коментирате фотографии или видеа на брз и лесен начин?
- 7E. да уредувате истовремено едни исти документи, презентации и табели со вашите соработници/студенти?
- 7F. да работите со колегите за да развиете заеднички проект?
- 7G. да ги споделите своите идеи, мисли, и коментари со група пријатели?
- 7H. ефикасно и брзо да комуницирате со пријателите и колегите, без разлика каде и да сте и каков уред користите?

Третиот дел од анкетниот прашалник содржи девет прашања, обележани со префиксот 8. Прашањата во овој дел од прашалникот бараат од студентите ја проценат фреквенција на користење разни мултимедијални сервиси во облакот. Во овој дел од прашалникот, различните видови на сервиси во облакот ги набројуваме, а во заграда се дадени имињата на некои од најпопуларните провајдери, од овие категории. Општото прашање што се поставува во третиот дел е: Како би ја оцениле интеракцијата со:

- 8A. Сервисите за синхронизација и складирање во облакот;
- 8B. Сервисите за пренос на говорни содржини;
- 8C. Сервисите за видео на барање од корисниците;
- 8D. Сервисите за видео пренос во живо;
- 8E. Онлајн сервиси за канцелариска работа во облак;
- 8F. Онлајн сервисите за соработка и уредување;
- 8G. Сервисите за далечински пристап;
- 8H. Сервисите за HD телеприсуство;
- 8I. Облак-базираните игри.

Евалуацијата на одговорите во втората и третата секција од анкетниот прашалник е направена со користење на скала со интервали од 4 точки. При спроведување на анкетата, учесниците беа замолени да дадат оценка од 1 до 4 на рејтинг скалата во однос на задоволството од користењето на различните сервиси. Таму каде што е оценката 1, на скала од 4 точки, се претставува дека корисникот имал ретка или помала интеракција со сервисот. Од друга страна, оценката е 4, на скала од 4 точки, наведува дека корисникот имал многу честа, односно интензивна интеракција со сервисот. Вредностите кога оценката е 2 и 3, на скала од 4 точки, означуваат користење на сервисот од време на време и повремена интеракција со одреден сервис, соодветно. Добро структурираниот анкетен прашалник е направен со цел да даде насоки за субјективна проценка за квалитетот меѓу различните сервиси. На овој начин, истиот треба да обезбеди јасен опис на целта на истражувањето и да собира субјективен рејтинг за навиките на студентите при користење на различни видови мултимедијални сервиси во облакот.

4.2.3 Статистичка анализа на резултатите од истражувањето

Анализата на податоците од анкетниот прашалник започнува со претпоставка за независни согледувања на резултатите од истражувањето. При спроведување на истражувањето, секоја година се користат различни студенти, што потврдува дека податоците од истражувањето од секоја година немаат ефект еден на друг, т.е. тие не се поврзани. За време на истражувањето, сите процени за субјективниот рејтинг на студентите во експериментот се собираат независно. Секој студент пополнува само еден анкетен прашалник, а процесот на оценување на сервисите во облакот исто така е независен еден од друг. Резултатите од емпириско истражување беа собрани со користење на скала со интервали од 4 точки, кои беа нумерички обележани со вредности од 1 до 4.

Квантитативните податоци од анкетниот прашалник ги анализиравме статистички во табела 4.1. Во оваа табела статистичките податоци се сумирани за секоја година, каде што n е бројот на валидните испитаници кои учествувале во истражувањето. Овие основни статистички резултати ја потврдуваат големата стандардна девијација и варијанса во одговорите на студентите за прашања: 7C, 7D, 7F, 8B и 8C. Овие резултати може да доведат само до заклучок дека студентите имаат различни потреби во однос на собирање и споделување мултимедијални содржини. Самата статистичка анализа на одговорите од претходно споменатите 17 анкетни прашања, не обезбеди доволно значајни информации, кои ќе помогнат да ја разбереме интеракцијата на корисниците со различни мултимедијални сервиси.

ТАБЕЛА 4.1 Сумирани статистички податоци од анкетниот прашалник

Прашање	Истражување од 2014 (n=58)				Истражување од 2015 (n=42)				Истражување од 2016 (n=54)			
	Mean	Variance	StdDev	StdErr	Mean	Variance	StdDev	StdErr	Mean	Variance	StdDev	StdErr
Q_7A	1.33	0.22	0.47	0.06	1.50	0.50	0.71	0.11	1.35	0.23	0.48	0.07
Q_7B	1.71	0.60	0.77	0.10	2.00	0.49	0.70	0.11	1.85	0.62	0.79	0.11
Q_7C	2.05	1.07	1.03	0.14	1.95	0.49	0.70	0.11	1.96	0.72	0.85	0.12
Q_7D	3.19	0.47	0.69	0.09	3.24	0.58	0.76	0.12	3.30	0.51	0.72	0.10
Q_7E	2.90	0.87	0.93	0.12	2.12	0.74	0.86	0.13	2.80	0.43	0.66	0.09
Q_7F	2.34	0.93	0.97	0.13	2.21	0.66	0.81	0.13	2.63	1.03	1.01	0.14
Q_7G	3.69	0.22	0.47	0.06	3.69	0.22	0.47	0.07	3.70	0.21	0.46	0.06
Q_7H	3.43	0.28	0.53	0.07	3.29	0.45	0.67	0.10	3.04	0.38	0.61	0.08
Q_8A	1.74	0.72	0.85	0.11	1.90	0.72	0.85	0.13	1.83	0.63	0.80	0.11
Q_8B	2.71	0.88	0.94	0.12	2.79	1.05	1.02	0.16	2.78	0.97	0.98	0.13
Q_8C	2.59	0.84	0.92	0.12	2.74	0.88	0.94	0.14	2.69	0.86	0.93	0.13
Q_8D	2.93	0.77	0.88	0.12	2.93	0.60	0.78	0.12	2.81	0.61	0.78	0.11
Q_8E	1.52	0.46	0.68	0.09	1.48	0.50	0.71	0.11	1.50	0.48	0.69	0.09
Q_8F	1.53	0.50	0.71	0.09	1.40	0.30	0.54	0.08	1.46	0.40	0.64	0.09
Q_8H	3.62	0.27	0.52	0.07	2.95	0.53	0.73	0.11	2.91	0.50	0.71	0.10
Q_8G	3.02	0.54	0.74	0.10	3.71	0.26	0.51	0.08	3.65	0.27	0.52	0.07
Q_8I	3.90	0.09	0.31	0.04	3.64	0.38	0.62	0.10	3.69	0.30	0.54	0.07

Самата статистичката анализа го пресмета средниот резултат за различна корисничка интеракција и ја идентификува варијансата и стандардната девијација на рејтинзите на корисникот. Овие податоци не обезбедуваат квалитативна проценка, во поглед на степенот на интеракција, комплексност на сервисите, мултимедијална комуникација, колаборативни работни активности, релевантни за специфичните сервиси во облакот. Податоците добиени со примена на статистичките алатки кои ги испитуваат резултатите на скала со интервали од редни броеви се недоволни за мерење на квалитетот на перцепција. Дополнително, емпириското истражување кое користи редни броеви има нееднакво растојание помеѓу интервалите, кога е во прашање проценката на квалитетот. Притоа, не може да се стави

груба граница за субјективниот рејтинг, така што, не секогаш корисниците имаат можност да ја одразат својата перцепција на дадена редна скала.

Во 2017 година беше дополнето претходното истражување за употребата на сервисите за пресметување во облакот кај студентите на универзитетот. Врз основа на добиените резултати направивме анализа за корелацијата на сите четири истражувања од 2014 до 2017 година. Со оглед на тоа што аналитичките податоци за корелација се многу обемни ги сумиравме во единична табела. Така што, за секое прашање ја испитавме Пеарсоновата корелација за спроведените истражувања од сите години меѓусебно. Пеарсонова корелација на прашањата од вториот дел од анкетниот прашалник, проследен со осум прашања е даден во табела 4.2

ТАБЕЛА 4.2 Пеарсонова корелација на прашањата од вториот дел од анкетниот прашалник

Прашање	Пеарсонова корелација (r) и значајност (2- tailed) (p)							
Q_7A	2015	2016	2017	Q_7A	2016	2017	Q_7A	2017
2014 n=58	r=-.072 p=.649	r=-.192 p=.164	r=-.263 p=.055	2015 n=42	r=.211 p=.181	r=0.000 p=1.000	2016 n=54	r=-.036 p=.796
Q_7B	2015	2016	2017	Q_7B	2016	2017	Q_7B	2017
2014 n=58	r=.226 p=.150	r=.106 p=.445	r=-.236 p=.085	2015 n=42	r=-.183 p=.245	r=.099 p=.533	2016 n=54	r=-.093 p=.504
Q_7C	2015	2016	2017	Q_7C	2016	2017	Q_7C	2017
2014 n=58	r=.005 p=.976	r=.088 p=.525	r=-.028 p=.843	2015 n=42	r=-.049 p=.759	r=.203 p=.196	2016 n=54	r=-.033 p=.812
Q_7D	2015	2016	2017	Q_7D	2016	2017	Q_7D	2017
2014 n=58	r=-.262 p=.094	r=-.139 p=.316	r=.021 p=.880	2015 n=42	r=.324* p=.036	r=-.160 p=.312	2016 n=54	r=-.238 p=.084
Q_7E	2015	2016	2017	Q_7E	2016	2017	Q_7E	2017
2014 n=58	r=-.073 p=.647	r=-.045 p=.749	r=.129 p=.354	2015 n=42	r=.008 p=.959	r=.218 p=.164	2016 n=54	r=-.189 p=.170
Q_7F	2015	2016	2017	Q_7F	2016	2017	Q_7F	2017
2014 n=58	r=.013 p=.937	r=.066 p=.635	r=.070 p=.613	2015 n=42	r=.046 p=.775	r=.091 p=.566	2016 n=54	r=.058 p=.676
Q_7G	2015	2016	2017	Q_7G	2016	2017	Q_7G	2017
2014 n=58	r=.147 p=.354	r=-.265 p=.053	r=-.272* p=.047	2015 n=42	r=.033 p=.838	r=.044 p=.783	2016 n=54	r=.042 p=.761
Q_7H	2015	2016	2017	Q_7H	2016	2017	Q_7H	2017
2014 n=58	r=.113 p=.476	r=-.118 p=.396	r=.105 p=.450	2015 n=42	r=-.324* p=.036	r=.048 p=.765	2016 n=54	r=-.164 p=.237

*. Корелацијата е значајна на ниво 0.05 (2-tailed).

Пеарсонова корелација на прашањата од третиот дел од анкетниот прашалник, проследен со девет прашања е даден во табела 4.3.

ТАБЕЛА 4.3 Пеарсонова корелација на прашањата од третиот дел од анкетниот прашалник

Прашање	Пеарсонова корелација (r) и значајност (2- tailed) (p)							
Q_8A	2015	2016	2017	Q_8A	2016	2017	Q_8A	2017
2014 n=58	r=-.051 p=.747	r=-.147 p=.290	r=-.006 p=.963	2015 n=42	r=-.053 p=.737	r=-.097 p=.541	2016 n=54	r=.117 p=.400
Q_8B	2015	2016	2017	Q_8B	2016	2017	Q_8B	2017
2014 n=58	r=-.015 p=.924	r=.057 p=.682	r=-.051 p=.713	2015 n=42	r=.181 p=.252	r=-.093 p=.560	2016 n=54	r=-.095 p=.494
Q_8C	2015	2016	2017	Q_8C	2016	2017	Q_8C	2017
2014 n=58	r=.045 p=.775	r=-.095 p=.492	r=.107 p=.442	2015 n=42	r=.050 p=.752	r=-.074 p=.640	2016 n=54	r=.101 p=.466
Q_8D	2015	2016	2017	Q_8D	2016	2017	Q_8D	2017
2014 n=58	r=-.005 p=.975	r=-.316* p=.020	r=.241 p=.079	2015 n=42	r=-.127 p=.425	r=-.023 p=.886	2016 n=54	r=.040 p=.772
Q_8E	2015	2016	2017	Q_8E	2016	2017	Q_8E	2017
2014 n=58	r=-.060 p=.705	r=.235 p=.087	r=-.079 p=.571	2015 n=42	r=-.137 p=.386	r=.167 p=.290	2016 n=54	r=-.171 p=.290
Q_8F	2015	2016	2017	Q_8F	2016	2017	Q_8F	2017
2014 n=58	r=.078 p=.622	r=-.243 p=.076	r=.161 p=.246	2015 n=42	r=.033 p=.834	r=-.076 p=.632	2016 n=54	r=-.166 p=.229
Q_8G	2015	2016	2017	Q_8G	2016	2017	Q_8G	2017
2014 n=58	r=-.164 p=.299	r=.179 p=.195	r=.072 p=.607	2015 n=42	r=.132 p=.405	r=.194 p=.218	2016 n=54	r=.126 p=.365
Q_8H	2015	2016	2017	Q_8H	2016	2017	Q_8H	2017
2014 n=58	r=.054 p=.736	r=-.177 p=.200	r=0.000 p=1.000	2015 n=42	r=-.061 p=.703	r=.084 p=.596	2016 n=54	r=-.047 p=.734
Q_8I	2015	2016	2017	Q_8I	2016	2017	Q_8I	2017
2014 n=58	r=.026 p=.871	r=-.097 p=.484	r=.130 p=.349	2015 n=42	r=.157 p=.321	r=-.120 p=.450	2016 n=54	r=-.013 p=.928

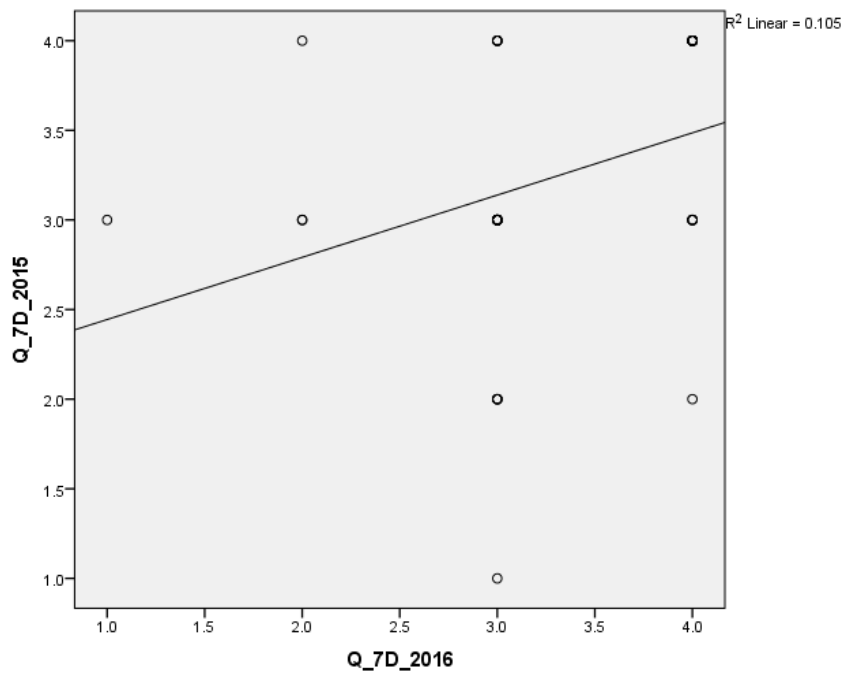
*. Корелацијата е значајна на ниво 0.05 (2-tailed).

Корелацијата е биваријатна анализа која ја мери силата на асоцијација помеѓу две променливи и насоката на врската. Коефициентот на корелација, r, претставува збирна мерка која го опишува степенот на статистичката врска помеѓу две варијабли на интервалот или односот. Коефициентот на корелација е намален така што секогаш е помеѓу -1 и +1. Кога r е близу до 0, ова значи дека постои мала врска меѓу променливите и подалеку од 0 r, било

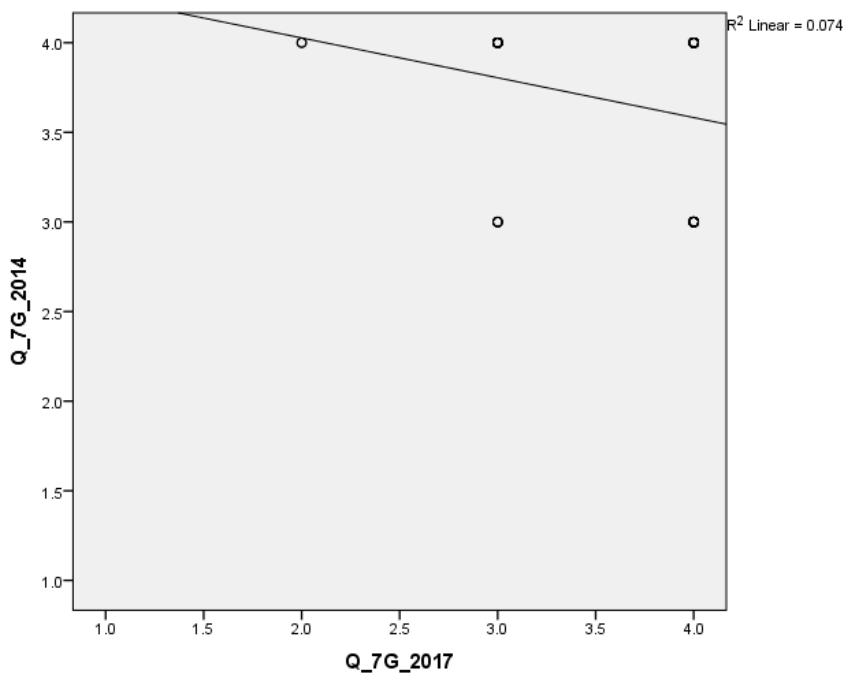
во позитивниот или негативниот правец, толку е поголема односот помеѓу двете варијабли. Резултатите од r и r за секое прашање ги споредивме за сите последователни четири истражувања од 2014 до 2017 година.

Најпрво, го анализиравме истражувањето од 2014 година со 58 учесници за корелација со останатите три други истражувања, од 2015, 2016 и 2017. Следното, истражувањето од 2015 година со 42 учесници го анализиравме во корелација со истражувања од 2016 и 2017 година. За на крај, да направиме меѓусебна анализа на корелацијата од истражувањата од последните две години 2016 година со 54 учесници со истражувањето од 2017 година со 54 учесници. Врз основа на резултатите од корелационата анализа, развиен е дијаграм на размери за прашања кои имаат значајни корелации меѓу годишните истражувања, обележани со ѕвезди (*) во табела 4.2 и табела 4.3.

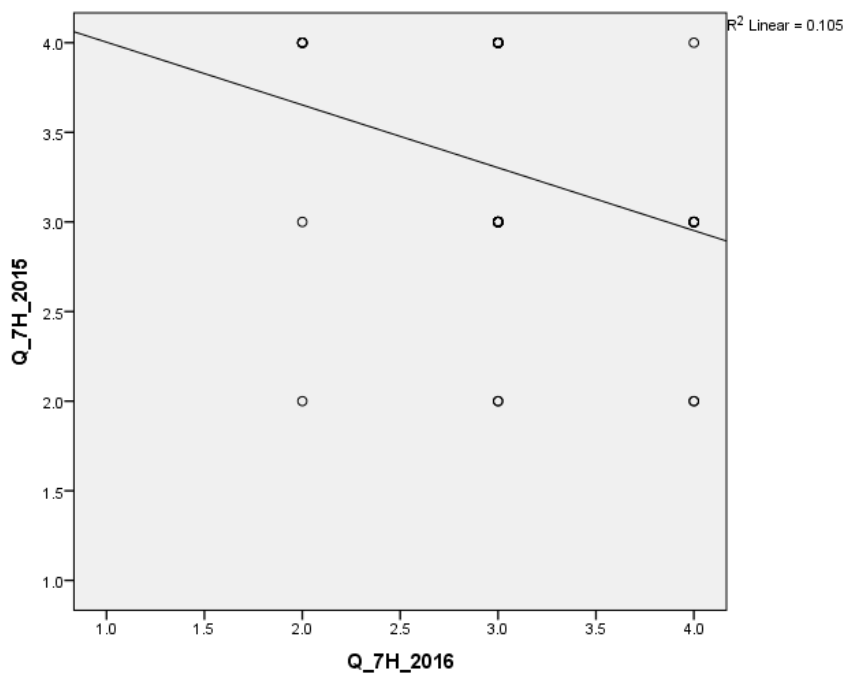
Прашањето Q_7D ја потврди важноста на потребата за споделување и коментирање фотографии или видеа со други студенти на брз и лесен начин, меѓу анкетите од 2015 до 2016 година покажа умерена позитивна корелација ($r = .324 *$), прикажано на слика 4.2.2. Дополнително, неопходноста за размена на мисли, идеи и коментари за нив со група пријатели, забележани во прашањето Q_7G помеѓу анкетите од 2014 и 2017 година, покажа слаба негативна корелација ($r = -.272 *$), дадена на слика 4.2.3. Ефективната и брза комуникација со пријателите и колегите, испитувана со прашање Q_7H помеѓу анкетите од 2015 до 2016 година, покажа умерена негативна корелација ($r = -.324 *$), прикажана на слика 4.2.4. Понатаму, сервисот за видео стриминг во живо, испитуван со прашањето Q_8D, помеѓу истражувањата од 2014 и 2016 година покажа умерена негативна корелација ($r = -.316 *$), дадена на слика 4.2.5.



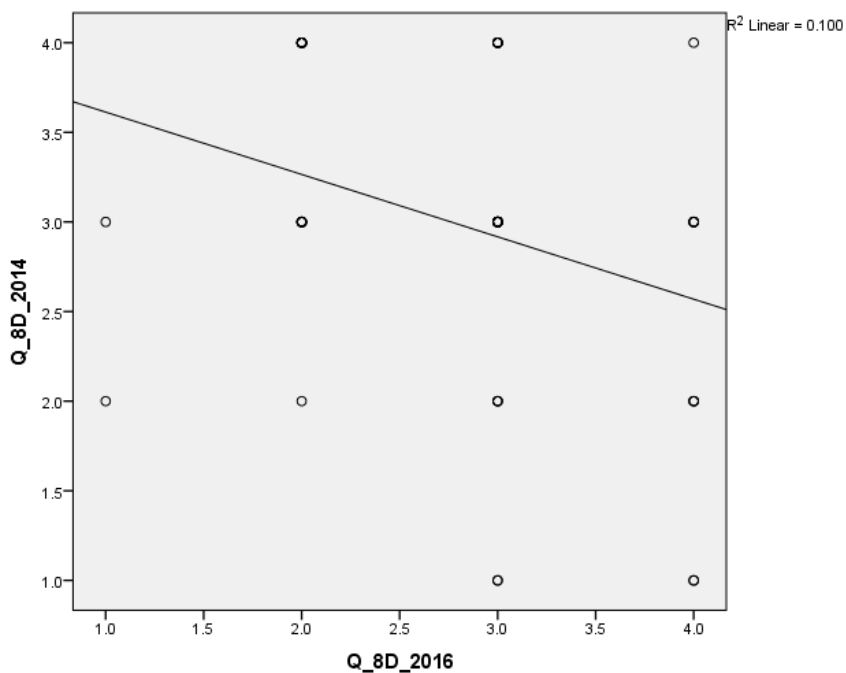
Слика 4.2.2 Прашање 7D корелација помеѓу истражувањата од 2015 до 2016 година [154]



Слика 4.2.3 Прашање 7G корелација помеѓу истражувањата од 2014 до 2017 година [154]



Слика 4.2.4 Прашање 7Н корелација помеѓу истражувањата од 2015 до 2016 година [154]



Слика 4.2.5 Прашање 8D корелација помеѓу истражувањата од 2014 до 2017 година [154]

Извршената анализа на корелација не обезбедува квалитативни оценки, во однос на степенот на интеракција, комплексност на услугата, мултимедијална комуникација, колаборативни работни активности, релевантни за специфичните услуги базирани на облак.

Во рамките на нашите истражувања ќе докажеме дека сепак, добиените податоци од истражувањето ќе се користат како влезни параметри за предложениот модел базиран на Баесови мрежи. Така што, истиот овој модел ќе обезбеди значајни повратни информации за мултимедијалните сервиси.

4.2.4 *Развивање на Баесова мрежа за проценка на сервисите во облакот*

Врз основа на предложениот модел за проценка на квалитетот на перцепција во овој дел ние ќе ја развиеме Баесова мрежа за проценка на сервисите во облакот. Во првиот чекор при изградба на Баесовата мрежа потребно е да се спроведе детална анализа на анкетниот прашалник, што придонесува при идентификувањето на клучните прашања. По изборот на најрелевантни клучни јазли, ќе треба да ја утврдиме причинската независност на јазлите врз основа на нивните односи. Најниското ниво на предложената Баесовата мрежа ќе ги содржи сите 17 избрани прашања од анкетниот прашалник. Во секое ниво на развој на Баесовата мрежа, секој јазол е условно независен од сите нејзини потомци во однос на родителите на тој јазолот, тоа може да се види на слика 4.2.6. Имајќи во предвид дека анкетниот прашалникот е посветен на **проценка за квалитет на перцепција** кај корисниците на мултимедијални сервиси во облакот, ние ги разгледаваме избраните прашања како факти во Баесовата мрежа.

За да направиме дистинкција на прашањата користиме различни префикси на имиња и бои за јазлите на Баесовата мрежа, како што е опишано во концептот за моделирање. Вториот дел од анкетниот прашалник ја оценува потребата од сервиси во облакот, а третиот дел од прашалникот ја проценува субјективната потреба за користење на различните сервиси во облакот. Понатаму, оваа анализа ќе обезбеди информации за да разбереме како избрани прашања од анкетниот прашалник може да бидат категоризирани и организирани врз основа на сервисите во облакот.

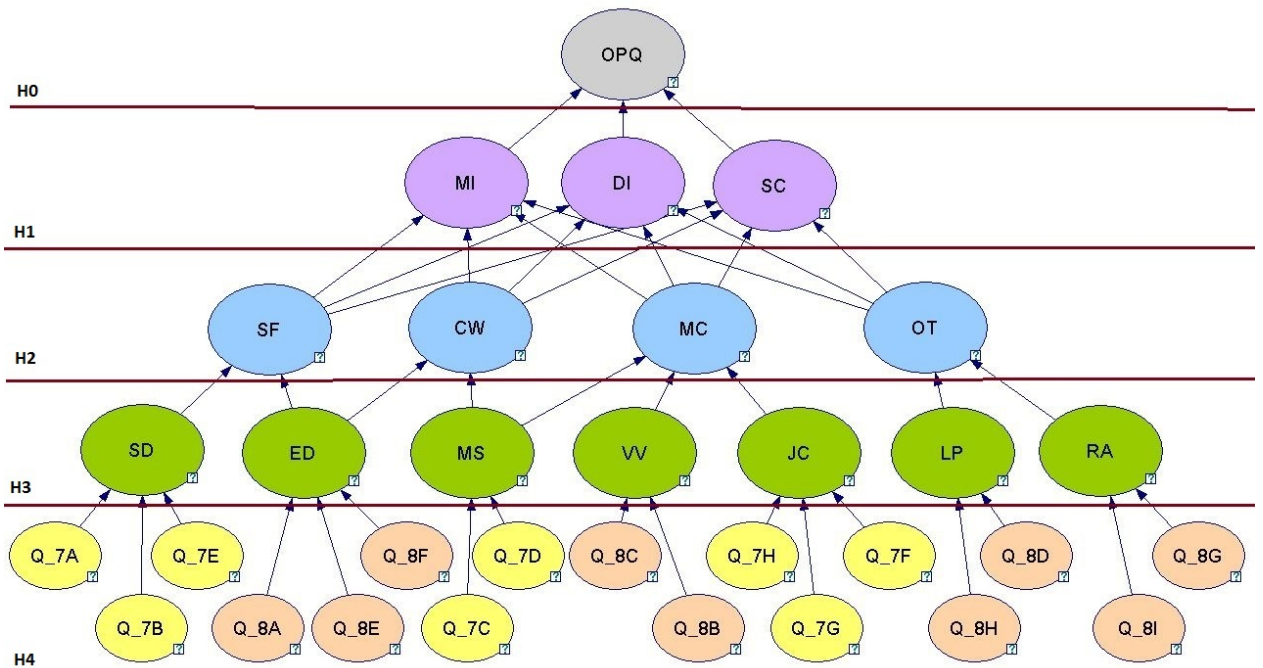
Самата категоризација на прашањата е поврзана со клучните фактори на влијание кои влијаат на специфичните сервиси во облакот. На овој начин, сме во можност да ги идентификуваме варијаблите од интерес и да ги претпоставиме нивните причинско-последични односи помеѓу скриени/латентни јазли на Баесовата мрежа. За ова истражување, процесот на идентификација и утврдување на прашањата и нивните односи е појаснет со табелата за релациони зависности на јазли, дадени во табела 4.4.

Следејќи го предложениот модел за проценка на квалитетот на перцепција, во следното ниво на Баесова мрежа, направивме класификација на јазлите од прашалникот врз основа на видовите мултимедијални сервиси во облакот. Во ова ниво, идентификувавме 7 јазли и

секој од нив има две степени на веројатност „Високо/Ниско“. Ова ниво се состои од сервиси за синхронизација на различни верзии од документи (SD), заедничко уредување на документи (ED), споделување на мултимедија (MS), видео-говорна комуникација (VV), заедничка соработка и споделување (JC), видео пренос во живо (LP) и далечински интерактивен пристап (RA).

ТАБЕЛА 4.4 Релациони зависности на јазлите во предложената Баесова мрежа [141]

Ниво во Баесовата мрежа	Име на јазол	Е родител на
H4	Q_7A – Q_7H, Q_8A – Q_8I	/
H3	Sync doc version (SD)	Q_7A, Q_7B, Q_7E
H3	Edit doc service (ED)	Q_8A, Q_8E, Q_8F
H3	Multimedia sharing (MS)	Q_7C, Q_7D
H3	Voice/Video communication (VV)	Q_8B, Q_8C
H3	Joint communication (JC)	Q_7F, Q_7G, Q_7H
H3	Live presence (LP)	Q_8D, Q_8H
H3	Remote Access (RA)	Q_8G, Q_8I
H2	Synchronization of files (SF)	SD, ED
H2	Collaborative working (CW)	ED, MS
H2	Multimedia communication (MC)	MS, VV, JC
H2	Online telepresence (OT)	LP, RA
H1	Degree of Interactivity (DI)	SF, CW, MC, OT
H1	Service complexity (SC)	SF, CW, MC, OT
H1	Multimedia Intensity (MI)	SF, CW, MC, OT
H0	Overall perception of quality (OPQ)	DI, SC, MI



Слика 4.2.6 Графичка структура на нивоата на Баесовата мрежа [141]

Средното ниво на предложената структура на Баесовата мрежа се користи за проценка на мултимедијални сервиси во облакот, што претставува уште поопшто групирање на сервисите врз основа на активностите на корисниците. Во ова ниво идентификувавме 4 латентни јазли и секој од нив има две состојби на веројатност „Normal/Abnormal“. Соодветното ниво се состои од активности за синхронизација на различни верзии од документи складирани во облакот (SF), заедничка работа на документи (CW), мултимедијална комуникација (MC) и онлајн телеприсуство (OT). Наредното ниво на предложената Баесова мрежа се состои од три јазли, со кои се идентификува прифатливоста на различните сервиси во облакот врз основа на корисничките потреби/параметри. Ова е направено врз основа на степенот на интеракција со корисниците, сложеноста на сервисот и интензитетот на мултимедијални содржини. Конечно, горното ниво ја комплетира структурата на Баесовата мрежа со јазол за проценка на севкупниот квалитет на перцепција од страна на корисникот на мултимедијални сервиси во облакот. Овој категоричен редослед на прашањата од анкетниот прашалник е искористен за да се организира структурирана организација на јазлите во рамки на Баесовата мрежа. Оваа фаза на развивање на структурата на Баесовата мрежа завршува со формализирана графичка структура на нивоа која ќе се користи за оценување на мултимедијални сервиси во облакот, прикажана на слика 4.2.6.

4.2.5 Квантификација на Баесовата мрежа

Втората фаза од предложениот модел започнува со квантификација на Баесовата мрежа, најпрво со избор на алгоритам за земање примероци за веројатности и директна квантификација на деца јазлите (терминалните јазли). Табелите за граничната веројатност за терминалните јазли имаат четири состојби, што е соодветно на корисничките одговори на скалата со интервали од 4 точки, дадена во анкетниот прашалник. Табелата на условна веројатност за родителските јазли ќе има $2 \times 2 \times 4$ (вкупно 16) различни состојби, каде што 2 е бројот на состојби на јазол за присуство на сервисот „Високо/Ниско“, другиот 2 е бројот на влезните јазли и 4 е бројот на состојби на терминалните јазли. На пример, сервисот за споделување на мултимедија има состојба „Ниско“, со голема веројатност под услов кога јазлите Q_7C и Q_7D имаат ниски вредности или конкретно кога одговорите на овие прашања се статистички блиску до 1, како во овој случај.

Следејќи ја предложената структура на Баесовата мрежа, различните видови на сервиси во облакот, од нивото 3, ги пропагираа своите докази до четирите идентификувани активностите на корисниците. Во оваа фаза од квантификација ја користиме класификација за квалитетот на мултимедијални сервиси во облакот, врз основа на воспоставените субјективни карактеристики кои се важни за корисниците. Овие карактеристики за квалитетот ја нагласуваат важноста на перцепираната класификација за различните сервиси во облакот, кои ги идентификувавме во претходното истражување [153]. Така, во зависност од класификацијата на мултимедијалните сервиси во облакот, ние предложивме перцепираната класификација во однос на степенот на интерактивност, сложеноста на сервисот и интензитетот на мултимедијални содржини, дадена на слика 4.2.7.



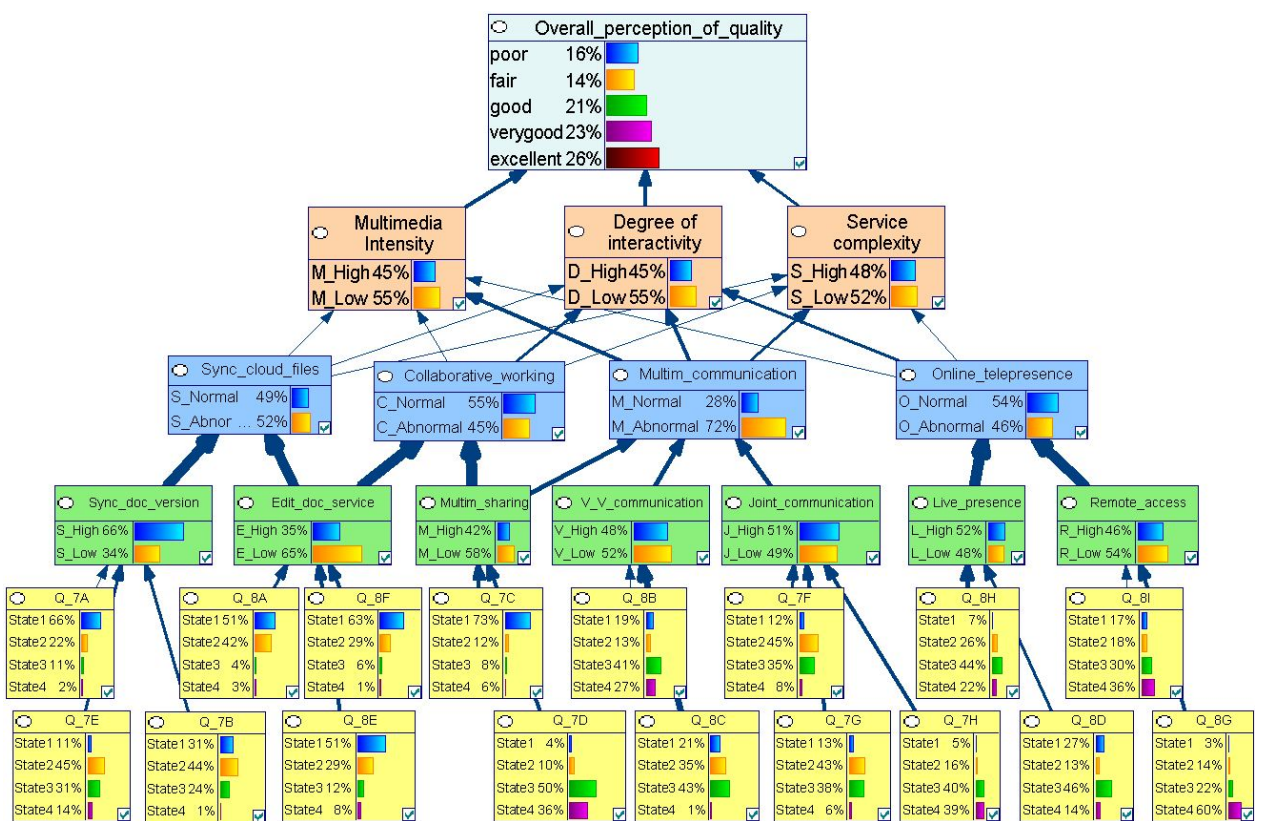
Слика 4.2.7 Перцепирана класификација за различните сервиси во облакот

- Комплексност на сервисот (SC), претставува збир на сложеноста во однос на технолошките карактеристики на системот, кои се користат за испорака, пренос и пристап до мултимедијалните содржини. Сложеноста на сервисот може да се разгледува од аспект на физичката и логичката дистрибуција, обезбедувањето, достапноста и управувањето со бараните сервиси. Од друг аспект, сложеноста на сервисот е способноста системот да опфати голем број на различни состојби во одреден временски период и начинот на кој тоа влијае на неговата стабилност.
- Степенот на интерактивност (DI), ги зема во предвид интензитетот на интеракција помеѓу крајниот корисник и сервисот во облак (во смисла на интеракција помеѓу човек и компјутер) или помеѓу различните крајни корисници (дигитална комуникацијата меѓу луѓето). Врз основа на оваа класификација, се смета дека сервисот за далечински пристап има висок степен на интерактивност, наспроти сервисот за синхронизација и складирање во облакот која има најнизок степен на интеракција.
- Интензитетот на мултимедијални содржини (MI), опишува до кој степен сервисот во облакот е фокусиран на мултимедијалните содржини или како корисниците ја перцепираат и управуваат со мултимедијалните содржини. Врз основа на тоа, може да направиме разлика помеѓу облак-базираните игри, како високо интензивна мултимедијална содржина и сервисот за синхронизација и складирање во облак има најмалку интензивна мултимедијална содржина.

Главната разлика во овој пристап за квантификација е дека тесно поврзаните сервиси во облакот обично обезбедуваат стандардни сервиси врз основа на активностите на корисниците. Ова значи дека, кога мнозинството јазли за присуство на сервисот, кои припаѓаат на нивото 3 од Баесовата мрежа, имаат идентични состојби. На пр. кога и двата јазли покажуваат состојба „Високо“. Тогаш влијанието на тој фактор ќе пропагира состојба „Normal“, со поголема веројатност, кај јазлите кои ги опфаќаат (сервисите за) активностите на корисниците. Во обратен случај, кога мнозинството јазли за присуство на сервисот имаат спротивни состојби во мнозинство, односно еден од јазлите пропагира состојба „Високо“, а другиот има состојба „Ниско“, влијанието на тој фактор пропагира „Abnormal“ состојба, со поголема веројатност, за јазлите кои ги опфаќаат (сервисите за) активностите на корисниците. Овој пристап на квантификација се користи за пропагирање на влијанието од јазлите за присуство на сервисите кон јазлите од нивото на Баесовата мрежа, кои ги опфаќаат активностите на корисниците. Табелата на условна веројатност за јазлите кои ги опфаќаат активностите на корисниците ќе има $2 \times 2 \times 2$ (вкупно 8) различни состојби, каде

што 2 е бројот на состојби на јазлите за присуство на сервиси, другиот 2 е бројот на влезните јазли и третиот 2, се различни состојби на сервисите за активностите на корисниците „Normal/Abnormal“, соодветно.

Последниот чекор од втората фаза на квантификација е користење на класификацијата на перцепираниот квалитет за мултимедијални сервиси во облакот, врз основа на прифатените субјективни карактеристики кои се важни за корисниците, слика 4.2.8. Конечно, најгорното ниво на Баесовата мрежа ја нагласува важноста на утврдената карактеристика за квалитет на мултимедијални сервиси во облакот со целокупна **проценка за квалитет на перцепција (OPQ)** од страна на корисниците



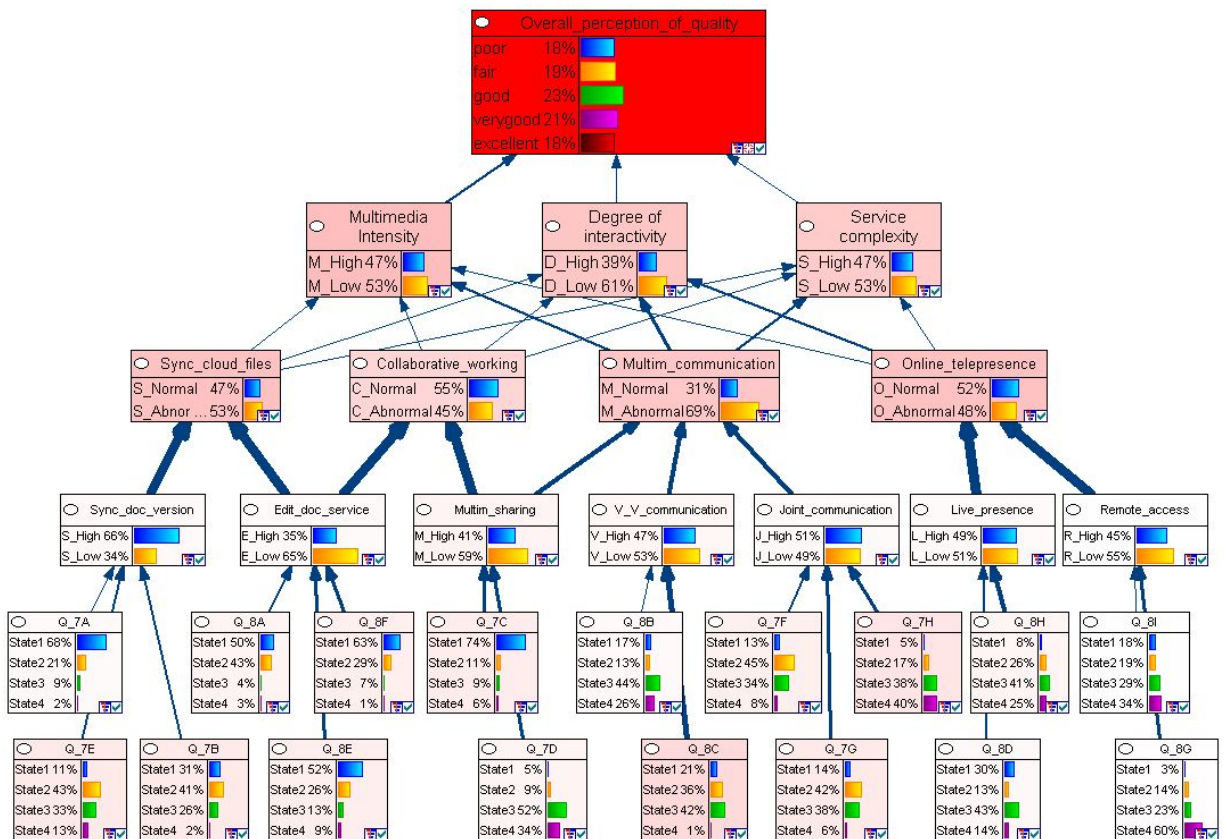
Слика 4.2.8 Квантификација на Баесовата мрежа, конечен исход по втората фаза [141]

4.2.6 Процес на анализа и испитување

Процес на испитување на предложената Баесова мрежа започнува со анализа на чувствителноста, која обезбедува важни информации за влијанието на промените на локалните веројатности врз целокупната перцепција за квалитетот на сервисите. Баесовиот модел, кој е развиен во оваа фаза, ги идентификува најрелевантните параметри кои треба да се разгледуваат кога се прави проценка и предвидување. Испитувањето започнува најпрво со анализа на нивото на апстракција која обезбедува класификација на присуство на

различните сервиси за пресметување во облак, каде што идентификувавме седум различни типови на сервиси во облакот. Понатаму, со воведувањето на второто ниво на апстракција во Баесовиот модел, ги идентификувавме четирите најчести сервисите врз основа на активностите на корисниците. Анализата на влијанието потврди дека најголема јачината на влијание во Баесовиот модел е забележан помеѓу овие две нивоа на апстракција во рамки на мрежата. Експлицитно, оваа анализа ја потврди јачината на врска меѓу јазлите за присуство на сервисите, лоцирани во нивото 3 во Баесовата мрежа, кон јазлите од нивото 2 на Баесовата мрежа. Со примена на GeNIe моделот, можно е да се пресмета јачината на влијанието на секој од врските и да се претстави визуелно во Баесовата мрежа [151]. На тој начин, врските во Баесовата мрежа ќе имаат различна дебелина, во зависност од јачината на влијание помеѓу јазлите со кои се поврзани.

Врз основа на набљудуваните докази, успеавме да ги сумираме овие резултати за предложениот Баесов модел. Целниот (target, англ.) јазол во Баесовата мрежа за анализа на чувствителноста е избран да биде врвниот јазол за целокупна **проценка за квалитет на перцепција** (OPQ). Главната цел на фазата на испитување беше да се обезбеди визуелна алатка која ќе овозможи да се користи за истражување на однесувањето на сложените модели. Во оваа насока, направената анализа на чувствителноста потврди дека целокупната перцепција за користените сервиси во облакот е посензитивно кај јазлите од првото ниво од Баесовата мрежа. Овие релевантни податоци за спроведената анализа на чувствителноста (sensitivity, англ.) и влијанието (influence, англ.) се искористени во чекор на приспособувањето (adjustment, англ.) на моделот. Во овој чекор, постојано ги модифициравме веројатностите на сите табели на условна веројатност, со цел да ги одредиме релативните влијанија на промените на клучните јазли на Баесовата мрежа. Ова обезбедува сигурност и гаранција на резултатите од барањето по завршеното приспособување, како што е прикажано на Слика 4.2.9.



Слика 4.2.9 Анализа на чувствителност (прикажана по завршеното приспособување). [141]

Деталната анализа на сервисите за синхронизација и складирање во облакот покажа многу висока чувствителност на прашањата 8E и 8F, а многу ниска чувствителност на прашањето 7A. Овие резултати потврдуваат дека предложениот Баесов модел е чувствителен на корисничките активности за синхронизација на различни верзии од документи складирани во облакот. Јачината на влијание потврди дека навиките за користењето на сервисите за синхронизација и складирање во облакот се позначајни од стремежот корисниците за споделување на последната верзија на документот. Активностите за заедничка работа на документи покажува дека размена на мултимедијални содржини е почувствителна на корисничките интереси. Дополнително, оваа анализа потврди дека потребата да се создаде колекција од мултимедијални фајлови на различни дигитални уреди (прашање 7C) е најчувствителниот јазол. Сервисите за канцелариска работа, како и соработка и уредување имаат посилно влијание во споредба со потребата за споделување и собирање на мултимедијални фајлови во облакот.

Активноста за мултимедијална комуникација е под еднакво влијание од сервисите за заедничка соработка и споделување, видео-говорна комуникација и споделување на мултимедија. Врз основа на анализата на чувствителноста можеме да забележиме дека студентите покажуваат најголема чувствителност кон сервисите за видео на барање од

корисниците (on-demand, англ.). Тие се помалку почувствителни кога треба да работат во тим за да ги споделат своите идеи, мисли, и коментари со група пријатели. На крај, за студентите е многу важно ефикасно и брзо да комуницираат со колегите, без разлика каде и да се и каков уред користат. Кога ги следиме активностите за онлајн телеприсуство, евидентно е подеднакво силно влијанието на сервисите за видео пренос во живо и далечински пристап. Врз основа на направената анализа на анкетниот прашалникот можеме да забележиме дека студентите имаат тенденција и се најчувствителни при пречки на сервисите за видео пренос во живо и HD телеприсуство, а се помалку чувствителни кон сервисите далечински пристап и облак-базирани игри. Ова доведува до заклучок дека студентите се повеќе склони и претпочитаат висококвалитетна мултимедија комуникација во живо, а помалку важни им се сервисите за далечински пристап.

4.2.7 Процес на валидација

Предложениот модел за проценка на задоволството на корисниците за одреден мултимедијален сервис или производ, во последната фаза на развојниот процес е потврден (валидиран). Фазата на валидација обезбеди евалуацијата за предложениот Баесов модел кој ги користи податоците од трите спроведени анкетни истражувања. Оваа фаза е фокусирана на детална анализа на јазлите за сервисите за пресметување во облак врз основа на активностите на корисниците. Општата анализа на трите истражувања од 2014 до 2016 година е направена со споредба на вредноста под површината на ROC кривата (AUC) презентирани во табела 4.5.

ТАБЕЛА 4.5 Споредба на AUC вредностите за трите истражувања од 2014 до 2016 година.

Вредност под површината на ROC кривата – AUC	Синхронизација на различни верзии од документи складирани во облакот	Заедничка работа на документи	Мултимедијална комуникација	Онлајн телеприсуство
2014	0.806211	0.870942	0.912484	0.976398
2015	0.907452	0.903183	0.918824	0.938215
2016	0.820216	0.854167	0.952206	0.897749

Според тие резултати се потврдува дека онлајн телеприсуство (OT) и мултимедијалната комуникација (MC) имаат поголема средна вредност под површината на ROC кривата – AUC (0.93), што овозможува одлична валидација на моделот. Според тоа, ROC кривата за

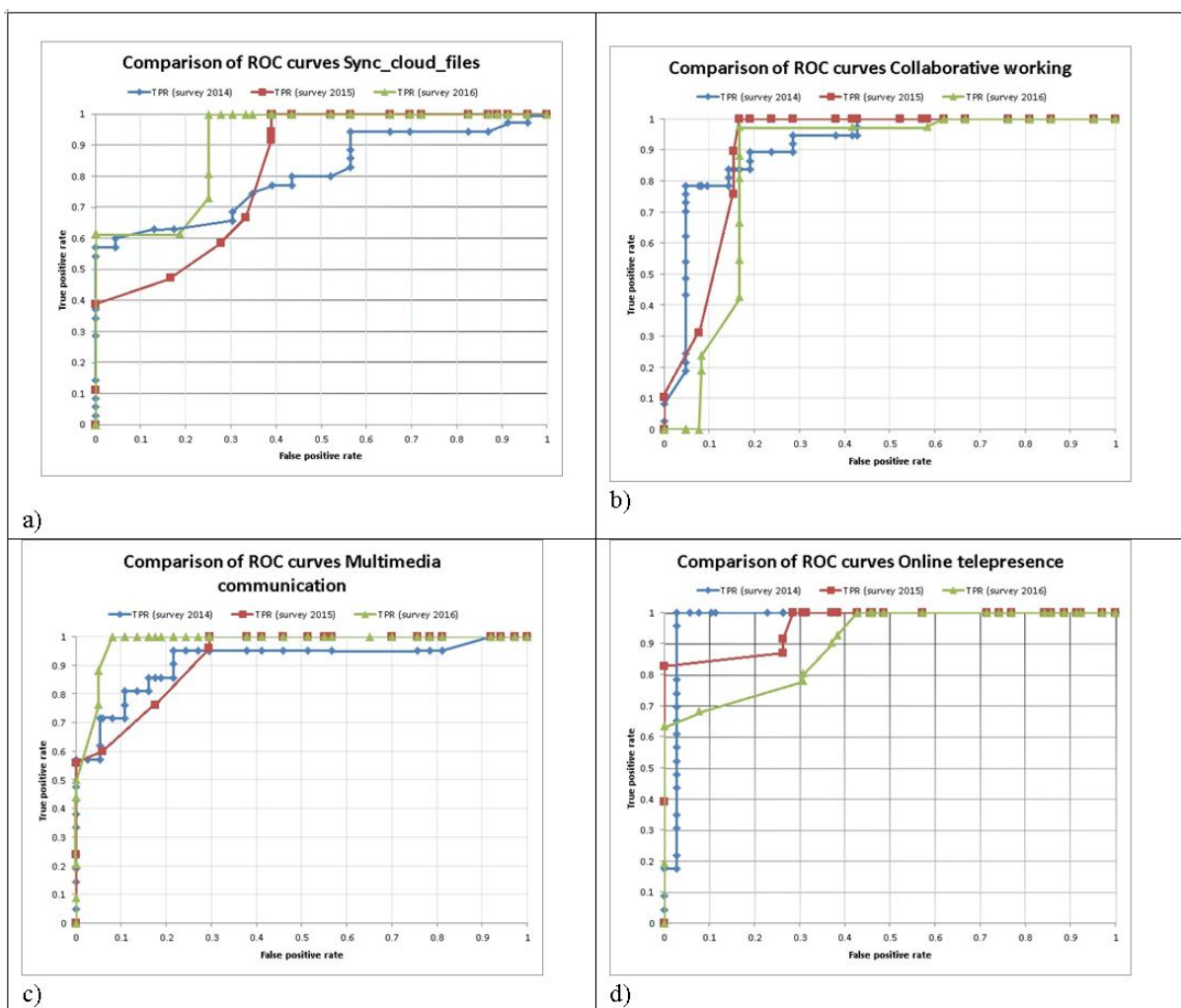
соработка (CW) и синхронизација на содржини (SF) имаат помала средна вредност под површината на ROC кривата – AUC (0.86), што претставува добра валидација на предложениот модел.

Предложениот модел потврдува дека анкетните прашања поврзани со синхронизирање на различни верзии од документи складирани во облакот беа вреднувани со споредба на ROC крива за Sync_files јазол од Баесовата мрежа, за трите анкети, слика 4.2.10 (а). Анализата потврди дека одговорите на анкетата од 2014 година обезбедија класификација која е влијателна. Ова имплицира дека Баесовиот модел е способен да направи позитивна евалуација со едноставно користење на статистички кривки докази. Од друга страна, ROC кривата на анкетите од 2015 и 2016 потврди дека предложениот модел дава подобри предвидувања за сервисите за синхронизација и складирање во облакот. Генерално, резултатите од валидацијата потврдија дека графот од Баесовата мрежа за синхронизација на различни верзии од документи складирани во облакот (Sync_cloud_files) прави позитивни предвидувања за тоа како корисниците се склони кон користење на овие сервиси. Врз основа на измерените вредности за AUC, предложениот модел го дава најлошото просечно предвидување за тоа како корисниците ги оценуваат сервисите за синхронизација во облакот, во споредба со другите сервиси. Кога правиме детална анализа за потребите на сервисите за синхронизација и складирање во облак, утврдиме дека студентите најчесто се соочуваат со ситуации за заедничко уредување на документи. Исто така, моделот го истакнува најинтензивното влијание на прашањето Q_7B дека тие имале потреба за последна верзија на документот при користење на сервиси за синхронизација во облак.

Анализата на ROC кривата за заедничка работа на документи покажува интересни предвидувања врз основа на сите емпириски истражувања, види Слика 4.2.10 (б). ROC кривата на почетокот на предвидувањето, за малите вредности на FPRate (англ.), обезбедува ниски TPRates (англ.), што го прави овој модел подобар за идентификување на позитивните класификации само со силни докази. Она што е специфично за активностите при заедничка работа на документи е тоа што прави неколку лажни позитивни грешки, но за поголеми вредности на FPRate (англ.) прави подобро предвидување. Генерално, моделот за заедничка работа на документи има просечна вредност за AUC (0,87), што го прави добар за проценка за забележување (набљудување) на студентските потреби.

Активностите на сервисите за мултимедијална комуникација се потврдени со трите анкети како многу добри при проценка за забележување (набљудување) на студентските потреби; види слика 4.2.10 (в). Ова е потврдено со високата средна вредност на AUC (> 0,9) и

соодветната предиктивна класификација на ROC кривите. Врз основа на анализата на ROC кривите, можеме да потврдиме дека одговорите на анкетата од 2015 и 2016 покажаа подобар пристап за класификација одошто анкетата од 2014 година, што укажува на конзервативното предвидување на моделот. Тоа значи дека моделот може подобро да ги идентификува позитивните од негативните резултати на емпириското истражување. Покрај тоа, сервисите за онлајн телеприсуство во облак може многу поточно да направат предвидување со користење на предложениот Баесов модел. Ова е потврдено со високите вредности на AUC за трите емпириски истражувања и многу добрата класификација, видлива од ROC кривите, на слика 4.2.10 (г). Истражувањето од 2014 година покажа најдобра средна вредност на AUC (0.976) е блиску до „совршено“ предвидување на студентските очекувања. Овие резултати повторно потврдуваат дека Баесовиот модел може да направи многу прецизна евалуација за нивната склоност за видео пренос во живо и далечински пристап за играње.



Слика 4.2.10 Споредба на ROC кривите на сервисите врз основа на активностите на корисниците [141]

4.3 Подобрен модел за проценка за квалитет на перцепција

Првичниот модел за проценка на квалитетот на перцепција со користење на Баесови мрежа се состоеше од четири фази: фаза на развој, квантификација, испитување и валидација, елабориран во делот 4.1.3 од тезата [141]. Предложениот подобрен модел е дополнет со **фазата на учење**, воведена веднаш по фазата за квантифицирање на Баесовата мрежа и пред фазата за испитување и валидација. Структурата на подобрениот модел за проценка на квалитетот на перцепција со користење на Баесови мрежа е даден на Слика 4.3.1.

Развојната фаза обезбедува основа за одредување на степенот на гранулација на различните фактори и се користи за почетна конструкција на моделот. Следно, потребно е да се воспостави план за организирање на јазли во рамки на нивоата на Баесовата мрежа. На овој начин, предложениот Баесов-базиран модел ќе има целосна мрежа и хиерархија на сите јазли. Фазата на квантификација одредува условен однос помеѓу родителските јазли и терминалните јазли, дефиниран со табела на условни веројатности. Фазата на параметарско учење бара процена на условните веројатности за секој јазол, земајќи ги предвид структурата на линкот и податоците. Оваа фаза е проследена со избирање на алгоритми базирани на земање примероци и примена на директна и индиректна квантификација на јазлите.

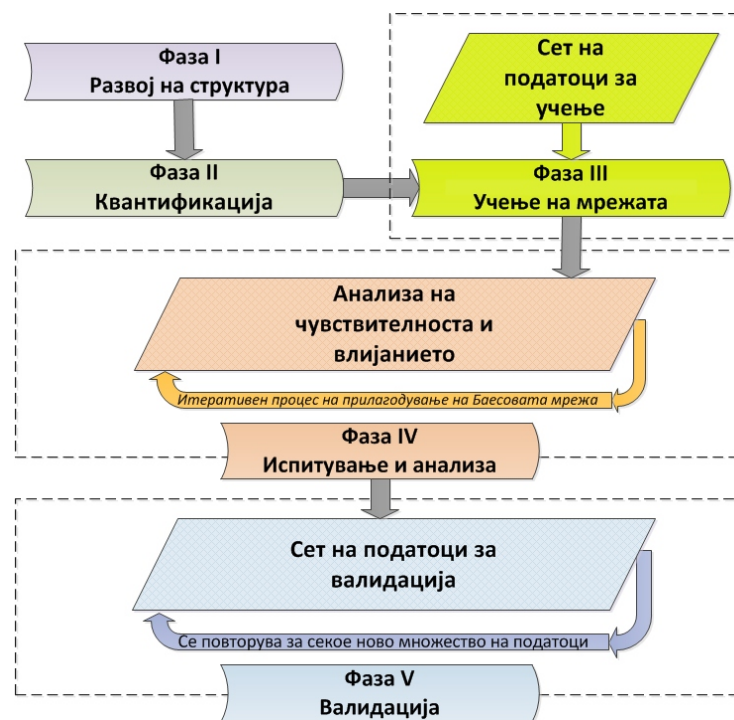
Следи *фазата на учење* која користи сет на податоци за обука на предложената Баесова мрежа. Сетот на податоци за обука е обично помал дел на податоци добиени од постојните емпириски истражувања. Оваа фаза е многу значајна затоа што предложениот модел со помош на мал број на податоци дополнително се обучува за да направи подобра класификација.

Фазата на испитување останува идентична, составена е од анализа на чувствителност и влијание во Баесовата мрежа. Главната цел на оваа анализа е да се провери колку се чувствителни условните веројатности на мали промени во параметрите т.е. веројатности. Општо земено, фазата на испитување обезбедува важна улога во процесот на фино подесување и визуелизација на силите на односите помеѓу јазлите во Баесовата мрежа.

Последна е фазата на валидација која обезбедува информации за точноста на предложениот подобрен Баесов-базиран модел. Овој процес започнува со вчитување на резултатите од емпиriskите истражувања во Баесовата мрежа. За да започне чекорот за валидација, треба да се направи соодветен избор на методот на валидација. Резултатите за точноста на информациите за валидација содржат информации за секој од целните јазли,

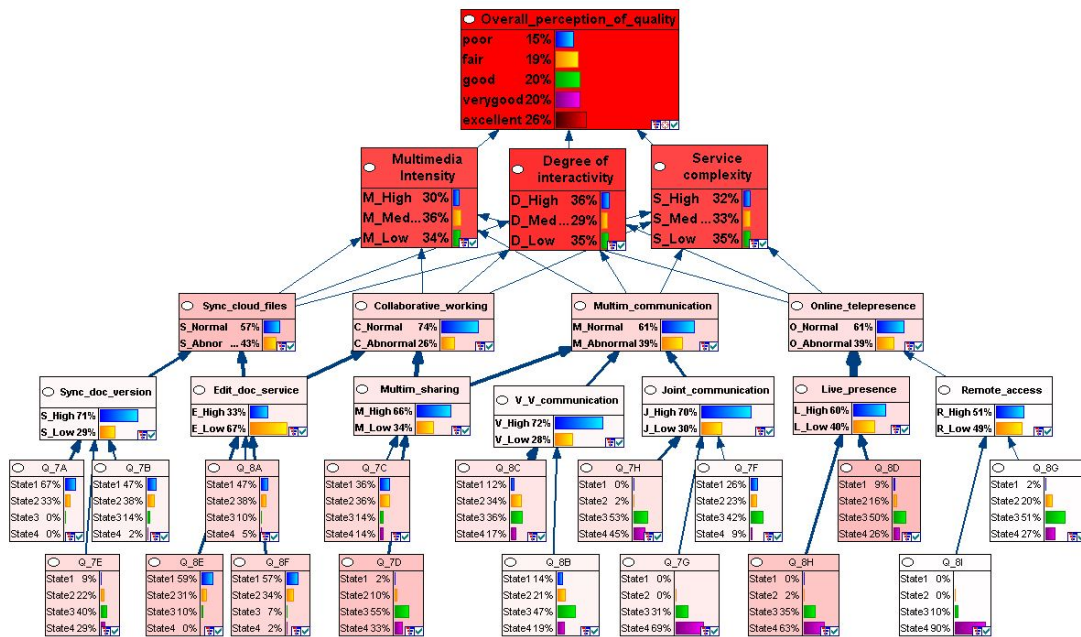
што дава подетална внатрешна анализа. Валидацијата обезбедува информација за тоа колку добро работи предложениот модел, со помош на информациите за правилна и погрешна класификација. Откако ќе се споредат резултатите од валидацијата, ќе се добијат релевантни заклучоци за валидноста на предложениот подобрен модел за проценка на квалитетот користејќи ја Баесовата мрежа.

Врз основа на направените истражувања заклучивме дека подобриот модел дава најдобри перформанси кога сетот на податоци за обука се емпириски податоци од истражувањето од 2014 година. Додека пак за валидацијата се користат емпириски податоци од истражувањата од 2015 до 2017 година. Притоа, за секој сет на податоци се врши валидација на предложениот модел и се споредуваат и анализираат добиените податоци.



Слика 4.3.1 Подобрен модел за проценка на квалитетот на перцепција [154]

Фазата на испитување прави анализа на систематски итеративен начин, со цел прецизно да се оценат верувањата и преференциите кои се базираат на претпоставките на предложениот модел. Во оваа насока, анализата на чувствителноста потврди дека севкупното искуство за користените мултимедијални облак услуги е посензибилно за јазлите во првото ниво (H1) од Баесовата мрежа, дадена на слика 4.3.2.



Слика 4.3.2 Анализа на чувствителност кај подобрениот модел [154]

Деталната анализа на сензитивноста за синхронизација на документи складирани во облакот покажа многу висока чувствителност на прашања 8E и 8F, но многу ниска чувствителност за прашања 7A и 7B. Овие резултати потврдуваат дека предложениот подобрен Баесов модел е осетлив на потребата за споделување на мултимедија (7C и 7D), како и користењето на сервисите за видео пренос во живо (8D). Јачината на влијание потврди дека вистинската употреба на сервисите за синхронизација на облак е поважна од аспирацијата на студентот за споделување на последната верзија на документот. Анализата на активноста за заедничка работа на документи покажува дека споделувањето на мултимедијални содржини е посензитивно од интересите на корисникот за споделување и коментари со други студенти.

Понатаму, сервисите за видео пренос во живо покажаа поголемо влијание во споредба со потребата за сервисите за заедничко уредување на документи во облакот. Во принцип, врз основа на анализата на јачината на влијанието можеме да забележиме дека студентите покажуваат најголем впечаток кон сервисите за видео на барање од корисниците. За нив, многу е важно ефикасно и брзо да комуницираат со колегите кои користат друг вид дигитални уреди. Кога ја следиме активноста на онлајн телеприсуство, евидентно е посилното влијание од видео пренос во живо во однос на сеприсутен далечински интерактивен пристап.

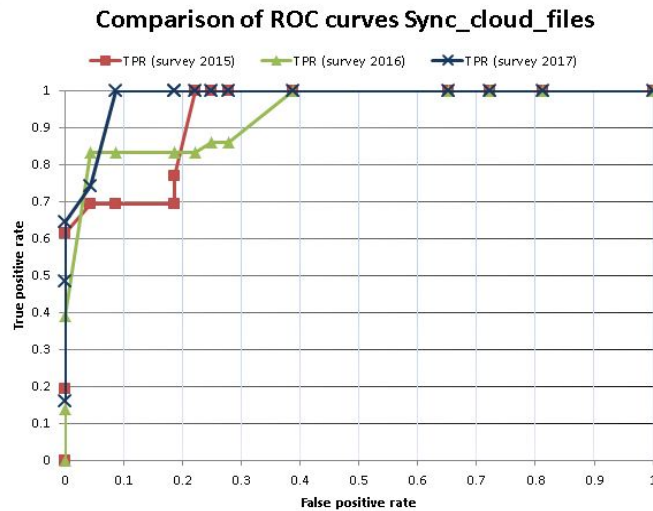
Предложениот модел има постигнато подобрување со воведувањето на третата фаза на учење. Ова може да се забележи преку споредба на ROC кривите и вредноста под

површината на ROC кривата (AUC) дадени во табела 4.6. Општата анализа на добиените вредности покажа дека синхронизација на различни верзии од документи складирани во облакот и онлајн телеприсутност имаат најголема просечна вредност на AUC (0.93), што овозможува одлична валидација на подобрениот модел. Соодветно на тоа, вредноста под површината на ROC кривата за мултимедијална комуникација има помала просечна вредност AUC (0.91) што дава одлична валидација на подобрениот модел. Анализата на вредноста под површината на ROC кривата за заедничка работа на документи има просечна вредност AUC (0,88), што претставува добра валидација на подобрениот модел.

На овој начин, новиот модел за проценка на квалитетот на перцепција го потврдува подобрувањето на моделот во случајот за јазлите за синхронизација на различни верзии од документи складирани во облакот (Sync_cloud_files). Анализата потврди дека одговорите од истражувањето од 2017 година даваат одлична класификација. Ова имплицира дека Баесовиот модел е способен да прави точно предвидување со користење на подобрениот модел за проценка на квалитетот на перцепција, слика 4.3.3.

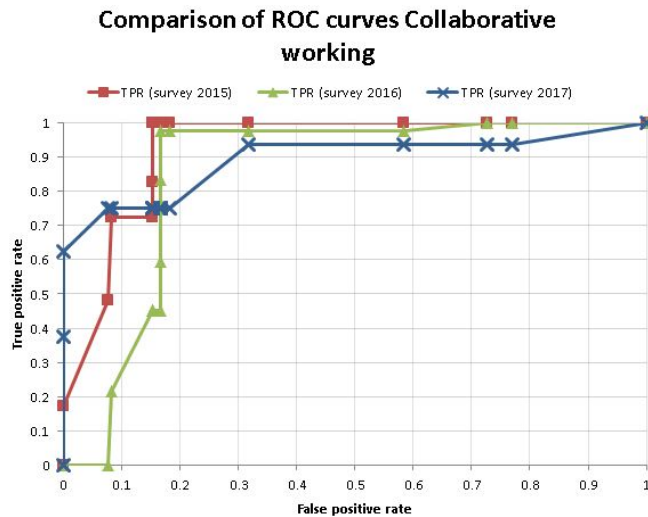
ТАБЕЛА 4.6 Споредба на AUC вредностите за трите истражувања од 2015 до 2017 година.

Вредност под површината на ROC кривата – AUC	Синхронизација на различни верзии од документи складирани во облакот	Заедничка работа на документи	Мултимедијална комуникација	Онлајн телеприсуство
2015	0.941106	0.917772	0.811765	0.970252
2016	0.897377	0.855159	0.975735	0.907129
2017	0.981066	0.887784	0.947321	0.918382



Слика 4.3.3 Споредба на ROC кривите за синхронизација на документи складирани во облакот (2015, 2016 и 2017 година) [154]

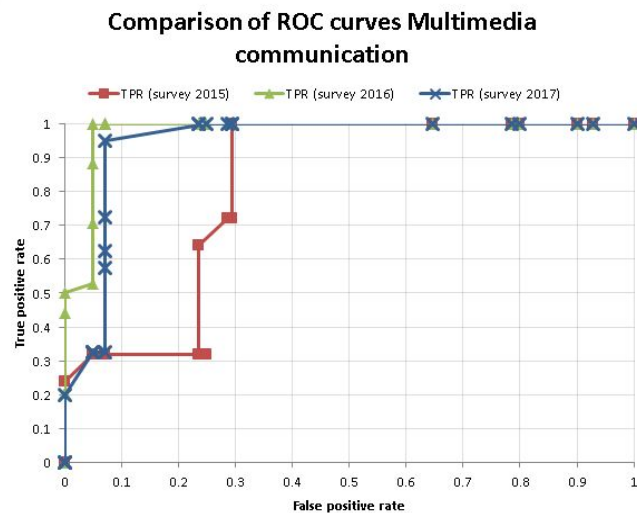
Анализата на ROC кривата на целниот јазол за заедничка работа на документи покажа интересни предвидувања врз основа на сите податоци за анкетите, како на Слика 4.3.4. ROC кривата на почетокот на предвидувањето, за малите вредности на FPRate (англ.), обезбедува ниски TPRates (англ.), што го прави овој модел подобар за идентификување на позитивните класификации само со силни докази.



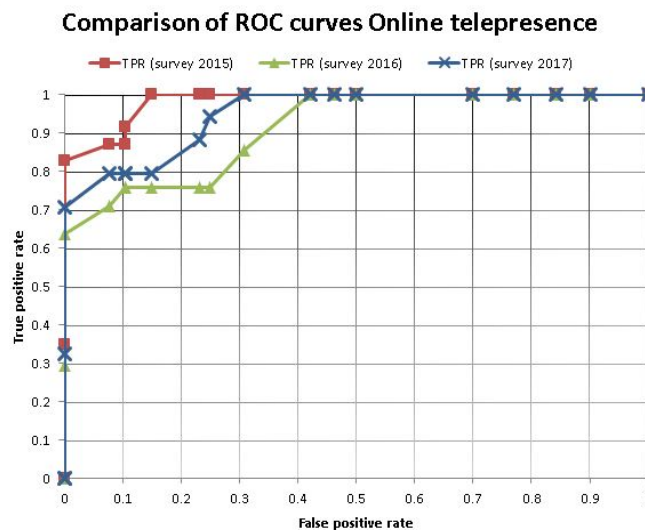
Слика 4.3.4 Споредба на ROC кривите за заедничка работа на документи (2015, 2016 и 2017 година) [154]

Активностите на сервисите за мултимедијална комуникација се потврдени со трите истражувања како многу добри, врз основа на добиените проценки на студентите. Во овој случај, подобрениот модел за проценка на квалитетот на перцепција не покажа подобрување во предвидување, Слика 4.3.5. ROC кривите на почетокот на предвидувањето,

за големи FPRate (англ.) вредности ($> 0,3$), обезбедуваат високи TPRates (англ.), што го прави овој модел подобар за идентификување на негативните класификации. Дополнително, сервисите за онлајн телеприсуство може многу точно да направат предвидување со користење на предложениот модел за проценка на квалитетот на перцепција. Ова е потврдено од високите вредности на AUC од трите истражувања и многу добра класификација видлива од ROC кривите, на слика 4.3.6.



Слика 4.3.5 Споредба на ROC кривите за мултимедијална комуникација (2015, 2016 и 2017 година) [154]



Слика 4.3.6 Споредба на ROC кривите за онлајн телеприсуство (2015, 2016 и 2017 година) [154]

Природата на постоењето на различни сервиси кои се базираат на пресметувањето во облак бара идентификација на различни фактори на влијание, кои треба да се моделираат

соодветно. Врз основа на нашето истражување, најсоодветен пристап за проценка на влијанијата на објективните и субјективните фактори е користењето на Баесовите мрежи. Со прецизно оценување на квалитетот на сервисите и перцепциите на апликациите во „облакот“, се обезбедува поголема контрола на квалитетот на испорачаната мултимедијална содржина и се постигнува добро управување со ресурсите во облакот. Ова истражување доведе до развој на индикатори за проценка на квалитетот на перцепција кои можат да се искористат за да се оцени квалитетот на сервисите во облакот. Истото се постигнува преку анализа на факторите кои влијаат на корисникот, како што се степенот на интерактивност, комплексноста на сервисот, доменот на примена, како и мултимедијалниот интензитет што најмногу влијае врз перцепцијата на корисникот.

Бидејќи секојдневно се среќаваме со бројни сервиси кои се базираат на пресметувањето во облак, многу е важно да се согледа квалитетот на понудениот сервис од страна на крајниот корисник. Затоа, сите овие резултати имаат водечка улога при управување со квалитетот при развојот и дизајнот на мултимедијалните сервиси во облакот. Придонес на ова истражување е да предложи подобрен модел за проценка на квалитетот на перцепција кај различните сервиси во облакот кои се предмет на истражување во тезата.

4.4 Дискусија и валидација на добиените резултати

Севкупно, Баесовите мрежи во ова истражување се користат како ефикасна алатка за групирање и класификација на факторите кои влијаат на квалитетот на сервисите за пресметување во облак. QoE моделирањето на корисничката перцепција за квалитет кај сервисите во облакот претставува голем предизвик. Избравме да направиме проценка на субјективните одговори со помош на воспоставениот модел базиран на Баесовите мрежи. Целиот процес на градење на Баесовиот модел беше направен со идентификување на фазите за развојниот пристап. Секоја фаза е разгранета во конкретни последователни чекори кои се спроведени за да се изгради истиот. Предложениот модел базиран на Баесовите мрежи е развиен со анализа на структурата на анкетниот прашалник за субјективна проценка на сервисите во облакот. На овој начин, користејќи го достапното множество на индикатори за мерење, предложениот QoE модел може да обезбеди релевантни информации за корисничката перцепција за квалитет и за специфичната група на фактори кои ги разгледуваме. На пример, во предложениот Баесов модел анализата на активностите за заедничка работа на документи покажува дека размената на мултимедијалните содржини е поосетлива за студентските потреби, кога треба да креираат колекција од мултимедијални фајлови и да ги користат на различни дигитални уреди

(прашање 7C). Додека пак, анализата на влијанието на моделот потврдува дека сервисите за синхронизација и складирање во облакот имаат поголемо влијание во споредба со потребата за споделување и собирање на мултимедијални содржини во облакот. Овој интерактивен приод на моделирање, со користење на Баесовите мрежи, овозможи да ги разбереме скриените фактори за квалитет (како што е активноста за заедничка работа на документи), кои влијаат врз целокупната проценка за квалитет на перцепција кај мултимедијални сервиси во облакот.

Предноста на овој модел е што овозможува собирање на многу значајни информации од податоците добиени од емпириското истражување. Дополнително, аналитичкиот капацитет од Баесовиот модел создава многу ефикасна алатка за дијагностицирање и релевантна проценка на саканите карактеристики за квалитетот кај корисникот. Главната придобивка од користењето на овој модел е тоа што може да се користи за детална проценка на резултатите од истражувањето. Понатаму, може да се користи како алатка за планирање од страна на давателите на OTT сервисите, да креираат хипотетички сценарија и да симулираат резултати пред финализирање на акциониот план. Овој пристап ќе им овозможи на провајдерите на сервиси квантитативни и визуелни споредби кога треба да носат значајни одлуки. Ова значи дека врз основа на вредностите што ги дава моделот, тие ќе можат да ги идентификуваат најчувствителните фактори кои влијаат на квалитетот на перцепција.

Со точна проценка на квалитетот на перцепција на сервисите и апликациите во „облакот“ се обезбедува поголема контрола на квалитетот на испорачаните мултимедијални содржини и се постигнува добро управување со ресурсите за пресметување во облакот. Одредено подобрување на предложениот модел се постигнува кога ќе се изврши тренинг на Баесовата мрежа, а потоа се направи валидација на предложениот модел со емпириски истражувања. Резултатите од анализата на ROC кривата и измерените вредности за AUC се објавени во списанието [154]. Истражувања [148] и [154] доведоа до развој на QoE индикатори кои би можело да се користат за проценување на квалитетот на ефикасно мерење на сервиси базирани на пресметувањето во облак. При тоа се разгледуваат корисничките фактори на влијание: степенот на интерактивност, сложеноста на сервисот, доменот на примена, како и мултимедијалниот интензитет. Тргувајќи од фактот дека секојдневно се среќаваме со бројни сервиси базирани на пресметувањето во облак, многу значајно е како се перцепира квалитетот на сервисот од страна на крајниот корисник. Затоа, сите овие истражувања имаат водечка улога за управување со квалитетот при развој и дизајн на сервиси базирани на пресметување во облакот. Главниот придонес на ова истражување е да предложи модел за определување на квалитетот на различни сервиси базирани на пресметувањето во облак.

Притоа перцепцијата на квалитетот се моделира со помош на Баесови мрежи, во зависност од четири различни параметри. Значајно е да се напомене дека овие параметри се избрани од кориснички аспект врз основа на комплексноста на сервисот, степенот на интеракција, интензитетот на мултимедијални содржини и во зависност од улогата на корисникот. Со предложениот Баесов модел за мерење на квалитетот на перцепција направено е тестирање за девет најчесто користени сервис базирани на пресметувањето во облак. Секако во иднина може да се прошири за повеќе сервис и за повеќе параметри на влијание.

5 ДИСКУСИЈА И ЗАКЛУЧОК

Провајдерите на сервиси се во константна потрага по соодветни алатки кои ќе им помогнат да го утврдат и да го измерат задоволството кај крајните корисници. Во делот на ефикасно искористување на мрежни ресурси, постојано се тежнее кон тоа да се подобри квалитетот на директно мерливите технички карактеристики. Денес, се уште големо внимание се посветува на задоволување и гарантирање на технички карактеристики од страна на провајдерите кон крајните корисници, преку договорите за испорака на сервиси. Сепак, тоа што недостига во оваа насока е субјективна проценка колку самите корисници се задоволни од понудените сервиси. Во таа насока, провајдерите на сервиси користат теренски истражувања, кои се состојат од прашалници и испитувања на корисничкото мислење, за понудените сервиси. Со помош на овие емпириски методи се утврдува рејтингот за квалитет, на определена скала или пак се дава квалитативен опис за понудениот сервис, од страна на испитаниците. По завршување на испитување на јавното мислење кај корисниците, провајдерите најчесто прават статистичка анализа за добиените податоци. Крајната цел е да се формира една целосна проценка за степенот на задоволство кај корисниците за понудената услуга.

Користејќи го овој пристап и многу слични, провајдерите користат неефикасни начини за проценка на квалитетот, како во однос на времето, така и во однос на искористените човечки ресурси за спроведување на истражувањата. За подобрување на пристапот како да се измери квалитетот на корисничката перцепција за понудените сервиси потребен е мултидисциплинарен пристап за субјективна проценка на сервисите. Во таа насока, до сега се направени истражувања во кои се користат објективни методи, кои преку анализа на директно мерливите параметри ќе создадат квалитативна проценка.

Повеќето од провајдерите најчесто собираат податоци за корисниците од самите системи, во зависност од тоа како корисниците пристапуваат до понудениот сервис. Пример, во однос на локацијата на корисникот, типот на терминалниот уред, пристапната мрежа и апликацијата што ја користат. Потоа врз основа на собраниот сет на податоци, се применуваат алгоритми за податочна рударење како би ги утврдиле и би ги категоризирале проблемите со кои корисниците најчесто се соочуваат. Со цел, постојано да се следат

корисничките проблеми, на овој начин е потребно да се повторува процесот на собирање на податоците и нивната анализа. Денес постојат техники на обработка на вака големиот број на податоци, познати како техники за процесирање на големи податоци. Во таа насока, се прави анализа на корисничките податоци, со цел да се утврдат корисничките навики за користење на одредени сервиси. Така на пример, на корисниците кои во голема мерка го користат сервисот за податочен пренос, провајдерите му препорачуваат соодветен тарифен модел кој е економски најповолен за корисникот. На овој начин, провајдерите сметаат дека грижата за корисниците се остварува со понуда на најдобрите пакети на тарифни модели за нивните корисници. Нашата препорака е дека обврската за понудата на квалитетен сервис за корисниците не застанува тука. Провајдерите на сервиси треба да се залагаат и да понудат целосен квалитет за нивните корисници низ хетерогени мрежи.

Преку целосна анализа на сите фактори на влијание, кои ја карактеризираат перцепцијата на крајниот корисник, од почетна точка на страната на провајдерот, па се до крајниот корисник потребно е да се користи т.н. end-to-end (англ.) пристапот за гаранција на квалитет. Тоа е пристап, каде што почнувајќи од апликативно ниво на страната на провајдерите да биде обезбеден потребниот и континуиран квалитет на понудениот сервис до крајната корисничка апликација. Во таа насока, главниот придонес на истражувањата направени во оваа теза, беше анализа и класификација на различните фактори на влијание, а со цел, да се развијат модели за перцепција на квалитетот од корисничка гледна точка. При тоа, предложените модели ќе понудат адаптивна и динамичка регулација на различните фактори на влијание, така што ќе може да се обезбеди една целокупна проценка за обезбедениот квалитет. Ваквите модели се директно применливи за мерење на квалитетот на перцепција. Врз основа на понудениот квалитет, самите провајдери ќе бидат во можност да понудат сервиси со загарантиран квалитет врз основа на перцепцијата на корисниците. Предизвик за следно истражување е како провајдерите да го наплатат понудениот квалитет за сервисите кои ги нудат. Како основа ќе се користи истражувањето за мерење на квалитетот на перцепција (QoE) како индикатор за квалитет, а предизвикот е како да се одржи истиот и да се претвори во профит.

Во иднина мобилноста како сервис (Mobility as a Service, англ.) ќе биде основата за развој на паметни градови. Секако овие сервиси ќе имаат потреба од метрика за квалитет на перцепција, а ќе се земат во предвид потребите на граѓаните. Идните истражувања ќе овозможат проширување и развој на модели за перцепција на квалитет кои ќе се применат кај интелегентни системи за транспорт при проценка на корисничкото искуство при патување.

Во рамките на истражувањата беа користени сервисите базирани на пресметувањето во облак, кои сеуште се во развој и го усложнуваат процесот на проценка и мерење на квалитетот на перцепција. Овие сервиси, користат различни организациски и инфраструктурни пристапни модели, што ги прават лесно достапни и практични за работа. Самата природа на сервисите базирани на пресметувањето во облакот, овозможува динамичко распоредување на ресурсите врз основа на корисничките потреби. Во зависност од корисничките потреби, се користи одреден сервис за кој се плаќа по принципот „pay as you go“ (англ.). Ова значи дека корисниците плаќаат квантитативно за времето и количината на искористени пресметковни ресурси. Сето ова дополнително го усложнува процесот на проценка на понудените сервиси за крајните корисници.

Природата на постоење на различни сервиси базирани на пресметувањето во облак, бара утврдување на различни фактори на влијание кои треба соодветно да се моделираат. Врз основа на нашите истражувања, најсоодветен пристап за проценка на влијанијата на објективните и субјективните фактори е примена на Баесови мрежи. Динамичката природа на овие мрежи овозможува флексибилност и адаптација на влијанието на различни фактори, а со цел да се утврди целокупниот квалитет на одреден тип на сервис базиран на пресметувањето во облак. Главниот придонес на истражувањата на дисертацијата се воведување на метрика за проценка на корисничката перцепција за квалитет на понудените сервиси. Во таа насока, направени беа истражувања кои овозможија воведување на пристапи за перцепција на квалитетот кај корисниците. Определена е QoE метрика со која се овозможи квантитативно мерење на сите фактори на влијание во системот, со цел да се добие една општа квалитативна оценка за квалитетот на сервисите кои се нудат.

Прилог.1. Прашалник за проценка на задоволство од интеракција кај корисникот
(Questionnaire for User Interaction Satisfaction, англ.) [72]

Questionnaire for User Interaction Satisfaction (QUIS)

Overall reaction to the software											
1	terrible	1	2	3	4	5	6	7	8	9	wonderful
2	difficult	1	2	3	4	5	6	7	8	9	easy
3	frustrating	1	2	3	4	5	6	7	8	9	satisfying
4	inadequate power	1	2	3	4	5	6	7	8	9	adequate power
5	dull	1	2	3	4	5	6	7	8	9	stimulating
6	rigid	1	2	3	4	5	6	7	8	9	flexible
Screen											
7	Reading characters on the screen										
	hard	1	2	3	4	5	6	7	8	9	easy
8	Highlighting simplifies task										
	not at all	1	2	3	4	5	6	7	8	9	very much
9	Organization of information										
	confusing	1	2	3	4	5	6	7	8	9	very clear
10	Sequence of screens										
	confusing	1	2	3	4	5	6	7	8	9	very clear
Terminology and system information											
11	Use of terms throughout system										
	inconsistent	1	2	3	4	5	6	7	8	9	consistent
12	Terminology related to task										
	never	1	2	3	4	5	6	7	8	9	always
13	Position of messages on screen										
	inconsistent	1	2	3	4	5	6	7	8	9	consistent
14	Prompts for input										
	confusing	1	2	3	4	5	6	7	8	9	very clear
15	This phone informs about its progress										
	never	1	2	3	4	5	6	7	8	9	always
16	Error messages										
	unhelpful	1	2	3	4	5	6	7	8	9	helpful
Learning											
17	Learning to operate the system										
	difficult	1	2	3	4	5	6	7	8	9	easy
18	Exploring new features by trial and error										
	difficult	1	2	3	4	5	6	7	8	9	easy
19	Performing tasks is straightforward										
	never	1	2	3	4	5	6	7	8	9	always
System capabilities											
20	System reliability										
	unreliable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Reliable
21	Correcting your mistakes										
	difficult	1	2	3	4	5	6	7	8	9	easy
22	Designed for all levels of users										
	never	1	2	3	4	5	6	7	8	9	always

Прилог 2. Прашалник за проценка на стилот на учење
(Learning Scenario Questionnaire , англ.) [76]

Learning Scenario Questionnaire

- Q1) Which format do you prefer a scientific description of a Database System?
- 1) a paragraph describing each part
 - 2) a label diagram showing each part
- Q2) Which format do you prefer in learning scientific explanation of how executing SQL query works?
- 1) an essay describing what happens with each command of SQL query statement
 - 2) a series of labeled diagram showing the status of each part of execution scenario of SQL query
- Q3) Which format do you prefer for following directions for how to draw an ER diagram?
- 1) verbal direction including telling you that you have to draw first entities, attributes and relations, respectively
 - 2) a map showing how to draw the entities, attributes, and how are they connected with relations
- Q4) Which format do you prefer for following instructions for how to aggregate data using SQL statement?
- 1) a list of steps in words
 - 2) a labeled diagram showing the steps
- Q5) Which format do you prefer for describing the results of the executed SQL queries?
- 1) a list of results in table
 - 2) a graphical report with chart, diagram or pie.

Прилог 3. Прашалник кој се користеше за спроведеното експериментално истражување

Questionnaire for using services in the cloud

The survey questionnaire is conducted to investigate which aims at identifying the factors that influence the choice and use of cloud computing services. The survey is intended for students of University of Information Science and Technology St. Paul the Apostle in Ohrid. It is anonymous, and respondents are asked to carefully read and honest answers to all questions. Since the issues related to your behavior, experiences, attitudes and perceptions, there is no wrong answers. Survey consists of a general part and the three groups (sites) issues. To fill out the survey is required 10-15 minutes.

1. Gender:

M	F
---	---
2. Nationality group:

International student	Macedonian student
-----------------------	--------------------
3. Year of study:

I	II	III	IV
---	----	-----	----
4. Faculty:

CNS	CSE	ISVMA	MIR	DBI
-----	-----	-------	-----	-----
5. How often are you online:

1 Mainly weekends	2 A few times a week	3 Daily	4 Several times a day	5 All time, whenever I have a chance
----------------------	-------------------------	------------	--------------------------	-----------------------------------------
- (1 answer)
6. Which all devices you are accessing the Internet, applications, and your data? (multiple answers)
- | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|-----------|--------------------------|-------------------|
| <input type="checkbox"/> | Desktop/Laptop computer at home | <input type="checkbox"/> | Laptop computer at University | <input type="checkbox"/> | Notebook PC (>= 15 ") | <input type="checkbox"/> | Ultraportable notebook (<= 14 ") | <input type="checkbox"/> | Tablet PC | <input type="checkbox"/> | Mobile Smartphone |
|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|-----------|--------------------------|-------------------|

7. How would you evaluate the **complexity** of the (mark the complexity level on a scale: 1 = low; 2 = medium; 3 = high; 4 = very complex):

A. Services for **cloud storage sync**: Dropbox, One Drive, Google Drive, Box, iCloud Drive, SugarSync

1	2	3	4
---	---	---	---

B. Services for **voice conference**: cloud PBX, WebEx meeting, Skype, Viber

1	2	3	4
---	---	---	---

C. Service for **On-demand video**: Netflix, Hulu Plus, Amazon Video, and HBO Go, iTunes and Google Play

1	2	3	4
---	---	---	---

D. Service for **Live video streaming**: YouTube, Livestream, Ustream

1	2	3	4
---	---	---	---

E. Online **Cloud based office service**, such as Google Docs, Office 365 Word or Zoho Writer

1	2	3	4
---	---	---	---

F. Online **Collaborative editing** services, such as Google Docs, Dropbox, Slack, Zoho Docs, Central desktop and Teamlab

1	2	3	4
---	---	---	---

G. **Remote Desktop** service: Microsoft Remote Desktop, Chrome Remote Desktop, TeamViewer

1	2	3	4
---	---	---	---

H. Service for **HD telepresence**: Cisco TelePresence, WebEx, Microsoft Lync, Google Hangouts, Vidyo

1	2	3	4
---	---	---	---

I. **Cloud gaming** service: Onlive, Gaiki, Spoon, Gcluster, GameTreeTV and Ubitus

1	2	3	4
---	---	---	---

8. How would you evaluate the **interaction** with (mark the frequency of these situations on a scale: 1 = low; 2 = medium; 3 = high; 4 = very intensive):

J. Services for **cloud storage sync**: Dropbox, One Drive, Google Drive, Box, iCloud Drive, SugarSync

1	2	3	4
---	---	---	---

K. Services for **voice conference**: cloud PBX, WebEx meeting, Skype, Viber

1	2	3	4
---	---	---	---

L. Service for **On-demand video**: Netflix, Hulu Plus, Amazon Video, and HBO Go, iTunes and Google Play

1	2	3	4
---	---	---	---

M. Service for **Live video streaming**: YouTube, Livestream, Ustream

1	2	3	4
---	---	---	---

N. Online **Cloud based office service**, such as **Google Docs, Office 365 Word or Zoho Writer**

1	2	3	4
---	---	---	---

O. Online **Collaborative editing** services, such as Google Docs, Dropbox, Slack, Zoho Docs, Central desktop and Teamlab

1	2	3	4
---	---	---	---

P. **Remote Desktop** service: Microsoft Remote Desktop, Chrome Remote Desktop, TeamViewer

1	2	3	4
---	---	---	---

Q. Service for **HD telepresence**: Cisco TelePresence, WebEx, Microsoft Lync, Google Hangouts, Vidyo

1	2	3	4
---	---	---	---

R. **Cloud gaming** service: Onlive, Gaiki, Spoon, Gcluster, GameTreeTV and Ubitus

1	2	3	4
---	---	---	---

MOBILE DEVICE USAGE

9. How many clicks (steps) do you need to access the **SMS** service on your mobile device? (mark the number of clicks on a scale: 1 = one; 2 = two; 3 = three; 4 = more clicks)

1	2	3	4
---	---	---	---

10. How many clicks (steps) do you need to access the **EMAIL** service on your mobile device? (mark the number of clicks on a scale: 1 = one; 2 = two; 3 = three; 4 = more clicks)

+	1	2	3	4
---	---	---	---	---

*The results from this survey will be used for scientific research purposes only.

Прилог 4. Листа на слики

Слика 1.1.1 Дијаграм за текот на научно истражувачката работа во докторската теза	15
Слика 2.1.1 Сервис ориентирана архитектура за пресметување во облак [43].....	28
Слика 2.1.2 Рамка за организација на сервисите за пресметување во облакот [43].....	29
Слика 2.1.3 Лекција за сајбер-напади и одбрана на компјутерски системи [43].....	32
Слика 2.1.4 НРС центар кој се користи за креирање на виртуелна лабораторија [43].....	33
Слика 2.1.5 Резултати за евалуација на теоретските предавања [43].....	34
Слика 2.1.6 Резултати за евалуација на практични лабораториски вежби [43]	35
Слика 2.2.1 Модел за Адаптивно Динамичко Мултимедијално учење на далечина	39
Слика 2.2.2 Развој на мрежата во OPNET симулаторот [57]	43
Слика 2.2.3 Конфигурацијата за трите различни клиент јазли [61]	44
Слика 2.2.4 Различните кориснички профили во три различни сценарија [57]	45
Слика 2.2.5 Споредба на мрежниот проток меѓу трите различни кориснички профили..	45
Слика 2.2.6 Просечно мрежно доцнење помеѓу три различни сценарија [57]	46
Слика 2.3.1 Дијаграм за адаптивно прилагодување на мултимедијални содржини [64].....	49
Слика 2.3.2 Архитектура на интерактивен систем базиран на пресметувањето во облак [65]	51
Слика 2.3.3 Листа на ресурси и материјали за учење на порталот [65]	52
Слика 2.3.4 Курс за контролна група на студенти [65]	53
Слика 2.3.5 Дел од истражувањето со експерименталната група на студенти [65].....	53
Слика 2.3.6 Резултати од контролната група на студенти [65]	55
Слика 2.3.7 Резултати од експерименталната група на студенти [65]	56
Слика 2.3.8 Резултати од истражувањето за проценка на стилот на учење [75]	58
Слика 2.3.9 Конфигурација на различните кориснички профили во OPNET симулаторот [75]	59
Слика 2.3.10 Конфигурација на различните апликации во OPNET симулаторот [75]	60
Слика 2.4.1 Архитектура на интелигентен систем за мобилно учење [77]	62
Слика 2.4.2 Симулација на интелигентен систем за мобилно учење [77]	63
Слика 2.4.3 Резултати од доцнењето во безжичната мрежа [77]	64
Слика 2.4.4 Резултати од просечното доцнење на аудио пакети [77]	65

Слика 2.4.5 Резултати од доцнењето на видео пакети од-крај до-крај [77]	65
Слика 2.4.6 Модел за интерактивна соработка и креативно мултимедијално учење на далечина во мобилен облак [89]	67
Слика 2.4.7 Дијаграм за процесирање на корисничките барања за мултимедијални содржини [90]	68
Слика 2.4.8 Рамка за адаптација мултимедијални содржини	71
Слика 2.4.9 Алгоритам за испорака на адаптирана мултимедијална содржина, псевдокод	74
Слика 3.1.1 Архитектура на модел за соработка, базиран на пресметување во облак [102]	81
Слика 3.1.2 Дијаграм на интеракција за моделот за соработка [102]	82
Слика 3.1.3 Просечно HTTP време на одговор на корисниците (секунди) [102]	84
Слика 3.1.4 Просечен сообраќај на податоци кај корисниците (бајти/сек) [102]	84
Слика 3.1.5 Просечен FTP сообраќај кај серверот (бајти/сек) [102]	85
Слика 3.1.6 Просечно време на FTP одговор при upload (секунди) [102]	85
Слика 3.1.7 Просечно време на HTTP одговор (секунди) [102]	86
Слика 3.1.8 Мобилна апликација за социјална мрежа (локациски базирано пребарување)	89
Слика 3.2.1 Распределба по земји [109] (лево), MOOC распределба [110] (десно)	93
Слика 3.2.2 Сценарио 1: Време на одговор со еден податочен центар [111]	96
Слика 3.2.3 Сценарио 2: Време за процесирање според податочен центар [111]	98
Слика 3.3.1 Нивовски приказ на сервисот за податочно рударење базиран на пресметувањето во облак [117]	102
Слика 3.3.2 Примена на сервисот за податочно рударење базиран на пресметувањето во облак [117]	103
Слика 3.3.3 Имплементација на алгоритам за нумеричка статистика во Map/Reduce моделот.....	105
Слика 3.3.4 Имплементација на алгоритам за кластерирање во Map/Reduce моделот.....	106
Слика 3.3.5 Резултати од анализа на податочно рударење со EM кластеринг алгоритам ...	107
Слика 3.3.6 Резултати од анализа на податочно рударење со K-means кластеринг алгоритамот [117]	108
Слика 3.3.7 Резултати од анализа на времето на извршување на EM кластеринг алгоритамот [117]	109

Слика 3.3.8 Резултати од анализа на времето на извршување на K-means кластеринг алгоритмот [117]	109
Слика 3.3.9 Временска анализа на Map/Reduce задача со StarfishHadoop Log Analyzer.....	110
Слика 4.1.1 Дијаграм на фактори кои влијаат врз квалитетот на перцепција	115
Слика 4.1.2 Процес на моделирање на квалитетот на перцепција [141]	117
Слика 4.1.3 Модел за проценка на квалитетот на перцепција со помош на Баесовите мрежи [141]	121
Слика 4.2.1 Предложен концепт за QoE моделирање на мултимедијалните сервиси во облакот [141]	126
Слика 4.2.2 Прашање 7D корелација помеѓу истражувањата од 2015 до 2016 година [154]	136
Слика 4.2.3 Прашање 7G корелација помеѓу истражувањата од 2014 до 2017 година [154]	136
Слика 4.2.4 Прашање 7H корелација помеѓу истражувањата од 2015 до 2016 година [154]	137
Слика 4.2.5 Прашање 8D корелација помеѓу истражувањата од 2014 до 2017 година [154]	137
Слика 4.2.6 Графичка структура на нивоата на Баесовата мрежа [141].....	140
Слика 4.2.7 Перцепирана класификација за различните сервиси во облакот.....	141
Слика 4.2.8 Квантификација на Баесовата мрежа, конечен исход по втората фаза [141].....	143
Слика 4.2.9 Анализа на чувствителност (прикажана по завршеното приспособување)	145
Слика 4.2.10 Споредба на ROC кривите на сервисите врз основа на активностите на корисниците [141]	148
Слика 4.3.1 Подобен модел за проценка на квалитетот на перцепција [154].....	150
Слика 4.3.2 Анализа на чувствителност кај подобрениот модел [154].....	151
Слика 4.3.3 Споредба на ROC кривите за синхронизација на документи складирани во облакот (2015, 2016 и 2017 година) [154]	153
Слика 4.3.4 Споредба на ROC кривите за заедничка работа на документи (2015, 2016 и 2017 година) [154]	153
Слика 4.3.5 Споредба на ROC кривите за мултимедијална комуникација (2015, 2016 и 2017 година) [154]	154
Слика 4.3.6 Споредба на ROC кривите за онлајн телеприсуство (2015, 2016 и 2017 година) [154]	154

Прилог 5. Листа на табели

ТАБЕЛА 2.1 МАПИРАЊЕ НА МРЕЖНИТЕ ПАРАМЕТРИ И КОГНИТИВНИОТ СТИЛ НА КОРИСНИКОТ [57].....	40
ТАБЕЛА 2.2 СПОРЕДБА НА МУЛТИМЕДИЈАЛНИТЕ КОДЕЦИ КАЈ РАЗЛИЧНИ МОБИЛНИ УРЕДИ [90]	70
ТАБЕЛА 3.1 ПРОЦЕНТУАЛНА РАСПРЕДЕЛБА НА КОРИСНИЦИТЕ ПО РЕГИОНИ [111].....	95
ТАБЕЛА 3.2 СЦЕНАРИО 1: ВРЕМЕ НА ОДЗИВ И ВРЕМЕ ЗА ПРОЦЕСИРАЊЕ [111].....	96
ТАБЕЛА 3.3 СЦЕНАРИО 2: ВРЕМЕ НА ОДЗИВ И ВРЕМЕ ЗА ПРОЦЕСИРАЊЕ [111].....	97
ТАБЕЛА 3.4 СЦЕНАРИО 2: ВРЕМЕ НА ОДГОВОР ПО РЕГИОНИ [111].....	97
ТАБЕЛА 4.1 СУМИРАНИ СТАТИСТИЧКИ ПОДАТОЦИ ОД АНКЕТНИОТ ПРАШАЛНИК.....	132
ТАБЕЛА 4.2 ПЕАРСОНОВА КОРЕЛАЦИЈА НА ПРАШАЊАТА ОД ВТОРИОТ ДЕЛ ОД АНКЕТНИОТ ПРАШАЛНИК	133
ТАБЕЛА 4.3 ПЕАРСОНОВА КОРЕЛАЦИЈА НА ПРАШАЊАТА ОД ТРЕТИОТ ДЕЛ ОД АНКЕТНИОТ ПРАШАЛНИК	134
ТАБЕЛА 4.4 РЕЛАЦИОНИ ЗАВИСНОСТИ НА ЈАЗЛИТЕ ВО ПРЕДЛОЖЕНАТА БАЕСОВА МРЕЖА [141]	139
ТАБЕЛА 4.5 СПОРЕДБА НА АУС ВРЕДНОСТИТЕ ЗА ТРИТЕ ИСТРАЖУВАЊА ОД 2014 ДО 2016 ГОДИНА	146
ТАБЕЛА 4.6 СПОРЕДБА НА АУС ВРЕДНОСТИТЕ ЗА ТРИТЕ ИСТРАЖУВАЊА ОД 2015 ДО 2017 ГОДИНА	152

БИБЛИОГРАФИЈА

- [1] M. Ahmed and M. Ashraf Hossain, "Cloud Computing and Security Issues in the Cloud," in *International Journal of Network Security & Its Applications*, vol. 6, no. 1, pp. 25–36, Jan. 2014. DOI: 10.5121/ijnsa.2014.6103.
- [2] T. Nishio, R. Shinkuma, T. Takahashi, and N. B. Mandayam, "Service-oriented heterogeneous resource sharing for optimizing service latency in mobile cloud," in *Proceedings of the first international workshop on Mobile cloud computing & networking (MobileCloud '13)*. ACM, New York, NY, USA, 2013, pp. 19-26, DOI:10.1145/2492348.2492354.
- [3] M. Kim, H. Lee, and W. Nam, "A Model of Multi-agent Design for Virtualization Resource Configuration in Cloud Computing," in *2011 First ACIS/JNU International Conference on Computers, Networks, Systems and Industrial Engineering (CNSI)*, 2011, pp. 234–239. DOI: 10.1109/CNSI.2011.15.
- [4] S. Verma, and D. Rastogi, "Mobile Cloud Computing: The potential, Challenges & Applications," in *2014 International Conference of Advance Research and Innovation (ICARI-2014)*, pp. 252-259. ISBN 978-93-5156-328-0.
- [5] H. M. A. Kader, M.M Hadhoud, S. M El-Sayed, and D.S. AbdElminaam, "Increasing The Performance Of Mobile Smartphones Using Partition And Migration Of Mobile Applications To Cloud Computing," *international Journal of Technology Enhancements and Emerging Engineering Research*, Vol 2, Issue 5, 2014, pp. 1-10. ISSN 2347-4289.
- [6] K. R. Laghari, N. Crespi, B. Molina and C.E. Palau. "QoE aware Service Delivery in Distributed Environment," in *Workshops of International Conference on Advanced Information Networking and Applications*, Biopolis, Singapore, IEEE Computer Society, pp. 837-842, 2011, DOI:10.1109/WAINA.2011.58.
- [7] A. M. Arsenio, "Intelligent Approaches for Adaptation and Distribution of Personalized Multimedia Content," in *Intelligent Multimedia Technologies for Networking Applications: Techniques and Tools* by Dimitris N. Kanellopoulos, pp. 197-224, 2013, ISBN: 9781466628335.
- [8] C. H. Muntean and J. McManis, "Fine grained content-based adaptation mechanism for providing high end-user quality of experience with adaptive hypermedia systems," in *ACM Press 2006*, pp. 53-62, ISBN: 1595933239. DOI:10.1145/1135777.1135790.
- [9] A. Blair, G. Parr, P. Morrow, B. Scotney, A. McConnell, S. Appleby, and M. Nilsson, "Cloud based Dynamically Provisioned Multimedia Delivery: An Elastic Video Endpoint (EVE)," in *CLOUD COMPUTING 2012, The Third International Conference on Cloud Computing, GRIDs, and Virtualization*, 2012, pp. 260–265, ISBN: 978-1-61208-216-5.
- [10] M. Wang and J.W.P. Ng, "Intelligent Mobile Cloud Education: Smart Anytime-Anywhere Learning for the Next Generation Campus Environment," in *8th International Conference on Intelligent Environments (IE)*, pp.149-156, 26-29 June 2012, DOI: 10.1109/IE.2012.8.
- [11] M. S. Hossain and A. El Saddik, "QoS Requirement in the Multimedia Transcoding Service Selection Process," in *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, pp. 1498–1506, vol. 59, no. 6, Jun. 2010. DOI:10.1109/TIM.2009.2024338.
- [12] V. R. Raghuvver, B. K. Tripathy, T. Singh, and S. Khanna, "Reinforcement learning approach towards effective content recommendation in MOOC environments," in *IEEE International Conference on MOOC, Innovation and Technology in Education (MITE)*, Patiala, 2014, pp. 285-289. DOI:10.1109/MITE.2014.7020289.

- [13]S. Gomez, P. Zervas, D. G. Sampson, and R. Fabregat, "Delivering Adaptive and Context-Aware Educational Scenarios via Mobile Devices," in IEEE 12th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), 2012, pp. 197-201. DOI: 10.1109/ICALT.2012.200.
- [14]K. El-Khatib, G. v. Bochmann, and A. El-Saddik, "A QoS-based Service Composition for Content Adaptation" in IEEE 23rd International Conference on Data Engineering Workshop (ICDEW '07). IEEE Computer Society, Washington, DC, USA, pp. 331-338, 2007, DOI=10.1109/ICDEW.2007.4401013.
- [15]I. Wechsung and K. De Moor, "Quality of Experience Versus User Experience," in Quality of Experience, S. Möller and A. Raake, Eds. Cham: Springer International Publishing, pp. 35–54, 2014, DOI:10.1007/978-3-319-02681-7_3.
- [16]D. Geerts, et al., "Linking an integrated framework with appropriate methods for measuring QoE," in Quality of Multimedia Experience (QoMEX), 2010 , pp. 158-163, Second International Workshop on Quality of Multimedia Experience.
- [17]V. Menkovski and A. Liotta, "QoE for mobile streaming" Published in Mobile Multimedia – User and Technology Perspectives, InTech Open Access Publisher, pp. 31-50, ISBN: 978-953-307-908-0, 2012.
- [18]F. Agboma and A. Liotta, "Quality of experience management in mobile content delivery systems," Published in Springer 2010, pp. 85–98, DOI:10.1007/s11235-010-9355-6.
- [19]ITU-T Recommendation P.800. Methods for subjective determination of transmission quality. 1996
- [20]C. Lozano-Garzon, C. Ariza-Porras, S. Rivera-Díaz, H. Riveros-Ardila, and Y. Donoso, "Mobile Network QoE-QoS Decision Making Tool for Performance Optimization in Critical Web Service," in International Journal of Computers Communications & Control, vol. 7, no. 5, pp. 892-899, Sep. 2014, DOI: 10.1109/MCOM.2011.5741159.
- [21]R. Stankiewicz, P. Cholda, and A. Jajszczyk, "QoX: What is it really?," in IEEE Communications Magazine, vol. 49, no. 4, pp. 148–158, Apr. 2011, DOI: 10.1109/MCOM.2011.5741159.
- [22]R. E. Mayer, G. T. Dow, S. Mayer, "Multimedia learning in an interactive self-explaining environment: What works in the design of agent-based microworlds?," in Journal of Educational Psychology, v. 95, pp. 806-813, 2003.
- [23]D. Kovachev, Y. Cao, and R. Klamma, „Mobile multimedia cloud computing and the web," in Proceedings of the 2011 Workshop on Multimedia on the Web. MMWEB '11. Graz, Austria, September 8, 2011. pp. 21-26. DOI:10.1109/MMWeb.2011.16.
- [24]S. Wang and S. Dey, "Adaptive Mobile Cloud Computing to Enable Rich Mobile Multimedia Applications," in IEEE Transactions on Multimedia, vol. 15, no. 4, pp. 870-883, June 2013, DOI: 10.1109/TMM.2013.2240674.
- [25]R. E. Mayer, "PART II: Out-of-School Learning: The Case of an after-School Computer Club," in Journal of Educational Computing Research, vol. 16, no. 4, pp. 333–336, Jun. 1997.
- [26]H. J. La and S. D. Kim, "A Conceptual Framework for Provisioning Context-aware Mobile Cloud Services," in IEEE CLOUD, pp. 466-473, IEEE, ISBN: 978-1-4244-8207-8.
- [27]L. Janowski and M. Pinson, "The Accuracy of Subjects in a Quality Experiment: A Theoretical Subject Model," inIEEE Transactions on Multimedia, vol. 17, no. 12, pp. 2210–2224, Dec. 2015, DOI: 10.1109/TMM.2015.2484963.
- [28]V. Menkovski, A. Oredope, A. Liotta, and A. C. Sánchez, "Predicting quality of experience in multimedia streaming," in Proc. ACM MoMM2009, Kuala Lumpur, pp.52–59, Dec. 2009. DOI:10.1145/1821748.1821766.

- [29]K. Mitra, A. Zaslavsky, and C. Ahlund, "Context-Aware QoE Modelling, Measurement, and Prediction in Mobile Computing Systems," in *IEEE Transactions on Mobile Computing*, vol. 14, no. 5, pp. 920–936, May 2015, DOI:10.1109/TMC.2013.155.
- [30]S. Tasaka, "A Bayesian hierarchical model of QoE in interactive audiovisual communications," in *IEEE International Conference on Communications (ICC)*, London, 2015, pp. 6983-6989. DOI:10.1109/ICC.2015.7249439.
- [31]P. Nokelainen, T. Silander, P. Ruohotie, and H. Tirri, "Investigating Non-linearities with Bayesian Networks," in *11th Annual Convention of the American Psychology Association at Toronto, Division of Evaluation, Measurement and Statistics*, pp. 1-11, August 2003, Toronto, Canada.
- [32]A. Dielmann and S. Renals, "Automatic Meeting Segmentation Using Dynamic Bayesian Networks," in *IEEE Transactions on Multimedia*, vol. 9, no. 1, pp. 25-36, Jan. 2007. DOI: 10.1109/TMM.2006.886337
- [33]S. J. Davis, E. C. Cheng, I. S. Burnett, and C. H. Ritz, "Multimedia adaptation based on semantics from social network users interacting with media," in *2010 Second International Workshop on Quality of Multimedia Experience (QoMEX)*, 2010, pp. 170–175. DOI: 10.1109/QOMEX.2010.5516296.
- [34]C. Ciurea and P. Pocatilu, "Designing M-Learning Applications for Collaborative Virtual Environments", in *International Journal of Education and Information Technologies*, Issue 1, vol. 6, 2012, pp. 150-156. ISSN 2074-1316.
- [35]T. Ozturk, Hayriye, and H. Ozcinar, "Learning in multiple communities from the perspective of knowledge capital," in *The International Review of Research in Open and Distance Learning* 14.1 (2013): pp. 205-221. March 2013.
- [36]R. Boyatt and J. Sinclair, "Meeting learners' needs inside the educational cloud," Published by *International Journal of Learning Technology*, Vol.8, No.1, pp. 61–85, 2013. DOI: 10.1504/IJLT.2013.052827.
- [37]K. Gerd, B. Arosha, S. Neil, R. Michael, and P. Marian, "Educating the Internet-of-Things generation," Published by *Computer*, 46(2), pp.53–61, 2013. ISSN:0018-9162
- [38]P. Mell and T. Gance, "The NIST Definition of Cloud Computing (Final)," in *NIST Special Publication*, pp. 800-145, Sept. 2011. <<http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>> <accessed 03/02/2014>
- [39]B. Thuraisingham "Secure Cloud Computing Concepts," in *Developing and Securing the Cloud*, Auerbach Publications, 2013, pp. 315–329. Retrieved from <http://www.crcnetbase.com/doi/abs/10.1201/b15433-26> <accessed 03/02/2014>.
- [40]IEEE standards for cloud computing <http://cloudcomputing.ieee.org/standards> <accessed 03/02/2014>.
- [41]M. Saranya and M.Vijayalakshmi, "Interactive mobile live video learning system in cloud environment," in *Proc. IEEE-International Conference on Recent Trends in Information Technology, ICRTIT*, June 2011, pp. 673- 677, ISBN: 978-1-4577-0588-5.
- [42]M. M. Alabbadi. "Mobile learning (mLearning) based on cloud computing: mLearning as a service (mLaaS)," in *Proc. UBIComm 2011: The Fifth International Conference on Mobile Ubiquitous Computing, Systems, Services and Technologies*, pp. 296- 302, IARIA, 2011.
- [43]A. Karadimce, D. Davcev, and U.R. Shikoska, "Developing multimedia distance learning services using mobile cloud computing," in: *International Journal of Wireless Information*

Networks & Business information System WINBIS, Volume 5: Issue on September/October. pp. 92-99. 2012. ISSN: 2091-0266.

- [44]Cloud Arch <http://sites.google.com/site/cloudarchitecture/><access 22/05/2012>.
- [45]N. Mallikharjuna Rao, C.Sasidhar and V. Satyendra Kumar, "Cloud computing through mobile-learning," in Proc. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, IJACSA 2010, Vol.1, No.6, December 2010, pp. 42-47, ISSN : 2156-5570.
- [46]S. Xiaojuan, R. Guang-wen and Wang Zhe, "The application of cloud computing SaaS delivery model in university talents training," in Proc. Second International Conference on Digital Manufacturing & Automation, 2011, pp. 1203- 1205, ISBN: 978-0-7695-4455-7.
- [47]Cisco WebEx key features. <http://www.webex.com/lp/keyfeatures> <access 19/05/2012>
- [48]C.S. Chang, T.S. Chen and H.L. Hsu, "The implications of learning cloud for education: From the perspectives of learners," in Proc. 2012 Seventh IEEE International Conference on Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education, 978-0-7695-4662-9/12, 2012 IEEE, pp.157-161, DOI:10.1109/WMUTE.2012.36.
- [49]R. Moreno and R. E. Mayer, "Cognitive principles of multimedia learning: The role of modality and contiguity," in Journal of Educational Psychology, Vol 91(2), Jun 1999, pp. 358-368.
- [50]C. D. Wickens and J. G. Hollands, Engineering Psychology and Human Performance (3rd ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall (2000).
- [51]R. E. Mayer, "The promise of multimedia learning: using the same instructional design methods across different media," in Learning and Instruction, v. 13, n.2. pp. 125-139. 2003
- [52]R. E. Mayer, S. Fennell, L. Farmer and J. Campbell, "A personalization effect in multimedia learning: Students learn better when words are in conversational style rather than formal style," in Journal of Educational Psychology, 96(2), pp. 389-395, 2004. DOI:10.1037/0022-0663.96.2.389
- [53]R. Moreno and R. E. Mayer, "Role of guidance, reflection, and interactivity in an agent-based multimedia game," in Journal of Educational Psychology, Vol 97(1), pp. 117-128, Feb 2005.
- [54]R. C. Klark and R. E. Mayer, "E-Learning and The Science of Instruction – 2ed", John Wiley & Sons, San Francisco 2008
- [55]ITU-T Report 2007. "Definition of Quality of Experience (QoE)", International Telecommunication Union, Liaison Statement, Ref.: TD 109rev2 (PLEN/12), January 2007.
- [56]S. Y. Chen, G. Ghinea, and R. D. Macredie. "A cognitive approach to user perception of multimedia quality: An empirical investigation," in International Journal of Human-Computer Studies. Volume 64 Issue 12, DOI:10.1016/j.ijhcs.2006.08.010. pp. 1200–1213, December 2006
- [57]A. Karadimce and D. Davcev, "Personalized Multimedia Content Generation Using the QoE Metrics in Distance Learning Systems," in Fourth International Conference on Adaptive and Self-Adaptive Systems and Applications (ADAPTIVE 2012) – July 22-27, 2012 – Nice, France. pp. 1-6. ISBN: 978-1-61208-219-6.
- [58]Z. Lu and H. Yang. Unlocking the Power of OPNET Modeler. Cambridge University Press, January 2012.
- [59]OPNET Technologies, Inc. <http://www.opnet.com/> <accessed 08/02/2012>.
- [60]G. M. Muntean. "Efficient Delivery of Multimedia Streams Over Broadband Networks Using QOAS," in IEEE Transactions on Broadcasting, Vol. 52, Issue. 2, pp. 230 – 235, June 2006.

- [61]A. Karadimce and D. Davcev, "Adaptive distance learning using the QoE metrics," in The 10th Conference for Informatics and Information Technology (CIIT 2013), pp. 10–15, April 18-21, 2013, Faculty of Computer Science and Engineering, 2013.
- [62]A. Karadimce and D. Davcev, "Adaptive Multimedia Content in Mobile Cloud Computing Environment," in IEEE 1st IEEE International Conference on Cloud Networking – CLOUDNET 2012 NOVEMBER 28-30, 2012, UNIVERSITÉ PIERRE ET MARIE CURIE, PARIS, pp. 209–211. ISSN: 2374-3239. ISBN: 978-1-4673-2797-8. DOI: 10.1109/CloudNet.2012.6483690.
- [63]D. Davcev and A. Karadimce, "Model for interactive, collaborative and creative Web and mCloud learning environment," presented at Workshop ACM WEB SCIENCE 2013, Paris 1 May 2013.
- [64]L.J. Zhang, "EIC Editorial: Introduction to the body of knowledge areas of services computing," in IEEE Transactions on services computing, Vol. 1, No. 2. April – June 2008. pp. 62-74. <http://tab.computer.org/tcsc/tsc2008020062.pdf> < accessed 28/07/2012>
- [65]A. Karadimce and D. Davcev, "Experiments in Collaborative Cloud-based Distance Learning," in presented on COLLA 2013, The Third International Conference on Advanced Collaborative Networks, Systems and Applications. 21-26 July 2013. Nice, France, pp. 46-50, ISBN: 978-1-61208-287-5.
- [66]V. Glavinic, S. Ljubic, and M. Kukec, "A Holistic Approach to Enhance Universal Usability in m-Learning," in Proceedings of the 2008 Second International Conference on Mobile Ubiquitous Computing, Systems, Services and Technologies (UBICOMM '08). 29 Sept.- 4 Oct. 2008. Valencia, pp. 305-310, DOI:10.1109/UBICOMM.2008.54.
- [67]D. Gil, J. Andersson, M. Milrad, and H. Sollervall, "Towards a Decentralized and Self-Adaptive System for M-Learning Applications," in Proc. 2012 Seventh IEEE International Conference on Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education (WMUTE), pp. 162-166, 2012.
- [68]I. Jung, "The dimensions of e-learning quality: from the learner's perspective," in Educational Technology Research and Development, Aug 2011, vol.59, n4, pp. 445-464, ISSN-1042-1629.
- [69]W. Zeng, "Mobile Media in Action: Remote Target Localization and Tracking," in Multimedia, IEEE. Vol.19, pp. 74-80, Issue: 3 July – Sept. 2012, DOI:ieeecomputersociety.org/10.1109/MMUL.2012.37.
- [70]S. Sultan and P. Mohan, "Designing a Peer-Facilitated Self-Management Mobile Application: A User-Centred Approach," Proceedings of the 6th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth), 2012. 21-24 May 2012. San Diego, pp. 228-231, DOI:org/10.4108/icst.pervasivehealth.2012.248707.
- [71]D. Baker and T. Jennings, Oracle Database 2 Day + Application Express Developer's Guide, Release 4.0. E15516-04. Oracle, 2010. http://docs.oracle.com/cd/E17556_01/doc/appdev.40/e15516.pdf <accessed 29/12/2012>
- [72]QUIS website, [Online] Available at: <http://lap.umd.edu/quis> <accessed 18/01/2013>
- [73]K.R. Laghari, T.T. Pham, H. Nguyen, and N. Crespi, "QoM: A new quality of experience framework for multimedia services," in Proceeding of IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC), pp. 851-856, 2012.
- [74]R. S. Shariffudin, C. H. Julia-Guan, T. Dayang, N. Mislán, and M. F. Lee, "Mobile Learning Environments for Diverse Learners in Higher Education", in IJFCC, vol. 1, pp. 32-35, ISSN: 2010-3751, 2012, DOI: 10.7763/IJFCC.2012.V1.10.
- [75]A. Karadimce and D. Davcev, "Adaptive Multimedia Delivery in M-Learning Systems Using Profiling," in presented on 5th ICT Innovations and Education 2013, Advances in Intelligent

- Systems and Computing, vol. 231, pp. 57-65, Published in Springer International Publishing (2014), ISSN:2194-5357, SJR CiteScore 2014: 0,2. WOS:000324078400005. DOI: 10.1007/978-3-319-01466-1_5.
- [76]R. E. Mayer, and L. J. Massa, "Three facets of visual and verbal learners: Cognitive ability, cognitive style and learning preference," in Journal of Educational Psychology, pp. 833-846, 2003, DOI:10.1037/0022-0663.95.4.833.
- [77]A. Karadimce, R. Malekian and A. H. Abdullah, "Intelligent Delivery of Multimedia Content in Mobile Environment", in Applied Mathematics & Information Sciences (NATURAL SCIENCES PUBLISHING CORP-NSP) Vol.7, No.6, pp. 2305-2310, 2013, (Thomson Reuters Web of Science IF: 1.232), ISSN:2325-0399.WOS:000331386100021. DOI:10.12785/amis/070621.
- [78]D. Gil de la Iglesia, "Designing a Decentralized Distributed Self-Adaptive System in M-Learning Activities", in Proc. of 7th IEEE International Conference on Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education, pp. 296-300, 2012.
- [79]C.G. Cristian, V.A. Poenaru, and G. Suci, "Multimedia content distribution between core network routers using Peer-to-Peer (P2P)", in Proc. of 19th Telecommunications Forum (TELFOR), pp. 254-257, Nov. 2011.
- [80]M. Hammoshi, and R. Al-Ani, "Using OPNET to teach students computer networking subject," in Tikrit Journal of Pure Science, ISSN: 18131662. vol. 15, Issue: 1. pp. 281-292, 2010.
- [81]J. Zhang, "Discrete Event Simulation Enabled High Level Emulation of a Distribution Centre," in Proc. 14th International Conference on Computer Modelling and Simulation (UKSim), pp. 470-475, 2012.
- [82]V. Palo, M. Sinatra, P. Di Bitonto, and T. Roselli, "How cognitive styles affect the e-learning process," in Proc. of 12th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, pp. 359-363, 2012, DOI:10.1109/ICALT.2012.79.
- [83]M. Karsten, "FIFO Service with Differentiated Queueing," in Proc. Seventh ACM/IEEE Symposium on Architectures for Networking and Communications Systems (ANCS), pp. 122-133, Oct. 2011.
- [84]Y. Qian, Z. Lu, and Q. Dou, "QoS scheduling for NoCs: Strict Priority Queueing versus Weighted Round Robin," in Proc. IEEE International Conference on Computer Design (ICCD), pp. 52-59. 2010.
- [85]M. F. Homg, W.T. Lee, K.R. Lee, and Y.H. Kuo, "An adaptive approach to weighted fair queue with QoS enhanced on IP network," in Proc. of IEEE Region 10 International Conference on Electrical and Electronic Technology (TENCON), Vol. 1, pp. 181-186, 2001.
- [86]Chen, S., Lin, M., and Zhang, H. "Research of mobile learning system based on cloud computing," in Proceeding of the International Conference on e-Education, Entertainment and e-Management, Bali, 2011, pp. 121-123. DOI: 10.1109/ICeEEM.2011.6137859.
- [87]Jung Sun, O. and Wei, J. "Groups in Academic Social Networking Services--An Exploration of Their Potential as a Platform for Multi-disciplinary Collaboration," in Proceedings of IEEE third international conference on social computing (socialcom), pp. 545-548, 9-11 Oct. 2011.
- [88]Xuemei, L., Yan, and Ding Lixing, L. "Study on Student-oriented Education based on MCGS in Engineering Courses," in Proceedings of IEEE ISECS International Colloquium on Computing, Communication, Control, and Management, pp. 454-456, 2009.DOI: 10.1109/CCCM.2009.5268083.
- [89]D. Davcev and A. Karadimce, "Model for interactive, collaborative and multimedia mobile learning environment", presented on ACM 11th International Conference on Advances in

- Mobile Computing and Multimedia (MoMM2013), pp. 585-588, ISBN: 978-1-4503-2106-8, Vienna, Austria, December 2 – 4, 2013. DOI:10.1145/2536853.2536913.
- [90] A. Karadimce and D. Davcev, "Adaptive Multimedia Learning Delivered in Mobile Cloud Computing Environment", presented on CLOUD COMPUTING 2013: The Fourth International Conference on Cloud Computing, GRIDs, and Virtualization. 27-31 May 2013. Valencia, Spain pp 62-67. ISBN: 978-1-61208-271-4. (Best Paper Award)
- [91] A. Manjunatha, A. Ranabahu, A. Sheth, and K. Thirunarayan, "Power of Clouds In Your Pocket: An Efficient Approach for Cloud Mobile Hybrid Application Development," Published in 2nd IEEE International Conference on Cloud Computing Technology and Science. pp. 496-503. DOI 10.1109/CloudCom.2010.78.
- [92] S. Sridhar, G. Satish, G. Raja, and Sumalatha Ramachandran, "Adaptive display virtualization and dataflow model selection (ADVADAMS) for reducing interaction latency in thin clients," in 2012 International Conference on Recent Trends In Information Technology (ICRTIT). April 2012. pp. 233-238. ISBN: 978-1-4673-1599-9.
- [93] R. S. Khune, and J. Thangakumar, "A Cloud-Based Intrusion Detection System for Android Smartphones," in 2012 International Conference on Radar, Communication and Computing (ICRCC). December 2012. pp. 180-184. ISBN:978-1-4673-2756-5.
- [94] Android Supported Media Formats. <<http://developer.android.com/guide/appendix/media-formats.html>> <accessed February/2013>.
- [95] Symbian OS – News, Tutorial and Development Updates. <<http://symbian-os-development.blogspot.com>> <accessed February/2013>.
- [96] Apple iPhone specification. <<http://www.apple.com/iphone/specs.html>> <accessed February/2013>.
- [97] A. Karadimce and D. Davcev, "QoE model for multimedia content delivery from mCloud to mobile devices", Published in International Journal in Foundations of Computer Science & Technology (IJFCST), Vol. 3, No.3, May 2013, pp. 1–9. ISSN: 1839-7662, DOI:10.5121/ijfcst.2013.3301.
- [98] G. Jakimovski, A. Karadimce, and D. Davcev, "Multimedia Content Delivery Between Mobile Cloud and Mobile Devices," in Ad-hoc Networks and Wireless, vol. 8629, pp. 3–11, Lecture Notes in Computer Science, Editors: M. Garcia Pineda, J. Lloret, S. Papavassiliou, S. Ruehrup, and C. B. Westphal(Eds.)- Berlin, Heidelberg: Springer. SJR CiteScore 2015: 0.37. ISSN: 0302-9743, 2015, DOI: 10.1007/978-3-662-46338-3_1.
- [99] A. Karadimce and D. C. Bogatinoska, "Using hybrid mobile applications for adaptive multimedia content delivery," in Conference: Computers in Education, 37th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO 2014), pp. 804-809, ISBN 978-953-233-078-6, Opatija – Adriatic Coast, Croatia, 26-30 May 2014. WOS:000346438700134. DOI:10.1109/MIPRO.2014.6859654.
- [100] A. Karadimce and D. Davcev, "Model for collaborative and adaptive multimedia content delivery in a collaborative m-learning environment," in 10th International Conference on Collaborative Computing – Networking, Applications and Worksharing, COLLABORATECOM 2014, October 22-25, Miami, United States, pp. 431-434. DOI: 10.4108/icst.collaboratecom.2014.257231.
- [101] WURFL – Wireless Universal Resource File, a Device Description Repository (DDR) by ScientaMobile. <http://wurfl.sourceforge.net/> <accessed 21/06/2014>.
- [102] A. Karadimce and D. Davcev, "Collaborative cloud service model for delivering multimedia content in mCloud," in 3rd International Workshop on Collaborative Cloud (CollabCloud

- 2014), October 22, 2014 Miami, United States, pp. 469-474. DOI: 10.4108/icst.collaboratecom.2014.257484.
- [103] A. Karadimce and D. Davcev, "Building context-rich Mobile Cloud Services for Mobile Cloud Applications," in 2nd European Conference on Social Media (ECSM 2015). Porto, Portugal., 9-10 July 2015, pp. 505-513, Edited by Dr Anabela Mesquita and Dr Paula Peres. ISSN: 2055-7221, ISBN-13: 978-1910810316, DOI:10.5281/zenodo.33143.
- [104] Wikipedia, "Service-oriented architecture," <http://en.wikipedia.org/wiki/Service-oriented_architecture > <accessed 02/04/2014>.
- [105] G. Ghinea and J. P. Thomas, "An approach towards mapping quality of perception to quality of service in multimedia communications," in Multimedia Signal Processing, 1999 IEEE 3rd Workshop on, Copenhagen, 1999, pp. 497-501, DOI: 10.1109/MMSP.1999.793898
- [106] K. Miller, E. Quacchio, G. Gennari, and A. Wolisz, "Adaptation Algorithm for Adaptive Streaming over HTTP," in Proc. of 19th International Packet Video Workshop (PV), Munich, 2012, pp. 173-178. DOI: 10.1109/PV.2012.6229732
- [107] D. Seo and I. Jung "Network-adaptive autonomic transcoding algorithm for seamless streaming media service of mobile clients," in Multimedia Tools Appl. 51, 3, pp. 897-912, 2011. DOI: 10.1007/s11042-009-0421-6.
- [108] R. Higdon, W. Haynes, L. Stanberry, E. Stewart, G. Yandl, C. Howard, E. Kolker, "Unraveling the Complexities of Life Sciences Data," in Big Data, 1(1), pp. 42–50, 2013 DOI:10.1089/big.2012.1505.
- [109] R. Williams, R. Karousou, and J. Mackness, "Emergent learning and learning ecologies in web 2.0," in International Review of Research in Open and Distance Learning 12(3), pp. 1-21, 2011.
- [110] A. Mc Auley, B. Stewart, G. Siemens, and D. Cormier, "The MOOC model for digital practice," 2010.<http://www.elearnspace.org/Articles/MOOC_Final.pdf> <accessed 02/04/2014>.
- [111] A. Karadimce, "Adjusting the massively open online courses in cloud computing environment", in International scientific journal HORIZONS, Vol. 1, 2014, Publisher "St. Kliment Ohridski" University – Bitola. pp. 73-82. ISSN: 1857-8578.
- [112] A. Fini, "The technological dimension of a massive open online course: the case of the CCK08 course tools," in The International Review of Research in Open and Distance Learning, North America, v.10 n.5 Nov 2009 pp. 1-26, ISSN: 1492-3831.
- [113] Google Introduces Course Builder, an Open Source Project Targeted at MOOCs. Online: <http://mfeldstein.com/google-introduces-course-builder-an-open-source-project-targeted-at-moocs-but-the-real-competitor-might-be-amazon/> <accessed 9/December/2013>.
- [114] Coursera, "Coursera hits 1 million students across 196 countries," Online <http://blog.coursera.org/post/29062736760/coursera-hits-1-million-students-across-196-countries> Published on 9 August 2012.
- [115] K. Worlock, "MOOCs: cutting through the hype," Published by Outsell on 27 March 2013. Online: <http://www.smarthighered.com/wp-content/uploads/2013/04/MOOCs-CUTTING-THROUGH-THE-HYPE.pdf> <accessed 19/December/2013>.
- [116] B. Wickremasinghe, R. N. Calheiros, and R. Buyya, "CloudAnalyst: a CloudSim-based visual modeller for analysing cloud computing environments and applications," in Proceedings of the 2010 24th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications. 2010. pp. 446-452. ISBN: 978-0-7695-4018-4.

- [117] A. Karadimce, S. Kalajdziski and D. Davcev, "Model of cloud-based services for data mining analysis," in *Computer and Information Science Journal*, Vol 8, No 4 (2015), pp. 40-50, peer review, Canadian Center of Science and Education, ISSN:1913-8989(Print), ISSN:1913-8997(Online), DBLP indexed, DOI:10.5539/cis.v8n4p40.
- [118] T. Chen, J. Chen, and B. Zhou, "A System for Parallel Data Mining Service on Cloud," in *2012 Second International Conference on Cloud and Green Computing (CGC)*, 2012, pp. 329–330. DOI:10.1109/CGC.2012.49.
- [119] K. Velusamy, D. Venkitaramanan, N. Vijayaraju, G. Suresh, and D. Madhu, "Inverted Indexing In Big Data Using Hadoop Multiple Node Cluster," in *International Journal of Advanced Computer Science and Applications(IJACSA)*, vo.4, no. 11, 2013, pp.156-161. DOI:10.14569/IJACSA.2013.041122.
- [120] S. G. Walunj and K. Sadafale, "An Online Recommendation System for e-Commerce Based on Apache Mahout Framework," in *Proceedings of the 2013 Annual Conference on Computers and People Research*, New York, NY, USA, 2013, pp. 153–158. DOI:10.1145/2487294.2487328.
- [121] K. Shvachko, H. Kuang, S. Radia, and R. Chansler, "The Hadoop Distributed File System," in *2010 IEEE 26th Symposium on Mass Storage Systems and Technologies (MSST)*, 2010, pp. 1–10. DOI:10.1109/MSST.2010.5496972.
- [122] K. Li, C. Gibson, D. Ho, Q. Zhou, J. Kim, O. Buhisi, D. E. Brown, and M. Gerber, "Assessment of machine learning algorithms in cloud computing frameworks," in *2013 IEEE Systems and Information Engineering Design Symposium (SIEDS)*, 2013, pp. 98–103. DOI:10.1109/SIEDS.2013.6549501.
- [123] K. Lin, J. Wang, and M. Wang, "A hybrid recommendation algorithm based on Hadoop," in *2014 9th International Conference on Computer Science Education (ICCSE)*, 2014, pp. 540–543. DOI:10.1109/ICCSE.2014.6926520.
- [124] J. Dean and S. Ghemawat, "MapReduce: Simplified Data Processing on Large Clusters," in *Commun. ACM*, vol. 51, no. 1, pp. 107–113, Jan. 2008. DOI:10.1145/1327452.1327492.
- [125] J. Xie, S. Yin, X. Ruan, Z. Ding, Y. Tian, J. Majors, A. Manzanares, and X. Qin, "Improving MapReduce performance through data placement in heterogeneous Hadoop clusters," in *2010 IEEE International Symposium on Parallel Distributed Processing, Workshops and Phd Forum (IPDPSW)*, 2010, pp. 1–9. DOI:10.1109/IPDPSW.2010.5470880.
- [126] J. Jiang, J. Lu, G. Zhang, and G. Long, "Scaling-Up Item-Based Collaborative Filtering Recommendation Algorithm Based on Hadoop," in *2011 IEEE World Congress on Services (SERVICES)*, 2011, pp. 490–497. DOI:10.1109/SERVICES.2011.66.
- [127] K. Hammond and A. S. Varde, "Cloud Based Predictive Analytics: Text Classification, Recommender Systems and Decision Support," in *2013 IEEE 13th International Conference on Data Mining Workshops (ICDMW)*, 2013, pp. 607–612. DOI:10.1109/ICDMW.2013.95.
- [128] B. Xu, D. Mylaraswamy, and P. Dietrich, "A Cloud Computing Framework with Machine Learning Algorithms for Industrial Applications," in *Proceedings of International Conference on Artificial Intelligence*, July 2013.
- [129] J. Dörre, S. Apel, and C. Lengauer, "Modeling and optimizing MapReduce programs," in *Journal Concurrency and Computation: Practice & Experience*, pp. 1734-1766, Volume 27 Issue 7, May 2015. DOI:10.1002/cpe.3333.
- [130] Z. Ren, J. Wan, W. Shi, X. Xu, and M. Zhou, "Workload Analysis, Implications, and Optimization on a Production Hadoop Cluster: A Case Study on Taobao," in *IEEE Transactions on Services Computing*, vol. 7, no. 2, pp. 307–321, Apr. 2014. DOI:10.1109/TSC.2013.40.

- [131] H. Herodotou, H. Lim, G. Luo, N. Borisov, L. Dong, F. B. Cetin, and S. Babu, "Starfish: A Self-tuning System for Big Data Analytics," in Proc. of the 5th Conference on Innovative Data Systems Research (CIDR '11), pp. 261-272, January 2011.
- [132] A. Kala Karun and K. Chitharanjan, "A review on hadoop – HDFS infrastructure extensions," in 2013 IEEE Conference on Information Communication Technologies (ICT), pp. 132–137, 2013. DOI:10.1109/CICT.2013.6558077.
- [133] DMBCSVfile. Istituto di Analisi dei Sistemi e Informatica "Antonio Ruberti" data set on experiments conducted in the institute available. [Online]. Available: <<http://dmb.iasi.cnr.it/InputExamples/example.csv>> <accessed 21/Jan/2015>.
- [134] A. A. Sewisy, M. H. Marghny, R. M. AbdElAziz, and A. I. Taloba, "Fast Efficient Clustering Algorithm for Balanced Data," in International Journal of Advanced Computer Science and Applications, vol. 5, no. 6, 2014, pp. 123-129. DOI:10.14569/IJACSA.2014.050619.
- [135] M. Hall, E. Frank, G. Holmes, B. Pfahringer, P. Reutemann, and I. H. Witten, "The WEKA data mining software: an update," in ACM SIGKDD Explorations Newsletter, vol. 11, no. 1, pp. 10-18, Nov. 2009. DOI:10.1145/1656274.1656278.
- [136] S. Srivastava, "Weka: A Tool for Data preprocessing, Classification, Ensemble, Clustering and Association Rule Mining," in International Journal of Computer Applications, vol. 88, no. 10, pp. 26–29, Feb. 2014. DOI:10.5120/15389-3809.
- [137] J. Famaey, S. Latré, R. van Brandenburg, M. O. van Deventer, and F. D. Turck, "On the Impact of Redirection on HTTP Adaptive Streaming Services in Federated CDNs," in Emerging Management Mechanisms for the Future Internet, Springer Berlin Heidelberg, 2013, pp. 13–24. ISBN:978-3-642-38997-9.
- [138] A. Karadimce, "Mobile Public e-Government Cloud Services Platform," in International Journal of Hybrid Information Technology, Vol.8, No.11 (2015), pp.151-160, E-ISSN: 1738-9968, Open Access, DOI: 10.14257/ijhit.2015.8.11.12.
- [139] W. Wu, A. Arefin, R. Rivas, K. Nahrstedt, R. Sheppard, and Z. Yang. "Quality of experience in distributed interactive multimedia environments: toward a theoretical framework," in Proceedings of the 17th ACM international conference on Multimedia (MM '09). ACM, New York, NY, USA, 2009, pp. 481-490. DOI:10.1145/1631272.1631338.
- [140] K. Miller, A. K. Al-Tamimi, and A. Wolisz. "QoE-Based Low-Delay Live Streaming Using Throughput Predictions," in ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications vol.13, n.1, pp. 1–24, Oct. 2016. DOI:10.1145/2990505
- [141] A. Karadimce and D. Davcev, "Bayesian Network Model for Estimating User Satisfaction of Multimedia Cloud Services" in 15th International Conference on Advances in Mobile Computing & Multimedia (MoMM), December 4-6, 2017, Salzburg, Austria, Eric Pardede, Pari Delir Haghighi, Ivan Luiz Salvadori, Matthias Steinbauer, Ismail Khalil, and Gabriele Anderst-Kotsis (Eds.). ACM, New York, NY, USA, pp. 3-12, 2017. DOI: 10.1145/3151848.3151850.
- [142] P. Le Callet, S. Möller and A. Perkis (eds), "Qualinet white paper on definitions of quality of experience—output version of the dagstuhl seminar 12181," in European network on quality of experience in multimedia systems and services (COST Action IC 1003), 2012.
- [143] ITU-T, Recommendation ITU-T P.10/G.100, Amendment 5 from 07/2016.
- [144] L. Zhang and Q. Ji, "A Bayesian Network Model for Automatic and Interactive Image Segmentation," in IEEE Transactions on Image Processing, vol. 20, no. 9, pp. 2582-2593, Sept. 2011, DOI: 10.1109/TIP.2011.2121080.

- [145] T. Eerola, L. Lensu, J.-K. Kamarainen, T. Leisti, R. Ritala, G. Nyman, and H. Kälviäinen, "Bayesian network model of overall print quality: Construction and structural optimisation," in *Pattern Recognition Letters*, vol. 32, no. 11, pp. 1558–1566, Aug. 2011. DOI: 10.1016/j.patrec.2011.04.006.
- [146] S. Salini and R. S. Kenett. "Bayesian networks of customer satisfaction survey data," in *Journal of Applied Statistics* vol. 36, no. 11, pp. 1177–1189, Nov. 2009. DOI:10.1080/02664760802587982.
- [147] K. B. Korb and A. E. Nicholson. 2010. "Bayesian Artificial Intelligence," Second Edition (2nd ed.). CRC Press, Inc., Boca Raton, FL, USA, ISBN: 1439815917.
- [148] E. Castillo, J.M. Gutierrez, and A.S. Hadi. "Sensitivity analysis in discrete Bayesian networks," in *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics – Part A: Systems and Humans*, vol. 27, no. 4, pp. 412-423, Jul 1997. DOI: 10.1109/3468.594909.
- [149] K. Uffe and L. C. van der Gaag "Making Sensitivity Analysis Computationally Efficient," in *Proceedings of the 16th Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence*. MorganKaufmann Publishers Inc., 2000, pp. 317–325. DOI:99.9999/woot07-S422.
- [150] C. Veerle, L. C. van der Gaag, and J.D.F. Habbema. [n.d.]. "Sensitivity analysis: an aid for probability elicitation," in *Knowledge Engineering Review*, vol. 15, no. 3, pp. 1 – 18, 2000.
- [151] BayesFusion. 2016. GeNIe Modeler software package, Version 2.1.1. <https://www.bayesfusion.com/genie-modeler> <accessed 09/02/2016>.
- [152] N. Friedman, D. Geiger, and M. Goldszmidt. "Bayesian Network Classifiers," in *Machine Learning* v.29, n.2, 1997, pp. 131–163. DOI:10.1023/A:1007465528199
- [153] A. Karadimce and D. Davcev, "Perception of Quality in Cloud Computing Based Services," in *8th International Conference on Quality of Multimedia Experience (QoMEX)*, 6-8 June 2016 Lisbon, Portugal, pp. 1-6. DOI:10.1109/QoMEX.2016.7498925.
- [154] A. Karadimce and D. Davcev, "Towards Improved Model for User Satisfaction Assessment of Multimedia Cloud Services", in *Journal of Mobile Multimedia*, vol.14 No.2, pp. 157-196, 2018. ISSN: 1550-4646, SCOPUS CiteScore 2016: 0.81. DOI: 10.13052/jmm1550-4646.1422.