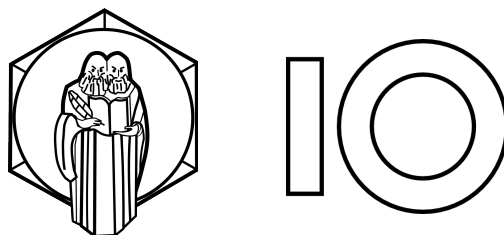


**УНИВЕРЗИТЕТ „СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ“ - СКОПЈЕ  
ФАКУЛТЕТ ЗА ИНФОРМАТИЧКИ НАУКИ И  
КОМПЈУТЕРСКО ИНЖЕНЕРСТВО**



**М-Р ВАНГЕЛ В. АЈАНОВСКИ**

**АДАПТИВНИ И СОЦИЈАЛНИ  
САМОСТРУКТУРИРАЧКИ СИСТЕМИ  
ЗА НАВИГАЦИЈА НИЗ ЈАВНИ  
ИНФОРМАЦИСКИ СИСТЕМИ**

**ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА**

**СКОПЈЕ, 2013**



Тема: Адаптивни и социјални самоструктурирачки системи за навигација низ јавни информациски системи

Автор: М-р Вангел В. Ајановски

Научна област: Информатика

Ментор: Д-р Маргита Кон-Поповска, редовен професор на Факултетот за информатички науки и компјутерско инженерство, Скопје

Рецензијата на докторската дисертација е објавена во Билтенот на Универзитетот „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје, бр. 1055 од 31.5.2013 година, стр. 211-216.

Рецензентска комисија:

Претседател

Д-р Катерина Здравкова, редовен професор на Факултет за информатички науки и компјутерско инженерство, Скопје

Д-р Маргита Кон-Поповска, редовен професор на Факултет за информатички науки и компјутерско инженерство, Скопје

Д-р Марјан Гушев, редовен професор на Факултетот за информатички науки и компјутерско инженерство, Скопје

Д-р Димитар Трајанов, вонреден професор на Факултетот за информатички науки и компјутерско инженерство, Скопје

Д-р Горан Велинов, доцент на Факултетот за информатички науки и компјутерско инженерство, Скопје

# Апстракт

Во воведниот дел од оваа дисертација се разгледува состојбата со можностите за ефикасно пронаоѓање информации на Интернет и проблемите со кои се соочува денешнината – нарушувањата на приватноста и постојаното и се поизразено претворање на машините за пребарување во машини за рекламирање, препорачување, а донекаде и цензурирање. Како идеја која се поставува во насока на подобри решенија е се поголемото користење на социјално-базираните системи на знаење каде масата луѓе го реорганизира, дефинира и пласира знаењето и се дефинира основниот интерес на оваа дисертација во областа на социјално-базирани и самоадаптивни навигациски системи.

Во втората глава се разгледува научното подрачје од областа на дисертацијата и е направена анализа на резултатите на некои од најважните трудови од ова подрачје, а особено во контекст на применливоста на резултатите од овие трудови во денешни услови и во условите на генералната идеја на оваа докторска дисертација. Направен е детален преглед на неколку поважни трудови во областа на социјална навигација односно системи за навигација низ информациски простори кои користат елементи на социјална интеракција – како меѓу корисниците, така и на релацијата меѓу еден корисник посетител и самиот систем за пласирање информации. Во вториот дел се разгледува ситуацијата со истражувањата од областа на самоадаптивни (попрецизно самоорганизирачки) системи и евентуалната примена во поврзувањето со системите за социјална навигација.

Во третата глава е претставен нов модел на интегриран систем за навигација базиран на социјална интеракција, со елементи на самоадаптивност од аспект на самоорганизација и самоконтрола. Овој модел се базира на два концептуални модели од двете области.

Првиот модел ја дефинира социјалната навигација на ниво на ментална слика кај посетителите и на ниво на процес на размислување и комуникација со останатите агенти и посетители во процесот во кој низ една повратна спрега се расчистуваат деталите околу целите на навигацијата и патеките по кои треба да се упати корисникот. Врз база на овој мета-модел и врз база на примери од други истражувања, во кои се воведени мали интеракциски показатели во навигацискиот систем кои треба да му даваат имплицитни насоки на корисникот, се формулира нов обопштен модел на навигациски систем во кој се води евиденција на интеракцијата на корисниците меѓусебно и со самиот навигациски систем.

Вториот разгледан модел е концептуалниот модел на самоадаптивен софтверски систем способен за самоконтрола и самоорганизација, на база на контролниот циклус на повратна спрега. Интегрирањето на ваквиот модел, во рамките на моделот на навигациски систем со социјални елементи, има за цел да овозможи успешно самоменување и следењето на состојбата заради правилна работа на системот.

Во четвртата глава, се покажува применливоста на новиот модел во пракса и се објаснети насоките кои треба да се користат при дизајнирањето на систем на база на ваквиот модел. Имплементацијата е од специфична природа – се работи за имплементација во рамки на обемен информациски систем наменет за справувањето со потребите за организација на наставните процеси во една универзитетска средина, а особено процесите кои се однесуваат на запишувањето на студентите на предмети и формирањето на распореди на часови. Искористен е токму овој пример, бидејќи се работи за комплексен процес кој овозможува многу грешки и многу несоодветни насочувања ако не се знае процесот на соодветно ниво. Реализираниот систем има за цел да ги води студентите кон правење на подобри избори на студиски програми, подобри избори на предмети и со тоа насочување кон најрелевантните нивни интереси, како и следење на успехот на ниво на генерација и поединечно, како и историски. Воедно во една интегрирана постапка за избор, упис и формирање распоред – која опфаќа и академски, но и административни надлежности, се обезбедува процес со помалку грешки, конфликти и проблеми со откажувања. Целокупните уписи се оркестрираат од интегрираниот самоадаптивен контролен циклус на база на моделот од глава 3, со цел постојано самоподобрување на процесите и постигнување на повисоко ниво на управување со квалитетот на процесите.

Во петтата глава, се претставуваат заклучоците од анализата на сите трудови од областа, изработката на моделот и потоа разгледувањата и експериментите со дизајнираниот систем и неговата успешност. Врз основа на извршената анализа, се дискутира во правец на неколку идни насоки на работа и истражувања – во областите на заштита на приватност, безбедност (особено слаба автентикација) и фокусирање на желбите и потребите на поединецот, односно личниот пристап и личноста во социјалната навигација.

На крајот на трудот, се дадени два Додатоци. Во првиот додаток се објаснува историјата на системот ИСИС кој ја поставува основата на прототип имплементацијата дискутирана во четвртата глава. Во вториот додаток се дадени имплементациски UML дијаграми кои подетално опишуваат некои поважни елементи од прототипот.

# 1. Вовед

## 1.1. За проблематиката

### 1.1.1. За информацискиот подем и последиците

Во јануари 2013 година, Интернет прослави 30 години од своето постоење (во форма и начин на функционирање каков што е и денес).

Според последната студија на Netcraft, објавена во април 2013 година, на Интернет има околу 650 милиони активни веб-локации [1]. Пресметката е базирана на испратено барање преку HTTP до регистрираните имиња на сервери (притоа се зема предвид ако повеќе содржини се наоѓаат на иста интернет адреса). За споредба, бројот на веб-локации регистриран од Netcraft, при поднесувањето на предлогот за овој труд во ноември 2008-ма година, изнесуваше околу 185 милиони. Ваквите студии Netcraft ги врши уште од 1995 година и тие сеуште прикажуваат експоненцијален пораст на WWW информацискиот простор.

Според пресметките на Морис де Кундер од април 2013-та година, индексираниот веб содржи најмалку 14.17 билиони ( $10^9$ ) страници [2]. Авторот на оваа веб-локација, користи посебна методологија за проценка на големината на веб просторот преку споредби на различни пребарувања на различни пребарувачки машини [3].

За споредба, во јули 2008 година, Google објави дека достигнале своевиден рекорд на големината на индексот на веб-страници на оваа компанија, со вкупно 1 трилион ( $10^{12}$ ) индексирани и адресирани различни веб-страници, односно број различни URL кои се наведени на веб-страниците во нивниот индекс, а кои водат до различни содржини [4]. Цифрата звучи импресивно, особено ако се знае дека вистинската бројка може да е и многу пати поголема, бидејќи постојат и интерни, како и сокриени веб-страници каде не е дозволено индексирање од пребарувачки работи. Ваквите бројки укажуваат на просек од една веб-локација на секои 30 жители со околу 150 веб-страници по жител на Земјата.

Количеството на знаење кое секојдневно го акумулира и евидентира човештвото во текот на изминатите 100 години е огромно. Дури и ако се земе предвид само една специјалност, вкупното собрано знаење е многукратно поголемо од капацитетот на учење на било кој поединец специјалист.

Од друга страна, општеството, индустријата, образованието и науката растат и се шират, се зголемува бројот на опфатени области и сè повеќе се бараат проширени интердисциплинарни знаења. Веќе не се прифатливи оние начини на организирање на работата и знаењето, во кои учесниците имаат тесни компетенции и не знаат ништо надвор од својот видокруг. Напротив, познавањата треба да се широки и да излегуваат надвор од специјалностите. Организираното образование до доволно високо ниво е сè потешко за реализација при задржување на квалитетот, со што секој заинтересиран поединец мора да се сврти пред сè кон самостојното пронаоѓање и освојување на знаењето.

Иако уште од првите моменти по настанувањето на Интернет се забележува еуфорија за бројните можности за учење, квантитетот на материјата која постојано се гради и дополнува станува преголем. Самоукоста станува се потешко изведлива во морето на знаењето на Интернет. Секое едноставно пребарување на класичните пребарувачки машини резултира со милиони пронајдени документи. Секое разгледување во некој именик резултира со илјадници категории и поткатегории и илјадници записи во секоја од нив. Како да се пронајде, како да се забележи дали е нешто навистина најдено меѓу шундот, како да се избере меѓу повеќето релевантни најдени извори, како потоа да се запомни што и каде било најдено и да не се заборави и конечно како да се апсолвира квантумот на знаење до кој ќе се дојде, се само дел од проблемите со кои се соочуваме секојдневно. Потоа следи и една цела другата серија проблеми поврзани со споделувањето на знаењето – од организациски, до социјални.

Со овие проблеми се судираат сите. Со дел од овие проблеми имаше за цел да се судри, документира и да се обиде да понуди насоки кон решенија и оваа докторска дисертација.

### **1.1.2. Аспектите кои водат кон ова истражување**

Големината и опсегот на светскиот информациски простор на денешнината и трендот на експоненцијално растење на истиот кон иднината наметнува проблеми од повеќе различни области, како барање на оптимални решенија за пребарување, категоризација, препорачување, препознавање и сл. Меѓутоа, сите тие решенија не можат да го решат проблемот во целост, туку најмногу што можат да помогнат е во олеснувањето на истиот.

Имено, да разгледаме една хипотетичка калкулација во која човек кој е заинтересиран за определена информација, се обидува да најде извори за истата на Интернет. Ќе го гледаме случајот од гледната страна на овој човек и неговата основна потреба. Ако човекот користи некој пребарувачки систем тогаш тој внесува неколку клучни зборови или реченица и како резултат од системот очекува една од следните опции: список извори каде се содржани сите зборови од пребарувањето, список извори што содржат што поголем број од зборовите кои биле пребарувани или список извори кои ја содржат фразата онака како што е напишана во целост. Најмалку што се очекува од ваков систем е да прикаже извори кои не содржат ништо од барањата.

Во што е проблемот? Главниот проблем е што еден ваков едноставен систем е дури и премногу лесно да се реализира, но нема да биде употреблив за повеќето корисници од едноставна причина што ретки се случаите во кои клучните зборови дадени при пребарувањето се доволно специфично множество да резултираат со разумен број извори на информации. На пример, ако ве интересираат општи информации за HTML форматот, кој е основниот формат во кој се градат веб страниците, истото пребарување ќе резултира со трилион резултати, затоа што скоро секоја страница почнува со зборот HTML, и нема да знаете која од нив да ја отворите по прво.

Всушност, во зависност од редоследот на резултатите во пребарувањето, може и до крајот на животот да читате и да не дознаете како изгледа HTML форматот. Овој едноставен пример, има за цел да објасни дека главната дејност на глобалните пребарувачки машини од денешно време воопшто не е пребарувањето.

Ако се потпираме само на системите за пребарување, фактот е дека се ретки корисниците кои во листата резултати навистина ги прегледуваат сите (или голем дел од нив). Всушност, колку и да е голема бројката извори, повеќето корисници прекинуваат со прегледување по неколку страници резултати. Оттаму, е бесполезно за механизмот за пребарување да ги листа сите резултати по кој и да е редослед на подредување, па остануваат само следните две опции:

- ◆ листање на сите резултати со фаворизирање на некои резултати според редоследот на листање
- ◆ цензурирање на резултатите и прикажување на само мал број фаворизирани резултати, без да се внимава на редоследот

Зборот цензура се сфаќа многу негативно во денешно време, но реално се прави и од страна на најголемите играчи на пазарот за пребарување. Можеби зборот цензура не е најсоодветен во буквална смисла, бидејќи тие не ги сокриваат спорните веб-локации, туку само им даваат многу низок приоритет. Значи тоа не е вистинска цензура. Но ако се земе предвид дека корисниците не листаат толку далеку во резултатите од пребарувањата – конечниот ефект е сличен.

Важно да се напомене дека и зборот фаворизирање се користи условно и всушност означува проценка на релевантноста на изворот на информации за барателот на информациите.

Така се исцрпува листата можности за регуларно и успешно функционирање на еден ваков систем. Реално гледано овие системи опстануваат на база на способностите за понудување и рекламирање. Тие не се веќе машини за пронаоѓање на извор на информации, туку машини кои ќе нудат извори на информации и истите ќе ги рекламираат – или кажано со неутрален збор – ќе ги препорачуваат. Некои извори ќе ги препорачуваат повеќе, а некои помалку и оттаму ќе произлезе редоследот на резултатите од пребарувањето

Но, за разлика од пребарувањето – каде одговорот е ДА или НЕ, препорачувањето не е безгрешен процес. Поедноставено гледано, препорачувањето е

поврзано со оценување на релевантноста на секој од изворите што ја содржи дадената информација, а кои во примерот – може да ги има еден трилион. По ова оценување, изворите треба да се подредат во редослед од најрелевантните, кон најмалку релевантните. Таква е ситуацијата ако системот работи во интерес на барателите на информации. Ако системот пак работи во интерес на изворите на информациите, тогаш ќе ја подредува листата според некој наведен универзален критериум за релевантност, односно ќе ги протезира едни извори наспроти други според некоја општа метрика (или според тоа кој од нив колку платил ако се работи за рекламирање во најсирова форма).

Се вели дека објективните системи за пребарување ја оценуваат релевантноста на изворите, од аспект на тоа колку се значајни во светот, колку се референцирани, дали се референцирани од значајни или безначајни извори итн. Се поставува прашањето, колку е овој процес точен и безгрешен? Дали постојат универзални критериуми за релевантност. Одговорот на ова прашање е негативен.

Ако се разгледаат барањата од аспект на барателот на информации -- за да се задоволат неговите потреби, треба да се знае што е навистина повисоката цел на неговото пребарување, а тоа никако не може да се дознае само од клучните зборови. Ако еден човек го напише само клучниот збор HTML, системот не може да знае дали тој навистина сака да се излистаат сите извори каде е наведен зборот HTML (а тоа се буквално сите извори) или е заинтересиран само за спецификацијата на форматот HTML или е заинтересиран за курсеви по HTML или нешто слично. Ако не може да се знае целта на барателот на информациите, како воопшто може да се оцени релевантноста од гледна точка на корисникот – за изворите кои таа информација ја имаат. Од тие причини и не може ни да се оцени, ниту пак процени некоја универзална точност на еден ваков систем. Оцената е обично предмет на договор.

Како во тој случај е воопшто можно да се одреди што е релевантен извор, со оглед на субјективноста на критериумот. Одговорот е дека не е можно. Системите се трудат да имплементираат критериум кој се смета за фер од

што поголем број посетители, затоа што од оваа бројка директно зависи успешноста на нивниот основен бизнис. Иако на почетокот тврделе и објаснувале преку различни истражувања дека нивниот модел е супериорен и навистина дава релевантни информации, по извесно време секогаш се наоѓаат грешки во моделот и дупки во начинот на имплементирање кои даваат шанса и на нерегуларните играчи да добијат високи препораки. Бројот такви играчи, воопшто не е мал. Потоа се објавува нов начин на препорачување кој е наводно вистински релевантен, а се дискутира дека стариот начин всушност и не бил релевантен. Историјата на измените на критериумите за рангирање која е евидентна кај најголемите играчи во пазарот на пребарувачките машини е доказ за овие тврдења.

За да се здобијат со што е можно поголема бројка на задоволни корисници овие системи мораат да преземаат и други активности во насока на предвидување на барањата на корисниците. Со оглед дека секој корисник бара различно нешто, единствен начин за формирање на резултати кои ќе го задоволат секој корисник, е ако системот има информации за секој корисник – кој е, каде е, што го интересира и друго. Потоа се врши групирање на корисниците според што е можно повеќе различни аспекти, и потоа применуваат критериуми кои се соодветни на групата во која го сместиле корисникот.

Тоа што е навистина потребно за да се направи квалитативен скок во намалувањето на проблемите на достап до информациите е групното и социјално организирано масовно вклучување во системите за пристап. Во ваквите системи за пристап до информациите, улогата на архивари, каталогизатори и администратори на содржини ја имаат самите корисници, но често не директно – туку индиректно – преку нивните активности, избори, прегледувања итн.

Овој процес на менување на улогата е значаен бидејќи го овозможува вклучувањето на колективниот дистрибуиран човечки труд во обработката на податоци. Ако количеството документи што се креираат во некој процес е огромно поради големиот број луѓе што работат на нив, тогаш истата или друга голема група луѓе како заедница би требало да може да го апсолвира

таквото количество документи. Ако некој систем за препознавање и препорачување не може да се справи со големината на базата за да издаде релевантни податоци, неговата работа сигурно може да се подобри од доволно голема група здружени корисници.

Прашањето е како тоа да се направи без да се нарушува приватноста на корисниците и без останатите несакани појави. Мојот став е дека е потребно повеќе да се истражува во системите кои се базираат на социјалната интеракција и да се овозможи поголема примена на овие концепти во секојдневната работа на луѓето во врска со начините за доаѓање до информациите. Генералната идеја е дека наместо корисникот да се обрати на некој пазар на информации и од таму да добива како одговор „довикувања“ од различна природа, треба да се обиде да се обрати до релевантни извори лично – ако таквите ги знае или познава, или да се обезбеди начин и механизам како таквиот контакт да се оствари со лица кои не ги познава и кои во живо и индиректно да добие одговор, секако без повреда на приватноста или слободното време и на корисникот барател и на корисникот испорачател на информацијата.

Не би можело да се каже дека е ова оригинален приод во решавањето на проблемите, едноставно затоа што при нивното решавање, како основен, го користи принципот по кој истите настанале. Токму начинот на кој е создадена Интернет мрежата е причината за хаосот во кој таа се наоѓа сега, и ќе се наоѓа во иднината. Клучниот оригинален момент на ова истражување е во тоа што овој принцип се обидува да го примени принципот на социјална интеракција истрајно секаде и во секоја фаза при решавањето на проблемите, а тоа значи изградба на системи кои се социјално-базирани, вклучувачки и самоадаптивни од почеток.

## **1.2. За докторската дисертација**

### **1.2.1. За идејата**

Работата на оваа докторска дисертација не почнува од моментот на поднесувањето на предлог темата туку е и природно продолжување на дел од активностите преземени при изработката на магистерскиот труд на авторот[5].

Имено, уште при подготовката на магистерскиот труд беа преземени чекори за истражување на можностите на прилагодување на корисничкиот посредник на еден јавен информациски портал и адаптирање кон потребите на корисникот, па дури и кога тој не е познат, односно и во услови на т.н. “слаба автентикација” кога системот само претпоставува или препознава за кој корисник се работи, без да е сосема сигурен.

Вториот елемент поставен со магистерскиот труд е со дискусијата за адаптивни динамички дефинирани кориснички погледи во контекст на еден истражувачки информациски портал.

Третиот елемент се активностите изведени во периодот по одбраната на магистерскиот труд. Прелиминарната анализа на број трудови од областа на социјално базирани и самоадаптивни веб системи укажа на тоа дека главната цел на повеќето истражувања е моделирање на различни поединости од различните системи заради воведување адаптивни механизми во определени делови од системите, или пак, специјализација во рамки на еден систем од точно определена тематика, наместо обопштен информациски систем.

### **1.2.2. Цели**

Бидејќи клучот за пристигнувањето до потребните содржини е првичното снаоѓање во еден систем и успешното користење на системите за навигација и пребарување, оваа докторска дисертација има за примарна цел поставување на нов модел на систем за навигација низ содржините на јавен информациски системи – модел базиран на социјални фактори поврзани со модусите на користење на постојните навигациски системи. Развиениот

модел води кон поедноставено доаѓање до информациите – врз база на повеќе различни метрики. Новиот модел е така изграден да дозволува самоорганизација на навигацискиот систем и следење и адаптација врз база на промените во барањата од корисниците.

Секундарна цел е дизајн базирано истражување засновано на пример имплементација во форма на прототип на новиот модел за навигациски систем во определена проблематика со цел да се овозможи тестирање и да се покаже изведливоста на моделот и да се овозможи тестирање на својствата на системот со цел поедноставување на процесот на доаѓање до информациите за корисниците. Проблематиката која е избрана за овој пример прототип е од домен на секојдневните административни процеси во универзитетската средина поврзани со организацијата на наставата.

### **1.2.3. Методологија**

Истражувањето користи неколку методолошки пристапи. Главна премиса од почетокот на истражувањето е справувањето со ризикот и управувањето со промените заради контролирање на околината на изведување на експериментите.

Интегрираниот пристап бара пошироки познавања и носи поголемо ниво на ризик, па затоа во првата фаза е изведена комплетна анализа на досегашните резултати од релевантните трудови наведени во базите на ACM и IEEE-CS од изминатите години од категории поврзани со целите на истражувањето. Притоа е користен пристап со пребарување по фрази кои треба да се содржат во текстот, разгледување на апстрактот за утврдување на релевантност со целите на истражувањето и конечно следење на референци „нагоре“ и „надолу“ со цел пронаоѓање на следбеници на даден труд, како и негови претходници.

Во втората фаза, преку дизајн базирано истражување се изведени низа конструктивни експерименти во повеќе итерации. Користен е итеративен пристап во креирање на моделот и развојот на системот при што во првата итерација е формиран моделот на основната архитектура на системот за

навигација, а потоа во неколку итерации наизменично е водена постапка на прототип имплементација и уточнување на моделот.

Низ целиот процес се искористени повеќе квалитативни и квантитативни истражувачки методи при креирање на експериментите и евалуацијата на моделот, но најинтересниот момент е всушност вградувањето на методите за самоевалуација во рамките на самиот модел со цел автоматизирана евалуација во секој момент од функционирањето на некоја имплементација на овој модел. Дел од користените и натаму овозможените методи се:

- ◆ истражување базирано на акции како главен метод, и по чекори
- ◆ разгледување на студии на случаи
- ◆ интервјуа на корисници и
- ◆ опсервација на активности на корисници заради собирање на податоци за однесувањето

## 2. За научното подрачје

Во оваа глава се разгледани областите кои се предмет на истражување. Направена е анализа на некои стручни и научни трудови кои се важни во областа, дискутирани се причините поради кои се разгледани и избрани токму овие трудови, а кои причини водат кон основната идеја зад интегрираниот модел кој се предлага со оваа дисертација прикажан во глава 3.

### 2.1. Јавни информациски системи

За основна дефиниција на јавните информациски системи може да се земе дефиницијата на Орман [6]:

*„Јавните информациски системи се информациски системи дизајнирани за употреба од јавноста, наместо специјалисти од некое одделно поле или организација. Јавните информациски системи може да се класифицираат на ист начин како и комерцијалните информациски системи“*

Во денешно време манифестацијата на јавните информациски системи е во главно на Интернет, со повремено дополнително користење и на други медиуми. Притоа се користат стандардните Интернет технологии за пристап од страна на корисникот. Од овие причини, во натамошното разгледување главен фокус ќе бидат пред сè, веб базираните системи.

### 2.2. Социјална навигација

Во продолжение се разгледува поимот социјална навигација, различните модели и системи за социјална навигација, како и елементите на социјалните навигација со кои може да се прошират постоечките системи за навигација низ содржини.

### **2.2.1. Што е социјална навигација?**

Поимот социјална навигација за првпат го дискутираат Дуриш и Чалмерс во 1994-та година, при разгледувањето на механизмите за навигација низ информациските простори. Слично како што архитектите ја разбираат врската помеѓу структурата на просторот и интеракциите меѓу посетителите кои таквата структура ги овозможува, авторите се концентрираат во својата дискусија на интеракциите кои ги овозможува една информациска структура, а особено на просторните модели на навигација. Притоа разгледуваат три видови модели – просторни, семантички и социјални модели на навигација [7].

Според овие автори, во првата група модели на навигација – спаѓаат оние модели кои навистина опишуваат проблематика од реалниот простор, како и движење низ истиот, па по природата на нештата може да се сметаат за просторни модели.

Во втората група се сместени моделите кои ги користат стандардните концепти за блискост и визуелна сличност од реалниот простор, за во интеракцискиот простор да претставуваат сличности и релации меѓу податоци. Иако од визуелна гледна точка ваквата навигација е навидум просторна, се работи всушност за навигација од семантичка природа која се изведува потпомогната од просторни аналогии кои се блиски за корисникот. Вакви, се на пример и системите за навигација низ именик на датотеки, каде на корисникот му се дава илузија на движење во длабочина по коренот на едно дрво, со можност за движење или „искачување“, „нагоре кон стеблото“, „кон површината“ или „кон врвот на хиерархијата“.

Третата група модели, се оние во кои се вметнуваат елементи на директна или индиректна соработка помеѓу корисниците на системот во дефинирањето на движењето низ системот, во кои движењето од еден кон друг елемент на системот е провоциран артефакт на активноста на друг корисник или група корисници. И овие модели позајмуваат концепти од реалните простори, на пример изборот на производ според тоа каде има најголема редица, но треба да се разликуваат од реалните простори бидејќи тука во природата на нештата се интеракциите меѓу луѓето. Од оваа причина, Дуриш и Чалмерс го нарекуваат ваквиот модел – *социјална навигација*.

### **2.2.2. Модели, алатки и елементи на социјална навигација**

Дибергер е еден од првите автори кои ја разгледуваат социјалната навигација преку најприродниот поглед на нештата – навигацијата низ една реална средина (град), каде посетителот се ориентира со помош на препораки и насоки поставени од (со)граѓаните [8]. Тој ја поставува метафората на *информациски град* и организација на податоците во еден информациски систем во облик на град. Ваквиот концепт е со просторна ориентација, но со оглед дека го користи просторот за поставување на семантички врски меѓу податоците може да се нарече семантички модел. Разгледаниот концепт се збогатува со аспекти на социјална интеракција – од индиректна, до директна. На пример информациски табли со смерници кои се „трошат“ со читање и следење, се елемент на индиректна социјална навигација. Преку нив посетители се свесни дека и пред нив, други посетители ја разгледувале истата информациска табла, па потоа повеќето продолжиле кон одредена насока. Елементи на директна социјална навигација се оние со кои системот дозволува директна комуникација меѓу истовремените посетители, на пример добивање информација за насока од страна на друг посетител и слично. Дибергер дискутира различни можности градот да стане средина на една социјална навигација, како што природно и секој град во реалноста станува, но тоа е опишано само на високо концептуално ниво без повеќе детали.

Во друга прилика, Дибергер дискутира за социјалната навигација на WWW. Тој разгледува еден систем за разговор меѓу корисниците и размена на адреси на веб страници, како социјална навигација. но сепак најинтересна е дискусијата за тоа како во иднина се очекува да се подобри интеракцијата помеѓу посетителите на веб-локациите – преку можноста да се „видат“ меѓусебно или да бидат свесни дека постои и друг посетител, можноста за олеснета размена на адреси на информации со покажување и посочување, наместо со URL и други идеи [9].

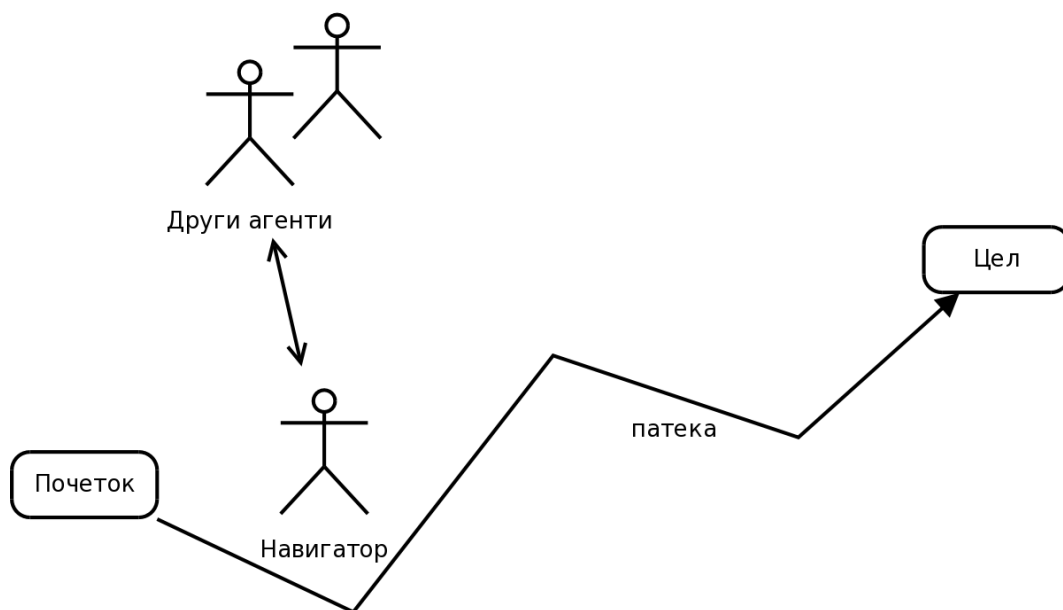
Кога посетувате една модерна веб-страница на една денешна социјална мрежа, заднинскиот систем може да ви посочи дека таа веб-страница, во истиот момент ја посетуваат (но и читаат, слушаат, гледаат, им се допаѓа, ја

препорачуваат, итн.) и други посетители. Може да ви ја прикаже и историјата на ваквите интеракции со определена страница. Вакви имплементации на информациски системи веќе постојат. Иако овие имплементации не се стандардна пракса на целиот веб простор, самото постоење укажува на тоа дека барањата на Дибергер од овој аспект се исполнети во голем дел.

Интересно е што, од другиот аспект, барањето за изнаоѓање начин за поедноставување на референцирањето на информациите и менливоста на истите, ситуацијата не е сменета. Постоеле различни идеи и модели, но генералната пракса на референцирање на веб е сеуште апсолутен URL. Ваквото референцирање не е соодветно за да се имплементира социјална навигација низ целиот WWW простор. Ако адресата на некоја информација се промени (за што може да постојат многу причини), или се промени содржината на самата адреса, сите други веб страници и натаму ќе ја референцираат адресата како релевантна, а таа можеби веќе не е релевантна, или веќе не постои. По самата природа на нештата, кај печатените медиуми нема значење еден ваков проблем, но може да добие големи димензии кај веб базираните медиуми. Иако веќе 15 години се водат дискусии за ваквите проблеми, како за една почетна болка на социјалната навигација и иако денес социјални медиуми се во голем замав, корисниците и натаму разменуваат директни адреси до извори кои се по самата природа менливи и кои можеби се смениле веќе во моментот на референцирањето. Генералната пракса е дека денешните социјални медиуми не се третираат како нешто сериозно, поради што на овој проблем не му се дава многу високо значење. Ако земете типична социјална мрежа на која воглавно се разменуваат голем број вицови, смешни видео исечоци или звуци, бројот на разочарани корисници од невалиден извор е минорен, а кривицата за промената на изворот се префрла на тој што го референцирал (иако е тоа менлива категорија и иако тој можеби назначил дека изворот е валиден само во моментот на референцирање).

Авторот Форсберг во 1998-ма година претставува еден обид за додефинирање на основните концепти во социјалната навигација. Постојат пет основни елементи: почеток, цел, патека, агент што навигира и други

агенти [10]. Илустрација за концептуалниот модел на кој почива дискусијата на Форсберг е дадена на слика 1. Во случај на двонасочна интеракција помеѓу агентите се работи за *директна* социјална навигација, а кога агентот што навигира само прима информации од другите агенти, без нешто да сподели, се нарекува *индиректна* навигација. Од друга страна, во зависност од начинот на кој настанува или е спроведена интеракцијата, може да се дискутира за *намерна* или *ненамерна* интеракција. Според Форсберг, ваквата матрица разделува три класи на социјалната навигација: системите на активни светови каде интеракциите меѓу навигаторот и останатите агенти се намерни и директни; системите на стапалки или отпечатоци, каде интеракциите се ненамерни, случајни и индиректни и комбинацијата во која интеракциите се намерни, но индиректни – системите со внесени забелешки.



**Слика 1: Составни елементи на активност на социјална навигација**

Векселблат ги разгледува аспектите на навигацијата поврзани со чувањето целосна историја на интеракции на објектите. Разгледани се неколку димензии на историјата: намена, видови запишани информации, рата на промени, пропустливост, лична/социјална и активна/пасивна, од кои потоа можат да произлезе и категоризација на различните алатки кои ја користат историјата на интеракциите во рамките на социјалната навигација. Според овој автор, историјата на интеракциите е важна за побрзо и поефективно

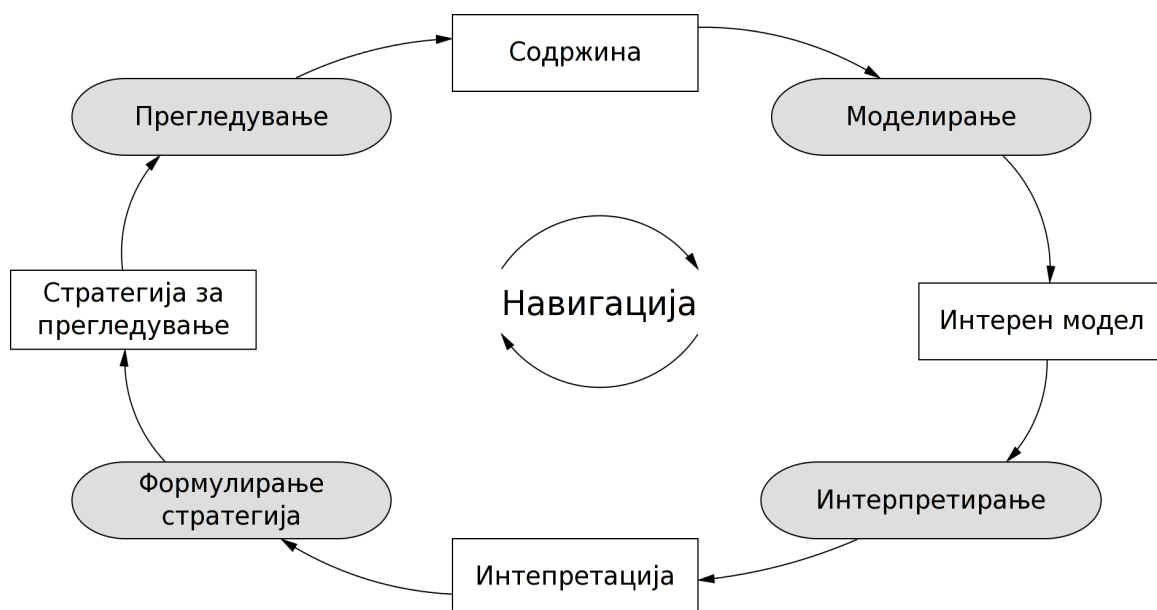
наоѓање на бараните информации и за подобро разбирање на тоа што било најдено – контекстот на резултатите [11].

Натаму, од интерес е една панел дискусија предводена водена од неколку значајни автори (Векселблат и други), во која се рефлектираат неколкуте правци на развој на социјалната навигација [12]. Оваа панел дискусија покрива повеќе насоки – од тоа дека социјалната навигација се третира како процес сличен на пребарување и прибирање информации (крајна позиција во која навигација = пребарување содржини), кон насоката во која се изедначува со, па дури и се предлага напуштање во корист на – процесот на препорачување (крајна позиција во која навигација = предлагање содржини). Останатите автори од оваа панел дискусија ја разгледуваат социјалната навигација од аспект на интерфејси кои помагаат во информацискиот простор, па во смисла на интеракцијата на заедници околу определени артефакти, или од поширок теориски аспект. Конечно, постои и дискусија кон заштита на приватноста на учесниците, како и хуманиот пристап и третман на учесниците како одделни индивидуи, со одделни барања.

По 14 години, овие дискусии сеуште постојат, разложени на потпрашања, особено по бумот на социјалните мрежи. Меѓутоа видлив е трендот дека се повеќе системи ги вградуваат дискутираните технички можности, од пребарување, до предложување, од историја на интеракции на корисниците, до депласирањето на поимот приватност. Тврдењата дека некоја социјална мрежа ќе прерасне во нов Интернет, дека ќе ја замени електронската пошта, се само комерцијални обиди да се наметне еден поглед на нештата како единствен валиден. Тоа што навистина недостасува е третирањето на индивидуата.

Рамката на одвивање на процесот на навигација претставен од Спенс е еден од поинтересните модели за оваа дисертација, бидејќи дава можност за мапирање и поврзување меѓу контролниот механизам кај самоадаптивните системи (види глава 2.3) и начинот на кој учесниците во навигацијата постапуваат [13]. Според оваа рамка навигацијата се одвива во циклуси составени од 4 когнитивни активности, прикажани на слика 2. Да речеме дека циклусот започнува со чекорот *Прегледување (Browse)* кој резултира со

добивање *Содржина (Content)*, потоа следи чекорот *Формирање модел (Model)*, со што се добива *Интерен модел*, кој е од концептуална природа и учесникот во навигацијата самиот си го креира согласно својата семантика. Следниот чекор е *Интерпретирање на моделот (Interpret)* со што учесникот се здобива со одредена интерпретација на содржините и можност да оцени дали го нашол тоа што го интересирало, кога процесот би завршил. Во случај да по интерпретацијата интересите се прошират или не е најдено тоа што било барано се врши *Формулација на стратегија за прегледување*, по што учесникот ќе влезе во нов циклус на прегледување со ревидирана стратегија (или за првпат со стратегија доколку претходно немал). Со оглед на цикличната природа на оваа рамка, не е сосема јасно од каде започнува процесот, на пример учесникот може да се запраша и пред да почне со прегледувањето, за тоа како би започнал и да формира некоја почетна стратегија, но ова прашање и не е толку важно од аспект на целиот процес бидејќи процесот ќе продолжи повторно по истиот тек.



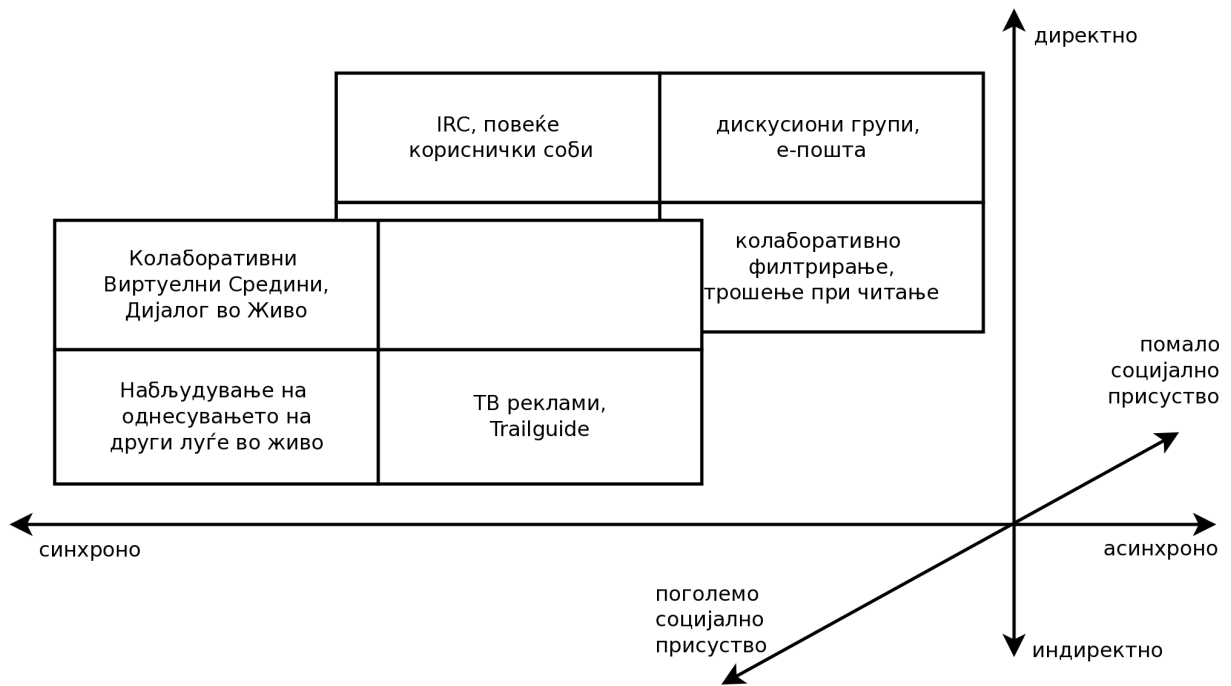
**Слика 2: Когнитивни активности во општата рамка на навигација**

Ридл извршил надоградување на моделот на Спенс за вклучувањето на социјалната навигација во постоечката рамка [14]. Претпоставено е дека интеракцијата со другите учесници при процесот на навигација може да влијае на патеката по која се поминува при навигацијата, односно прегледувањето. Затоа Ридл прави дополнување на фазата на *Формулација на стратегија на*

прегледување, со воведување на еден пресметковен модел за изведување на истата. Во овој модел, учесниците во навигацијата се претставуваат како процесорски елементи со мемориски складови. Актуелниот носител на навигацијата при формулацијата на стратегијата за следното прегледување на Интернет, го користи својот локален именик со целото знаење што го поседува, користи именик на надворешни референци кон други лица кои поседуваат некакво знаење од областите кои тој ги нема, и има времен именик за околината кој се полни со податоци од моменталното опкружување и каде е сместен и интерниот модел формиран по прегледувањето. На тој начин, учесникот во навигацијата го има веќе формираниот модел и кога се запрашува на кој начин да продолжи, тогаш ако веќе има некакви знаења за поврзани области со добиениот интересен модел ќе ги повлече од локалниот именик, или во спротивно ќе контактира надворешна референца.

Интересното за овој модел е тоа што може да се поврзе со претходно споменатите разгледувања, на пример со разгледувањата од Форсберг [10], и се претпоставува дека останатите агенти (учесници) во процесот може да влијаат на патеката на движење. Класификацијата на видовите интеракција на Форсберг може лесно да се поврзе со овој модел, па интеракцијата со другите учесници може да се претстави преку двете димензии - директна со комуникациски акт или индиректна преку нивни последици врз околината, како и да биде со намерно или ненамерно остварена комуникација. Ридл го поставува моделот со разгледување од три димензии (аспекти):

- ◆ синхроност - дали комуникацискиот акт се одвива синхронно, со чекање на одговорот и соодветно одлучување или се одвива асинхронно, секој од учесниците да може да комуницира во време кое му е соодветно;
- ◆ директност - дали комуникацијата е во директен контакт со соучесникот или е преку индиректни показатели и параметри пресметани од претходни акции на соучесникот, или претходно оставени негови мислења и ставови;
- ◆ социјална присутност - се однесува на степенот на социјална присутност на останатите учесници во интеракцијата и ова се однесува воглавно на чувството на непосредност или интимност кое го побудува средината.



**Слика 3: Рамка на класификација на социјалните системи**

На слика 3 се прикажани трите димензии на оваа категоризацијата и поставеноста на некои познати видови системи во овој простор. Ваквата категоризација се поклопува делумно со категоризацијата која ја предлага Форсберг по оската на директност, но се отвора прашање на потребата за оската за намерност како четврта димензија.

Ридл и Амант продолжуваат со развојот на овој модел со дискусија за позиционирањето на навигациски агент во процесот и потоа и со изведување на симулација базирана на моделот, со цел тестирање [15]. Тие не ја изведуваат симулацијата на база на моделирање специфични агенти или навигациски средини, туку на ниво на класи агенти и средини, дефинирани параметарски, на пример со параметри како:

- ◆ проценета оптимална далечина од почетокот до крајот на патеката;
- ◆ веројатност за избор на корсокак;
- ◆ трошок на следење неоптимални врски;
- ◆ распространетоста на социјалните индикатори (колку често се среќаваат);
- ◆ број случаи во кои агентот се одлучува за социјална интеракција.

Ридл и Амант прават повеќе анализи, но за оваа дисертација се од интерес дел од заклучоците. Резултатот од најголем интерес е дека човекот како

навигатор ја преферира социјалната навигација како начин на снаоѓање во непозната средина, без разлика на евентуалната суб-оптималност. Најверојатно, тоа се должи на чувството и претпоставката дека некој друг учесник кој е веќе подолго време во средината, веќе ќе знае подобро да се снаоѓа, ќе знае и подобри патишта отколку оние по кои водат регуларно објавените насоки или пак може да понуди информација која е токму во контекстот кој му е потребен на навигаторот. Од симулациите, исто така, произлегува и резултатот дека социјалната навигација, која обично се сфаќа како да е нешто од помош, може да биде и контрапродуктивна и тоа во голема мера зависи од постојаноста на средината, од цената на чинење на користењето ваква помош и слични фактори кои можат да влијаат на корисноста.

Хоок, Векселблат и Мунро даваат краток осврт на тоа каков треба да биде дизајнот на социјалните системи, со дискусијата дека не е секогаш најважна ефикасноста, дека не се работи секогаш за претставување на екрани преполни со објективни податоци, туку треба да се посвети внимание и на тоа какво е искуството од навигацијата, дали дизајните имаат природен „тек“, дали го отсликуваат расположението, со што даваат фокус на плејада други фактори кои се поврзани со усогласување на системот со личните ставови и чувства на посетителите, посветувајќи се повеќе на тоа кој е тој што имал некоја интеракција со системот, а помалку на тоа што е целта на интеракцијата [16].

Натаму, група автори предводена од Дибергер дава осврт на тоа како социјалната навигација придонесува системите да бидат поупотребливи. Тие дискутираат за тоа како да се искористат искуствата, патеките и смерниците од претходните посетители, од страна на некој нов посетител. Според нив главните карактеристики на еден систем на социјална навигација се персонализацијата – во кои системот го води посетителот на начин да добие впечаток дека препораките се навистина наменети лично за него, како и динамичноста – која побарува активното делување на системот да се прилагодува на тоа активностите на корисниците, според тоа што тие навистина прават, а не според тоа што дизајнерот решил да прават. Главните стилови на социјална навигација кои ги дискутираат се: системите

за препорачување кои предлагаат содржини моделирани според однесувањата на претходни слични посетители, колаборативните системи – каде сите посетители се видливи меѓусебно и можат да комуницираат, системи кои ги следат трагите на претходните корисници и според нив моделираат нова организација. Меѓу другото, значајна е дискусијата за некои отворени проблеми од кои повеќето се актуелни и денес – препорачувањето наспроти репутацијата, приватност, како и нови форми социјална навигација [17].

Натаму, Дибергер, Хоок, Свенсон и Ленквист ги дискутираат основните проблеми кои ќе бидат предмет на следните истражувања околу различните форми на социјална навигација, во какви сè системи може да најде место, репутацијата на изворите во системите за препорачување, квалитетот на оценувањето, довербата и навременоста [18]. Авторите појаснуваат и некои други идни теми за дискусија – нови начини за зголемувања на видливоста на историјата на интеракција, видеоизменувањето на системот преку интеракцијата и менливата структура и функционалност и го обопштуваат проблемот на приватноста, како проблем на *социјална провидност* на системот во однос на интеракциите – кои работи од историјата да се видливи за останатите, а кои да не се.

Ова се стари дискусии, но се сеуште актуелни особено на денешните социјални мрежи. Типичен пример е конфликтот меѓу постојаната менливост на системите и социјалната провидност. Иако не се работи за менливост предизвикана од страна на самиот систем врз себе, туку за нови дизајн решенија, многуте промени придонесуваат корисниците на системот постојано да се наоѓаат во некој облак на нејаснотија околу тоа кои информации ги пропушта системот кон јавноста, а кои ги задржува. Некои сопственици на социјални мрежи ќе кажат дека границите на приватноста треба да се поместуваат кон отворање, но тоа е само еден маркетинг трик за добивање поголема популарност и помало внимание од страна на корисниците околу чувањето на сопствената приватност, во склад со бизнис интересите на социјалната мрежа.

### **2.2.3. Анализи преку примери на социјална навигација**

Системот EFOL (European Food On-line) е еден од најраните пример системи за социјална навигација, се работи за апликација за купување на храна преку Интернет, а поконкретно купување намирници врз база на избрани рецепти [19]. Ако корисникот ги избере предложените рецепти од страна на системот, ќе може да ги купи потребните намирници за овие рецепти. Во експериментот се вклучени елементи на социјална навигација од сите видови, некои типични и за денешните системи – динамички колекции рецепти по класи корисници, анотации или забелешки, можност за размена мислења меѓу корисниците и индикација на присутност. Дискутирани се повеќе проблеми, слични на некои претходни дискусии. Од најголем интерес се забелешките од тестирањата, особено фактот што поради тоа што во првата верзија системот немал индикација за присуство, луѓето се чувствувале сами во системот без информација дека можеби и друг го користи или ги има сличните проблеми, иако системот веќе индиректно прикажувал податоци од интеракцијата со останатите корисници.

Дополнителен проблем што се согледува во нивните тестови, е тоа што во системот се јавува ретка распределба на корисниците, поради значително поголемата база рецепти отколку бројот корисници. Ова е значајно искуство за примената на решенијата слични со нивните, во ситуации кога има голема база информации од интерес, а мал број корисници.

Во подоцнежните итерации на овој систем, под името Kalas, се вградени некои нови и поинакви искуства, во време кога комерцијалните системи со елементи од социјална навигација веќе се присутни во секојдневието и самите корисници веќе имаат искуство со слични системи. Најинтересните елементи за оваа дисертација, кои може да се извлечат од резултатите на експериментите со овој систем, се следните [20]:

- ◆ потребен е период на учење на корисниците како да ги препознаваат и користат елементите на социјална навигација, што е и натаму опструкција на ваквите системи и топ тема на анализа на областа кориснички посредници – дизајн на систем кој е „невидлив“ за корисникот, таму е кога му е потребен, но не му пречи во секојдневна работа.

- ◆ мнозинството корисници не успеваат ни приближно да препознаат на кој начин системот ги бира препораките
- ◆ функцијата за директен разговор меѓу корисниците не добива популарност ни по долго тестирање на системот
- ◆ негативните гласови се корисни за системот – на пример со самото печатење на некој рецепт системот регистрира интерес во тој рецепт, но тоа не значи и дека на корисникот му се допаднал рецептот, давањето негативен глас е начин корисникот да даде баланс на неговиот профил.

Најинтересно е што дел од овие резултати се спротивни на денешните искуства, и тоа веројатно се должи на долгата присутност на вакви системи и на новата „писменоста“ на корисниците од аспект на вакви системи. Повеќето денешни системи не практикуваат негативни гласови.

Во овој период почнува подем на различни системи за препорачување и нивното користење со цел социјална навигација и тоа во најразлични сегменти. Еден таков пример претставуваат Царет и Денис, со системот за социјална навигација низ здружени информации од повеќе различни извори на вести. Изворите на содржини ги задаваат самите корисници, во своите профили и поставуваат етикети (tag) за видот на содржините, а потоа тие етикети и нивната употреба се користат за градење на навигацискиот систем во кој нема предефинирани листи и категории. [21]

Групата истражувачи предводена од Брусиловски, во истиот период работи на системот KnowledgeSea. Се работи за примена на самоорганизирачките мапи во изградбата на кориснички посредник, кој ги прикажува и истовремено ги категоризира по теми материјалите за учење од еден курс [22]. Примената на самоорганизирачките мапи е во повеќе детали разгледана во анализата на самоадаптивните системи, во поглавјето 2.3.1. Со оглед на успешноста на основниот систем, потоа е направена надградба на овој систем во нова верзија која содржи елементи од социјална навигација. Авторите извеле експеримент со социјална навигација на база на следење сообраќај и на база на анотации. Во првиот случај се следи бројот посети низ ресурсите и истото е евидентирано со различни бои на категориите на мапата. Во вториот случај, не се следи само бројот посети

туку се следат направените анотации на ресурсите што влегуваат во една категорија. Евалуацијата покажува дека мапата е значаен ресурс кој многу се користи од студентите и го зголемува бројот на пристапи и на документите кои биле директно препорачани лично од наставникот. Генерално студентите биле задоволни со понудените алатки за социјална навигација и всушност само 10% од пристапите бил преку системот за пребарување [23].

Една од првите примени на социјална навигација во системите за студентска администрација е опишана од Фарзан и Брусировски во 2006-та година и применета во рамките на системот CourseAgent. Овој систем ја користи оценката на студентите за релевантноста на еден курс во однос на нивните академски цели. Потоа системот за избор на курс во процесот на упис е ги користи податоците од историјатот (оценките), и им дава дополнителни елементи на социјална навигација на студентите [24].

Авторите значително го дискутираат проблемот на придонесите на корисниците во ваквите системи, особено ситуацијата што се јавува ако нема доволно придонеси – ако корисниците не ги користат системите или одбиваат да даваат оценки. Во вакви ситуации проблемот станува сличен со претходната дискусија за системот Kalas, кога бројот на корисници по предмет е премал или воопшто нема корисници заинтересирани за голем број предмети, па елементите на социјалната навигација не можат да дојдат до израз.

Од овие причини голем број системи и денес ја користат техниката на имплицитно означување на интересот. Но тогаш е релевантна дискусијата што произлегува од искуствата за системот Kalas, кога системот запишал дека некој рецепт е од интерес на некој корисник само затоа што го посетил/прочитал/купил, а всушност потоа по изработката овој рецепт не му се допаднал на корисникот. Затоа во системот Kalas корисникот може да даде и негативни оценки за рецептите и со тоа да го изрази незадоволството од предлозите. Но, од друга страна, голем број денешни системи воопшто немаат можност за поставување негативна оценка, а притоа дозволуваат да се постави нова оценка или да се избрише поставена оценка или некој

производ целосно да се исфрли од механизмот за генерирање препораки. Проблемот е што само со овие параметри не може да се донесе целосен заклучок и толкувањето е оставено на корисниците. Тоа раѓа проблем со нејасната вредност на оценката или толкувањето на фактот што не постои оценка. На пример, непостоењето оценка може да значи производ кој уште не е рецензиран, но и производ за кој немало доволно заинтересирани посетители кои би го оцениле, или пак, производот го мразат од првиот ден на пристигнување, но немаат како да го изразат тоа.

Во системот CourseAgent, приодот кој го употребиле Фарзан и Брусиловски е мотивирање на корисникот да внесе оценки во системот, така што истите би му користеле во идната работа. Значајно е што авторите направиле евалуација на овој систем, со контролна група без оваа можност и група со оваа можност, со што докажале дека е евидентно покачувањето на оставањето повратни информации од страна на студентите кога знаат дека од тоа би имале корист.

Друга интересна проблематика, која ја разгледува Вуорикари, а е значајна за нашето мултикултурно поднебје, е анализата на социјалната навигација базирана на тагови во повеќејазични средини, преку пример за систем кој обезбедува широка достапност на дигиталните образовни материјали наменети за наставниците низ цела Европа [25].

Фарзан и Брусиловски работеле и на уште една интересна примена на социјалната навигација во една специфична област - менаџирањето на посетителите и интересите на една веб-локација наменета за голем конференциски настан [26]. Проблемот на релевантни повратни информации го решаваат повторно со истиот приод како и претходно, но во нов домен. Тука интересот на посетителите се проценува преку нивната изјава за желба или интерес за посетување на определено предавање. Притоа, интересот се следи индиректно, преку фактот дали посетителите го додале избраното предавање во својот личен распоред или не. Притоа се користи серија визуелни индикатори за експлицитните интеракции на останатите посетители со презентациите кои се објавени на распоредот на конференцијата. Врз основа на ваквото следење на активностите на

корисниците, направена е детална анализа на успешноста на системот и организацијата – од аспект на посетеност, преклопување на интереси и друго.

Ким, Фарзан и Брусировски работат и на уште еден систем од слична природа - примена на елементи од социјална навигација низ библиотека од скенирани книги, како и книги во електронска форма, помогната со анотации. Оваа алатка е конципирана како составен дел на системот за управување со учење, споменат во претходниот текст – KnowledgeSea. Целта на оваа интеграција е да се искористи самоорганизирачката мапа како систем за семантичка навигација кој ги прикажува дополнителни материјали за читање препорачани во рамките на курсот, а меѓу нив и референцираните книги. Главниот резултат од овој експеримент е успешноста во мотивирањето на студентите да ја користат скенираната литература како помошен материјал во еден курс и притоа да внесуваат забелешки за читаната материја, директно во самата книга, со цел да бидат видливи за сите студенти ([27],[28]).

### **2.3. Самоадаптивност и самоструктурирање**

Под самоструктурирачки системи се подразбираат системите кои самите ја менуваат структурата за подобро да одговорат на определени барања, најчесто барања од крајните корисници. Ваквите системи се дел од класата на самоадаптивни системи. За оваа дисертација, од посебен интерес е самоадаптивноста со цел самоорганизација или самоструктурирање во системите за социјална навигација. Најпрво е потребно да се обрати внимание на основните поими на самоадаптивност и самоорганизација, за попрецизно да се разбере конкретната област од интерес.

Прво спомнување на терминот самоадаптивен кое може да се најде од базите на IEEE е во насловот на зборникот на трудови - *Proceedings of the Self Adaptive Flight Control Systems Symposium*, January 13-14, 1959.

Следната дефиниција за самоадаптивен систем е од „Големата Советска енциклопедија“ од 1979 година:

*„Автоматизиран контролен систем кој ја задржува сопствената оперативна способност и под услови на непредвидени промени на својствата на контролираниот систем, на целите на контролата или на околината, преку промена на оперативниот алгоритам или пребарување на оптимални состојби. Сите живи организми имаат високо развиени способности за адаптација. Голем број автоматизирани контролни системи на денешнината имаат определена адаптивност и самооптимизациски способности. Во зависност од користените методи за адаптација, самоадаптивните системи се класифицираат на самопорамнувачки, самоучечки и самоорганизирачки системи.“*

Поконкретно, за софтверски системи кои се самоадаптивни може да се најде и следниот опис [29, pp. 282–283]:

*„Самоадаптивен софтвер е оној софтвер кој ги надгледува сопствените операции, открива грешки и поволни прилики, и самиот се поправа или подобрува во одговор на грешките и промените. Промените ги ефектуира со измени или повторна синтеза на сопствените програми и потсистеми, со користење на однесување кое наликува на контролен систем со повратна спрега.“*

### **2.3.1. Самоадаптивност кај навигациски системи**

Во ова поглавје се разгледани некои од почетните примери на примена на концепти на самоадаптивност со цел самоорганизирање во рамките на навигациски системи во веб средина.

Можеби најексплатираната техника за формирање самоорганизирачки навигациски систем потекнува од методот на Кохонен за креирање на мапа на карактеристики, со цел добивање на семантичка самоорганизирачка 2д мапа на темите кои се содржат во група документи. Учењето на системот се спроведува над индекс од клучни зборови кои се среќаваат во базата

документи, и вектори за секој документ кои означуваат дали се среќава некој од зборовите во дадениот документ. Како индекс се користени зборовите кои се содржат во насловите на документите, и формираат вектори за среќавањето на секој збор во мапата. Резултатот е 2д мапа која дава добра визуелизација на поврзаноста на групите документи – соседните региони на мапата, се блиски семантички, а големината на регионите соодветствува на честотата на појава на сродни документи [30]. Ова дава простор за користењето на оваа техника од аспект на комбинирана просторна и семантичка навигација.

Можеби еден од најзначајните и најинтересни трудови со генерална примена во самоорганизирачки веб системи и претходник на многу денешни истражувања е статијата на Болен и Хелјиген од 1996-та година. Предмет на нивното истражување е самоорганизацијата на една веб структура врз база на интеракциите со посетителите. Во експериментот е поставена веб-локација со извесен број веб страници, секоја со посебни поими и врски кон останатите. Притоа на секоја страница се листаат само 10 од најпопуларните врски, а популарноста се мери врз база на бројот посети, кликувања на определени врски, транзитивност и други фактори. Резултатот покажува дека по извесно време мапата се реорганизира и од случајни листи со поими дадени на почетокот, се доаѓа до групирање на поимите по области. Според авторите, на овој начин првично хаотичната организација на веб-локацијата, самостојно се реорганизира во структура која го рефлектира знаењето на посетителите врз база на нивните интеракции [31]. Ова е можеби еден од првите пример на истражувања од социјална навигација и самоорганизација.

Алгоритмот на самоорганизирачки мапи се применува и во изградбата на систем за класификација на информации, кој воедно е и систем за просторна навигација [32]. Во ваквиот систем просторната поставеност, всушност се користи за семантичка навигација. Не се разгледувани можностите за социјални аспекти во овој труд, но сепак е значаен бидејќи го отвора процесот на формирање самоструктурирачки навигациски системи, а со тоа и вклучувањето на социјалната навигација како причинител за самоструктурањето.

Системот KnowledgeSea кој веќе е разгледан во претходното поглавие, е еден од карактеристичните примери на употреба на технологиите поврзани со самоорганизирачките мапи во рамките на образованието, односно попрецизно електронското учење [22]. Во овој експериментален систем е користена самоорганизирачка мапа формирана врз база на збирката учебни помагала поврзани со еден курс. Добиената мапа е поставена во форма на кориснички посредник за навигација до класите документи кои одговараат на секое поле од мапата, со што студентите и прегледно се запознаваат со семантичките врски меѓу различни документи.

## **2.4. Интеграција на концептите**

По споменатите следеле и голем број други истражувања, од кои некои релевантни се референцирани при дефинирањето на моделот во натамошниот текст.

Поаѓајќи од трите основни концепти што беа разгледани во 2.1, 2.2 и 2.3 ја дефинираме попрецизно проблематиката што е предмет на оваа дисертација и која директно произлегува од насловот, а низ еден интегрален приод.

Општата цел на ова истражување е изнаоѓањето на модели и решенија за воведување на самоадаптивност како механизам за контрола на функционирањето и адаптацијата на еден систем за социјална навигација, а особено во специфичната средина на јавните информациски системи. Со оглед дека кај ваквите системи, на почетокот не ги познаваме корисниците, а во определени случаи тие може и докрај да останат анонимни, се јавуваат дополнителни потешкотии и проблеми во воведувањето на механизмите на следење на интеракцијата на корисниците со системот, како и меѓусебно, што го отежнува воведувањето на специјални елементи на социјална навигација.

Значаен аспект кој треба да се разгледува е самоадаптацијата врз база на активностите на посетителите, а особено во услови на јавните информациски системи. Полето на самоадаптивност кај информациските системи е секако новина, а различноста и непознавањето на корисниците дополнително го

зголемува бројот фактори на однесувањето на еден систем, кои ќе треба да се следат и врз основа на кои системот ќе треба самиот да реагира.

Во следната глава се предлага модел кој претставува спој на сите овие аспекти во еден систем за навигација.

Иако не се директно ориентирани кон социјалната навигација, прегледните студии [29], [33], [34] и [35] беа од големо значење во дефинирањето на правците на истражувањата од интерес за софтверското инженерство на самоадаптивни системи и најважните фактори кои градат еден таков систем, како основа за формирањето на моделот опишан во глава 3, а особено во однос на самостојната контрола на предложениот модел.

## 3. Нов интегриран модел

Во оваа глава е даден приказ на нов модел на систем за навигација низ јавен информациски систем со интегрирање на концептите дискутирани во 2.2 и 2.3, надградба на некои постоечки модели, а со дополнително вградување на некои сопствени претходни искуства. Ваквиот модел има за примарна цел да постави генеричка основа на еден адаптивен и социјален самоструктурирачки систем за навигација низ јавни информациски системи. Моделот дава фокус на самоадаптивноста во својата основа и вклучува елементи на социјална навигација во сите делови на системот со што се дава можност на имплементациите базирани на овој модел да добијат социјална адаптивност на база на корисничките активности поединечно, но и како социјална средина, во секој можен аспект на функционирање на системот.

### 3.1. Општи потреби

Врз основа на претходно направените разгледувања и анализи, може да се дефинираат две генерални групи функционалности на новиот навигациски систем:

- ◆ во првата група спаѓаат функционалностите кои овозможуваат социјални елементи во навигацијата – споделување, посочување, препорачување и следење на објавените ресурси и апликации и патеки низ нив.
- ◆ другата група функционалности овозможуваат менување на навигациските елементи соодветно на социјалните ефекти, па дури и автономно самоменување на навигациските елементи.

Од овие причини е веднаш јасно дека моделот треба да биде така конструиран да обезбеди едноставна менливост на навигациските елементи во даден јавен информациски систем и следење на интеракцијата на посетителите со овие елементи. Врз основа на записите за интеракции, во следен чекор се овозможува социјалната навигација, како основна функционалност, а подоцна врз основа на следење на историјатот на сите измени, како и последиците од нив, да се овозможи самоадаптивност на социјалната навигација.

За таа цел, прв чекор е одделувањето на навигацијата од содржините и апликациите на јавниот информациски систем и користење на одделен потсистем за навигација. Ваквиот потсистем треба да користи структура која ги дефинира (концептуално ниво) и набројува (логичко ниво) сите основни навигациски елементи интересни од социјален аспект, а исто така треба да содржи и структура која врши мапирање на логичките елементи кон адреси во реалниот веб простор (физичко ниво).

Ваквото разделување би овозможило независност на физичкото ниво, што всушност значи дека може да се прават лесни измени на физичките адреси на ресурсите, без измена на логичкото функционирање и социјалната навигација видлива за корисниците. Потоа е овозможена независност на логичкото ниво, што значи дека при воведувањето нови елементи на социјалната навигација, како и при измената на постоечките елементи, нема да има последици врз физичкото ниво.

Овие елементи се важни за реализацијата на адаптивноста на структурата на системот бидејќи токму постојаната менливоста на навигациските елементи може да биде непријател на социјалната навигација (како што беше и претходно дискутирано во 2.2.2, во однос на споделување променети адреси, невозможни патеки итн.) Од истите причини навигациската структура мора да овозможи чување на целата историја на промени (верзии на елементите) и самостојно да се справува со менувањето на ресурсите.

Во продолжение се претставени основните елементи на развиениот модел, за потребите на веб базирани јавни информациски системи. Кога зборуваме за ресурс и навигацијата до него, во веб средината станува збор за таканаречениот локатор, односно адресата на ресурсот (URL).

## **3.2. Основни навигациски елементи**

Основата на моделот е организирана во три нивоа. На концептуално ниво, ги разликуваме следните основни видови елементи на социјална навигација:

- ◆ Атомичен ресурс е основниот градежен елемент. На пример, еден конкретен ресурс од ваков вид е: „Опис на предметот Бази на податоци на насо-

ката КНИ“. Атомичните ресурси може да бидат и надворешни ресурси на Интернет, како и други апликации. Атомичниот ресурс не може да постои сам по себе, тој е секогаш составен елемент на множество ресурси.

- ◆ Множествата ресурси ја формираат навигациската структура. Елементите на едно множество ресурси се или атомични ресурси или други множества ресурси. Разликуваме два вида множества логички ресурси:
  - ◆ неподредено множество логички ресурси (пример: „Насоки на додипломските студии на ФИНКИ“)
  - ◆ подредено множество ресурси (пример: „Упатство за инсталација по чекори, на Oracle систем за управување со бази на податоци“)

Со оглед дека овој модел се користи за дефинирање на навигациската структура на еден веб базиран систем, множеството ресурси треба да се сфати како еквивалент на една веб-страница, во која има покажувачи кон други веб-страници. Во таа смисла, подредувањето се однесува на тоа дали е значаен редоследот на прикажување на множеството покажувачи или не. Подредувањето се дефинира според потребите на имплементацијата, па во наједноставен случај концептот на подредено множество се имплементира како сврзана листа каде администраторот го определува редоследот на елементите во листата.

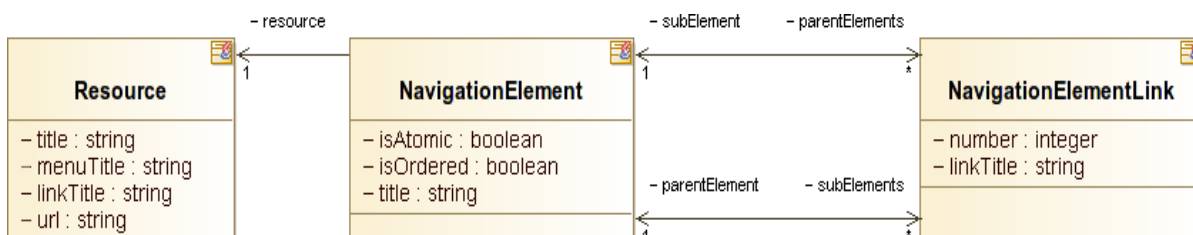
На логичко ниво, се гради целосната логичка навигациска структура на целиот систем, се набројуваат поединечните ресурси или множествата ресурси и нивните поврзувања, и така за секој вид. На пример, се означува дека ресурсот „Насоки на додипломските студии на ФИНКИ“ ги содржи ресурсите “Опис на насоката КНИ“ и „Опис на насоката ПЕТ“.

На физичко ниво, пак, се врши мапирање помеѓу атомичните ресурси и реалните ресурси, односно веб-адреси (URL). На пример, се врши мапирање на логичкиот ресурс “Опис на насоката КНИ“ со веб-страница која се наоѓа на целната адреса „<http://www.finki.ukim.mk/mk/studies/KNI>“.

По потреба, се мапираат и виртуелни физички адреси со специјална нотација, за оние множества ресурси кои немаат реална физичка претстава со веб-страница. Во тој случај, корисниците кои би пристапиле до виртуелната

физичка адреса на едно множество ресурси, би требало да видат генериран веб-базиран приказ на структурата на ова множество, секако со изглед и функционалност според потребите на имплементацијата. Специјалната нотација е потребна за да може само врз база на URL-то, на единствен начин да се определи на кое множество ресурси се однесува.

На сликата 4 е прикажан концептуален класен дијаграм на основната на навигациската структура. *NavigationElement* се сите навигациски елементи кои ги дефинираме на концептуално логичко ниво, а видот на елементите се разликува според различните вредности на атрибутите *isAtomic* и *isOrdered*.



**Слика 4: Почетен концептуален податочен модел на навигациските елементи**

Структурата која ја формираат навигациските елементи преку објектите од класата *NavigationElementLink* е општ граф, но по желба може да земе и хирархиска структура - дрво или шума.

Кај множествата кои се подредени, редоследот на прикажување на елементите се определува според содржината на атрибутот *number* во *NavigationElementLink* кој ги поврзува елементите членови со самото множество. Во овој дијаграм атрибутот е прикажан во наједноставната форма - цел број внесен од некој администратор. Доколку во имплементацијата се одлучи дека е потребно подредување на некој друг начин, потребно е да се замени *integer* со соодветната класа и да се имплементира методот на подредување.

Класата *Resource* го овозможува физичкото мапирање на различните навигациски елементи, кон конкретни URL.

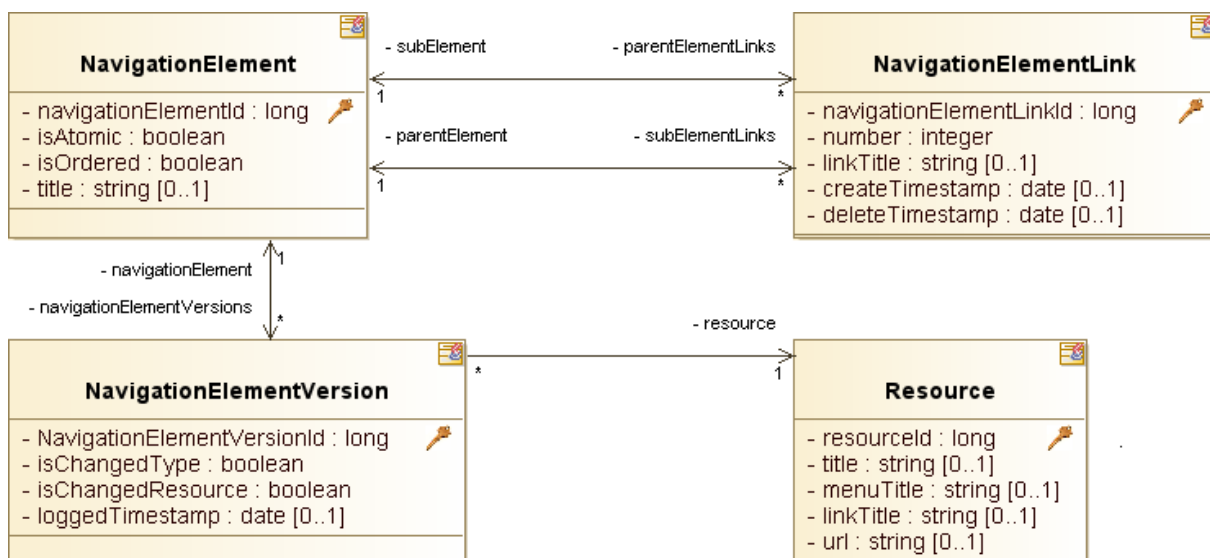
### 3.3. Поддршка за самоструктурирање

Прикажаниот основен модел потоа се проширува да овозможи самоструктурирање. За оваа цел системот треба да поддржува и менливост на структу-

рата и менливост на ресурсите, а тоа треба да се рефлектира и во податочниот модел. Тоа значи дека треба да може да се менува распоредот на ресурсите (замена на еден вид со друг, додавање и бришење логички ресурс во едно множество) и да може да се менуваат самите содржини на атомичните ресурси (замена на мапираната физичка адреса со друга). Притоа треба да се внимава најмногу на моментот на додавање атомичен ресурс кон друг атомичен ресурс, знаејќи дека тие се всушност множества со само еден елемент, кај кои подредувањето не е дефинирано, па треба да се определи дали резултатот ќе продуцира подредено или неподредено множество.

### 3.3.1. Менливост на содржината и ресурсите

Менливоста на самите ресурси всушност значи замена на физичкото ниво. Станува збор само за менување на мапирањето од логички ресурс, кон физичките адреси. Притоа, потребно е да се чува целиот историјат на промени на мапирањата за да може да се прават анализи на системот и да може да се насочуваат корисници кон соодветните верзии.



Слика 5: Податочен моделот на навигациски елементи и верзии

На слика 5 е прикажано проширувањето на основниот модел со воведување верзии на елементите, за секоја промена на физичкото ниво. За таа цел, начинот на физичкото мапирање е изменет, па еден навигациски елемент веќе не е поврзан со само еден физички ресурс, туку се креира нова верзија од навигацискиот елемент при секоја промена во физичкото мапирање. Во нова-

та верзија се евидентира дали таа е придружена и со фактичка измена на ресурсот, или пак останал истиот физички ресурс. При целосна промена на физичкиот ресурс, всушност се креира нов *Resource*, нов *NavigationElementVersion* и се евидентира датумот на измената. Доколку настанало само ажурирање на содржината, а се задржал постојниот физички ресурс, тогаш се креира само нов *NavigationElementVersion* со евиденција за датумот на измената, а останува врската кон стариот *Resource*.

На овој начин, во записите за верзиите на мапирањата може да влезат нови верзии од истиот физички ресурс – со друг датум, со што би индицирале дека навигацискиот елемент покажува повторно кон ист извор, но се однесува објавите на извор направени на понов датум. Алтернатива е да биде отворена нова верзија за сосема нов физички ресурс, со нова адреса. За актуелна се зема верзијата со последен временски печат.

### **3.3.2. Менливост на структурата на навигација**

Заради ефикасно следење на менувањата на структурата и непрекинатост на социјалната навигација – односно овозможување на континуирано следење на тоа кои биле оригиналните интереси на корисниците, а кон што тие ресурси еволуирале, во овој модел не се предвидени истовремени коренити промени во кои би се изгубил трагот на тоа каде бил еден елемент пред и по промените. Дозволените промени се вршат само преку следните *основни операции*, кои се реализирани на начин кој дозволува следење на измените:

- ◆ промена на тип на множество ресурси
- ◆ додавање на нов логички ресурс кон едно множество
- ◆ отстранување логички ресурс од множество

Сите останати потреби може да се реализираат преку основните операции.

Со оглед на начинот на реализирање на логичките ресурси во податочниот модел, во вид на навигациски елементи, се дозволува промена која може целосно да ја пререди навигациската структура. Притоа, измената не може да биде стихијна и сеопфатна, туку мора да се случува постапно, за да се води соодветна евиденција на врските со социјалните интеракции.

## **Промена на тип на множество или ресурс**

Менувањето на еден навигациски елемент со друг вид е дозволено само под ограничувањето дека единствено се менува статусот на подредувањето и тоа во двете насоки. На пример, наместо поранешното неподредено множество, типот може да се смени во подредено (со што од вреќа линкови кон ресурси, ќе се добие насочена листа или „патека“), како и обратно.

Оваа промена е едноставна за реализирање преку постоечката класа за верзии на навигациските елементи (*NavigationElementVersion*, слика 5), во која е додадена можност да се евидентира дали верзијата носи измена на тип (*isChangedType*), а притоа може да се означи и измена на ресурс (*isChangedResource*). Направено е на овој начин, бидејќи често може да биде потребно да биде референцирана нова страница, за новиот тип, а би било неприродно ако макар и мал временски период се евидентира најпрво само промена на тип, а независно од тоа, веднаш потоа, да се евидентира и промена на мапирање кон нова содржина. Промената на тип, која не бара и промена на физичкиот ресурс, ќе биде креирана како нова верзија и со соодветно означување на атрибутите, меѓутоа во оваа нова верзија ќе биде референциран стариот ресурс. Ова се прави за добивање на брзина при пребарувањата, кои се многу почеста операција од измените на структурата.

Како што беше дискутирано на почеток, атомичен ресурс сам по себе не постои, односно тој е секогаш дел од множество. Поради тоа, не е потребно одделно разгледување на ситуацијата во која еден логички ресурс се претвора од атомичен ресурс во множество ресурси или обратно.

## **Додавање на логички ресурс кон едно множество**

Оваа операција се реализира со додавање нов навигациски елемент и поврзување кон множеството преку нова врска (*NavigationElementLink*), доколку се работи за нов ресурс. Во случај да е потребно само додавање на постоечки ресурс кон ново множество ресурси, доволно е само да се креира нова врска кон постоечки главен ресурс, односно множество ресурси (*NavigationElementLink*). Секоја врска има атрибут за датум на креирање (*createTimestamp*), што овозможува да се увиди кои врски биле активни за даден временски момент.

*Забелешка:* Ако множеството е составено од само еден елемент, подреденоста нема значење. Затоа, во ваков случај, администраторот мора најпрво да назначи од каков вид ќе биде ова множество, односно да изврши операција на промена на тип, а дури потоа да ја изврши операцијата за додавање. Притоа администраторот го дефинира редоследот на елементите во множеството со задавање на соодветниот атрибут (*number*).

### **Отстранување логички ресурс од множество**

Оваа операција се реализира со маркирање на датум на прекинување на важност (*deleteTimestamp*) на врската (*NavigationElementLink*) меѓу навигацискиот елемент родител и елементот дете (членот на множеството).

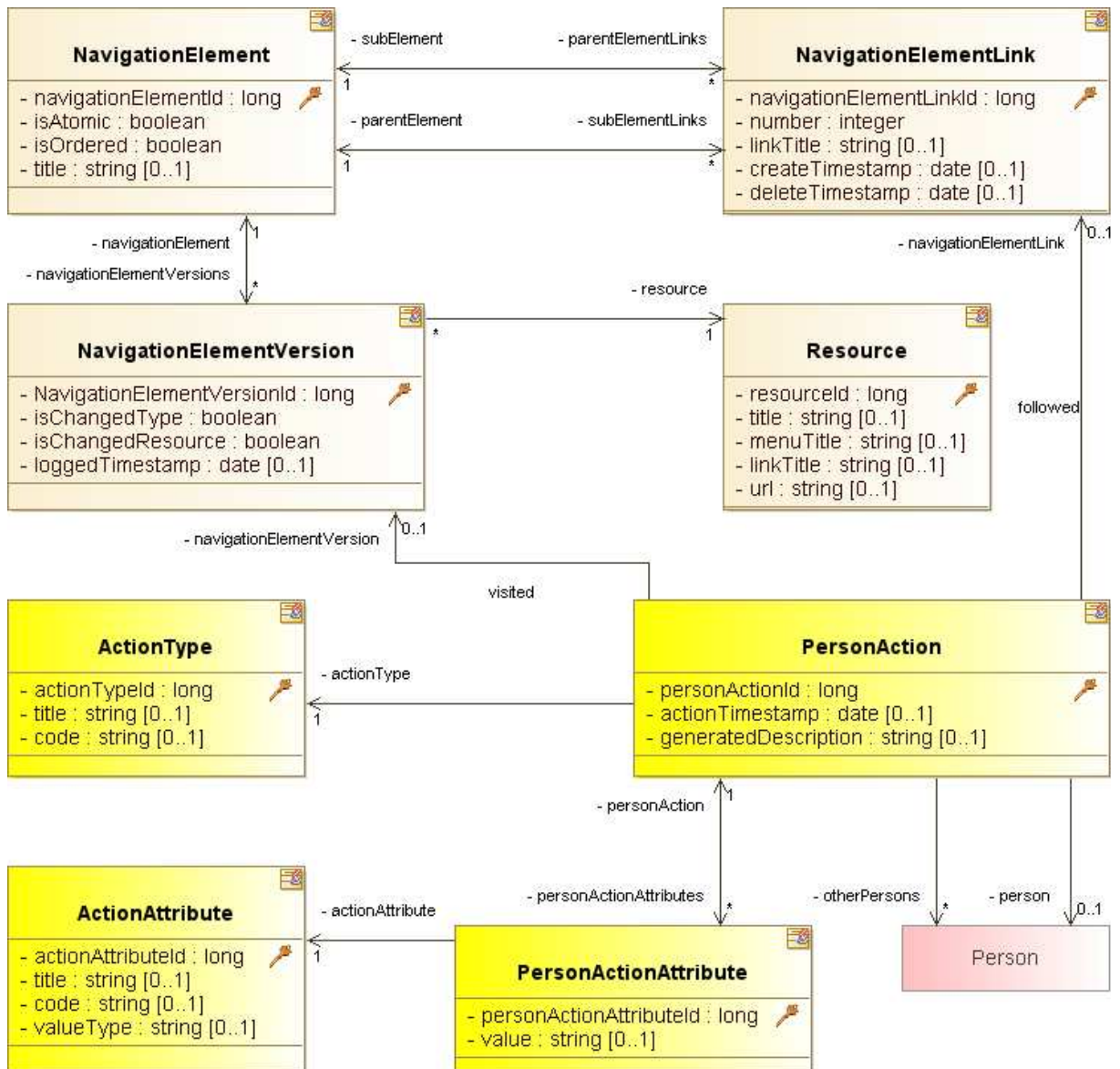
На тој начин, не се губат историските податоци потребни за донесување одлуки и аналитика, а самите навигациски елементи си продолжуваат да опстојуваат во системот во случај да се референцирани на други места или во случај на потреба натаму да се вклучат во структура на други позиции.

*Забелешка:* При повторно вклучување на навигациски елемент кој веќе бил поврзан во минатото, не се менува ништо во историските врски, туку едноставно се креира нова врска според операцијата за додавање ресурс во множество.

## **3.4. Поддршка за социјална навигација**

Социјалната навигација е секогаш резултат на интеракциите на различните лица во рамките на системот. Од тие причини, за да се има основна поддршка за социјалната навигација на ниво на цел систем, е потребно водење историјат на сите настанати интеракции, за секој вид интеракција, со секој вид навигациски елемент, како и дополнителни параметри при секоја интеракција. Сè ова треба да биде чувано во време и во склад со настанатите промени на структурата на системот опишувани во претходната секција.

Ваквите побарувања се реализирани преку проширувањата на моделот прикажани на слика 6. Сите типови акции кои може да ги изврши една личност (*Person*) се кодифицирани преку класата *ActionType* и се чува дневник на сите преземени акции, подреден по временски печат.



**Слика 6: Податочен модел за следење социјална навигација**

Акциите за кои се чуваат специјални информации се следните:

- ◆ интеракција со други личности (листа на личности до кои е насочена комуникацијата)
- ◆ интеракција со навигациски елемент (конкретната верзија од елементот)
- ◆ интеракција со врска меѓу два навигациски елементи (конкретна верзија од врската)

Дефинирани се атрибути кои се интересни за следење при акциите на посетителите и при секоја акција може да се запише цело множество вредности на вакви атрибути. Притоа, не постои стриктна листа атрибути,

кои треба да се следат по тип активност, туку дефинирањето на атрибутите и множеството вредности е оставено на потребите на имплементацијата.

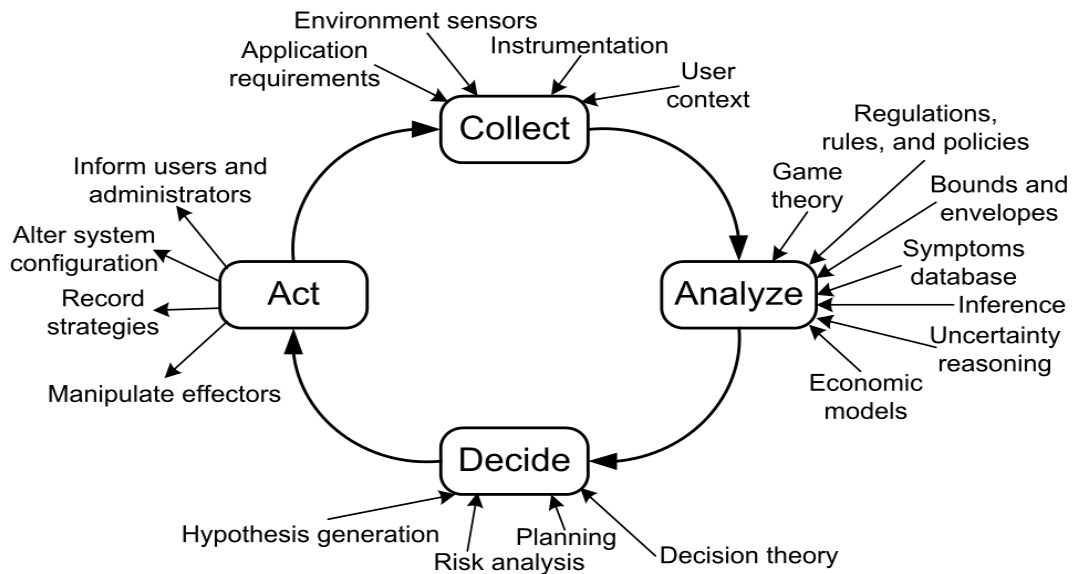
Самата класа Person не е специфицирана во детали, туку треба да се допрецизира во текот на имплементацијата на моделот соодветно на реалните потребите. Во случај на јавни информациски системи каде дел од посетителите се лица кои не се однапред познати, има две можности за евиденција:

- ◆ анонимна опција – се користи само еден објект `anonymous:Person`, кон кој се евидентираат сите акции;
- ◆ слаба автентикација – за секој нов посетител системот креира нов објект од класата Person доколку не постојат никакви податоци за претходни посети, а доколку со помош на поставени колачиња или некоја друга техника се утврди дека некој посетител е всушност повратник во системот, тогаш новите акции се додаваат кон стариот пронајден објект од класата Person.

### **3.5. Самоадаптивност**

Поставени се повеќе елементи кои дозволуваат постојано менување на навигациската структура на системот, па е неопходно следење на сите промени, од повеќе причини, од кои најзначајната е контролата на квалитетот и можноста на системот постојано да се прилагодува на новонастанатите потреби.

Анализата на литературата од област на софтверско инженерство за самоадаптивни системи покажа повеќе различни аспекти кои треба да се третираат во ваквите системи, од кои повеќето не беа релевантни за потребите за социјална навигација. Најсоодветен од сите разгледувања е моделот прикажан на слика 7, кој претставува контролен циклус на повратна спрега на еден самоадаптивен систем [33]. Ваквиот модел е оригинално замислен за имплементација од аспект на комуникациски системи, но може да се примени и од аспект на софтверски инженеринг на самоадаптивни софтверски системи [34]. Во продолжение се разгледуваат фазите на овој цикличен модел и на кој начин се вклучува контролниот механизам од овој вид во дискутираниот обопштен модел на навигациски систем.



**Слика 7: Контролен циклус на повратна спрега**

Всушност ваквиот модел на водење на самоадаптивни системи е и реално соодветен да се поклопи со моделот на навигација предложени од Спенс и дополнувањата предложени од Ридл за социјална навигација, кои беа разгледани во поглавјето 2.2.2 и прикажани на слика 2 на страна 17.

Во табела 1 е извршено порамнување на концептите од двата модели и всушност станува очигледно дека може да се воспостави врска помеѓу двата модели и да се користи моделот на контролен циклус на повратна спрега за самоадаптивност на еден систем за социјална навигација.

Социјална навигација	Самоадаптивност
Прегледување	Прибирање
Моделирање	Анализа
Интерпретирање	Одлучување
Формулирање стратегија	Акција

**Табела 1: Порамнување на циклусите на социјална навигација и самоадаптивност**

Всушност во основа ова се два различни концепти, едниот го објаснува когнитивниот процес на самата навигација од гледна точка на посетителот, а другиот го опишува процесот на контрола на работењето на еден софтверски систем кој ги менува своите параметри. Идејата за поврзување на овие два концепти лежи во тоа да се стави повратната спрега на самоадаптивниот контролен циклус во функција на подобрување на социјалната навигација над целото множество посетители, но без да се прави директно

поистоветување и синхронизација на двата процеси. Имено, поклопувањето на овие два циклуси треба да се сфати преку една аналогија – взаемната спрега на два ортогонално поставени запчаници, со различен број запци – механизмот на социјална навигација прави голем број ротации, додека механизмот на самоадаптација прави само една ротација. Низ еден циклус на самоадаптација на системот, поминуваат и се разгледуваат групно голем број посетители. Мапирањето на циклусите во овој контекст би значело:

- ◆ прегледувањето информации низ системот од страна на посетителите генерира голем број навигациски податоци од кои некои може да го карактеризираат општото однесување на системот, па треба да се приберат и анализираат
- ◆ симптомите кои ги утврдува самоадаптивниот циклус треба да се однесуваат особено на навигацискиот систем, бидејќи истите може да влијаат на формирање погрешен ментален модел од страна на посетителот или погрешна интерпретација, што може да доведе и до напуштање од страна на посетителот
- ◆ посетителите формираат сопствен ментален модел за системот врз основа на тоа како самиот систем се прикажува но и врз основа на лични искуства, на што не може директно да се влијае – особено не веднаш и за секој корисник, но може да се прават анализи на однесувањата на корисниците со цел во иднина, во некој следен циклус да се донесат претпоставки за тоа како посетителите го сфаќаат системот и што би можело да се менува
- ◆ на интерпретацијата и конечното формулирање нова стратегија за следното пребарување може да се влијае со соодветни и правовремени одлуки и акции на системот, па дури и на ниско ниво – без голема реорганизација и само со поставување на определени социјални индикатори на добро одбрани позиции, клучното во утврдувањето дали ваквите интервенции помогнале е следењето на промените што ги направиле последователните циклуси на самоадаптација во навигацијата кај корисниците - пред и по направените промени.

Сите овие можности се директно имплементациски зависни од конкретниот систем што се разгледува, па е предвидено да се дефинираат, анализираат, дизајнираат и имплементираат при процесот на имплементација на овој модел во конкретна проблематика. Тоа што може да се обопшти е самото одвивање на потребните циклуси и нивното мапирање во еден генерички податочен модел, кој ќе ги овозможи потребните аналитики без разлика на проблематиката. Овој модел е прикажан во продолжение.

### **3.5.1. Структура за следење на циклусите**

Бидејќи во системите за социјална навигација е потребно следење на сите активности на посетителите и нивно користење за утврдување правила на однесување и помагање на идните посетители, а дополнително е дадено барање системот да биде во извесна мера и самоадаптивен – што значи дека треба да се прилагодува и сам по себе, а не само по барање и параметризација на посетителите, тогаш е всушност потребно да се прибираат доволно податоци во системот за целосното функционирање и поврзување на овие два концептуални модели, па затоа се бара детален податочен модел со следните можности:

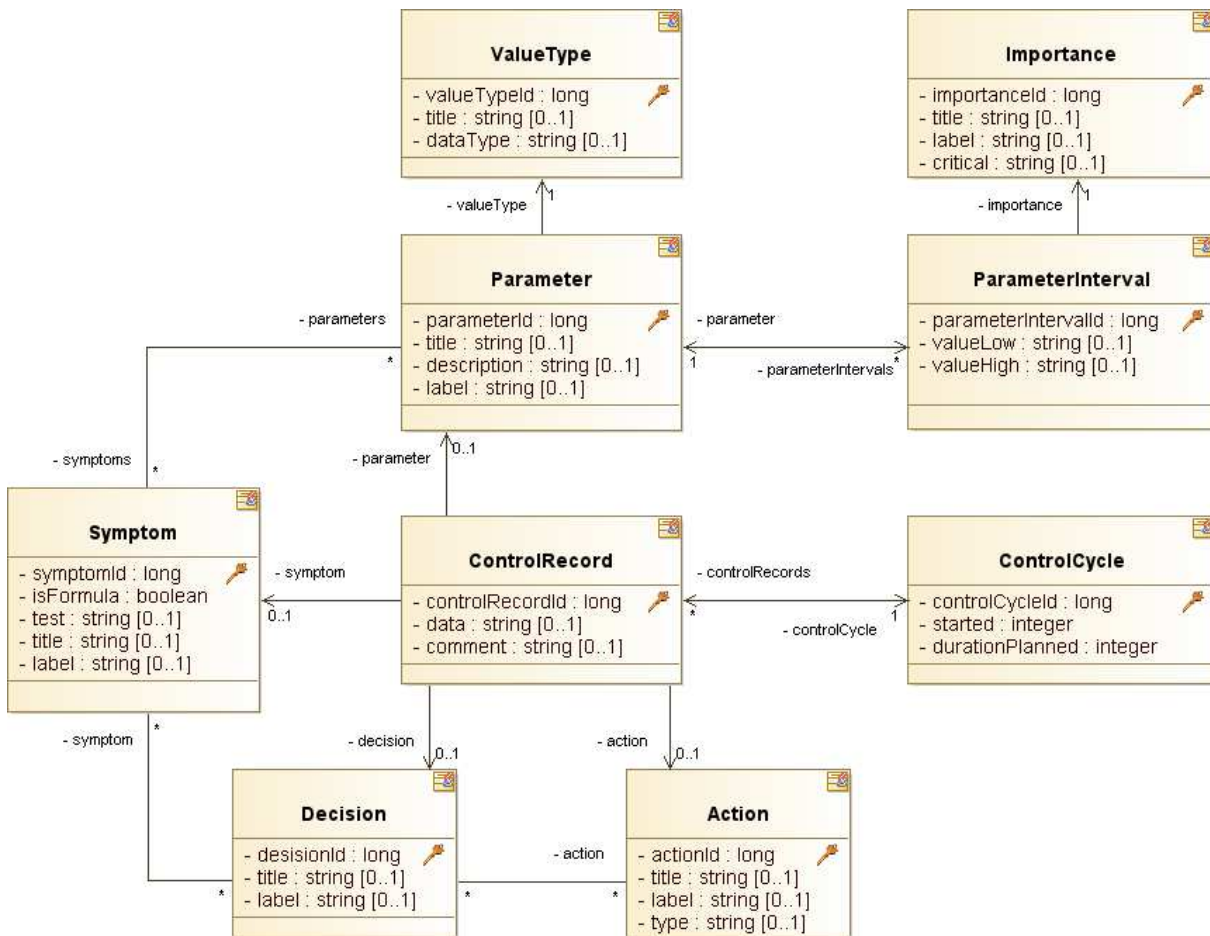
- ◆ следење на сите акции што се случуваат во еден циклус на самоадаптација на системот
- ◆ следење на еволуцијата на сите системски и процесните параметри низ сите циклуси на системот

Од овие причини е најпрво предложен основен податочен модел за контролниот циклус, со кој може да се следи работата на системот низ сите циклуси. Потоа е извршено и мапирање овој модел со податочниот модел за социјална навигација.

Во делот од моделот во кој е претставен контролниот циклус на повратната спрега се водат податоци за:

- ◆ Вредности на мерени системски и процесни параметри, нормални граници, зголемени граници и критични граници – со цел да се анализираат статусите на процесите и објектите во системот и

- ◆ Дневник на мерени вредности на параметри, утврдени симптоми, донесени одлуки и преземени акции.



**Слика 8: Податочен модел на контролниот циклус**

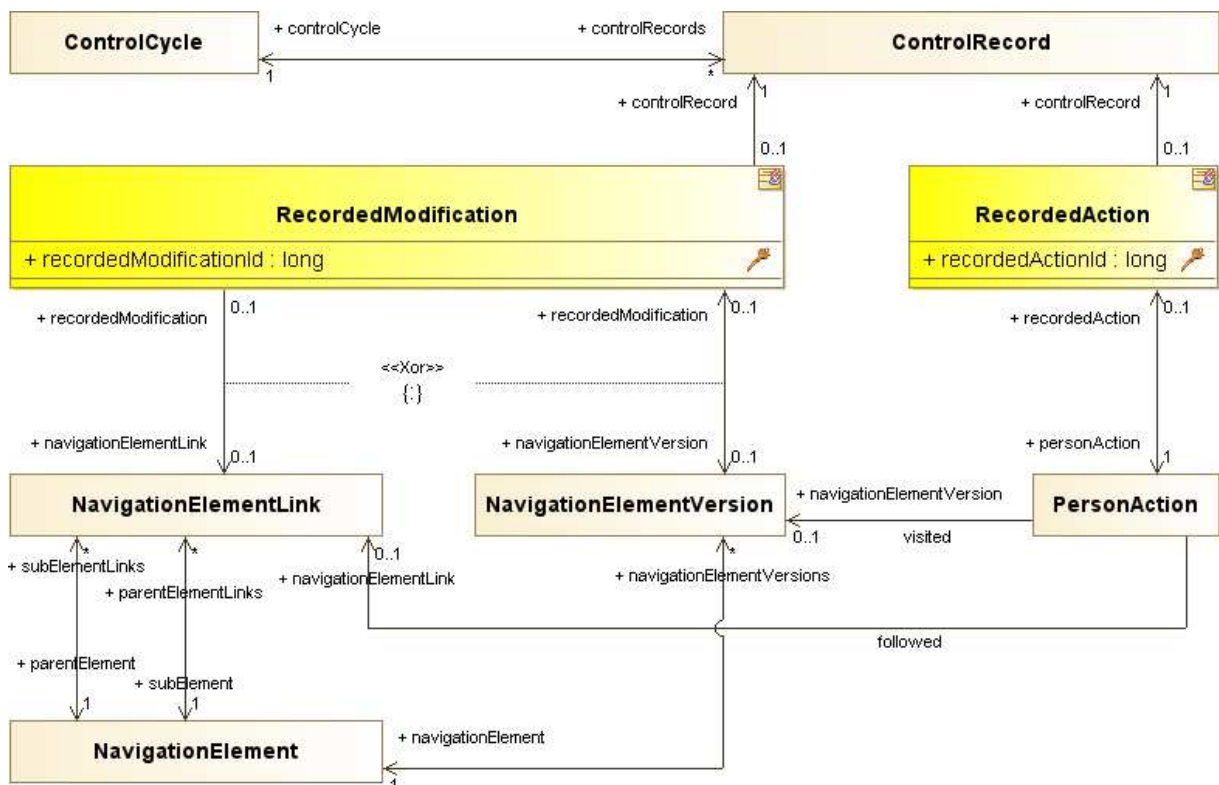
Проширувањата на моделот за водењето на циклусот се прикажани на слика 8. Водењето дневник е особено важен елемент за да се следи успешноста на самиот контролен циклус и да може да се сфати дали коректно утврди симптом, дали побарал акција во момент кога навистина требало такво нешто, да може да се види резултатот и да се провери историјатот на одлуки, па да се донесе заклучок за правилноста на одлуката. Се разбира, некои анализи би се правеле рачно од страна на аналитичкиот тим, а некои анализи би требало да бидат испрограмирани за автоматизирано следење на работата.

Чекорите од циклусот содржат елементи кои се навидум директно и единствено поврзани и се поставува прашање зошто е потребна поделбата на сите четири фази. Одговор е дека е потребно временско разделување на

прикажаниот начин во овој систем заради поголема модулност и флексибилност. Потребна е модулност за определени сегменти од системот да може да се заменат и реализираат на поинаков начин. Системот дава флексибилност во смисла на комбинирање елементи, на пример - дозволува утврдување различни симптоми по ист параметар во зависност од општиот контекст, комбинирање на параметри со симптоми, комбинирање одлуки по симптом и комбинирање акции по одлуки.

### 3.6. Елементи на интеграција на моделите

Со цел да се следат делумните промени на структурата на системот и нивното влијанието врз однесувањето на корисниците, како и влијанието на општите измени на параметрите на системот и границите на дозволени вредности на истите, потребно е да се води евиденција за измените кои се случиле во секој самоадаптивен циклус.



Слика 9: Поврзување на моделите на социјална навигација и самоадаптивност

Моделот кој ги опишува ваквите измени е прикажан на слика 9. Треба да се забележи дека сите поврзувања се опционални, што значи дека моделот

дозволува и неповрзано однесување на двата сегменти и избирање на оние компоненти кои се потребни во зависност од потребите на имплементацијата.

Целосниот класен дијаграм на сите вклучени ентитет класи од интегрираниот модел е даден во Додаток Б.

### **3.7. Имплементација на интегрираниот модел**

Чекорите на имплементација на овој обопштен модел во еден продукциски систем опфаќаат финално разгледување на потребите на целиот систем, дополнување на структурите со потребните атрибути – особено временски печати, евидентирање на корисниците кои ги прават административните промени во структурата и слично.

Доколку системот се развива од почеток, тогаш е препорачливо да се користи овој модел во сите фази како почетен модел за дефинирање на навигацијата низ системот.

Доколку системот се имплементира како социјална и самоадаптивна надградба над постоечки систем, тогаш треба да се разгледа прашањето на спремноста на постоечкиот систем за замена на функционалностите поврзани со навигацијата. Доколку тоа не е можно, единствено решение е реализацијата на навигацискиот модел како одделен навигациски систем, и потоа мапирање на и проследување на копии од акциите на корисниците од едниот во другиот систем со цел синхронизација на содржините.

Ваквиот интегриран модел може да се применува во повеќе различни сфери, меѓутоа примарно е поставен за информациски системи кои имаат за цел презентирање на знаење и процеси поврзани со управувањето на знаењето, па пример имплементации може да бидат:

- ◆ Информациски портали
- ◆ Именици и бази на знаење, системи за помош
- ◆ Електронско учење
- ◆ Социјални мрежи ориентирани кон учење

## 4. Примена и прототип имплементација

Во оваа глава е дискутиран пример примена и имплементација на опишаниот обопштен модел од глава 3. Најпрво е опишана проблематиката во областа на примената, со детална анализа на сложеноста и последиците од проблемите поради кои е всушност и реално потребно да се искористи интегрираниот модел на социјалната навигација и самоадаптивна контрола. Потоа се опишани нови сценарија на главните процеси и имплементацијата на истите. На крајот се опишани архитектурата и функционалностите на прототип имплементацијата.

### 4.1. За проблематиката и процесите

Еден од главните административни процеси на универзитетите е семестралниот упис, со изборот на предмети за слушање и формирањето на распоредот на часови. Традиционално, овој дел од работењето се решавал како три одделни процеси, кои се спојуваат рачно така што самите студенти или одговорните лица ги помнат можните конфликти и планираат соодветно на нив.

Во оваа глава од дисертацијата е даден нов процесен модел и предлог архитектура која оваа проблематика може да ја решава динамички, самоадаптивно, со сведување на интервенциите и помнењето на различните проблеми на минимум. Во оваа архитектура, на студентите им се овозможува социјална навигација низ можните избори, а со цел подобро нивно информирање за самиот процес, но и за правење подобар избор помогнат од искуствата на претходните генерации и стандардизацијата на наставата која постојано се менува.

Процесот на уписи би требало да започне извесен временски период пред почетокот на наставата. Во овој процес студентите електронски поднесуваат барање за упис со листа на предмети кои сакаат да ги следат во текот на претстојниот семестар. Барањето се разгледува од советници (ЕКТС координатори или други стручни лица) и во случај на одобрување, студентот може да поднесе официјални документи за запишување на семестар. По спроведувањето на уписот, студентите автоматски добиваат пристап до

курсевите во рамките на системите за управување со учењето по секој предмет на кој има такви курсеви.

Вториот значаен дел од процесот е формирањето на распоредот на часови. Овој процес треба да започне доволно навреме, за студентите да имаат макар прелиминарни информации за тоа кога би се одвивала наставата и дали ќе можат да ја следат, особено за изборните предмети. Процесот треба да тече во паралела со уписите, за навремено да се реагира на различните проблеми со распоредот, и да заврши најдоцна 5 дена пред почетокот на наставата (или соодветно на актуелните законски или универзитетски прописи).

Овој процес обично почнува со распределбата на предметите меѓу наставниот кадар, а потоа кога се познати студентите на предметите, се определува распределбата на асистентите и демонстраторите на предметите. Ваквото решение не е оптимално во временска смисла, особено ако има потреба демонстраторите да се избираат по јавен повик, па постојано ќе придонесува за доцнење со почетокот на наставата. Оваа постапка не може да биде завршена во целост пред да се знае конечниот број студенти по предмети, што значи дека не може да се очекува конечно завршување пред да завршат уписите.

Еден аргумент дека овој проблем не би требало да постои, е тоа што вкупниот број студенти е однапред познат, поради што не може постојано да биде нејасен бројот луѓе потребни за организацијата на наставата. Всушност, проблемот не е само во тоа да се распределат лица на определени работи, туку е во тоа што се потребни луѓе од определена специјалност, потребно е запазување на надлежност по предмети, а врз основа на специјалност, како и исполнување на нормативи.

Од овие причини, целиот процес не може да заврши без да се знае листата студенти на секој предмет и без да се најде решение по групи за секој од нив, за секој вид настава. Според тоа најдоброто решение мора да биде решение во кое процесите ќе течат истовремено, по паралелни текови и меѓусебно ќе се ускладуваат. Главното прашање е на кој начин да се порамнуваат и синхронизираат овие процеси, кога постојат многу заеднички точки и меѓу-

зависности, за сепак севкупно да се заврши навремено и да не се случува доцнење со почетокот на наставата.

Може да се дискутира и дека би требало да се започне со севкупниот процес колку е можно порано и да остане доволно долг период до истекот на роковите. Меѓутоа, постојат и зависности меѓу курсевите од претходните години и претходните семестри, постојат и други предуслови кои мора да ги исполнат студентите. Тоа, од нивна гледна точка повлекува потреба процесот да започне колку е можно подоцна, поради полагањето испити од претходните семестри. Наставниот кадар дополнително дава тежина на овие побарувања бидејќи неретко е и во нивен интерес да не бидат под престога организација на датумите на испитите и ургентно донесување на крајните оценки.

Значи, не само што има објективни ограничувања на целосниот процес, туку има и спротивставени субјективни побарувања од гледна точка на различните сочинители кои прилично ги скратуваат можностите за подобар временски план. Според ова разгледување, очекувано е редовното настанување на проблеми и конфликти, како и постојаното доцнење со делови од процесите.

Но, пред да се дискутира за било каков вид решение на овие проблеми, е потребно подетално да се анализира сериозноста на секој од различните опишани проблеми.

#### **4.1.1. Општа ситуација**

Според актуелната легислатива во Македонија, но и светските трендови, потребно е да се дозволува што е можно поголема изборност во студиските програми, со цел добивање на повеќе различни видови профили за различни сегменти од јавниот живот. Ситуацијата и барањата се постојано во фаза на измена, па актуелните препораки од првите фази на ова истражување се: најмногу 50% задолжителни предмети, барем 40% изборни предмети во рамките на дисциплината и барем 10% изборни предмети по слободен избор. Зависно од институцијата, покрај изборот во рамките на една студиска програма, студентите може да бираат предмети од други програми со што би се здобиле со различна специјалност, па дури и во рамките на еден ист оддел.

На пример, во рамките на Факултетот за информатички науки и компјутерско инженерство при Универзитетот „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје (во натамошниот текст Факултетот), постои можност за избор од 8 различни студиски програми на додипломски студии, од кои некои имаат и до 10 различни профили на специјализација.

Зголемената изборност, а малиот број ресурси врши притисок врз распоредот на часови. Ситуацијата со распоредот кај предметите од 1-ва година на студии е поедноставна, потребно е да се задоволат само ограничувањата во врска со ресурсите. Поради зголемената изборност, подготовката на распоредите за студентите од повисоките години е веќе позначаен проблем. Кај овие студенти, само еден дел од предметите се задолжителни, додека сите други се изборни, и тоа изборни од разни категории. Од овие причини е сè потешко да се најде решение за распоредот без конфликти. Групите студенти имаат голем диверзитет, а ситуацијата и побарувањата постојано се менуваат. За предметите кои постојат веќе подолг период може да се предвиди бројот студенти во следниот семестар, врз база на историските податоци. Но, има голем број предмети кои се нови, изменети или реструктурирани во новите студиски програми, а нови студиски програми постојано се активираат (за да се следат светските трендови во развојот на образованието и науката). Дури и кога би можело да се предвиди бројот студенти за секој од предметите, не може да се знае кои ќе бидат поединечните студенти на секој предмет, за потоа тој податок да може да се искористи за предвидување на евентуалните конфликти со други предмети во распоредот.

Сè ова влијае значително на успехот на процесите на креирање распоред на часови и семестралните уписи на студентите, како и севкупното задоволство на студентите од организацијата на Факултетот. Постојат многу случаи кога студент се откажува од предмет затоа што не бил доволно информиран, или пак, не добил добар совет, за тоа кој предмет да го запише, а истиот е во конфликт со друг предмет. Импликацијата е дека во ваква ситуација студентот може да побара запишување на нов предмет, но тогаш ќе доцни извесен период на новиот предмет и ќе пропушти дел од наставните содржини.

Сè почести се конфликтите во распоредот на часови, кои ги попречуваат студентите редовно да ја посетуваат наставата, а особено лабораториските вежби. Тие се клучни за поврзувањето на теоријата и праксата и директното искуство на студентите со алатките и методите кои се применуваат во секојдневието. За жал, поради уште поголемата комплицираност на организацијата на лабораториските вежби и специфичностите кои тие ги побаруваат (специјални ресурси и простории кои побаруваат дури и поголеми финансиски средства) е евидентен трендот на сè помалото фокусирање кон добрата организација на истите. Оваа пракса не е само одлика на образовните процеси во Македонија, туку и пошироко. Од лично искуство стекнато во посети на институции низ Европа се евидентни ограничувањата од аспект на специјализираните лаборатории - генерално е забележителен тренд на ограничен пристап, помал број ресурси или работни места од бројот заинтересирани студенти, па дури и непостоење на пракса на универзитетите на организација на водени лабораториски вежби и посветување внимание на истите. Многу често, студентите се препуштени целосно на самостојната работа и на ретките прилики да се консултираат (најчесто само по теориски прашања) со своите професори, а се смета дека секој студент самиот треба да си ги најде ресурсите или дека му се доволни само некои општи ресурси и дека не му е потребно никакво водење во процесот на учење.

Личен став на авторот е дека овој период може да биде добар и соодветен само за определена група студенти, додека за сите останати студенти, по повеќето предмети е неопходно постојано следење и соработка со асистент, за да можат да ги достигнат своите вистински способности и да ги стекнат сите потребни знаења и искуства. Секако општа одлика на реалниот живот во модерните работни средини е групната работа, во постојаната соработка и меѓу-зависност со колегите и раководителите, па за студентот е од непроценливо искуство ако на тој начин ги извршува и повеќето обврски во рамките на универзитетската средина.

#### 4.1.2. За проблемот на зависности во распоредот

Во оваа секција е направена анализа на причините за настанување конфликти во распоредот и колкави се последиците на овој проблем кај институции со голема изборност, преку примери од Факултетот. Најпрво, важно е да се потенцира дека во оваа анализа се разгледуваат конкретните активирања на определени предмети како настава во даден семестар од даден наставник за определена група студенти и ваквите активирања се нарекуваат *курсеви*. На други институции и во други средини поимот курс може да означува некаков друг сооднос, во оваа анализа значи ќе соодветствува на инстанца од даден предмет во која се одржува одделна настава.

Множеството курсеви  $S(A)$ , се всушност сите курсеви (освен  $A$ ) кои ги имаат запишано студентите на курсот  $A$ , за слушање во истиот семестар. Ова множество е од значење бидејќи е изворот на конфликтите во распоредот на часови за  $A$  и тоа во двете насоки – односно, измената на распоредот на курсот  $A$  може да предизвика конфликт во распоредот на часови на било кој курс од  $S(A)$ , како и измената на распоредот на часови на курс од  $S(A)$  може да предизвика конфликт во распоредот на часови за курсот  $A$ . Бројот елементи на ова множество накратко го именуваме  $CTI$  (course timetable interdependencies). Од особена важност се ситуациите кога ова множество курсеви го запишале голем број студенти, па е предмет на анализа и бројот засегнати студенти, со ознака  $CNPA$  (cumulative number of pairs affected). Називот доаѓа од вкупниот број засегнати парови студент-предмет, и може да се разгледува над сите  $S(A)$  или на само некој курс од  $S(A)$ . Од интерес е и соодносот на  $CTI$  и  $CNPA$ , овој број го означуваме со  $CTIR$  (ratio).

Во една анализа на податоците во минатото, просечниот  $CTI$  изнесуваше 20 курсеви, со минимум од 2 курсеви (што е разбирливо) и максимум од 45 курсеви. Овој факт, јасно укажуваше на тоа дека проблемот на конфликти меѓу курсевите е сериозен и треба дополнително да се анализира.

Во табела 2 е прикажан извадок од резултатите на анализите над реални податоци од уписите од последната учебна година на Факултетот (летниот семестар во 2011/2012 година). Се работи за ранг листа на првите курсеви во овој семестар според број на други курсеви со кои може да имаат

потенцијален конфликт со распоредот поради истовремено слушање од извесен број студенти.

<b>Course A</b>	<b>CTI</b>	<b>CNPA над цело S(A)</b>	<b>CTIR</b>
SS	52	783	15
VD	44	333	8
MPS	42	579	14
USP	42	375	9
WAN	41	455	11
IS	40	476	12
K2	37	237	6
JMM	36	245	7
KI	36	360	10
DPI	35	459	13
BKM	33	264	8
BP	32	110	3
SI	31	296	10
BMT	30	174	6
DAS	30	237	8

**Табела 2: Топ 15 курсеви според CTI во 2011/12 летен семестар**

<b>Course</b>	<b>Other course</b>	<b>CNPA</b>
BP	MAT_2	12
BP	MOS	10
BP	USP	10
BP	BMT	10
BP	VD	6
BP	SI	6
BP	DAS	5
BP	MDOS	4
BP	K2	4
BP	KST	4
BP	NM	3
BP	TR	3
BP	KM	3
BP	VS	2
BP	EU	2
BP	KG	2
BP	MMI	2
BP	MNI	2
BP	AJ2	1
BP	KOM	1
BP	K3	1
BP	PE	1
BP	PED	1
BP	PKM	1
BP	PR	1
BP	INFPRAK	1
BP	SS	1
BP	BM	1
BP	BIOINF	1
BP	MIM	1
BP	ALGOR	1

**Табела 3: Број можни конфликти со други курсеви, за курсот BP**

Во табела 3 е дадена анализа во длабочина за курсот со најмал CTIR од табела 2, односно разгледани се поединечно сите елементи на множеството S(„BP“) и пресметан е CNPA. Како што може да се види, CTIR е релативно мал (3) поради малиот број студенти а големиот CTI, па бројот CNPA е релативно мал за секој курс.

<b>Course</b>	<b>Other course</b>	<b>CNPA</b>
VD	USP	31
VD	OVP	28
VD	KST	27
VD	AK	24
VD	SI	20
VD	MMI	20
VD	K2	12
VD	BMT	12
VD	MAT_2	12
VD	KM	10
VD	INFSIS	10
VD	SS	10
VD	NM	8
VD	MDOS	8
VD	DAS	7
VD	BP	6
VD	EU	6
VD	KOM	5
VD	ALGOR	5
VD	PDP	5
VD	MIM	5
VD	VS	4
VD	AOK	4
VD	DISK2	4
VD	DM2	4
VD	NRS	4
VD	K3	3
VD	IKTEDU	3
VD	BM	3
VD	KG	3
VD	PKK	2
VD	AJ2	2
VD	ISEC	2
VD	PED	2
VD	BMS	2
VD	TI	2
VD	TR	2
VD	ANG2BAS	2
VD	PE	1
VD	MNI	1
VD	PKM	1
VD	ROB	1
VD	MOS	1

**Табела 4: Број можни конфликти со други курсеви, за курсот VD**

Кај други предмети, овие варијации се уште поголеми, па така кај предметот „VD“ кој е при врвот на топ листата по СТИ, а има значително понизок кумулативен CNPA – може да се види дека ситуацијата е многу полоша, односно дека можните конфликти со други курсеви варираат повеќе, па на пример курсот VD може да направи минимален конфликт кај само 1 студент на некои курсеви, но може да направи и конфликт кај 31 студент на други курсеви.

Тоа што не може да се види директно од оваа табела е дека меѓу 4-те курсеви со двоцифрен CNPA има курсеви во ранг од 1-ва до 4-та година на студии, па распоредот на курсот „VP“ засега пошироко множество предмети од различни години. Овие конкретни бројки не се впишани во табелата бидејќи всушност се вели дека овие предмети се од тие студиски години бидејќи се така дефинирани во препораките од наставните планови. Но, поради начинот на реализација на изборноста и преслушувањето на предметите, студентите може да ги слушаат овие предмети во било која студиска година, а ако има и студенти повторувачи, тогаш тие може да се и од 5-та, 6-та, 7-ма или 8-ма година на студии.

Ако го поставиме прагот на сериозност на повисоко ниво – на двоцифрени CNPA, тогаш дискутираме за 12 засегнати курсеви, иако треба да се внимава на потребите на секој студент (а тоа што не може да се види од табелата е дека и меѓу едноцифрените CNPA има курсеви кои се задолжителни во студиските програми, поради што постои обврска да им се овозможи на студентите да ги следат).

Анализата на историските податоци за последните неколку семестри, покажува дека просекот на СТИ за сите семестри (пресметан од просекот на секој семестар) е 15.43, додека просекот на CNPA за сите семестри (пресметан од просечниот за секој семестар) е 202. Во превод тоа значи дека просечниот број на предмети врз кои може да има конфликт распоредот на еден одреден предмет е 16, и дека притоа во просек се засегнати 200 парови студент-предмет.

Најчесто, во минатото се користеше една интуитивна идеја дека треба да се внимава на конфликти меѓу два курсеви, само доколку се од иста студиска година, според препораките од наставните планови. Со тоа се прави

погрешна проценка на просечниот СТИ, и тоа во просек е тројно пониска проценка од реалната. Во рамките на една студиска програма има 5 или 6 предмети во семестар, што значи ако се работи по оваа логика, всушност се смета на тоа дека СТИ е најмногу 5. Ако според анализите СТИ е просечно 16 и има максимум кој е 4 пати поголем, тогаш бројот курсеви со потенцијален конфликт, кои треба да се земат предвид, е до 12 пати поголем од бројот курсеви кои ги проверуваат одговорните лица за распоред.

За жал, скоро е невозможно да се направи детална анализа на вистинскиот број конфликти за минатото од податоците на Факултетот и институциите во кои тие студенти претходно студирале, бидејќи не постои детална евиденција на распоредите на часови, а особено реалната распределба на студентите по групи која не е никаде систематски евидентирана. Податоците во табелите се однесуваат на потенцијалниот број конфликти меѓу пар курсеви и потенцијалниот број студенти со конфликт, а не реалниот број. Од друга страна студентите многу често го користат конфликтот како изговор за непосетување настава, па исклучително ретко се поднесуваат официјални жалби за конфликтите. Од овие причини не може да се направат ни целосни анализи на последиците од конфликтните распореди, ниту во однос на успехот на студентите, ниту во однос нередовноста.

Во минатото на Факултетот беа тествани готови софтвери со слободен код, но и развиени повеќе различни интерни софтверски решенија, кои потоа се ставаа во употреба како помош при правењето на распоредите на часови. Секое решение со кое ќе се направи некаков распоред на часови, може да се смета за успешно решение. Меѓутоа, самиот факт дека е најдено некакво решение не може да биде единственото мерило за квалитет, па потребно е да се земе предвид и распределбата на самите часови за еден поединец учесник во наставата. Може да се каже, дека на некое интуитивно ниво, одговорните за распоред постојано тоа и го правеле, внимавале на распоредот на секој наставник и се труделе да го корегираат распоредот, а секако и наставниците имале и свој збор во процесот и можеле да реагираат на распоредот и да бараат алтернативни решенија. Може да се каже дека се внимавало и на потребите на студентите, и се до имплементација на ЕКТС моделот на работа и првата помасовна изборност во предметите, со која

вработените од овој факултет имаат искуство од учебната 2006/2007, распоредот кој се правел за година по година од студиумот и распределбата по групи била релативно едноставна поради непреклопувањето на предметите кај различни студенти. Дури и студентите кои презапишувале предмети, според дотогашните законски и статутарни акти, всушност морале да ја преслушаат целата студиска година само со старите предмети, а без можност за учество во нови предмети.

Но, станува очигледно од претходните анализи, дека во услови на голема изборност на предметите и модел на имплементација на ЕКТС каков што е влезен во пракса, ваквиот начин на дефинирање на распоредите не е решение. За да може да се држи ниво на квалитет на наставата, не е веќе доволно да се третираат студентите како групи кои сите заедно учествуваат во активности на предметите. Нивото на детали мора да се помести подолу, па дури и на ниво на разгледување на барањата на секој поединечен студент. За жал, не е можно и објективно да се потврди оваа дискусија и да се формира некаква оценка за успешноста на старите практики од аспект на решавањето на денешните проблеми со конфликти кај студентите. Причината е што досега никогаш не се водела детална и систематизирана евиденција по сите предмети по студент, по насока и по група во распоредот, а особено за промените кои студентите ги прават интерно во предметот по објавувањето на првичните распореди. Единствено што вистински се знае за историјата е дека конфликти постоеле и сеуште постојат, а остануваат само анализите на максималниот можен импакт на овие проблеми како претходно направената.

Може да се дискутира дека проблемот би бил решлив со различни софтвери кои помагаат во правењето распоред, но прашањето е какви софтвери се најсоодветни за оваа проблематика. Софтверите со автоматски генериран распоред имаат една сериозна мана за комплексни институции – потребата од внесување на голем број предуслови и ограничувања пред да имаат употреблива вредност, особено за третирање на ситуациите на споена настава по предмети со различни имиња, а слични програми или разделена настава на еден предмет според насоките на студентите и голем број изборни предмети со мали групи. По внесувањето на сите вакви ограничувања секогаш оста-

нува можноста резултатите да бидат целосно незадоволителни во смисла на дисперзија на предметите низ сите можни термини и денови, големи дупки во распоредот на многу поединци што резултираат со неефикасност во работата и сл. Интуитивниот приод на вработените кои имаат искуство на правене распоред барем досега давал задоволителни резултати, но само од аспект на организациска поставеност и распределеност на предметите од гледна точка на наставниците и студентските групи. Без информација за секој поединечен студент, не може да се тврди дека таквите распореди биле генерално во ред и од студентска страна.

Од сите наброени причини е јасно дека е важно да се осмисли целосно интегриран системски приод во решавањето на овој проблем и да се изнајде и имплементира решение кое ќе овозможи следење на процесот и континуална самоадаптација според ново-настанатите ситуации кои се менливи од ден во ден. Решенија кои се приспособуваат на подолги рокови се неприфатливи бидејќи целиот процес, со оглед на целата поставеност може да трае најмногу 2-3 седмици во целост, а главното оптоварување е во најмногу неколку дена. Од овие причини, ваквиот проблем се поставува како типично сценарио во кое е потребно воведување на самоадаптивен систем според општиот модел дискутиран во глава 3.5.

Со оглед дека очигледно овој проблем и неговото решение зависат од изборот предмети на студентите, а кој е постојано менлив во текот на процесот. Затоа во следната секција е анализиран во повеќе детали самиот проблем на избор и последиците кои ги има воопшто и во самиот процес.

#### **4.1.3. За проблемот на избор предмети**

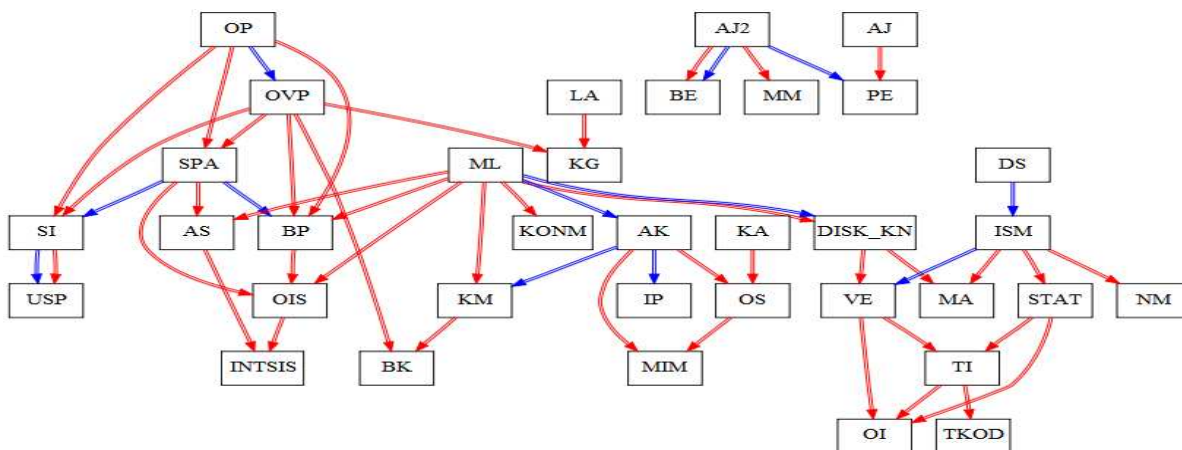
Кога изборот предмети во секој семестар би бил комплетно слободен, проблемот со конфликтите во распоредите не мора да постои. Едноставно ќе се воведо правило дека не смее да се бира предмет ако има конфликт, а дека било кој предмет е дозволен избор. На еден голем универзитет, со илјадници активни курсеви по предметите, секогаш ќе се најдат курсеви без конфликт во распоредот. Но, тоа не е реална ситуација – изборот никогаш не

е ниту сосема слободен, ниту неограничен. Затоа е важно да се разгледаат ограничувањата во изборот предмети.

Прво ограничување е насоката односно профилот кој студентот го има запишано и множеството задолжителни предмети кои студентот мора да ги заврши за да може да ја добие потребната диплома и избраната специјалност. Всушност, најчесто ова множество не е множество на слободен избор по слободен редослед, туку постои една мрежа на зависности меѓу елементите на ова множество. За некои предмети постојат предуслови кои може да бидат од различни видови. Некои предуслови се општи и технички, а некои се состојат во исполнувањето некаков успех на некој претходен предмет. Некогаш постои и период на чекање на исполнувањето на таквиот предуслов од предметот А, и условна дозвола за упис на следниот предмет Б. Но, тогаш ситуацијата станува уште покомплексна бидејќи студентот смее единствено да го посетува предметот Б, без право да го полага, а притоа мора да се обиде да го положи предметот А во дадениот рок на чекање. Ако по определениот рок не успее да го положи предметот А, тогаш ќе мора повторно да го запише во следниот семестар, а воедно поради забраната за полагање во целиот период нема да успее да го положи ни Б, па на крај ќе мора и тој предмет да го презапише по 2 семестри. Ако се случи ваков проблем, а биде студентот ја искористи условната дозвола на предметот Б, за да се добие условна дозвола на предметот В и натаму, тогаш тој влегува во една ситуација да мора по повеќе пати да презапишува цела серија предмети. Секако ова е вина на студентот и неговото нерешавање на основниот проблем – неположувањето на предметот А, но системот мора да ги има предвид и ваквите ситуации.

Студентот треба да биде свесен за ваквите зависности и на последиците кои тие може да ги имаат врз неговите избори и неговиот неуспех. Неуспехот на избран предмет, може лесно да се реши со запишување на друг избран предмет. Но, неуспехот на задолжителен предмет може да има натамошни последици кои дури и ќе го продолжат траењето на студиите, што се и значителни финансиски последици за студентите, а особено ако не студираат во градот во кој живеат. Доколку веригата на зависности на некој курс од последната година е на пример 4 (како на сликата), а постојат и подолги

вериги на некои насоки, тогаш студентот мора да ги слуша и положи 4-те курсеви по точно зададениот редослед, во точно зададените семестри. Бидејќи некои од тие предмети, немаат инстанци - курсеви во секој семестар, тогаш неуспехот на еден од нив може да значи продолжување на студиите за 1 година, неуспехот на два, може да значи продолжување од две години, па и повеќе. Најлошата ситуација е ако студентот сфати предоцна дека досега не запишал некој потребен задолжителен предмет, а е веќе 3-та година од студиите. Правната рамка ова не го дозволува, бара прво да се запишуваат задолжителните предмети, но секогаш има исклучоци кои може да бидат оправдани поради некои потреби на студентот. Во ваква ситуација, тој нема да може да ја добие саканата специјалност без да го продолжи периодот на студирањето за дури две години над предвиденото.



**Слика 10: Пример за активни зависимости од само два вида во една насока**

Во моментот се оперира по 6 типови зависимости и предуслови. На слика 10 е прикажана илустрација на само еден дел од графот на зависимости меѓу предметите во рамките на една насока. Прикажани се најважните 2 типа зависимости: положен предмет со црвена боја и добиен потпис (со период на чекање за положување од 1 семестар), со сина боја. Свкупниот граф на сите видови зависимости и врски, меѓу сите предмети и насоки на Факултетот, како и неговите претходници институции - потреба која ја налага комплексниот историјат на оваа институција, има повеќе од 8000 ребра.

Во многу ситуации, може да настане проблем и со изборните курсеви на студентите, студентот се откажува, но е предоцна за замена на предметот или пак дошол момент за упис на следниот семестар. Во таков случај, отка-

жувањето може да е невозможно односно мора да се слуша предметот и полага се до крај, а ризикот со запишување друг курс и натаму останува – дали ќе се успее и на тој? Дали да се остане до крај на првиот предмет? Повторно и во ваква ситуација неуспехот може да значи одложување на дипломирањето од проста причина што иако се завршени задолжителните курсеви е потребно да се соберат минималниот број кредити за положување, што може да значи дополнителна година само со изборни предмети.

#### **4.1.4. Улогата на академскиот советник**

Работата на академските советници е да ја зголемат свеста кај студентите за овие комплексни и други прашања од аспект на студиите, но и покрај тоа, во многу ситуации тие или не се консултирани или немаат можност (поради недостаток на време) да дискутираат за вакви прашања. Некогаш советниците и не се доволно компетентни за да им одговорат на студентите за определен предмет, па ги праќаат студентите кај одговорниот наставник. Ако се земе предвид дека од еден советник се очекува да ја знае ситуацијата на наставните програми за кои е задолжен (сите предуслови и целата мрежа зависности), станува јасно дека не може секој да ја работи таа работа и станува јасно дека може да има прашања за кои не е доволно компетентен.

Од овие причини, советниците треба да бидат избирани од наставниот кадар и тоа од лица кои претходно биле ангажирани во процесот на формирањето на наставните програми, за подобро да ги знаат деталите за истите. Тоа ги намалува можностите за избор, и ја зголемува претрупаноста со обврски на истите наставници и неможноста да се справат подобро со секој студент.

Овој проблем се разгледуваше од повеќе аспекти и во различни детали и во неколку други трудови на авторот кои се претходно објавени или се во фаза на печатење ([36], [37], [38]), а се дел од истражувањата поврзани со оваа дисертација. Како олеснување на работата на академските советници се предлага воведување на системска поддршка за процесот на одлучување кај студентите и олеснување на дискусијата кај сите студенти освен кај оние кај кои навистина има специјални потреби кои треба одделно да се разгледаат и дискутираат со академските советници.

## **4.2. Виртуелен академски советник**

Имплементацијата која е предмет на овој труд не започнува од почеток, туку ја користи основата на еден веќе изграден информациски систем за поддршка на наставните и административните процеси за отпочнување на наставата, изведен под раководство и со учество на авторот. Повеќе детали за мотивите, историјата и процесот на развој на овој систем, под назив Интегриран студиски информациски систем (или скратено ИСИС) се изнесени во Додатокот А. Прототип имплементацијата која е предмет на овој труд е воведувањето на едно самоадаптивно решение со елементи од социјална навигација како надградба на системот ИСИС. Ваквото ново решение го нарекуваме виртуелен академски советник.

### **4.2.1. Класично решение**

Во рамките на проектот ИСИИ беше изработено решение за процесот на уписи кое се грижи за исполнувањето на различните видови зависности, но дури и на пошироко ниво – еквиваленции во различни насоки, мобилност на студенти од насока во насока и друго. Ваквото решение многукратно го олесни работењето на советникот и овозможи неговото делување само во ситуации кога зависностите се проблематични сами по себе, или пак, се лошо дефинирани од сам почеток. Решението остава повеќе време за суштински прашања околу соодветност на некој предмет за профилот на студентот, околу специјални случаи и барања.

На слика 11 е даден актуелниот изглед на студентскиот дел од уписот, каде студентот избира предмети и може да ги согледува исполнувањата на предусловите, предмет по предмет, претставени со иконите покрај десниот раб на сликата. Студентот воедно добива и пресметка на трошоците за упис.

Во долниот дел од сликата е даден погледот на академскиот советник при проверка на уписот.

## Избор на предмети за упис

Вашето барање за одобрување е регистрирано, но сеште не е одобрено. Проверете повторно по извесен период.

Избрани предмети за овој семестар: 20112012 - Летен

Типови зависности:  Оценка  Потпис  Паралелно слушање

Предмет	Кредити	Зависности	
Безжични и мобилни технологии: FI-2005-3 G-IMT	6.0	<input type="checkbox"/> Архитектура на компјутери <input checked="" type="checkbox"/> Компјутерски мрежи	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
Математика 2: FI-2005-3 G-IMT	8.0	<input checked="" type="checkbox"/> Математика 1	<input type="checkbox"/>
Мрежни оперативни системи: FI-2005-3 G-IMT	6.0	<input type="checkbox"/> Архитектура на компјутери <input checked="" type="checkbox"/> Оперативни системи <input checked="" type="checkbox"/> Основи на програмирање <input checked="" type="checkbox"/> Дискретни структури (ГП) <input checked="" type="checkbox"/> Компјутерски мрежи	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
Бази на податоци: FI-2005-3 G-IMT	8.0	<input type="checkbox"/> Објектно и визуелно програмирање <input checked="" type="checkbox"/> Структури на податоци и алгоритми <input checked="" type="checkbox"/> Основи на програмирање <input checked="" type="checkbox"/> Дискретни структури (ГП) <input checked="" type="checkbox"/> Структури на податоци и алгоритми <input checked="" type="checkbox"/> Објектно и визуелно програмирање <input checked="" type="checkbox"/> Основи на програмирање	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>

Не ги исполнувате сите услови за предметот. Наведете ја причината зошто и покрај тоа сепак барате да го запишете:

Вкупно кредити: 28.0 x 205.0 ден. по кредит = 5740.0 ден.

## Уписи - Процесирање барања од студенти

[Групо запишување](#)

Наставен План: Пренесени ИИ - 2005 - Додипломски студии според ЕКТС  Наставна Програма:  Семестар: 20112012 Летен

Индекс:  Име:  Презиме:  Статус:

Внимание: се процесираат сите податоци, а не само 10-те прикажани

бр.	Број индекс	Име	Презиме	Неисполнети зависности	Забелешка	Статус на уписот	Details
1						Спремен за одобрување	<a href="#">[Детали]</a>
2				За MAT_2 Потпис MAT1 -		Спремен за одобрување	<a href="#">[Детали]</a>
3				За SI Потпис SPA -	Potrebno e da dostavite baranja so potpis od prof deka vi dozvoluvaat da slusate. za SI prof.	Спремен за одобрување	<a href="#">[Детали]</a>
4				За BP Оцена SPA -	Potrebno e da dostavite baranja so potpis od prof deka vi dozvoluvaat da slusate. za BP prof.	Спремен за одобрување	<a href="#">[Детали]</a>
5				За OI Оцена DISK_3G Оцена TI -		Спремен за одобрување	<a href="#">[Детали]</a>
6				За VD Потпис IP - За SI Оцена OVP - За KM Оцена AK Потпис AK - За BMT Оцена AK Потпис KM - За USP Оцена SI Оцена OVP Потпис SI -		Спремен за одобрување	<a href="#">[Детали]</a>
7				За SS Оцена OS Оцена AK Потпис AK - За BMT Оцена AK - За MOS Оцена AK Оцена OS -	Potrebno e da dostavite baranja so potpis od prof deka vi dozvoluvaat da slusate. za SS i MOS od prof. ... za BMT od prof.	Спремен за одобрување	<a href="#">[Детали]</a>
8				За BP Оцена SPA Потпис SPA -		Спремен за одобрување	<a href="#">[Детали]</a>

Слика 11: Процес на упис класично решение - поглед на студент и координатор

### 4.2.2. Развојот на виртуелниот академски советник

По завршувањето со истражувањата за претходните искуства од областа, беа разгледани различни концепти за надоградба на системот до повисоко ниво на функционалност – со решенија кои ќе го помагаат одлучувањето, како на раководно ниво, така и на ниво на студент. Воведување на специјална компонента која треба да го олесни работењето на реалниот советник за цела класа студенти е првиот преземен чекор. Оваа компонента, наречена *виртуелен академски советник*, всушност прави трансфер на

надлежноста на одлучување од рацете на советникот, во рацете на самиот студент [38]. Целта е да се олесни проценката на влијанието на различните избори и нивните предуслови на студиите во целост, а притоа се отвора простор за воведување елементи на социјална навигација. За разлика од претходно, кога изборите ги разгледува и прави академскиот советник, сега тоа го прави студентот и постои можност да се архивираат сите такви активности на сите студенти и да се искористат за издавање подобри совети.

За виртуелниот советник, иницијално беше предвидено да дава визуелен приказ на траењето на студиите и предметите кои биле избрани во минатото, нивниот успех, како и проценка за тоа кои предмети би биле избрани во иднината и евентуалниот оптимален редослед на запишување. Тоа го прави преку мапа на сите претходни семестри и слушаните курсеви по предмети во нив, со претставување со користење посебни индикации на успешните и неуспешните предмети. Виртуелниот советник прикажува и други мерки на успехот на студентот. Ја пресметува брзината на запишување и положување кредити и е предвидено да се споредува оваа брзина со просекот на генерацијата на студентите и со историскиот просек на претходни генерации кога се наоѓале во иста година како и студентот.

Виртуелниот советник ги прикажува идните семестри на студентот, според пресметаната брзина на студирање по семестар. Советникот ги поместува сите задолжителни предмети и прави проценка за нивниот редослед на запишување, според тоа како се дадени во плановите и во кои семестри се активираат. Системот ги пресметува зависностите и ги распоредува идните предмети врз основа на таа проценка. Се разбира, пресметаниот предлог план може да успее само ако студентот е во можност да го следи токму онака како што е напишан. Студентот може да експериментира со предлог планот - со менување на редоследот на предметите, брзината на студирање по број кредити во семестар и да се обиде да се префрли на нова студиска насока.

Како пример за функционирањето на виртуелниот академски советник во вакви ситуации може да се разгледа сценариото прикажано на сликите 12 и 13, каде истиот студент, експериментирал со премин на друга насока.

Изменета насока: Информациски системи Положени кредити: 78 / 240  
 Активна насока: Информациски системи Кредити во тек: 36 / 240  
 Запишани семестри во насоката: 4 Идни кредити: 102 задолжителни + 24 изборни / 240  
 Информациски системи II-2005-ECTS  
 Max Credits 40 Suggest plan

**План за идните семестри**

+ 6	Физички дизајн и имплементација на информациски системи Кредити: 6					
+ 4	Анализа и логички дизајн на информациски системи Кредити: 6	Интернет технологии Кредити: 6	Основи на интелегентните системи Кредити: 6	Дипломска работа Кредити: 8		
+ 3	Бази на податоци 2 Кредити: 6	Информациски системи Кредити: 6	Е-бизнис – Архитектура и дизајн Кредити: 6	Слободен избор Кредити: 6	Слободен избор Кредити: 6	
+ 2	Бази на податоци Кредити: 8	Теорија на информации Кредити: 6	Податочно рударство Кредити: 6	Управување со софтверски проекти Кредити: 4	Слободен избор Кредити: 6	
+ 1	Интернет програмирање Кредити: 6	Професионална етика Кредити: 4	Интеракција човек-компјутер Кредити: 6	Компјутерска графика Кредити: 6	Тимска работа Кредити: 6	Слободен избор Кредити: 6

**Досега запишани семестри**

20102011 Летен	Компјутерски мрежи Потпис: ✗ Оценка: 8 Кредити: 8	Нумерички методи Потпис: ✗ Оценка: 6 Кредити: 6	Софтверско инженерство Потпис: ✗ Оценка: 6 Кредити: 6	Бизнис и економија Потпис: ✗ Оценка: 4 Кредити: 4		
20102011 Зимски	Структури на податоци и Потпис: ✓ Оценка: 8 Кредити: 8	Оперативни системи Потпис: ✓ Оценка: 9 Кредити: 6	Веројатност и статистика Потпис: ✓ Оценка: 6 Кредити: 6	Конечна математика Потпис: ✓ Оценка: 8 Кредити: 6	Менаџмент и маркетинг Потпис: ✗ Оценка: 4 Кредити: 4	
20082009 Летен	Англиски јазик 2 Потпис: ✓ Оценка: 10 Кредити: 2	Архитектура на компјутери Потпис: ✓ Оценка: 7 Кредити: 6	Калкулус 2 Потпис: ✓ Оценка: 7 Кредити: 8	Линеарна алгебра Потпис: ✓ Оценка: 7 Кредити: 6	Објектно и визуелно програмирање Потпис: ✓ Оценка: 7 Кредити: 8	
20082009 Зимски	Калкулус 1 Потпис: ✓ Оценка: 7 Кредити: 8	Множества и логика Потпис: ✓ Оценка: 7 Кредити: 6	Основи на програмирање Потпис: ✓ Оценка: 6 Кредити: 8	Англиски јазик Потпис: ✓ Оценка: 9 Кредити: 2	Компјутерски апликации Потпис: ✓ Оценка: 8 Кредити: 6	Спорт Потпис: ✗ Оценка: 0 Кредити: 0

**Слика 12: Првата верзија на виртуелниот академски советник**

Изменета насока: Програмско инженерство Положени кредити: 78 / 240  
 Активна насока: Информациски системи Кредити во тек: 36 / 240  
 Запишани семестри во насоката: 4 Идни кредити: 126 задолжителни + 0 изборни / 240  
 Програмско инженерство II-2005-ECTS  
 Max Credits 40 Suggest plan

**План за идните семестри**

+ 4	Интернет технологии Кредити: 6	Основи на интелегентните системи Кредити: 6	Изборен предмет 3 Кредити: 6	Изборен предмет 4 Кредити: 6	Квалитет на софтвер и тестирање Кредити: 6	Дипломска работа Кредити: 8
+ 3	Компјутерска графика Кредити: 6	Конструкција на софтвер Кредити: 6	Тимска работа Кредити: 6			
+ 2	Бази на податоци Кредити: 8	Теорија на информации Кредити: 6	Дизајн и архитектура на софтвер Кредити: 6	Изборен предмет 1 Кредити: 6	Компајлери Кредити: 6	Управување со софтверски проекти Кредити: 4
+ 1	Анализа на софтверските потреби Кредити: 6	Интернет програмирање Кредити: 6	Микропроцесори и микроконтролери Кредити: 6	Професионална етика Кредити: 4	Изборен предмет 2 Кредити: 6	Интеракција човек-компјутер Кредити: 6

**Досега запишани семестри**

20102011 Летен	Компјутерски мрежи Потпис: ✗ Оценка: 8 Кредити: 8	Нумерички методи Потпис: ✗ Оценка: 6 Кредити: 6	Софтверско инженерство Потпис: ✗ Оценка: 6 Кредити: 6	Бизнис и економија Потпис: ✗ Оценка: 4 Кредити: 4		
20102011 Зимски	Структури на податоци и Потпис: ✓ Оценка: 8 Кредити: 8	Оперативни системи Потпис: ✓ Оценка: 9 Кредити: 6	Веројатност и статистика Потпис: ✓ Оценка: 6 Кредити: 6	Конечна математика Потпис: ✓ Оценка: 8 Кредити: 6	Менаџмент и маркетинг Потпис: ✗ Оценка: 4 Кредити: 4	
20082009 Летен	Англиски јазик 2 Потпис: ✓ Оценка: 10 Кредити: 2	Архитектура на компјутери Потпис: ✓ Оценка: 7 Кредити: 6	Калкулус 2 Потпис: ✓ Оценка: 7 Кредити: 8	Линеарна алгебра Потпис: ✓ Оценка: 7 Кредити: 6	Објектно и визуелно програмирање Потпис: ✓ Оценка: 7 Кредити: 8	
20082009 Зимски	Калкулус 1 Потпис: ✓ Оценка: 7 Кредити: 8	Множества и логика Потпис: ✓ Оценка: 7 Кредити: 6	Основи на програмирање Потпис: ✓ Оценка: 6 Кредити: 8	Англиски јазик Потпис: ✓ Оценка: 9 Кредити: 2	Компјутерски апликации Потпис: ✓ Оценка: 8 Кредити: 6	Спорт Потпис: ✗ Оценка: 0 Кредити: 0

**Слика 13: Промена на идниот план на студентот по премин на друга насока**

Ако се обрати внимание на броевите на идните семестри, ќе се види дека во првичниот план прикажан на слика 12, највисоката бројка беше „+6“, што значи дека според тој план на студентот би му биле потребни уште 6 семестри од дадениот момент до завршување. Во новото сценарио, ваквата бројка е „+4“, што значи дека студентот би имал можност побрзо да дипломира. Дополнително на оригиналниот план е прескокнат семестарот „+5“, поради тоа што студентот не може порано да ги запише преостанатите предмети, кои не се нудат во тој семестар, па ќе мора да чека додека се активираат. Во тој период, студентот нема потреба да запишува дополнителни предмети поради тоа што веќе собрал доволно кредити.

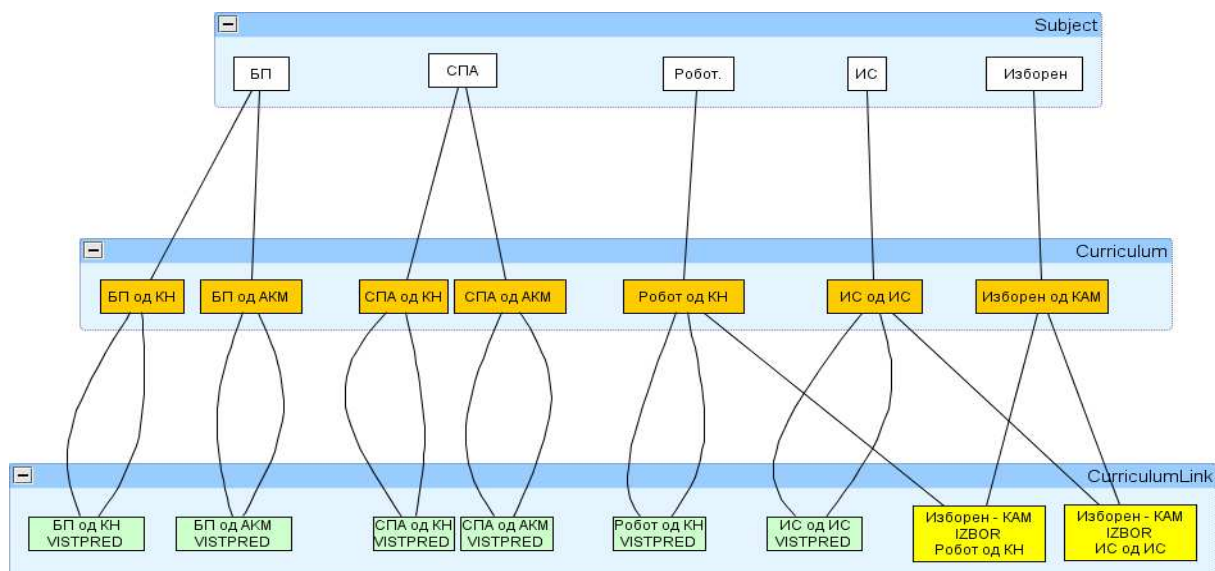
Прикажаниот резултат на употребата на оваа првична верзија на виртуелниот советник, на податоците на еден ист студент, низ повеќе сценарија, е сам по себе доволно значаен за подобрување на дискусијата која би ја имал студент кој има одредени проблеми и сака да направи квалитативна промена во студиите кои му претстојат. Системот може визуелно да ги означува курсевите кои се критични во идните семестри, а тоа се курсеви кои сеуште не се положени од досегашната работа на студентот, како и топ курсевите со број на повторно запишани студенти или број студенти кои не положиле. На тој начин студентот е свесен за една евентуална распределба на најризичните предмети во блиската иднина и ќе може да им посвети поголемо внимание. Овие параметри може да се конфигурираат во профилот на студентот. При секоја промена на параметар автоматски се пресметува нов план.

#### **4.2.3. Анализа на побарувања за ресурси**

Ваквите анализи побаруваат големо множество проверки низ базите на податоци кои системот мора да ги изврши. За приказот на долниот дел од листата (минатите семестри), не се потребни поголеми ресурси бидејќи истите може директно да се прочитаат од базата податоци како историски податоци за уписи на студентот. Меѓутоа, приказот на горниот дел од листата (идните семестри) побарува определена логика и алгоритми кои изискуваат процесирање над поголеми множества податоци. Генералните чекори се следните:

- ◆ Формирање листа на сите предвидени предмети според наставниот план
- ◆ Сместување на секој иден предмет по слотови во идните семестри (во првиот следен семестар во кој бројот не би се надминал максималниот број кредити по внесувањето на предметот)
- ◆ Доколку некој предмет зависи од предмет кој е веќе сместен во слот во истиот семестар - тогаш мора да се премести во погорен семестар, каде одново се разгледуваат зависностите

На слика 14 е прикажан објектен дијаграм на врските меѓу предметите, курикулуми за дадени предмети во рамки на една насока и врски помеѓу курикулуми кои репрезентираат зависности.



**Слика 14: Објектен дијаграм за начинот на реализација на некои зависности**

Алгоритмот побарува повеќекратно проверување на зависност меѓу два парови идни предмети, онолку пати колку што има сместени предмети. Тоа се максимум 6 такви проверки по семестар (при полнење на семестрите до горна граница на број кредити), за во просек 4 преостанати семестри, значи вкупно во просек околу 20 проверки на зависности (дел од студентите се на тригодишни студии, па бројот преостанати семестри би бил помал) по студент.

Проверките на зависностите сами по себе имаат доза на комплексност:

- ◆ голем граф со неколку типови зависности по секоја насока
- ◆ за студент кој менувал или сака да менува насока важат едни зависности пред промената, други зависности по промената, а потребно е да се

проверат и транс-еквиваленции на предмети при премини меѓу насоки кои се регулирани како зависности од определен тип

Во тестовите кои се правени, брзината на извршување на единечно ниво е задоволителна. Меѓутоа, сите овие проверки земаат определено значајно процесорско време ако се мултиплицираат по стотина истовремени пристапи, што е реално измерена бројка за институција со големина на Факултетот, па за реална употреба на овој прототип би било добро да се изврши материјализирање на погледите кои се користат.

Со оглед дека предусловите се менуваат ретко, а множеството предмети не е премногу големо и нема значаен пораст со тек на време (дури и кај еден голем универзитет), комплексноста на оваа проверка може да се намали така што ќе се користи однапред пресметана булова матрица на зависности на секој можен пар предмети од секоја можна насока.

Севкупната матрица на зависности за универзитет со големина на матичниот универзитет на авторот на оваа дисертација, може да се смести во табела од ранг од неколку милиони редици, и би била организирана со индексирање по самите клучеви на пребарувањето. Ова не е значајна бројка за современите системите за управување податоци.

Сепак во зависност од големината на матрицата и потребата од почести менувања, има две можности за имплементацијата на материјализацијата на податоците од оваа матрица во облик на табела:

- ◆ Првата можност е да се материјализираат податоците во матрицата во целост во вид на табела и да се ажурираат по секоја промена на листата промени или предмети, по потреба – односно максимум 2-3 пати по семестар.
- ◆ Втората можност е да се имплементира како табела, која ќе биде всушност ретка матрица со материјализација на податоците пар по пар, тогаш кога ќе има потреба за тоа. Така функционирањето би било во вид на кеш – со внесување на нови редици кога има потреба, бришење на старите кога ќе се наполни кешот или ќе истече многу време. Алгоритмот ќе се повикува во целост само кога ќе се појави потреба за проверка за

пар предмети кој го нема во табелата. Големината на ваквиот кеш може да се менува во зависност од потребите – бројот истовремени пристапи на студенти и честота на промени, но не мора да биде со големина на целосната матрица. Со ова се добива компромисно решение.

За овој систем е избран приодот со целосна материјализација на податоците за зависностите, која ќе се ажурира со извршување на автоматизирана програмска процедура еднаш во месецот или секогаш кога има потреба.

### **4.3. Интегрирање на процесот на уписи и изработка на распоред на часови**

Од предходните дискусии за зависностите меѓу предметите, за изборноста и конфликтите во распоредите, може да се заклучи дека се работи за неколку парцијални проблеми од една целина, кои не може да се решат задоволително ако и натаму се разгледуваат парцијално. Од овие причини се разгледува идеја за ново сценарио кое ќе ја регулира динамиката на процесите за побрзо да одговараат на потребите. Дополнително, со цел да се овозможи поквалитетно одвивање на процесите и прилагодување на потребите на сите студенти и наставници, кои се менуваат од семестар во семестар, потребно е и воведување на интегриран принцип на работа кој ќе биде под контрола на еден заеднички механизам. Ваквиот механизам ќе може да го надгледува функционирањето на системот во целост и ќе ги поставува параметрите за идните операции врз основа на претходните искуства – со други зборови самоадаптивно решение.

#### **4.3.1. Ново сценарио**

Целосниот концепт на новото сценарио лежи врз премисата за брза алокација на ресурси по барање на корисниците, за што пак е потребно студентите, наставници и администрацијата да соработуваат про-активно и секојдневно. Интеракцијата со системот е воглавно се изведува од страна на студентите и административниот кадар, кои го имаат најголемиот товар, а сосема мал дел од барањата се проследуваат кон наставниците.

Предложеното интегрирано сценарио ги има следните чекори [37]:

1. Супервизорот ги задолжува наставниците за определена основна стандардна листа предмети. Ако има други предмети кои не се однапред распределени, како на пример дополнителни изборни предмети за кои не се утврдени наставници или истите се на подолго отсуство, предметите може да стојат на листа за распределба за секој заинтересиран наставник. Со оглед на тоа што ваквите листи ретко се менуваат, ова нема да побарува поголем труд од наставниците или супервизорот,

бидејќи ќе може да се автоматизира со копирање на распределбата од некој претходен семестар.

2. Администраторот за распореди создава првичен план за наставата, во која ги вклучува само минимален број наставни групи, според почетните прогнози за уписите по секој предмет. Притоа се назначува номиналниот и максималниот издржлив капацитет на секоја просторија. Ваквиот распоред може да биде и добиен автоматски како копија на некој поранешен распоред.
3. Студентите започнуваат со уписите и изборот на предмети, по постапката која беше и претходно опишана. Разликата во процесот е во моментот на избор на предмет, кога студентот добива можност да избере некоја од групите на предметот и истиот избор веднаш му се внесува во погледот на неговиот личен распоред. Доколку нема избор на групи, тогаш студентот нема да има избор. Во случај, на личниот распоред, да нема слободни слотови или нема слободни места во просториите, односно слотовите на предметот да се поклопуваат со други предмети, на кои постоеле и други опции, на студентот му се даваат сите тие опции и може да си направи нов аранжман на наставата. Во краен случај, доколку не постои решение без конфликт, приоритет добива задолжителниот предмет. Конечно, студентот може да инсистира да го избере токму тој предмет, без разлика на неможноста да го следи. Во таков случај, се бара од студентот да ги внесе причините поради кои бара таков упис и ќе добие понуда да биде поставен на листа на чекање. Притоа, студентот се известува дека е можно да му биде одбиено барањето доколку се работи за изборен предмет и нема можност да се најде решение за распоредот. На студентите кои ги исполнуваат сите критериуми и нема проблем со распоредот, системот автоматски им го прифаќа изборот на предмети и распоредот, а сите останати студенти автоматски влегуваат во редица за разгледување на проблематичен упис и конфликти во распоред. При прифаќањето на барањето, се известува студентот дека во случај на потреба може да биде преместен во други термини, но притоа ќе биде гарантирано дека нема да има конфликти.

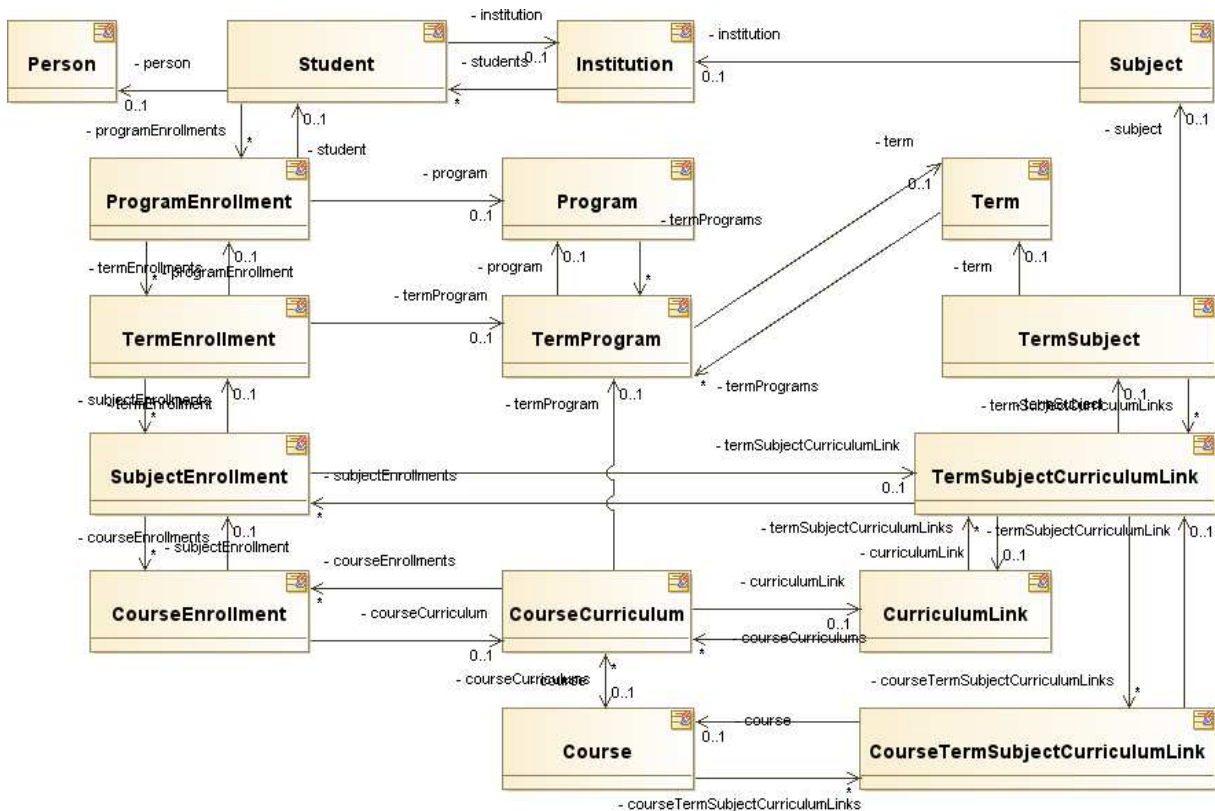
4. Администраторот на распоредот ја набљудува ситуацијата и по потреба додава нови слотови/групи кога ќе се појават зголемени побарувања на листата за чекање. Системот му овозможува на администраторот да премести цела група студенти од еден во друг термин или просторија и притоа може да го види бројот на конфликти кои би ги создал секој термин, па да обезбеди распоред кој нема да има проблеми. По потреба може да преместува и поединечни студенти од една во друга група во која не би имале конфликт. Администраторот добива поглед во кој ја гледа целосната листа за избраниот предмет и термин и листата на чекање за предметот и може да види кои од прифатените студенти имаат можност да бидат преместени во друг термин без конфликт, и на тој начин да обезбеди празни места за студентите од листата на чекање. При креирањето на нови термини, администраторот гледа распоред со број студенти од листата на чекање на кои таквиот термин би им одговарал за да може да обезбеди термин во кој најголем студенти ќе бидат прифатени. Потоа може да премести студенти од листата на чекање во било кој термин каде има слободни места, но не може да врати назад на листата за чекање студенти кои веќе биле прифатени. Доколку со овој чекор се расчистат сите конфликти на определен студент, неговото барање за упис е автоматски прифатено во целост.
5. Секој студент има право да го означи својот упис како проблематичен во било кој момент и да поднесе дополние на своето барање, кое е ќе го означи во соодветната класа проблеми и ќе даде образложение. Овие барања може да бидат за отстранување на лоши податоци во системот, лошо направен распоред, но и барања за непосетување настава, за вонреден упис и слично. Забелешката која ќе ја внесе се проследува до администрацијата за да може да го разрешат проблемот поврзан со барањето.
6. Студентите кои поднеле барање кое било прифатено и потоа сакаат да го изменат, тоа можат да го сторат само доколку не било финално издадено за отворање курсеви и не се изминати роковите.

7. Администраторот на уписите ја набљудува ситуацијата и може поединечно да одобрува проблематични барања. Доколку увиди дека се бара ослободување од наставата или од дел од наставата, може да постапи по соодветна одлука или истото барање да го проследи до одговорниот наставник на предметот.
8. Одговорните наставници на предметите се известени во случај да се бара нивен одзив во врска со проблематични барања, може да ги разгледаат барањата и да дадат свое мислење за одобрување/одбивање или да побараат дополнителни информации од студентите.
9. Администраторот на уписите го следи бројот на процесирани барања и разрешени проблеми и може да испрати потсетувања и предупредувања за изминувањето на роковите кон студентите или наставниците.
10. Системот автоматски ги одобрува сите барања за упис кои се комплетирани и ги известува студентите преку избраниот канал за известување како треба да го продолжат процесот во врска со потребната документација и плаќања.
11. Одговорниот супервизор на целиот процес, добива сумарен извештај на работењето и проценка на времето на завршување на процесите формирана врз основа на брзината на решавање барања во изминатите неколку дена. Во случај на потреба за итност, може и лично да разгледа барања од студенти и врз основа и истите со одлука од највисоко ниво да ги прифати или одбие, или пак да избере конкретен вработен од администрацијата кон кого ќе бидат проследени таквите барања со статус на итно процесирање.
12. Наставниците добиваат листи на запишани студенти, термини и листа на сите барања за специјален третман на предметот, со цел да можат соодветно да се постават до крајот на предметот. Ваквите листи се достапни од почетокот до завршувањето на предметите. Наставниците може да изберат дали сакаат да користат некој поддржан систем за управување со учењето и курсеви, по што би се автоматизирал пристапот на студентите до тој систем, креирањето на соодветен курс и соодветни привилегии на сите учесници на курсот.

Со ова сценарио, само студентите кои имаат поднесено барања за специјален третман ќе бидат предмет на разгледување, додека кај сите други процесот е автоматизиран и улогата на студентската администрација е само приемот на финалните документи за упис. Системот гарантира дека нема да има конфликти и исклучоци од наставата, освен кога е тоа експлицитно барано и одобрено од наставниците или администрацијата, затоа што не било возможно поинаку. Нема да има никакви други исклучоци кои не се одобрени од супервизорот или наставникот.

#### 4.3.2. Поддршка на сценариото од постојниот систем

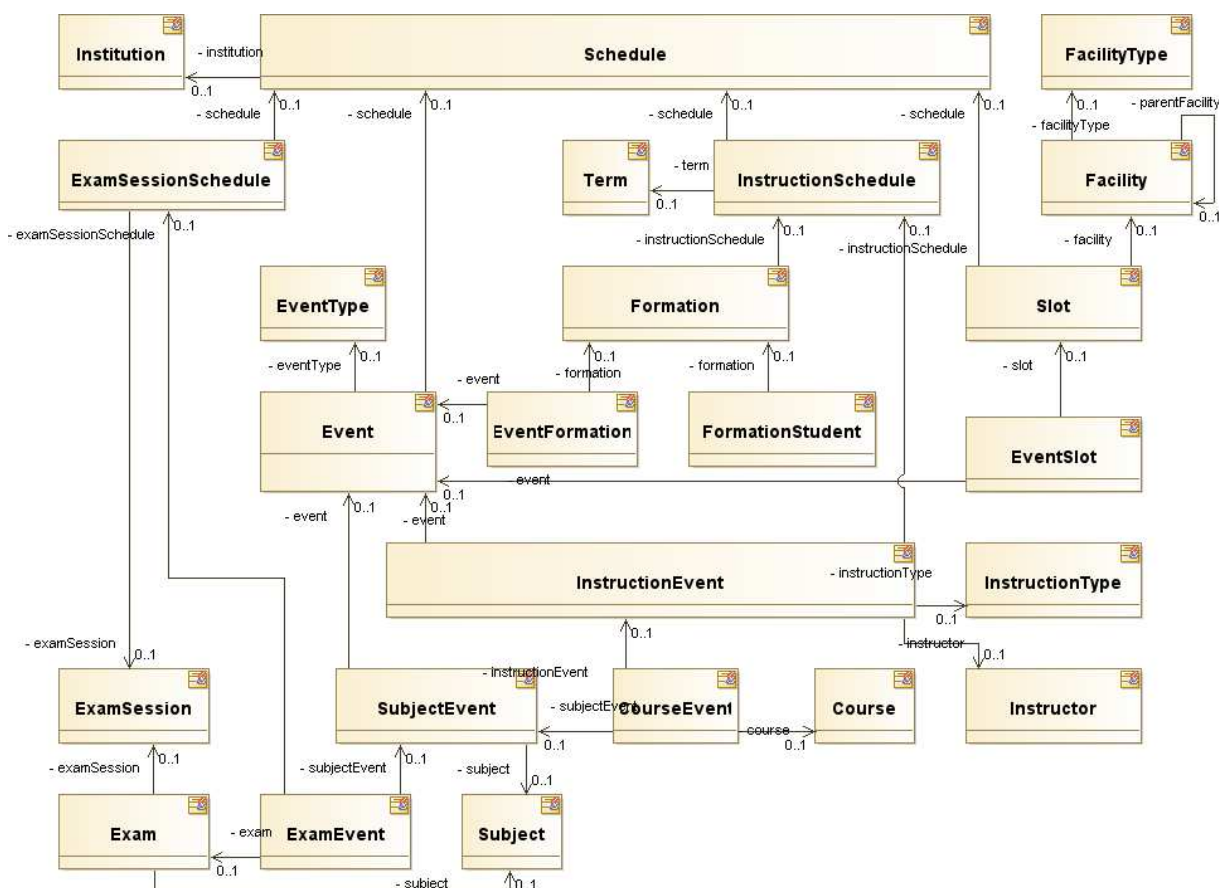
Моделот кој ги овозможи сите потребни податоци за процесот на уписите е прикажан на слика 15.



Слика 15: Модел на дел од процесот за запишување предмети

Најзначајните класи, од лево кон десно се: класите за уписи (enrolment) на левата страна од дијаграмот со кои се детализирани сите чекори од уписот на студентот до потребното ниво на детали, додека останатиот дел од дијаграмот е понудата на предмети за дадениот семестар и активираниите

курсеви по понудените предмети. Комплексноста на овој дел од дијаграмот е поради различните специфичности во целиот процес на уписи кои произлегуваат од потреба да се направи флексибилен модел кој опфаќа различни видови на наставни планови и програми и различни начини на студирање, какви биле актуелни како во минатото, во изминатите 20 години, така и во сегашноста. Во делот горе десно се наоѓа предметот (subject) како обопштување на поимот на предмет низ досегашната пракса, потоа има понуда на предмет по семестар (TermSubject), па потоа понуда на предмет во семестарот по наставна програма, итн. Во долниот десен дел од дијаграмот се група класи поврзани со инстанцата на даден предмет во даден семестар за дадена група програми, планови, насоки – под називот курс (course).



**Слика 16: Дел од податочниот модел за распоредот на часови**

На сликата 16, е прикажан моделот на базата на податоци во кој се регулира распоредот на часови, за кој е користен еден генерален модел на календар на настани. На дијаграмот се прикажани настани (event), групи (formation), слотови во календар (slot) и нивни релации со студенти, со предмети, курсеви, уписи, испити итн. Можно е флексибилно дефинирање на произвол-

ни групи одделно за секое ниво (предмет, курс, испит, настан) и соодветно нивно поврзување со целниот објект на интерес за да се знае точната листа учесници. Настаните се флексибилни и може да се одвиваат во повеќе слотови во календарот, како истовремено, така и во различни временски термини или денови.

Потребно е да се потенцира дека податочниот модел прикажан на сликите 15 и 16, не е самостоен труд на авторот, туку е тимска работа на проектот ИСИС – дискутиран во повеќе детали во Додаток А.

Од 2009-та година моделот функционира како што е прикажан и е во стабилна форма, а се дополнувал само со мали измени. Последните поголеми измени се направени во периодот 2011-2013 со цел интегрирање на презентираниот општ модел за решавање на проблемите на менливост, интеграција на социјални аспекти и самоадаптивност. Дел од овие измени беа објаснети во оваа секција, а главнината е дискутирана во секциите во продолжение.

Може да се види дека двете целини се поврзани и досегашниот податочен модел нуди поддршка за бараното сценарио. Имено на сликите 15 и 16, постојат пресечни точки Subject и Course, со што е овозможена специјализација на настаните во календарот, кои се поврзани со предмет и со конкретна инстанца на предмет – курс. На тој начин овој календар може да се користи за закажување секакви настани поврзани со наставата – не само распоред на часови, туку и испити. Учеството на студентите во настаните е преку класите Formation (група интересенти за настан) и FormationStudent (запишан студент кој учествува во некој настан), па според типот на настанот се креираат различни видови групи за различни потреби. Целиот модел дозволува и пошироко групирање и секое друго сценарио што може да е реално потребно.

За овој труд, од најголемо значење е поврзувањето на овој систем со елементите и структурата на социјалната навигација.

## **4.4. Социјална навигација**

За разлика од претходната пракса, каде изборот на студентите е од фиксни листи, се предложува правење на избор во динамички самоадаптивен систем збогатен со елементи од социјална навигација. Така, наместо едноставно листање по категориите на системот, се предвидени листи збогатени со препораки кои системот за препорачување ги анализира врз основа на следните аспекти:

- ◆ наставни предмети кои се сродни на групата студенти
- ◆ теми области кои се сродни
- ◆ цели на знаење

Притоа е овозможено водење на евиденција за употребувањето на препорачаните елементи од листите и нивно виртуелно „трошење“, за потоа со помош на системот за самоадаптивна контрола да се земат во предвид и премногу трошените елементи со цел да се избегне ефектот на претрупување и социјална лавина.

### **4.4.1. Систем за препорачување курсеви**

На почетокот виртуелниот академски советник беше замислен само како помош во намалувањето на проблемот на избор на предмети и влијанието на изборот врз натамошниот тек на студиите со соодветен кориснички посредник кој ги прикажува потенцијалните формални грешки. Подоцна, со цел подобрување на изборот, направена е интеграција на систем за препорачување кој ќе ги користи историските податоци за да предлага соодветни курсеви за секој студент.

Во последната итерација во развојот на ИСИС системот, виртуелниот академски советник е замислен како главна веб-страница за запишување семестар и избор на предмети. Семестрите во приказот се кодирани со повеќе бои. Ако е во тек периодот за запишување на некој семестар, истиот е означен со бела боја, а слотовите во тој семестар компоненти кои може да се активираат со покажувачот. Притоа системот генерира почетна листа на

задолжителни курсеви кои студентот би требало да ги запише според наставните програми.

Преостанатиот простор до максималниот дозволен број кредити се исполнува со празни слотови во кои може да биде избран предмет по желба, или од идните предмети кои би можело да се слушаат во истиот семестар, или пак од листа изборни предмети генерирана специјално како за студентот. Ваквите слотови се означени со специјална икона - “свезда“ која треба да го асоцира студентот на избор кој подлежи на препораки. Со активирањето на компонентата за изборен слот се прикажува листа предмети од која студентот може да избере и со тоа го додава предметот во листата предмети за слушање во дадениот семестар.

На слика 17 е даден почетниот екрански приказ од реализацијата на новиот виртуелен академски советник. Генерирањето на листата курсеви е надлежност на одделен софтверски сервис во кој системот комбинира курсеви од повеќе категории и дава приоритети врз основа на пресметаните препораки:

- ◆ Изборни предмети кои се неопходни за добивање специјализација;
- ◆ Изборни предмети наведени во наставните програми;
- ◆ Предмети од целиот факултет понудени како изборни;
- ◆ Изборни предмети од целиот универзитет;
- ◆ Надворешни изборни предмети – професионални курсеви и сертификации.

Во развојот на прототипот е користен системот за препорачување Easyrec кој е развиен како резултат на анализите на докторскиот труд на Гештрајн од 2009-та година [39]. Повеќе детали за видот на решението кое го носи овој систем, архитектурата и причините за избор на овој систем, кои не се од алгоритамска туку се повеќе од техничка природа, се дискутирани во поглавието 4.6.4.

За разлика од повеќе други системи кои предлозите за нови курсеви ги формираат врз основа на рејтинзи на популарност од студентите и слично, во ова истражување е избран поинаков приод кој е претставен во натамошниот текст.

Изменета насока: Програмско инженерство Положени кредити: 78 / 240  
 Активна насока: Информациски системи Кредити во тек: 36 / 240  
 Запишани семестри во насоката: 4 Идни кредити: 126 задолжителни + 0 изборни / 240  
 Програмско инженерство II-2005-ECTS  
 Max Credits 40 Suggest plan

#### План за идните семестри

+ 4	Интернет технологии Кредити: 6	Основи на интелегентните системи Кредити: 6	Изборен предмет 3 Кредити: 6	Изборен предмет 4 Кредити: 6	Квалитет на софтвер и тестирање Кредити: 6	Дипломска работа Кредити: 8
+ 3	Компјутерска графика Кредити: 6	Конструкција на софтвер Кредити: 6	Тимска работа Кредити: 6			
+ 2	Бази на податоци Кредити: 8	Теорија на информации Кредити: 6	Дизајн и архитектура на софтвер Кредити: 6	Изборен предмет 1 Кредити: 6	Компајлери Кредити: 6	Управување со софтверски проекти Кредити: 4
+ 1	Анализа на софтверските потреби Кредити: 6	Интернет програмирање Кредити: 6	Микропроцесори и микроконтролери Кредити: 6	Професионална етика Кредити: 4	★	★

#### Досега запишани семестри



20102011 Летен	Компјутерски мрежи Потпис: ✗ Оценка: Кредити: 8	Нумерички методи Потпис: ✗ Оценка: Кредити: 6	Софтверско инженерство Потпис: ✗ Оценка: Кредити: 6	Бизнис и економија Потпис: ✗ Оценка: Кредити: 4	
20102011 Зимски	Структури на податоци и Потпис: ✓ Оценка: Кредити: 8	Оперативни системи Потпис: ✓ Оценка: 9 Кредити: 6	Веројатност и статистика Потпис: ✓ Оценка: 6 Кредити: 6	Конечна математика Потпис: ✓ Оценка: 8 Кредити: 6	Менаџмент и маркетинг Потпис: ✗ Оценка: Кредити: 4
20082009 Летен	Англиски јазик 2 Потпис: ✓ Оценка: 10 Кредити: 2	Архитектура на компјутери Потпис: ✓ Оценка: 7 Кредити: 6	Калкулус 2 Потпис: ✓ Оценка: 7 Кредити: 8	Линеарна алгебра Потпис: ✓ Оценка: 7 Кредити: 6	Објектно и визуелно програмирање Потпис: ✓ Оценка: 7 Кредити: 8
20082009 Зимски	Калкулус 1 Потпис: ✓ Оценка: 7 Кредити: 8	Множества и логика Потпис: ✓ Оценка: 7 Кредити: 6	Основи на програмирање Потпис: ✓ Оценка: 6 Кредити: 8	Англиски јазик Потпис: ✓ Оценка: 9 Кредити: 2	Компјутерски апликации Потпис: ✓ Оценка: 8 Кредити: 6
					Спорт Потпис: ✗ Оценка: Кредити: 0



Слика 17: Социјално збогатен почетен посредник на виртуелниот советник

#### 4.4.2. Водење на студентот кон подобар успех

Со оглед дека листата со курсеви кои може да ги запише еден студент може да биде многу голема, воведени се основни принципи на социјална навигација. Курсевите кои се нудат на студентите, не се веќе во обична листа туку се во согласност со некои методи што беа разгледувани кај други автори од полето на примената на социјалната навигација во различни домени, претходно дискутирано во глава 2.2.3.

Користени се следните индикатори во листата курсеви:

- ◆ популарност или број студенти кои просечно го запишуваат еден курс – изразени со икони во форма на човечиња, притоа на секои 50 студенти се испишува по едно човече; 
- ◆ ризичност на курсеви – изразени со 3 икони во форма на празни и пополнети молњи, во зависност од тоа колкав процент студенти не го положиле предметот од првпат; 

- ◆ најсоодветни курсеви според успех по курс – ваквите курсеви се  означуваат со икона звезда доколку курсот е меѓу првите 10 препорачани од системот, оценувањето на соодветност е дискутирано во продолжение;
- ◆ најсоодветни курсеви според успех по област – ваквите курсеви се  означуваат со икона со крива линија и стрелка нагоре, оценувањето на соодветност е дискутирано во продолжение.

### **Оценување на соодветност на курс според успехот на курсот**

За разлика од типичните случаи што се среќаваат денес во секојдневието на различни социјални мрежи, давање оценка на некој производ и потоа рангирање на производите кои најдобро биле оценети од другите корисници кои се со сличен профил, во овој систем се применува поинаква тактика за рангирањето. Причината е што од сите досегашни обиди за собирање информации од студенти за тие да оценат некој предмет, потоа секогаш имало изговори за дисквалификација на добиените резултати од едни или други причини – многу често поврзани со начинот на спроведување на анкетата и нејзината објективност. Дополнително, ако се очекува да се собираат оценки од студентите, тогаш секогаш системот ќе има проблем со „ладен старт“ - имено ќе треба прво да се спроведат анкети и тие да се внесат.

Двата проблеми се решаваат со една компромисна одлука, а тоа е дека оценката на студентот за курсот нема да биде некоја субјективна оценка која ја измислил студентот, туку да биде всушност оценката со која студентот го положил испитот на курсот. Од истата на курсеви подредена според нивото на соодветност по оцената што ја добил студентот, ќе бидат одделени првите 10 курсеви кои се различни од тоа што досега го има положено студентот и истите ќе се здобијат со иконата за „соодветен курс“.

Точно е дека не мора да се поклопуваат интересите на студентот со добиените оценки, па во идеален случај препорачаните курсеви нема да бидат оние во кои студентот ќе најде најголем интерес – туку оние во кои е очекувано студентот да постигне повисок успех. Може да се оспорува дека и знаењето не соодветствува на оценката, но ова е доста дискутабилна

квалификација со оглед дека постојаната легислатива и статутарните акти даваат доволно права и можности на студентот да се здобие со оценка за која и самиот смета дека е во ред (можности за 3 полагања, повторно запишување на предмет, комисииски испит).

Всушност, за овој систем поголем е проблемот на добиена превисока оценка во однос на знаењето на студентот, бидејќи е можно да се случи системот да препорачува курсеви кои се полесни и затоа на нив се добиваат повисоки оценки. Тоа е еден клучен проблем, а секако дека ова оценување може да има и други свои проблеми, но треба да се има предвид дека на студентот нема да му се нудат само курсевите со највисок рејтинг по вакви мерила. Студентот сепак ќе ги гледа сите можни курсеви, со разлика што кај 10 од нив ќе има и дополнителна икона. Студентот не мора да ја следи оваа препорака.

### **Оценување на соодветност на курс според успех во област**

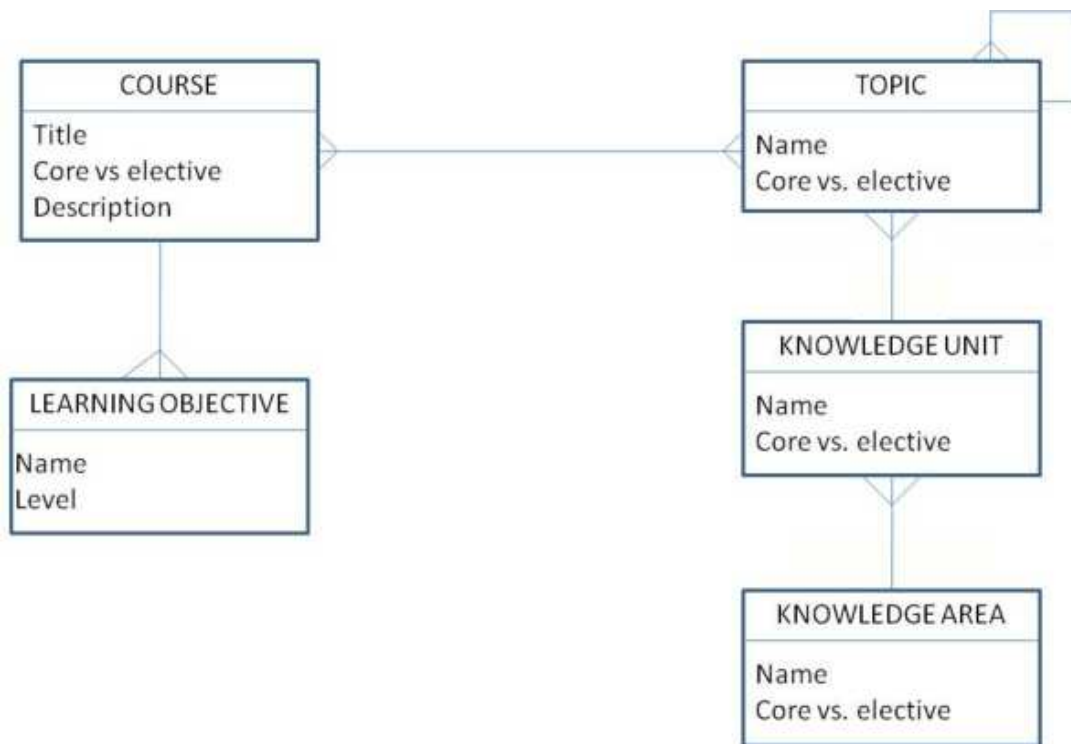
Иницијалните експерименти потврдуваат дека препораките кои ги издава системот може да се сметаат за согласни со барањата. проблемот е што проблематиката на препорачувањето е таква, да не може децидно да се тврди дека се тоа најдобрите можни предлози итн. Единствен начин на мерење на успешност на препораките издадени од системот за препорачување е преку индиректни показатели – дали студентите ги препознаваат, дали ги следат и ги запишуваат означените курсеви и конечно, а можеби и нај меродавно – дали по запишувањето курс кој им е препорачан врз основа на успехот, на истиот потоа ќе успеат да добијат и висока оценка.

Ова е истата дискусија како и при дискусијата на било кој систем за препорачување, не може да се знае дали препораката е добра додека не се искуси. Но, прашањето е дали во овој случај и тоа е доволно, бидејќи слушањето настава е долготраен процес на кој може да влијаат и голем број надворешни и неочекувани фактори. Сепак идејата на системот е на студентот да се даде подобра иницијална шанса.

Со цел да се рашират интересите на поширока област и интердисциплинарни курсеви, и да се навлезе повеќе во содржината на самите

курсеви, користен е уште еден алтернативен приод кој вклучува еден обопштен модел на знаењето, кој може да се мапира на постоечкиот модел на студиите, за студентите да бараат курсеви кои содржат области на кои имале добар успех.

Како почетен елемент на оваа идеја се зема поедноставениот концептуален модел на архитектурата на еден курикулум кој е користен при изградбата на водичите за дефинирање курикулуми изработени од страна на ACM (асоцијацијата за компјутерска машинерија) и AIS (асоцијацијата за информациски системи) [40]. Овој концептуален модел е прикажан на сликата 18. Иако препораките од овој документ се пишувани само за наставата од областа информациски системи, може да се види дека се работи за генерички модел кој може да ја опфати секоја наставна област.



**Слика 18: Поедоставен концептуален модел на архитектурата на курикулуми**

Моделот на архитектурата на наставниот план се користи да ја дефинира структурата на препораките за наставните планови. Овој модел е интересен за проблематиката на ова истражување, бидејќи од едната (десната) страна ги дефинира врските меѓу областите на знаењето, основните единици на знаењето и темите во рамките на една единица, а од друга (левата) страна

ги дава предвидените курсеви кои е препорачано да се нудат, како и множеството цели на учење кои треба да ги покрие еден курс. Конечно, постои и многу-многу мапирање помеѓу курсевите и темите кои си се соодветни.

Со оглед дека голем број универзитети нудат слични, а понекогаш и сосема исти курсеви, како во овие водичи, станува изведливо поставувањето мапирање од актуелните курсеви на еден универзитет кон дефинираните курсеви во ваквите препораки, како и кодифицираните области, единици и теми на знаењето. Во зависност од деталите кои ги има универзитетот за секој свој курс, ова мапирање може да се користи за градење релации помеѓу студентите и кодифицираните области на знаење. Во случај да има и повеќе детали, тогаш може да се евидентираат интересите до ниво на единица или тема.

На тој начин може да се формира релација со парови од обликот (student, knowledge area) или (student, knowledge unit) или (student, topic), во зависност од чуваните детали од конструкција на активните наставни планови. Ваквите релации може да се збогатат со оценките на студентите добиени во рамките на курсевите, со агрегатски пресметки од сите оценки по целата област, единица или тема (повторно во зависност од постоечките детали во врска со курсевите и нивното одвивање – добивање оценка на задача која соодветствува на област, единица, тема) и како такви да се користат за хранење со податоци на системите за анализа и препорачување.

Ваквиот модел овозможува доаѓање до препорачувања на база на оценка на студентот по област, единица или тема. Со ваквите аналитики може да се добијат резултати кои, на пример, би гласеле – листа препорачани теми или единици или области на кои даден студент се очекува да има висок успех. Потоа може да се направи инверзниот процес, од добиените препорачани теми, единици или области да се издвојат курсевите на целиот универзитет кои ги покриваат и да му се дадат како препорака на студентот.

Вака добиените курсеви може да се од сосема други области или организациски единици и до нив не би можеле да се дојде, само со следење

на стандардните врски на студентите со курсевите (асоцијација во случај на слушан или положен курс).

### **Споредба на оценките**

Разликата во двата дискутирани пристапи е во тоа што во првиот случај се добива листа препорачани курсеви без анализа на содржината или интересите на студентот и може да биде подложен на критика дека оценките, како мерка, не соодветствуваат на интересите на студентите. Вториот предлог е на средина помеѓу препорачувањето без гледање во содржината на курсевите и препорачувањето по направена анализа на целосниот текст на силабусот на еден курс и наоѓање на сличности на база на точната содржина. Дополнително, не само што на овој начин може да се пронајдат сличности во содржините, туку тоа се прави на структуриран начин - преку споредба на структуриран модел на курикулумот, што отвора можност за структурирана навигација низ препораките и му дозволува на студентот да најде изборен предмет врз база на поширокиот контекст на неговата досегашна работа.

### **4.4.3. Дискусија по системите за препорачувања**

Експерименталните тестови направени со виртуелниот академски советник во сценарио со интеграција на систем за препорачување за изборните предмети се валидна почетна рамка за вклучување на насоките добиени од системот за препораки и можно нивно користење кон подобрување на студиските процеси, водење на студентите кон соодветна специјализација и подобрување на успехот.

Користењето на системи за препорачување како водење на студентите низ наставата е истражувана тема во последните неколку години и веќе постојат доста резултати кои укажуваат дека студентите знаат да ги препознаат препораките и да ги користат добрите препораки и дека тоа може да доведе до повисок успех, а влијанието на вака направените избори може да биде поголеми или помало во зависност од тоа колкави можности за избор дава студиската програма. Во продолжение се дадени неколку карактеристични

истражувања кои се во насока која може да биде од помош во конструирањето на системите по предлог моделот од оваа дисертација.

Така на пример, О'махони и Смајт разгледуваат систем за препорачување во услови на помала изборност (20% од наставата), но и ограничувања на големите на групите поради кои студентите може да не бидат прифатени на некој курс. Во своето истражување тие не ги анализираат податоците за конкретните поединечни курсеви и да даваат препораки за нив, туку работат со кодовите на областа или насоката со што од иницијална бројка од 2000 курсеви доаѓаат до број од околу 80 тематика - цели на препорачувањата и со тоа добиваат погуста матрица на сличност и поквалитетни препораки [41]. Ова е донекаде слична пракса со приодот кој се предлага во ова истражување за избор на тематиките и целите на знаење, со разлика што овој приод е пофокусиран кон реалната содржината на предметите, додека нивниот се врзува со идентификатор кој може и да не е сосема соодветен за даден предмет.

Авторите Итмази и Мегиас прават анализа на корисноста на различни видови системи за препорачување и филтрирање во услови на значително широка изборност и даваат интегрирана рамка со која предлог листите поминуваат низ цела серија анализи од различни видови, со што доаѓа до филтрирање низ повеќе чекори и конечно добивање на ограничено множество препораки со повисок квалитет. Притоа, покрај препорачувањето курсеви тие прават и препорачување наставници во случај да слични содржини се нудат од различни наставници и на крајот прават и препорачување на материјали од библиотеките [42].

Еден сосема поинаков приод е со дефинирање мерки за потенцијалот на студентот и за тежината на предметот, па врз основа на вакви оценувања и врз основа на историските податоци да се формираат прогнози за успехот кој одреден студент би го постигнал на одреден иден предмет [43]. Авторите ги користат резултатите од ваквите прогнози за препорачување курсеви на студентите и со релативно добри резултати - кај 85% од студентите кои се однесувале во склад со прогнозата, се добиени очекуваните резултати (позитивни 82% и негативни 3%).

Ахер и Лобо прават квантитативна анализа на неколку алгоритми за пронаоѓање асоцијациски правила со конечна цел подобрување на препораките на курсеви кои би ги издал системот на еден студент [44]. Тие мерката на подобрување ја базираат на бројот на откриени правила од страна на алгоритмот, и сметаат дека повисока покриеност ќе носи подобри резултати.

Постојат и неколку други примери истражувања во оваа насока, меѓутоа, целта на ова истражување не беше споредбата на алгоритми и механизми за препорачување, од аспект на нивната успешност, туку поопшт приод во дефинирањето на систем кој ќе овозможи показатели од било каков вид поврзани со социјалните интеракции да учествуваат во функционирањето на системот. Всушност основната идеја на предложениот систем е тој да собира податоци за сите потребни параметри од различни видови случувања во работата, како и да препознава симптоми на одредени проблеми. Системот потоа врши анализи од сите собрани податоците и треба да одлучи за евентуалните промени во следниот циклус на работење, како и за должината на циклусот.

Една можност е врз основа на направената анализа и оценката на успешноста на различните алгоритми при конкретните податоци (самотест), како и мерката за тоа колку реално препораките се прифатени и следени од студентите (тест на сатисфакција) - системот се менува и избира друг алгоритам за подобро покривање на целната група и прави корекции на параметрите на однесување во следниот циклус. Во ваков модус на користење е всушност најдобро да бидат вклучени што е можно повеќе различни приклучни механизми за препорачување во системот, па врз основа на нивните резултати на базата податоци од претходниот период, системот да избира со кој од нив ќе продолжи во следниот период.

За таа цел предвидено е автоматизирано извршување на тестови и анкети и споредбена анализа на употребливоста на новиот приод со виртуелниот академски советник и алгоритмите за препорачување и статичкиот систем на мали рандомизирани примероци од студентската популација во секој циклус, по што објективната оценка за тоа колку алгоритмите биле прифатени од

студентите во смисла на број кликувања кои поминале низ нив, се комбинира со субјективната оценка на квалитетот на предлозите која системот би ја собрал од учесниците во тестовите, се мерка за избор на алгоритам за следниот циклус на извршување.

Самата организација на контролниот циклус на повратната спрега и поддршката за социјална навигација е дискутирана во продолжение.

#### **4.4.4. Имплементација на интегрираниот навигациски модел**

Новиот обопштен навигациски модел дискутиран во рамките на глава 3, а особено во поглавјето 3.4, може директно да се примени во различни сегменти на овој систем, со што ќе се дефинираат неколку различни навигациски структури кои имаат генерална форма на дрво поврзани со еден корен со повеќе неподредени множества ресурси.

Имено, дефинираните наставни планови со сите наставни програми и предмети можат директно да се пресликаат во предложената обопштена навигациска структура:

- ◆ листа на сите наставни планови низ историјата на ниво на корен
- ◆ групирање на насоките како неподредени множества во рамките на еден наставен план
- ◆ групирањето на студиските семестри како подредени множества во рамките на една насока
- ◆ групирање на предметите по студиски семестри како неподредени множества
- ◆ изборните предмети може да се воведат како групи неподредени множества кои покажуваат на предмети од други насоки или листови предмети
- ◆ конечно на најниско ниво, секој предмет би имал своја физичка репрезентација и веб-ресурс
- ◆ но градењето продолжува и натаму, предметите може да имаат повеќе поделементи – курсеви, различни по текови семестри или по насоки

- ◆ се евидентираат посебните патеки кои секој студент ги презема низ наставните планови од почетокот до завршувањето.

Системот води евиденција за сите пристапи до различни навигациски елементи и ги евидентира сите видови врски на корисникот со нив (разгледувања, запишувања, оценувања итн), кои потоа може да се користат како основни акции во хранењето на системот за препорачување.

Главната потешкотија е всушност поврзувањето и синхронизацијата на целниот студиски систем и навигацискиот систем која е потребна во случај на користење на постоечки софтвери (како во ситуацијата на Факултетот). Инаку за процесот би било наједноставно и директно социјално и самоадаптивно поддржано, ако од самиот почеток корисничкиот систем се гради на база на презентираниот обопштен навигациски модел. Моделот поддржува ознаки за статус на синхронизација, па постојат два приоди за извршување на оваа задача:

- ◆ да се извршува синхронизација како одделен процес на редовни временски интервали, со што може да има мали неконзистентности помеѓу двата системи – односно резултатите на анализите да бидат врз база на малку застарени податоци или асоцијации (зависно од честотата на синхронизација)
- ◆ да се повикуваат тригер процеси на соодветните измени во целниот систем кои истите измени ќе ги прават и во навигацискиот систем

Бидејќи овој систем има претежно административна намена, како поддршка на студиските процеси, не е потребно да се изведе 100% социјална ориентираност во секој дел од процесите. Дополнително, системот е во напредна продукциска фаза и прилично е комплексен за да може да се реорганизира во целост. Како најсоодветен приод е избрана синхронизацијата во една насока (од системот ИСИС кон навигацискиот систем). Синхронизацијата може да се извршува повремено, според потребите и измените во наставните планови и активациите на предметите во секој семестар. Според тоа, начинот на синхронизација што е избран е со одделни глобални процедури на синхронизација кои се извршуваат на редовни временски интервали, а контролниот циклус на повратната спрега може

да ја следи ситуацијата (бројот извршени операции во секоја синхронизација) и по потреба да ја менува фреквенцијата на синхронизацијата и акциите. Повеќе внимание на самиот контролен циклус и параметрите кои се следат е дадено во продолжение во глава 4.5.

Во системот ИСИС е во целост преземен предложениот интегриран модел од Глава 3, со само неколку измени за усогласување на типовите на податоци и врски. Дополнително е воведена класа објекти на мапирања каде се водат подредените тројки (className, objectId, navigationElementVersion). Оваа табела е воведена за да може да се изведува редовно ажурирање на навигациската структура согласно настанати измени во ИСИС. Имено, при почетната синхронизација се зема структурата на наставните планови од моделот на ИСИС и се креира во форма на навигациската структура од интегрираниот модел, како навигациски елементи. Се евидентира од која класа објекти од моделот на ИСИС потекнува навигацискиот елемент, со идентификаторот на објектот од ИСИС и идентификаторот на креираната верзија на навигацискиот елемент од навигацискиот систем. На тој начин, ако при навигацијата се врши интеракција со некој навигациски елемент, се знае всушност за каков вид објект од ИСИС се работи и се знае конкретната негова инстанца. При синхронизацијата може да се види кои објекти ги смениле вредностите од последната синхронизација, како и дали има нови објекти во ИСИС кои сеуште не се пренесени во навигациската структура.

Повеќе имплементациски детали за вградувањето на елементите на социјалната навигација во рамките на системот ИСИС се прикажани на дијаграмите на секвенци дадени во Додатокот Б.

#### **4.4.5. Увоз на стари податоци и тестови**

Бидејќи еден од главните проблеми на сите системи за препорачување курсеви во процесот на уписи, е таканареченото ладно стартување, направена е анализа на можностите за искористување на историските податоци за уписи и оценки на студентите во кои не се содржани дополнителни елементи на навигација.

Следната листа ги опишава сите потребни чекори за да се стави во погон поставениот систем за препорачување:

- ◆ предметите се третираат по аналогија на производи, но нема потреба директно да се увезат бидејќи системот автоматски ги креира новите производи кои се предмет на некоја акција на корисниците;
- ◆ чинот на запишување на некој предмет се третира по аналогија на купување на некој производ, па се изведува како увоз на акција купување производ од страна на корисник;
- ◆ чинот на положување на некој предмет со некоја оценка, се третира по аналогија на давање рејтинг на некој производ, па се изведува како увоз на акција на давање рејтинг на производ од страна на корисник;
- ◆ со оглед дека е потребно внесување на реални датуми во системот, а истите не се поседуваат за сите историски податоци – за секој упис на предмет и за секое положување – се внесуваат генерирани датуми во рамките на роковите за запишување или во рамките на испитните рокови
- ◆ точно е дека студентите можеби доцнеле со уписот и дека можеби не ги запишале сите предмети наеднаш, туку почнале со една листа, па потоа додавале или одземале во листата, но потребните податоци не постојат за сите студенти и за сите предмети, па наведениот начин со користење на еден датум од поднесувањето на апликацијата за упис како датум на „купување“ на сите предмети е најдобрата алтернатива, а во анализите на старите податоци нема да се користат резултатите кои се поврзани со точни датуми и времиња
- ◆ интеграцијата на системите е таква што идното користење по автоматизам ќе ги обезбедува сите потребни аналитички податоци за во дневниците на акции на корисниците.

## **4.5. Самоорганизирачки процеси**

Предложениот интегриран процес стартува и пред студентите да ги испратат нивните почетни избори на курсеви за актуелниот семестрален упис. Предвидено е одговорните да обезбедат почетен распоред на часови според првичните предвидувања за бројот на студенти по предметите од претходните години. На тој начин, кога ќе започне процесот на упис, студентите веќе имаат некакви временски слотови за избор во распоредот. Листите за чекање и управувањето со нив се критичниот дел од интегрираното управување, за да може процесот да функционира како целина.

Меѓутоа и вака опишаниот процес би бил рачен процес (во голема мерка), со повеќе сочинители кои треба да делуваат координирано. Прашањето е како да се контролира и како да се обезбедува целиот процес, односно во случајов – цел систем од интегрирани процеси, за функционирање во целост. Таа координација во главни црти е дадена на координаторот на процесот, кој има за цел да ги поттикнува останатите сочинители да ги завршуваат своите обврски навремено и со подобри резултати. Според првичните идеи за овој процес во последните неколку години беше предвидено ваквите координации да се случуваат во определени временски интервали за да се задржи постојаната динамика на целото работење.

### **4.5.1. Самоадаптивен контролен циклус во интегрираниот процес на уписи и распоред на часови**

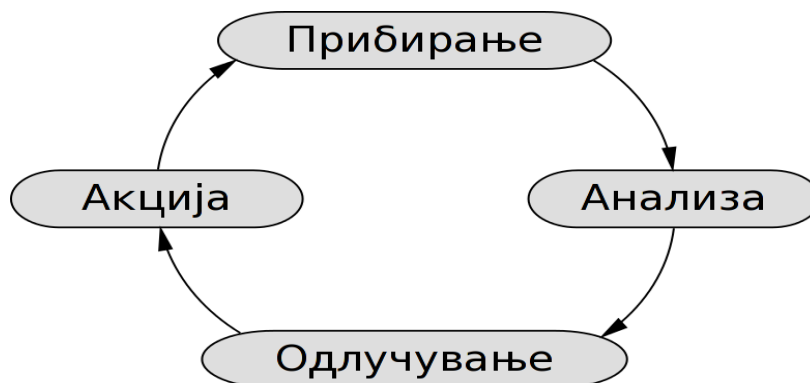
Во оваа секција се предлага воведување на принципи на самоадаптивност и самоорганизирање за контрола на текот на процесите. Како што беше дискутирано во претходните глави, за оваа цел обично се воведува контролна повратна спрега преку која системот се следи самиот себе и по направен циклус и примени повратни информации има прилика самиот да се менува.

Дискутираниот интегриран процес е подложен на воведување вакви механизми бидејќи повлекува голем број интеракции меѓу супервизорот, академскиот советник, одговорниот за распоред на часови и студентите. Во

првичната форма на овој предлог процес беше вклучено рачно следење на операциите на системот од задолжените вработени.

Со оглед дека има голем број студенти во различен контекст, за да заврши целиот процес може да поминат и денови, па и месеци да се разрешат некои специјални случаи. Воведувањето на систем кој ќе ги проверува овие ситуации и ќе повлекува промени, помага за побрзо расчистување на сите случаи и успешно завршување на процесот во што пократок рок.

На слика 19 може да се види контролниот циклус на повратната спрега на еден самоадаптивен систем. Ќе направиме дополнителна спецификација за текот низ сите чекори од овој циклус за дискутираните процеси. Самиот контролен циклус се имплементира како компонента во постоечкиот информациски систем и се користи за оркестрација на опишаниот интегриран процес. Така оркестрацијата нема да биде повеќе препуштена на супервизорот, туку ќе биде решена системски, а тој ќе може да се занимава со суштински одлуки. Дневникот на овој систем би се водел временски на релативна оска, време пред и по датумот на почеток на наставата, за да може да се добијат релевантни аналитики и споредба на успешноста со минати семестри.



**Слика 19: Прилагоден контролен циклус на повратната спрега**

Во следните неколку параграфи се опишани главните четири фази на едно поминување низ контролниот циклус и сите вклучени механизми.

Во чекорот *Прибирање*, се надгледува работата на системот и се собираат различни оперативни параметри од системските компоненти и аналитики за однесувањето на корисниците на системот:

- ◆ критични временски слотови кои се скоро полни
- ◆ должини на листи на чекање
- ◆ број студенти по вид статус во процесот
- ◆ број студенти по година, група и статус
- ◆ број пријавени барања од студенти по категорија
- ◆ број и натаму неспроведени акции (од претходни циклуси)
- ◆ број студент без оценки од поранешни запишани предмети
- ◆ број предмети кои никој не ги бира
- ◆ процент на внесени уплати
- ◆ постоење на промени од последниот циклус

Во чекорот *Анализа*, се анализираат собраните параметри и севкупниот оперативен статус на системот. Овие параметри се споредуваат со поставени гранични вредности од историски податоци од базата на стандардни симптоми, како на пример:

- ◆ групите на курс се преполни
- ◆ потребни се нови наставници на курс
- ◆ ресурсите за курсот се целосно потрошени
- ◆ курсот нема да се активира поради недоволен број студенти
- ◆ студентите бараат нови курсеви кои требало, но не се нудат
- ◆ оценките не се внесени навреме
- ◆ расте бројот студенти со барања од тип жалба
- ◆ расте бројот студенти кои не ги исполниле финансиски обврски
- ◆ не се случува ништо

Во чекорот за *Одлучување*, системот треба да донесе одлука за тоа што се случува и што треба да се преземе натаму во зависност од критичноста на симптомите, особено на измерените вредности на параметрите кои водат до тие симптоми. Во случајот на овој процес, главните одлуки што можат да се донесат е која од следните акции е советна и дали да се спроведе:

- ◆ испраќање потсетувања и информации за незавршени обврски

- ◆ активирање на критичен аларм за незавршени обврски
- ◆ блокирање пристап на студенти со задоцнети обврски
- ◆ промена на граничните вредности бидејќи брзината на порастот на параметрите опаднала и е скоро незначителна
- ◆ промена на коефициентите за приоритети во препорачувањето
- ◆ барање од администрацијата да преземат акција по непознат симптом
- ◆ време е за тестови за оперативност

Во чекорот *Акција*, се оркестрираат одлуките по различните видови акции и се спроведуваат. Таму каде системот (е изграден така што) може самиот да изврши промена, таа се спроведува веднаш, а во останатите случаи се известува надлежното лице да преземе акција. Најважните предвидени акции се:

- ◆ информација за статус се праќа до сите корисници
- ◆ администрацијата е известена дека се потребни акции, притоа се праќаат симптомите и резултатите од анализата со потребните параметри, како и предлог можни акции што се соодветни
- ◆ се активираат критични аларми за секој симптом
- ◆ се активираат потребни блокади
- ◆ се менуваат границите на параметрите што се следат
- ◆ заведување на оперативни работи од контролниот циклус во дневник (параметри, симптоми, одлуки, акции)
- ◆ забрзување/забавување на контролниот циклус
- ◆ извршување на тестови за оперативност

Со ваквото поставување на процесите и контролата, системот може да работи непречено и самостојно додека не се случат проблеми по кои е потребна акција од човек. Бројот на известувања и потсетувања ќе биде умерен кога не е итно потребно, но ќе биде зголемен до ниво на досадност, тогаш кога е неопходно. Без ваков механизам, секој учесник ќе треба постојано да го надгледува системот и бројките, а во зависност од расположливоста често се губи значително време во чекање на одговор при вака масовните и долготрајни процеси.

Ваков механизам е потребен и затоа што ресурсите не се неограничени, па студентите не можат да избираат сè што сакаат и во онаа мерка колку што ќе посакаат. Поради тоа што има граници е неопходно некој да ги проверува границите и да презема активности по надминувањето. Со поставување прагови од различен вид, на секој од параметрите и контрола на вредностите на параметрите од страна на самиот систем, се зголемува способноста системот да продолжи да функционира во рамки на границите без да има потреба од итна акција. Со фиксни граници пак, системот би се блокирал во определени процеси и не би постоела можност за продолжување.

Овој проблем е најмногу видлив кај пополнувањето листи на чекање по предметите. Никогаш не може однапред да се знаат вредностите за бројот студенти, но може да се знае рангот на можни вредност и да се постават прагови на повеќе позиции. На пример, се додека е системот во „зелено“ (дозволени граници) работи непречено, при премин во „жолто“ (прифатливо пречекорени граници) системот сеуште прима барања и ги става на листа за чекање. Ако се влезе во „црвена“ зона системот го запира процесот на тој предмет и активира аларм кај надлежните.

За реализација на овие процеси се користи делот од податочниот модел на самоадаптивен контролен циклус опишан во глава 3.5.1.

#### **4.5.2. Поврзување со компонентите за социјална навигација**

Вчитувањето на историските податоци за акции при уписи дискутирано во глава 4.4.5, беше дел од експеримент со кој се утврдуваше изедливоста на процесирањето и анализата на податоци во рамките на постојан циклус. Целосниот увоз на историските податоци од системот за уписи кој е дел од ИСИС во системот за препорачувања се завршува за неколку минути, а притоа и 3-те основни алгоритми за стандардните анализи вклучени во системот за препорачување како приклучни компоненти се извршуваат за околу 4 минути во рамките на развојната околина.

Во ситуација на интегриран приод кон поврзувањето на системите, ваквите чести увезувања не се потребни, бидејќи ќе бидат направени само еднаш, а

потоа системот за навигација ќе праќа известувања до системот за препорачување за секоја поединечна акција во моментот на нејзиното случување.

Сепак, овие податоци покажуваат дека системот за препорачување може да се употребува за динамичко самотестирање на дневна база и во услови на нецелосно интегрирана имплементација – во која се мапираат податоците помеѓу двата системи. Тоа дава можност во секој контролен циклус да се изведува експеримент и во чиста околина – со комплетно пребришување на старите податоци од системот за препорачување и одново полнење според поинакво мапирање.

Врз основа на тоа може да се применуваат следните сценарија за автоматизирани експерименти и анализи на успешност на работата, во зависност од масовноста на процесот (бројот студенти што учествува во процесите):

- ◆ секојдневно вчитување на тест примерок од изминатиот циклус во чиста база на податоци, извршување проценка по повеќе алгоритми и споредба на добиените препораки со контролна група
- ◆ секојдневен избор на нови тест групи студенти кај кои ќе се пласираат различни резултати од алгоритмите за препорачување, студентите ќе имаат можност да ги оценуваат за успешност и прифатливост
- ◆ секојдневна споредба на резултатите со две контролни групи - студенти со плацебо рандомизирани препораки и студенти со статичка верзија од системот без препораки.

Оценувањето на успешноста на експериментите може да биде експлицитно - со маркирање на прифатлива препорака од страна на студентите или имплицитно – само преку следење на изборите и движењето на студентите.

## 4.6. Архитектура на системот

Системот е конципиран како веб-базирано решение. Се користат исклучиво компоненти и потсистеми со отворен и слободен програмски код, што ја зголемува транспарентноста на развојот на системот, дозволува користење, измени, надградби и прилагодувања на компонентите на сопствените потреби, во секој момент, па и во евентуален случај некој од оригиналните производители да прекине да постои или да ја откаже поддршката за системот.

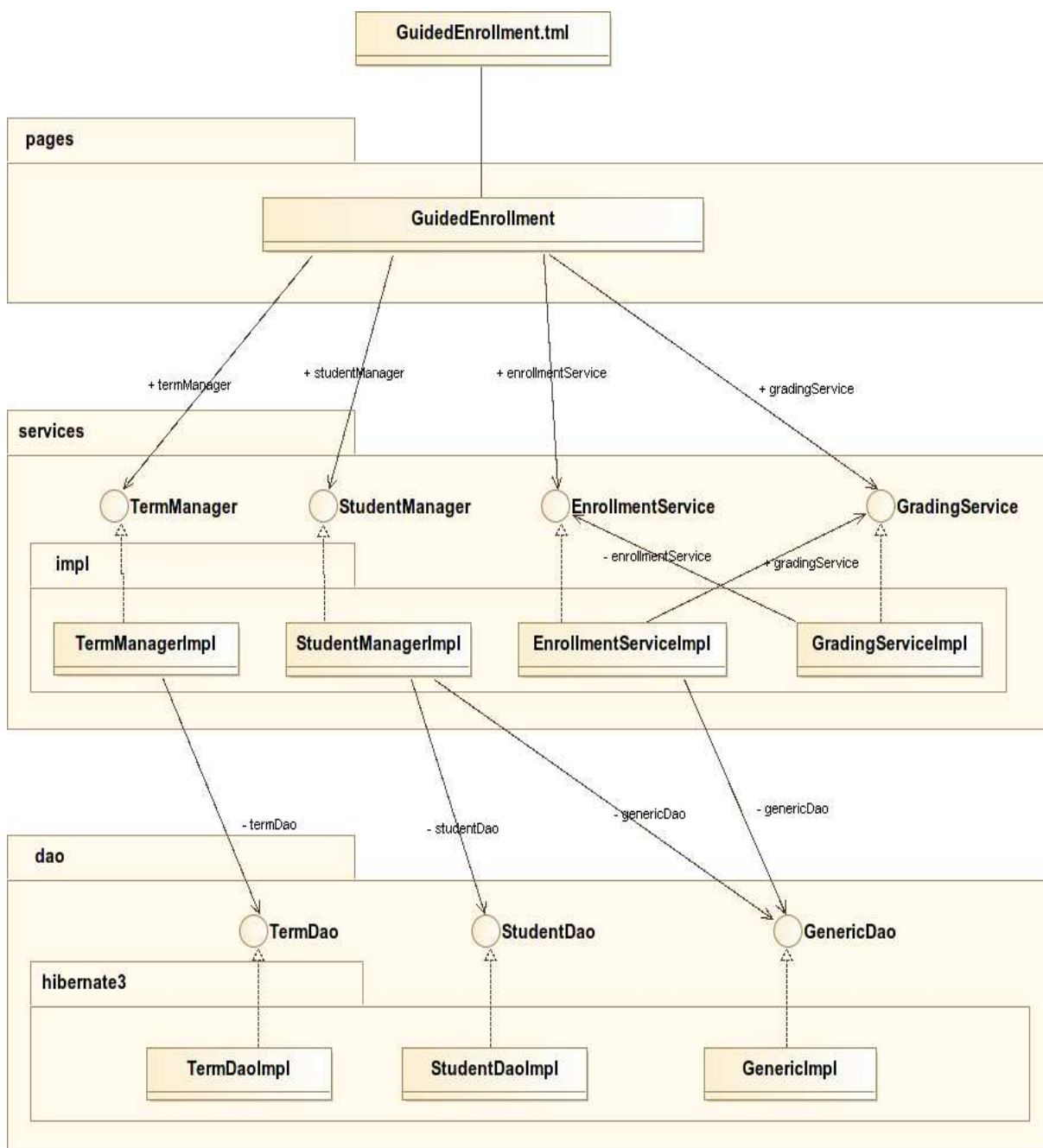
### 4.6.1. Генерален опис на архитектурата

Апликациите во системот се организирани по следните принципи. Постои внатрешна поделба во четири слоја:

- ◆ видлив кориснички посредник напишан во HTML,
- ◆ внатрешен заднински слој кој ја контролира интеракцијата и логиката на секоја веб-страница, напишан во Java,
- ◆ меѓу-слој составен од сервисни класи за поврзување и бизнис-логика напишани во Java,
- ◆ слој составен од сервис класи за перзистенција – пристапување до базата на податоци, складирање и трансакции, изработен со користење на алатки кои овозможуваат објектно-релациско мапирање, а исто така напишан во Java.

Поврзувањето на овие слоеви го овозможува основната рамка за веб-базиран развој опишана во продолжение, со поврзувањето на „лесно“ ниво со користење на дизајн принципите на инверзија на контрола и инјекција на зависности.

Начинот на поврзувањето може да се види преку класниот дијаграмот кој се прикажува еден конкретен случај на употреба на системот (слика 20).



Слика 20: Пример за организација на внатрешната архитектура

## Развој на веб-базиран кориснички посредник

Предната (видливата) страна на веб-базираниот кориснички посредник е работена со стандарден HTML код, со CSS стилови и минимално користење на JavaScript заради збогатување на посредникот. Целосната логика на извршување се контролира од заднинската апликација која е развивана со Java програмскиот јазик и рамката за изработка на веб апликации Apache Tapestry

[45]. Ова е носечката технологија за развој на интеракцијата со корисниците. Главни одлики на оваа рамка и причини поради кои беше избрана е:

- ◆ начин на развој базиран на компоненти,
- ◆ овозможувањето на високо ниво на независност меѓу HTML кодот и логиката на интеракциите,
- ◆ кодирањето со користење на договорени конвенции,
- ◆ високото ниво на менливост на однесувањето,
- ◆ брзината на извршување,
- ◆ техничката спремност и директната инволвираност на авторскиот тим во поддршката на корисниците преку поштенска листа.

Процесот на кодирање е олеснет и дозволува и заднинскиот слој да биде напишан во чист стандарден Java код, со безмалку непостоечки примеси на повикувачки и конфигурациски кодови од самата рамка во повеќето стандардни ситуации. Рамката е високо адаптивна, и дозволува многу точки на надоградба и преклопување со што апликацијата може да ја преземе контролата и да ја реализира на свој начин во многу различни моменти од животниот циклус.

Всушност, исправното користење на конвенциите во стандардни сценарија го прави кодот чист од сè што не е основна логика на интеракцијата и функционалноста на апликацијата.

Како што беше претходно споменато, механизмите за поврзување на меѓу-слоевите на оваа апликација се дел од основната рамка – кој се нарекува Tapestry IoC. За сите сервиси се дефинирани посреднички и имплементациски сервисни класи – во првите се дефинира само сигнатурата на методите на класите, додека во вторите се дефинира имплементацијата на логиката. Tapestry IoC овозможува „лесно“ поврзување на овие класи, па дури и замена на една со друга имплементација доколку за тоа се јави потреба.

Дополнително механизмите овозможуваат мод за развој во кој се регистрира секоја промена во имплементациските класи и се врши автоматско вчитување и извршување на најновата верзија, без потреба од рестартирање на целиот систем. Овозможено е едноставно изведување на автоматизирани

тестови што многукратно го олеснува дефинирањето на стабилен развој на системот и високо ниво на покриеност со тестови.

Развојот на поврзувањето преку одделен механизам од овој вид, овозможува чисти кодови на самите сервиси без „загадување“ со дополнителни кодови за конфигурација и иницијализација на поврзувањето. Од друга страна и клиентските апликации на вака формираните сервиси, немаат потреба од познавања на начинот на поврзувањето, па дури ни на имплементациските класи – доволно е само да ја познаваат и користат посредничката класа, а самиот IoC преку инјекција на зависности ги решава конечните врски.

### **Објектно-релациско мапирање**

Како библиотека за објектно-релациско мапирање се користи JBoss Hibernate [46]. Оваа библиотека беше избрана од следните причини:

- ◆ Можност за мапирање над повеќе различни системи за управување со релациски бази на податоци и поедноставена миграција;
- ◆ Долго постоење на пазарот што автоматски значи и поголема индиректна поддршка – веб-локации од трети лица, форуми, блогови и друго;
- ◆ Користење од страна на повеќе други отворени системи од некои претходни искуства.

### **Други компоненти**

Во развојот на целосниот систем се употребуваат и бројни други потсистеми, библиотеки и компоненти – кои се автоматски вклучени како зависности на некои од споменатите системи. Меѓутоа, постои и листа софтверски компоненти кои се користат по експлицитно барање – поради специфични потреби во развојот, но кои имаат само помошна улога, и се вградени во некој од внатрешните слоеви на апликациите од системот.

Од тие причини ваквите компоненти не се прикажани во генералната архитектура. На секоја од овие компоненти е посветно време и разгледување и е направен избор поради некои карактеристики и предности, но нивното детално разгледување би било надвор од фокусот на оваа дисертација.

Некои од позначајните користени библиотеки се, на пример:

- ◆ Apache Commons – библиотеки класи со различна намена, корисни за Java програмирање [47];
- ◆ Apache POI – библиотека класи кои се користат програмска конструкција на Microsoft Office документи и нивно обработување [48];
- ◆ iText – библиотека класи наменети за програмска конструкција на PDF документи [49].

#### **4.6.2. Систем за управување со релациски бази на податоци**

PostgreSQL е еден од најпознатите системи за управување со релациски бази на податоци со отворен и слободен код [50]. Барањето за користење на технологии од слободен код во сите други сегменти донесе и широка палета за избор на технологија. Меѓутоа листата системи за управување со бази на податоци кои се со слободен код и множество на функционалности кои можат да конкурираат на големите комерцијални систем е многу мала, а PostgreSQL води на оваа листа. Некои карактеристики поради кои е избрана се:

- ◆ стриктна поддршка на ANSI-SQL:2008 стандардот;
- ◆ можност за пишување на складирани процедури во цел спектар програмски јазици – сопствениот PL/pgSQL кој е сличен на Oracle PL/SQL, но и Java, Perl, Python, Ruby, Tcl и C/C++;
- ◆ неограничена големина на базата и неограничен број редици по табели;
- ◆ вгнездени трансакции;
- ◆ контрола на истовременост преку повеќе верзии (MVCC);
- ◆ опоравување до даден временски момент.

Дополнителна причина беше повеќе-годишното искуство со користењето на PostgreSQL како сервер за управување со бази на податоци задолжен за системот за електронски курсеви на Факултетот – имплементација на софтверот Moodle [51].

### 4.6.3. Систем за автентикација

Поради долгогодишното искуство во рамките на факултетот, а за полесна интеграција на овој модел со останати системи, како прв избор за систем за автентикација беше системот Jasig CAS (Central Authentication Service) [52]. Овој систем, производ со потекло од универзитетот Yale е систем за автентикација на единствено централно место, кој може да биде користен од повеќе апликации за да добијат информација за најавениот корисник и потоа самостојно да одлучат дали да имаат доверба во него. Приодот со централна автентикација има свои предности и негативности, одлуката за ваков вид систем е поради следните аспекти:

- ◆ Полесно за пристапување – корисникот се најавува на само еден систем – го внесува своето корисничко име и лозинка или други автентикациски параметри, на само едно место и само еднаш, а потоа добива пристап до повеќе апликации;
- ◆ Корисниците треба да се научат на само еден систем и да веруваат на само еден систем – да го препознаваат логото, адресата, сертификатите, начинот на работа;
- ◆ Комуникацијата на личните податоци и лозинки треба да се штити на само едно место, системот не ги препраќа лозинките до апликациите кои го користат, туку само им испраќа потврда дали некој корисник е најавен и информации за неговиот идентитет;
- ◆ Може да има и построги полиси за лозинките – често менување и покомплексни правила, што нема да претставува значајно оптеретување за студентите со оглед дека е само една лозинка и само едно место;
- ◆ Системот одлучува кои апликации смеат да го користат, па може преку централната локација да се блокира апликација која не се однесува соодветно, со што автоматски и корисниците веќе нема да можат да се најавуваат на истата и се спречува поголем ризик.

Со досегашната неколку-годишна употреба го утврдивме и реално значењето на некои предностите кои ги има Jasig CAS во универзитетска средина:

- ◆ развиен е специјално за универзитетска средина, па од старт ги поддржува повеќето потребни сценарија, постојат голем број универзитетски корисници кои се отворени за дискусија и совети, а воедно и ваквата комуникација е олеснета преку дискусиите на корисничките поштенски листи;
- ◆ системот не поседува своја листа корисници и лозинки, туку консултира надворешни сервиси извори за автентикација (LDAP, Active Directory, RADIUS, JDBC и други) и може да се изградат сценарија во кои може да се користат некои извори на кориснички податоци кои веќе ги имате, па едни корисници би се најавувале со своите податоци од еден таков сервис, а други корисници по потреба од друг сервис – сето тоа во само еден систем;
- ◆ овозможува интеграција (користење) од различни видови клиентски апликации и готови компоненти за лесна употреба од повеќе програмски јазици;
- ◆ извесен број популарни апликации во универзитетската средина се испорачуваат со веќе реализирана поддршка за најава со CAS;
- ◆ поддршката на различни протоколи (OAuth, OpenID, SAML и други) е прилично развиена, а дополнително е документиран процесот на градење на сопствени протоколи за некои покомплексни решенија кои бараат некои специфичности.

#### **4.6.4. Систем за препорачување**

Easyrec е систем со слободен програмски код и користи архитектура која го прави погоден за лесна интеграција со други системи [53]. Овој систем е така изграден да може да се надоградува што како архитектура отвора простор за повеќе експерименти со различни механизми за препорачување, но и користење на овој систем од повеќе различни страни – други потсистеми и апликации.

Беа разгледувани и други системи за препорачување (Duine [54], Apache Mahout [55]). Предноста беше дадена на системи кои може лесно да се интегрираат и прилагодуваат, како и со можност за прилагодување со

изработка на нови аналитички механизми и лесно менување на механизмот во тек на функционирањето. Од тие причини беше избран Easyrec за спроведување на прототипот од оваа архитектура. Некои од карактеристиките кои ги прават најсоодветен избор се следните:

- ◆ Секоја клиентска апликација може да има свои податоци и база за препорачување, но може и да споделува податоци со други апликации.
- ◆ Системот добива информации за активностите на корисникот кои треба да влезат во базата за аналитика, преку едноставен REST API, или JavaScript.
- ◆ Во заднина системот извршува аналитика според кои ги утврдува препораките, и механизмите што се користат за анализа се вклучуваат преку Plugin API – што овозможува лесно додавање на нови аналитики, па дури и нивно заменување во живо како резултат на самоадаптивните побарувања на целосното решение;
- ◆ Резултатите со препораките системот ги издава во облик на XML или JSON, што ги прави погодни за користење од било која веб-базирана апликација, па дури и апликации надвор од системот кој е предмет на дискусија.

Треба да се напомене дека Easyrec работи само со MySQL системот за управување со релациски бази на податоци, во кој ги чува потребните податоци.

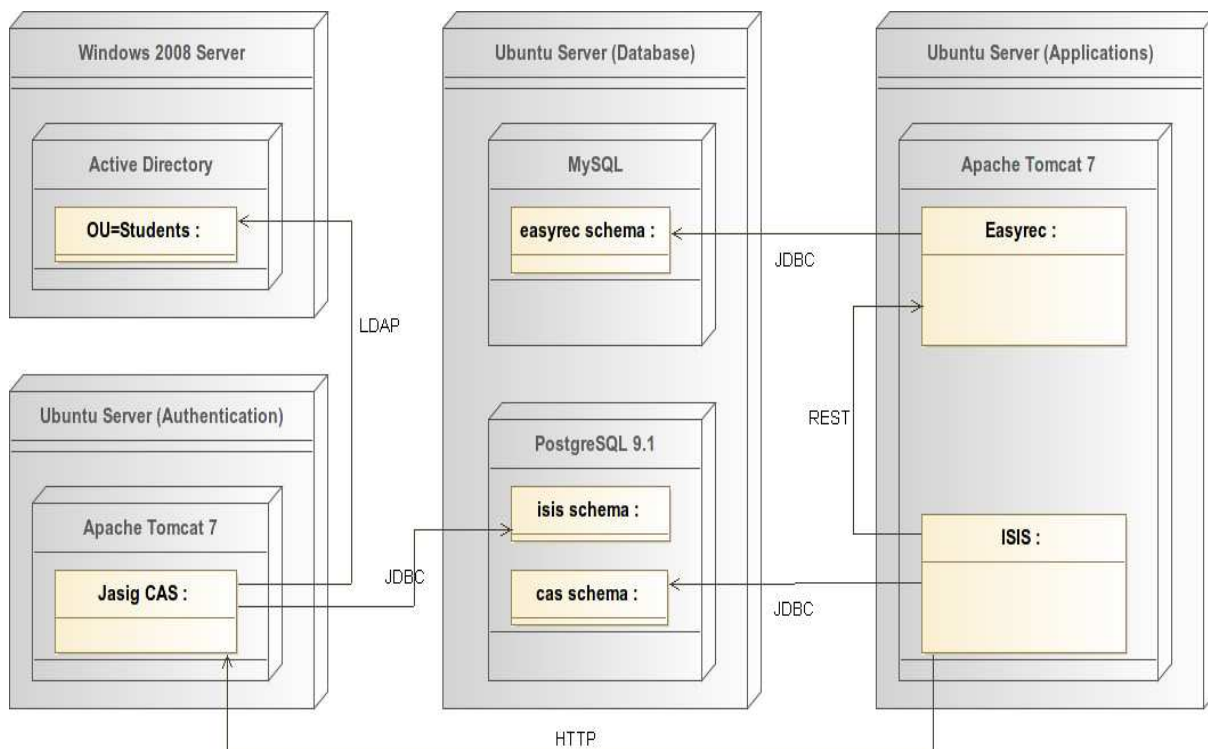
#### **4.6.5. Интеграција на потсистемите**

На сликата 21 е даден дијаграм кој го прикажува начинот на поставување и поврзување на главните системи.

Специфично за инсталацијата за факултетот, а не е прикажано на сликата, е тоа што се користат два Active Directory сервери, како извор за автентикација за CAS системот. Причината е што се користат два основни домени за најавување на корисниците на своите компјутери (еден за вработени и еден за студенти). Системот CAS поддржува вакво сценарио.

Easyrec системот е поставен на ист сервер со главниот систем ISIS во првичната инсталација, заради побрза комуникација во фазата на тестирање

на прототипот. Во иднина може да се премести на друга локација ако потребите укажат на неопходно разделување за пооптимално користење на ресурсите.



**Слика 21: Дијаграм на поставување на главните потсистеми**

#### 4.6.6. Дистрибуирано извршување, решение во облак

Кај ваквите системи од големо значење се можностите за скалирање и проширување на системот во поголеми сценарија. Од интерес се две теми:

- ◆ паралелно и дистрибуирано извршување со цел добивање повисоки перформанси;
- ◆ поставување на решението во облак со цел понуда на системот на технички неподготвени институции.

#### Извршување во кластер

Најпрво треба да се каже дека сите основни технологии кои се користени во развојот поддржуваат извршување во кластер, но е предмет на имплементацијата од аспект на поставување, одржување, толеранција на испади и слично околу конфигурацијата која ќе биде користена. Со оглед

дека се работи за класична веб апликација, а изведбата и начинот на функционирањето одговара на стандарден Java Servlet – прашањето на поставувањето во кластер се сведува на справувањето со сесиските податоци кои се чуваат за HTTP комуникациите и дали да се дозволи целосно балансирање и можност за префрлање на корисниците од еден на друг сервер во кластерот или да се ограничи секоја комуникација по еден сервер.

Пример имплементацијата е од проблематика која побарува повремени и релативно краткотраен престој на корисникот без долготрајни трансакции. Корисничките случаи се такви да бараат неколку разгледувања на податоците и конечно изведување краткотрајна акција – односно има значително голем број читања, а мал број запишувања. Сите процесирања кои се изведуваат се поврзани со идентитетот на најавениот корисник (студентот) и сите пребарувања користат различни детали од неговиот профил, историјат и слично. Од овие причини, не е соодветно да се прави репликација на сесиските податоци од HTTP комуникацијата на сите сервери во кластерот. Дополнително, големиот број пристапи до базата поврзани со профилот и историјатот на корисникот ќе имаат големи придобивки од второстепено кеширање на податоците. Трето, кешираните податоците за еден корисник се најчесто несоодветни за друг корисник.

Од сите овие причини, како најдобра конфигурација за поставување во кластер е со „леплива“ сесија, режим на работа во кој секој корисник е опслужен од ист сервер во кластерот, со што ќе се добијат најдобри перформанси.

Негативноста на овој режим е што во случај на изненаден отказ на еден сервер, сите корисници кои биле проследувани кон тој сервер ќе ја изгубат најавата и ќе мора одново да продолжат со активностите. Ова не е значителна пречка, поради тоа што нема долготрајни процеси и можност за губење значително количество информации. Најголемиот дел од времето корисникот го поминува во читање на информациите за понудените изборни предмети кој е и најверојатен период за изненаден отказ на системот. Корисникот ќе сфати дека дошло до отказ кога по долго читање ќе треба да го потврди направениот избор, по што во најлош случај системот извесно

време нема да дава одговор и потоа одново ќе побара најава. Но, со оглед дека корисникот најверојатно веќе го направил изборот, по најавата ќе му требаат само неколку кликувања за да го испрати изборот одново, со што ќе биде завршено сценариото на употреба.

Во сите други аспекти решението е класична апликација со база на податоци, а поради големиот број пребарувања од голема важност е да има брза и стабилна врска со базата на податоци. Секој испад на врска до серверот за управување со бази на податоци може да значи големи временски загуби.

### **Поставување и извршување во облак**

Во случај за поставување на решението за големи корисници составени од повеќе институции, кога може да дојде до неочекувано голем број на нови побарувања може да биде потребна повисока скалабилност и еластичност на системот која не може да се обезбеди секогаш со сопствен поставен кластер.

Со оглед на независноста на апликацијата и процесирањето од еден до друг истовремен корисник, решението е погодно за паралелно извршување во различни контексти. Најважно е да биде разрешена брзината и стабилноста на комуникацијата со податочниот слој. Се работи за трансакциски систем кој бара огромен број пребарувања низ базата податоци, на секое побарување од корисникот. Од тие причини за проблематиката се најсоодветни поставувањата со копија од базата на податоци во секој јазол или на локална мрежа. Поставување со сервер за управување со база на податоци на далечина, не е соодветно поради големото влијание што го има брзината и стабилноста на врска до базата.

Ваквото поставување го отвора прашањето на синхронизацијата на сите инстанци од базата. Меѓутоа ако се земе фактот дека процесите на крајните корисници (студентите) многу читаат и голем дел од податоците се процесираат во меморијата на апликацискиот сервер, а на крајот се запишуваат само неколку редици во базата или не се запишува воопшто, како и фактот дека податоците кои се предмет на запишување може да се партиционираат до ниво на корисник и во најопшт случај нема веднаш да му

бидат потребни на истиот корисник на друг јазол, го прави проблемот прикладен за дистрибуција од ваков вид.

Уште повеќе, самото решение не зависи директно од избраниот сервер за управување со бази на податоци. Користењето на Hibernate како единствена технологија за пристапување до податоците, придонесува да во ваков режим на работа најмногу зависи од тоа кои побарувања може да ги исполни самиот Hibernate и со каков систем за управување тоа може најдобро да го спроведе.

## 4.7. Поврзување со други универзитетски решенија

Во универзитетските средини често се користат повеќе различни решенија за одделни сегменти од наставните процеси. Од истите причини треба да се дискутира поврзувањето на овој систем со некои од најзначајните системи во секојдневната работа на универзитетот.

### Поврзување со системи за управување со курсеви

Уште од развивањето на првиот податочен модел на системот ИСИС е предвидена можноста за користење на одделен систем за управување со курсеви (Course Management System - CMS) во наставата и автоматизирање на приклучувањето на студентите според направените уписи на предмети. Всушност, проектираниот податочен модел и целосниот апликативен развој на системот е во насока да поддржува повеќе, различни ситуации.

Претходно беше објаснето дека класата Course претставува инстанца на даден предмет, по дадена насока, во даден семестар. Всушност оваа класа е воведена токму со цел активација на курсеви по предметите во рамките на некој CMS, меѓутоа моделот е така конструиран да даде поголема флексибилност. Имено, можни се следните три основни сценарија и различни комбинации врз база на нив:

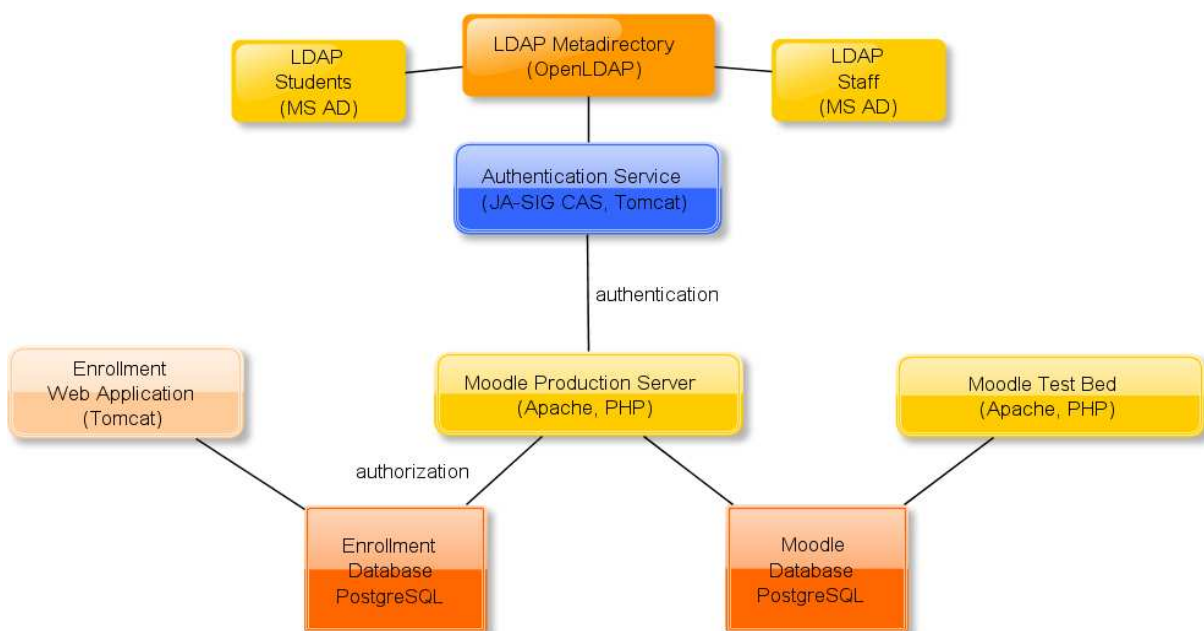
- ◆ активирање на повеќе различни курсеви по една активација на предмет во семестар - сите наменети за сите студенти на предметот, како комплементарни LMS решенија (на пример Moodle курс, LE курс, Oracle Academy курс, Cisco Networking Academy курс)
- ◆ активирање на повеќе различни курсеви по еден предмет, по еден семестар, секој од нив наменет за различна насока - во ситуација кога е потребно поинаку да се подели наставата и да се организира различно
- ◆ спојување на курсеви од два и повеќе истоимени предмети од различни насоки, па дури и предмети со различни имиња, дури и од различни институции - во ситуација кога на пример еден наставник предава иста содржина за различни предмети за различни групи студенти и кога е добро да има заеднички курс во CMS за да не се дуплира работата на наставникот.

Ако е потребно рачно поврзување, тоа може многу лесно да се реализира во секој CMS, така што наставникот или асистентот ќе извезат список студенти на курсот од ИСИС и истиот список го увезуваат во саканиот CMS.

Но, сепак е најдобар начинот преку автоматско синхронизирање на системите. Повеќето CMS софтвери овозможуваат автоматизирано преземање на податоци за уписи од други системи во некаков вид. Еден стандарден начин кој го овозможуваат повеќето такви софтвери е преку врска до надворешна база на податоци, со тоа што секој CMS бара посебна структура на ваквата база.

На пример, системот Moodle има повеќе можности за автоматизирање на увезувањето на уписите, но за овие потреби најсоодветно е поврзувањето до надворешна база во која има табела со основни податоци за курсот кој треба да се креира и табела со податоци за корисниците кои треба да се внесат во курсот, како и нивната улога во курсот.

За оваа цел веќе се реализирани погледи во базата во рамките на ИСИС системот, во одделни шеми, заради повисоко ниво на заштита, преку кои Moodle системот може да ги синхронизира податоците. Архитектурата на ова решение за ИИ при ПМФ е презентирано од авторот на конференцијата „eSociety.MK ICT in Education“ во 2008-ма година и е прикажано на слика 22.



Слика 22: Архитектура на решението за поврзување со Moodle LMS

За потребите на Факултетот за информатички науки и компјутерско инженерство е искористена истата архитектура, на други компјутерски системи и понови верзии од софтверските пакети.

Во случај да е потребно решение за некој друг CMS, потребно е да се внесе опцијата за таквиот систем во базата, за наставниците да можат да бираат кој CMS сакаат да го користат на курсот. Покрај ова е потребно да се креираат дополнителни погледи кои ќе ги прикажат потребните податоци од базата во соодветниот формат, според побарувањата за новиот CMS.

### **Поврзување со општи системи за универзитетски менаџмент**

Оваа дискусија е обопштување на дискусијата за поврзување со систем за управување со курсеви. Може да се каже дека системот ИСИС покрива дел од функциите на универзитетски менаџмент од аспект на наставата. Конкретно ИСИС покрива процеси кои се од интерес на наставник и студент, но со дополненијата за социјална навигација и самоадаптивно ги реализира на поинаков начин од класично решение за универзитетски менаџмент. Уште од самиот почеток визијата на развојот е систем кој ги решава проблемите во организацијата на наставата, со главен фокус кон наставниците и студентите, со многу мал фокус на административните служби, и всушност системот има за цел преку воведување на новите видови решенија да ја минимизира потребата од административните служби и да ги предаде тие надлежности на самиот наставник, студент или на системот.

Податочниот модел, а особено делот за организација на курсеви на основниот дел од системот ИСИС, кој беше претходно образложен е специфично дизајниран во таков контекст. Со цел да се овозможат различните сценарија кои се појавувале како потреба и во организацијата на наставата пред ЕКТС, но и по воведувањето на ЕКТС системот, како и сценарија кои досега не се случиле, но може да бидат потребни е направен специфичен модел. Овој развој е резултат на повеќе од 20 години еволуција на овој модел (дискутирана во Додаток А), што има вродено со голем број обопштувања за да може да се реализираат различните специфичности.

Разликите меѓу два системи за менаџирање со наставни процеси моделирани од два различни тимови може да имаат значајни разлики и тоа во повеќе сегменти:

- ◆ статичка структура - наставните планови и програми се акредитираат во форма на пишан текст, законите и правилниците по кои истите функционираат се исто така во форма на пишан текст - нивното моделирање најпрво во податочен модел, а потоа и во облик на процеси може да се изведе на повеќе различни начини, со различно ниво на детализација (ниво на предмети, области, теми, единици);
- ◆ динамичка структура за измени на долг план - ги третира измените на наставните содржини низ годините, кои може да се концептуализираат и потоа моделираат на различни начини, во зависност од тоа какво гледиште има аналитичарот на тоа кој е примарниот објект: област, предмет, единица, модул, насока или план;
- ◆ динамичка структура за измени на краток план - ги третира измените и активацијите на основната единица, предметот, модулот или курикулумот низ секој период (семестар или триместар), при исти акредитирани содржини;
- ◆ следењето на историјатот на интеракции со корисниците - ги третира асоцијациите на корисниците со различните елементи од статичката и динамичката структура - и ќе има разлики во зависност од проектираното ниво на деталност и од разликите во самата структура, на пример дали студентот во еден семестар запишува предмет, област, модул, курикулум или курс.

Од тие причини, поврзувањето на два разнородни системи за менаџирање со универзитетски процеси, со цел нивно функционирање на различни нивоа на менаџмент или на различни функционални области е само по себе сложен проект и долготраен процес. Најпрво е потребно да се земат специфичностите на двата системи и да се концептуализира мапирањето и тоа може да оди по две патеки:

- ◆ принцип на најмал заеднички содржател - процес во кој ќе се изврши реинженеринг на двете решенија и изградба на обопштување над нивото

на секое од поединечните решенија, во нов модел кој ќе ги опфаќа и двете решенија како специјални случаи

- ◆ принцип на најголем заднички делител – процес во кој ќе се најдат заеднички точки на функционалностите од двата системи

Првата патека овозможува највисоко ниво на поврзување на двата системи, како една интегрирана целина, со значително поголемо множество функционалности, но е само по себе процес на развој на нов информациски систем, кој може да биде исклучително тежок и да значи целосно преработување на двата системи. Ова е секако најдоброто решение, доколку е изведливо во смисла на ресурси.

Втората патека овозможува лесно поврзување, но мал проток на податоци од едниот во другиот систем, а со самото тоа и изгубени (или неискористени) информации кои едниот систем ги има, а другиот ги нема. Ситуацијата е всушност слична како кај поврзувањето со CMS кое беше претходно дискутирано, каде најголемиот заеднички делител на двата системи е тројката (курс, корисник, улога). Со тоа CMS е осиромашен за мноштво специфични информации кои ги има системот за менаџирање на универзитетските процеси, и обратно. Секој од двата системи ќе овозможува многу повеќе од тоа што е точка на поврзување и ќе дефинира врски и информации кои во ваквите тројки ќе се изгубат, но без дополнителен и специфичен развој за интеграција на специфичностите од двата системи – не може да се дискутира за суштествено поврзување.

Конкретно, системот ИСИС може да врши извоз на податоци во било кој потребен формат за користење во друг систем, тоа не е спорно. Што ќе прави со овие податоци другиот систем и како ќе ги толкува, тоа зависи од широчината на моделот на другиот систем. Од таа причина е спорна само синхрона работа, кога е потребен двонасочен увоз на податоци со друг систем.

Може да се разгледа најспецифичната ситуација, кога, како и кај CMS, единствената можна допирна точка на двата системи е тројката (курс, корисник, улога). Дискусијата за специфичностите на еден курс тука останува – меѓутоа ако единствената допирна точка е една ваква тројка,

тогаш специфичностите за тоа зошто, кои и какви биле тие студенти и каква комбинација била правена во формирањето на курсот е веќе изгубена. Со тоа системот ИСИС нема да има информации за тоа од каде доаѓаат студентите, каков им бил профилот, во какви соодности го запишуваат предметот, каков предмет е, каква активација, од кој наставен план итн - се губи огромен дел од семантиката. Системот ќе треба да ги внесе по претпоставка таките податоци или симулира таквите соодноси во сопствената база, а поради тоа што нема веродостојни информации за истите, тие нема може да бидат внесени или може да бидат погрешно толкувани. Со тоа ќе се изгуби и значаен дел од напредните функционалности. Ако во воведот на овој труд дискусијата беше дека е потребно да се знае колку што е можно повеќе за определен корисник, за да се понуди услуга на повисоко ниво, туку ќе се случи токму обратната ситуација. Множеството податоци ќе биде скратено.

Заклучок е дека за да се искористуваат повеќето функционалности кои ги понудува системот, најлесно решение е тој да се користи како примарен извор на информациите и секојдневните интеракции, а сумарните податоците за спроведените интеракции од него да се извезуваат кон системот за универзитетски менаџмент.

## **4.8. Дискусија за успешноста на решението**

### **4.8.1. Предности**

Главната предност на ваквото решение е социјалната самоадаптивност. Во врска со оваа карактеризација на системот се доведуваат повеќе аспекти кои придонесуваат за поголема успешноста на системот во определени ситуации.

Социјалните аспекти додадени во навигацијата им дозволуваат на корисниците да следат испробани патеки, да изберат решенија кои и претходно успеале, да го проценат ризикот од лош избор. Да учат од грешките направени во историјата.

Социјалните елементи во навигацијата го прават системот полесен за учење и следење, а со тоа се зголемува и прифатливоста на системот за поширока група корисници.

Самоадаптивноста изведена преку контролниот циклус овозможува произволно задавање на параметри и механизам за следење на нивните вредности во дозволени граници, со што се зголемува флексибилноста и еластичноста на системот. Еден пример е можноста системот при ист процент на зафатеност, во една ситуација да реагира дека ресурсот е презафатен, а во друга пак да дозволи пребукирање.

Флексибилното реагирање во комбинација со социјалните елементи ја зголемува достапноста на системот во ситуации кога традиционално би прекинал со опслужување.

### **4.8.2. Недостатоци**

Главниот недостаток на овој модел и прикажаната имплементација е (повторно) социјалната самоадаптивност. Во продолжение се дискутирани основите по кои ваквата карактеристика, која е инаку и основна предност, може да се смета за негативност.

Прашањето кое постојано се поставува е како да се докаже успешноста на еден ваков систем, ако постојано се менуваат корисниците, се менуваат нивните побарувања, желби и очекувања. Еден одговор е да се воведат метрики кои ќе се следат и функции кои ќе се пресметуваат, па врз основа на некој алгоритам и некоја хевристика, системот да реагира, изнаоѓа и предлага решенија. Но, тогаш тоа не е постојано менлив систем и не е социјално самоадаптивен систем, туку е предодреден по начин на функционирање кој може во даден момент да прекина да одговара на очекувањата на корисниците. Со тоа не би била исполнета и една основна цел на ова истражување.

Токму од тие причини е предложено користењето на модуларен пристап и трансформацијата на алгоритмите, параметрите и оценката од фиксен дел на структурата на системот, во променлив дел кој може еднаш да биде употребен, а другпат не, во зависност од користењето и субјективната успешност кај крајните корисници. Идејата е дека на тој начин мерките, алгоритмот, функцијата, прекинуваат да бидат код во системот, туку стануваат податоци во системот и стануваат менлив дел од системот кој може да се менува и прилагодува (од страна на корисниците) во тек на извршување.

На тој начин и прашањето на експериментален показан процес дека системот функционира е исто така поместено од фазата на развој во фазата на извршување. Тестовите за системот се дел од системот. Експериментите се дел од системот. Резултатите од експериментите се дел од системот и анализата е дел од системот.

Се разбира ова пренесување има граница, и тоа е основното множество функционалности кои ги извршува системот за да биде наречен апликативен софтвер (систем за уписи, избор на предмети или распоред на часови). Преминувањето на оваа граница значи дека од апликативен софтвер се доаѓа до територијата на општ програмски интерпретер кој е стартуван во бесконечен циклус и во секој следен момент извршува сè што ќе му зададеме.

Негативноста на моделот е во тоа што уште со самиот концепт во старт има поставени граници до каде може да оди самоменувањето на системот. Тоа е клучната суштествена негативност, дека тоа секогаш ќе биде само модел за навигација со социјална интеракција и дека сè што може да направи е реакција при определени измерени вредности на параметри.

Друга, помалку суштествена негативност, но сепак од исклучително значење е предавањето на контролата на самиот корисник. Успешноста на системот зависи од инвентивноста и успешноста на користењето на системот од страна на корисникот - какви параметри да следи, какви симптоми да дефинира, како да се пресметуваат, како да се реагира на нив. Не може да се очекува дека системот ќе ги заврши работите автоматски сам по себе. Квалитетот на предложените избори ќе зависи од историјатот, па генерално ако постојано или намерно се прават лоши и несоодветни избори - системот нема да може да го надмине тоа и натаму ќе дава лоши и несоодветни избори.

Тоа значи, дека како главен супервизор и оператор може да делува само технички искусен корисник, кој ги знае добро процесите и без да постои систем, па системот го користи само како олеснувачка алатка во организацијата.

Трета значајна негативност е тоа што имплементираното решение кое функционираше повеќе време во еден домен, е тешко да се пренесе на друг домен. Причината е што решението функционираше токму поради специфичностите кои се поставени како составени елементи на системот и корисниците во тој домен. Пренос на друга проблематика или друг домен ќе значи одново разгледување на истите параметри и анализи за новите ситуации и одново поминување на извесен број циклуси со новите корисници додека да се стабилизира работата. Заклучок е дека не е можно директно пренесување на имплементација од еден во друг различен домен, туку потребно е одново да се спроведе процесот на побарувања и прилагодувања на потребите на новата имплементација.



## 5. Заклучоци, придонеси и идна работа

### 5.1. Заклучоци од извршената анализа на истражувањата

Извршена е анализа на истражувањата на повеќе групи автори кои работат во областа на социјална навигација, опишана во глава 3. Како резултат произлегуваат две генерални насоки во кои се ориентирани истражувањата:

- ◆ примена на социјалната навигација во различни области со воведување со социјално-базирани елементи (специјални икони, потенцирани врски, итн), како техника за подобрување на функционалноста на постоечки веб-локации која е добро прифатена од корисниците
- ◆ системи за препорачување и прогнозирање на интересите на корисниците од аспект на интересни содржини, производи или патеки до содржини – преку директно оценување или преку индиректни показатели

Сосема мал број истражувања се во насока на генералната слика и опишување на процесите на социјална навигација во општа форма. Често под името адаптивност се подразбираат било кои системи кои го прилагодуваат изгледот или резултатите врз основа на идентитетот на посетителот. Од друга страна, од областа на софтверско инженерство за самоадаптивни системи, резултатите се во потесен круг:

- ◆ самоадаптивноста најчесто се разгледува од аспект на комуникациски системи и компјутерски мрежи, како и комплексни динамички системи
- ◆ постојат релативно мал број разгледувања на однесувањата на системи кои ја менуваат структурата на содржините, претежно околу оптималноста на организацијата на содржините и примена на концептот на самоорганизирачки мапи (COM), каде содржината на базата информации се обработува и врз основа на неа се генерира мапа со визуелно потенцирање на сродните региони

Нема комбинирани дискусии за интеграција на социјална навигација и самоадаптивни системи – општиот аспектот интересен за оваа дисертација, а повеќето трудови на оваа тема се од област на самоорганизирачки мапи како механизам на структурирање и реструктурирање на навигацијата на една веб-локација.

## 5.2. Придонеси

### 5.2.1. Интегриран модел на социјална навигација и самоадаптација

Главниот очекуван придонес на оваа дисертација беше модел на навигационски систем за употреба во јавни информациски системи кој ќе овозможи социјална интеракција и воопшто социјална навигација уште од самата основа.

Приодот во дефинирањето на новиот интегриран модел за социјална навигација и самоадаптивна контрола со цел самоорганизирање, опишан во глава 3, го дава токму одговорот на ова прашање. Комбинирани се неколку суштински концепти на концептуалниот модел на социјалната навигација опишан од Спенс и Ридл, и некои од основните елементи на социјалната навигација кои беа дискутирани во трудовите на Дибергер, во една обопштена навигационска структура во која може да се следи секоја измена на структурата во секој момент и потоа да се направи мапирање на интеракциите на корисниците, секој во различни моменти. Со тоа е овозможено следење на причините и последиците во шемите на однесување на корисниците пред и по секој вид промена на навигационската структура.

Натаму овој концепт е интегриран со моделот за самоадаптација со повратна спrega за контрола, дијагностика, одлучување и преземање мерки во врска со функциите на социјалната навигација, а особено за настанатите проблеми. Моделот кој е всушност мета-модел и е преземен од дискусијата за самоконтрола и самоорганизација на комуникациски системи, е поставен како модел за функционирање во рамките на еден информациски систем. Моделот опфаќа контролна структура која води евиденција за сите случувања во системот поврзани со реорганизацијата и следење и анализа на резултатите во време на извршување, со повратен механизам кој овозможува системот самиот да го менува однесувањето во случај на препознаени симптоми.

Со тоа е поставен нов вид адаптивен социјален самоструктурирачки систем за навигација применлив во низа информациски системи, од трансакциско ниво, до ниво на портали и бази на знаења. Системот може да функционира динамички и водено од содржината на информациите и потребите на корисниците, а притоа овозможува целосно следење на функционирањето преку континуален процес на самоподобрување.

### **5.2.2. Развој на прототип имплементација**

Новиот модел е применет и имплементиран во една специфична проблематика од областа на секојдневното работење и администрација на студиските процеси во рамките на една универзитетска средина од рангот на матичната институција на авторот – Факултетот за информатички науки и компјутерско инженерство. Направените анализи презентирани во првиот дел од глава 4, покажуваат дека е недвосмислено јасно дека основните процеси за организирање на наставата не може да продолжат да се одвиваат рачно и со ист вид организација која функционираше и пред повеќе години, а притоа да се задржи квалитетот.

Предложено е и детално изложено едно прототип решение кое го применува и имплементира интегрираниот модел развиен во рамките на оваа дисертација и со тоа воведува нов интегриран, социјално-воден процес, кој може самиот да се следи, организира и секако самиот да се контролира. Процесот ќе води кон подобрување на општиот успех на студентите, подобра насоченост кон личните афинитети за знаења на секој поединец и процес кој самостојно води во насока на елиминирање на бројните конфликти во организацијата на наставата. Клучниот фактор е организациската поставеност на системот со која тој прави извесен број само-тестирања и анализи во редовни циклуси од работењето со променлива честота во зависност од потребите. На тој начин системот постојано ги следи влијанијата на изборите на студентите врз организациските процеси и може да одлучи да интервенира во ситуациите кои би се испрограмирале како потребни.

Ова дизајн-базирано истражување ја покажува применливоста на механизмите дискутирани во обопштениот интегриран процес. Поставеноста на системот е таква што со контролниот циклус на повратната спрега може постојано да се следат евентуалните симптоми/нерегуларности и идентификуваат причините за подобрувањата. На тој начин дури и во случај на употреба на алгоритми кои не се од корист за посетителите, системот тоа ќе го забележува и ќе алармира. Со тоа е исполнета и втората цел на ова истражување – автоматизирано тестирање и анализа, како составен дел од процесот за управување со квалитетот со цел подобрување на процесите за добивање со информации.

## **5.3. Идни истражувања**

Во текот на истражувањата за темата на оваа дисертација беа потврдени некои претходни интереси дадени со предлогот за истражување, а некои од овие теми беа дискутирани уште при изработката на магистерскиот труд. Воедно се отворија и некои нови полиња на развој. Во ова поглавје се разгледани новите аспекти во некои претходни интереси и неколку дополнителни области во кои може да продолжат натамошните истражувања.

### **5.3.1. Приватност**

Приватноста е една голема болка на сите денешни системи за пребарување, понуда и организација на информации и социјално-базирани системи. Мотивот да се даде подобра понуда на корисниците, порелевантни резултати при пребарувањата, постепено еволуираше во тоа да секој систем се труди што подобро, односно „поинтимно“, да го запознае својот корисник.

Најпрво, тоа се добиваше преку едноставни информации за тоа од кој континент доаѓа корисникот, да трендот продолжи кон целосно следење на корисниците низ целата нивна историја во самиот систем, како и во други партнерски системи. Ова следење има тенденција да продолжи во насока на набљудување на однесувањето на корисникот на било кое друго место на Интернет, преку јавно искажано или премолчено/скриено следење на комуникациите на корисникот, па дури и со свесно и намерно нарушување на неговата приватност.

Системот кој подобро ќе сфати за каков корисник се работи и во кој контекст е неговото барање – ќе биде сметан за подобар систем, поради што ќе се користи и повеќе ќе му се верува на резултатите. Веќе е јасно дека цената на оваа услуга е приватноста на корисникот, всушност секој корисник има еден свој агент кој знае сè за него и го претставува на Интернет – и така за секоја пребарувачка машина и за секоја поголема веб-локација.

Всушност, овој тренд е веќе норма низ поголемиот вид интернет бизниси и нудењето различен сервис врз основа на различноста на корисникот е веќе

стандардна пракса ([56],[57]). Проблеми со оваа пракса има многу, само еден аспект е тоа што некои корисници ваквото однесување може да го сметаат за дискриминаторско. Сигурно дека ако некој корисник добие пониска цена од останатите корисници, поради некоја анализа над неговите податоци, тој иницијално ќе биде задоволен, меѓутоа сите останати ќе се чувствуваат дискриминирани. Секој корисник, некогаш ќе дојде или на едната или на другата страна од ова тркало.

Проблемот оди и подалеку. За сè ова да може да функционира бесплатно и беспрекорно, на што повеќе веб-локации, информациите за употребата на системот од страна на посетителите и корисниците, не ги има само неговиот сопственик, туку најчесто и испорачателот на рекламите кои ги гледаат посетителите, нарачателот на истите реклами, неговите директни клиенти, осигурителните компании, а конечно (ако има налог за инспекција, а можеби и без него) пристап ќе има и власта. Во светот е многу мала транспарентноста на компаниите кои нудат социјални медиуми како услуга, а корисниците, пак, за што полесно да комуницираат со други лица, најчесто и не се свесни и доволно информирани за тоа до каде може да дојдат нивните податоци. Овој проблем бара сосема нови видови решенија и нови бизнис модели кои нема да ја жртвуваат приватноста на корисниците. Алатки за спречување на овие проблеми има, но како што покажуваат и некои анализи, заштитата од оваа пракса е сè потешка [58].

### **5.3.2. Слаба автентикација**

Слабата автентикација е уште поактуелна од аспект на социјално-адаптивни јавни информациски системи. Во ситуација кога не е познат идентитетот на корисникот постојат две можности: да се третира секој ненајавена нова сесија како нов посетител или да се смета дека постојат посетители повратници и да се обиде системот да ги открие. Третирањето на секоја нова сесија како нов корисник ја намалува ефективностa на системите за препорачување бидејќи оневозможува пронаоѓање на активности кои се повторуваат кај определени групи корисници, пред се поради отежнувањето на групирањето на корисниците. Од тие причини многу системи во светот

користат дополнителни помагала – од колачиња со зачувани податоци кои се праќаат да ги чува пребарувачот на корисникот, до поинвазивни методи наменети за следење на корисниците и по преминување од една на друга веб-локација.

Поради наведените причини може да се смета дека барањата за слаба автентикација може да се сметаат како генерално спротивставени на барањата за заштита на приватноста на посетителите.

Иако се сè почести тенденциите да се дискутира за приватноста како за нешто неважно, сепак тоа е едно од основните човекови права. Треба да се посвети поголемо внимание на истражување на методи и алатки кои ќе му овозможат на посетителот загарантирана приватност на секоја веб-локација која ќе ја посети, но и најавување со слаба-автентикација само таму каде ќе се определи за истото. Притоа, треба особено да се внимава и да се попречи несаканото следење преку повеќе локации односно следењето на навигацијата низ поширокиот веб-простор, кое денес го прават голем број мрежи. На пример, при посетувањето на една страница од корисникот се бара да даде свое мислење за некој производ, па му се понудува да се најави преку својот профил од некоја социјална мрежа. На тој начин, веб-страницата со производот ќе го научи името на профилот на корисникот и потоа може да користи понудени услуги за рекламирање од социјалната мрежа кои ќе ги насочува токму кон него.

Меѓутоа, може да се оди и чекор натаму. Ако корисникот не се одјави и не ги исчисти личните податоци од сесијата на серверот за Интернет пребарување, социјалната мрежа може да го следи движењето на корисникот низ сите веб-страници на Интернет кои нудат слични услуги и најави преку оваа мрежа. Со тоа, корисникот не ги волонтира само податоците кои се директно внесени во базите на социјалната мрежа, туку и оние кои се индиректно собрани од други веб-страници кои тој ги посетил, како и сите патеки на движење. Со тоа, истите податоци во делумно анонимна форма ги добива и секој бизнис партнер на таа социјална мрежа. Во случај на несоодветна заштита на базите на социјалната мрежа и евентуално пробивање на системите на истата, како и во случај на несоодветна заштита на

сопствените податоци од страна на самиот корисник, сите овие податоци може да ги добие и јавноста.

### **5.3.3. Аспекти на погрешно насочување**

Тоа што традиционално не се разгледува во повеќето разгледувани модели и трудови во направената анализа на подрачјето во рамките на глава 2.2 е можната непродуктивност на социјалната навигација од аспект на намерните манипулации на кои е подложна – необјективна приклонетот кон релевантните извори, лажни насоки, нереални коментари и сугестии, но и од аспект на одвлекувањето на навигаторот од неговиот вистински фокус. Првото прашање е од област на продуктивност и ергономија на системот, а второто прашање е од областа на безбедност.

#### **Непродуктивност кај социјалната навигација**

Потребно е да се спроведат повеќе истражувања за несаканите последици од ненамерната погрешната навигација по несоодветни патеки. Првото прашање што се поставува е како да ги дознаеме несоодветните патеки, кои се мерилата и критериумите за квалитет на една патека.

На пример, во еден општ информациски простор за учење, погрешното насочување може да го одведе студентот по патеки низ области кои се одамна надминати и вон употреба. Таквото знаење нема да биде без вредност, ако студентот некогаш дознае дека читал материјали кои веќе не се сметаат за релевантни, но сепак може да изгуби многу време притоа и конечно да изгуби мотивација да го доврши процесот. Од друга страна, потенцијално може да се случи и патеката да го однесе во насока во која нема да дознае дека текстот кој тукушто го прочитал е одамна побиена теорија.

Со оглед дека и самите ресурси се во огромен број, тогаш множеството патеките низ нив е преголем залак за да се подложи на самиот принцип на социјална навигација, рефлексивно, сам врз себе, односно социјалната навигација да се оценува преку друга социјална навигација. Матриците на врски и оценки меѓу ресурсите што се оценуваат ќе бидат исклучително големи и исклучително ретки матрици, па нема да има доволно висока покриеност на ваквиот систем за да може да функционира на овој начин.

Потребно е воведување на некаква систематизација во начинот на третирање на знаењето и патеките низ тоа знаење, за да се дискутираат можностите за дефинирање на универзална стручност, надлежност или релевантност на ресурсите и патеките кои се предлагаат во општите модели на социјалната навигација.

### **Безбедност на социјална навигација**

Факт е дека и во реалниот свет измамниците функционираат на сличен начин – бараат жртва која е нова во дадена средина, чекаат таа да побара помош (или ѝ нудат помош) и со тоа ја одведуваат во несакана насока, каде потоа можат да извлечат корист или извршат злоупотреба. Во системите кои имаат влијание врз реалниот свет – на пример комерцијалните системи, системите за лични контакти и други, примамливоста на социјалната навигација и злоупотребувањето на ваквите системи може да доведе и кон многу посериозни последици. Поради тоа, во ова време на голема експанзија на социјалната навигација (во сите различни форми), е значајно да се дискутира и за безбедноста на посетителот, а не само за успешноста на дополнителната помош која системот и законите ја нудат.

#### **5.3.4. Безбедност помогната со социјална навигација**

Покрај потребата за истражување на безбедноста на самите системи за социјална навигација, постојат и истражувања во обратниот смисол, имено користењето на социјалната навигација во безбедносни цели. На пример, Asimen и Bonfire се апликации кои овозможуваат помош во заштитата на приватноста со штитење на интернет корисниците од „злонамерни колачињата“ кои им ги праќаат веб-локациите, и управување со личните огнени ѕидови, соодветно. Комплексноста на проблематиката и необученоста придонесува да корисниците не можат ефективно да се справат со поставување на параметрите на ваквите софтвери, па социјалната навигација може да помогне за прилагодување на параметрите кон типизираните активности кои дадениот корисник ги прави [59].

Меѓутоа, иако ваквите системи постојат повеќе години, иако постојат голем број веб-локации каде се користат социјални медиуми да се дискутираат

безбедносни аспекти, иако постојат екстензии за различни Интернет софтвери кои користат социјални медиуми за збогатување на безбедносните проверки, сепак реалната и секојдневна употреба на ваквите софтвери кажува дека многу е помалку видлив ефектот од нивната помош отколку ефектот од нивното попречување на секојдневните активности на корисникот. Од тие причини голем број корисници не би се обиделе да ги користат, или пак не би издржале доволно долго и доследно во користењето вакви технологии, за навистина да имаат корист.

### **5.3.5. Личен пристап кон социјалната навигација**

Како што прави разлика дали една новогодишна честитка ви е напишана лично на вас, во насока на вашите лични желби и потреби, каде од начинот на пишување на зборовите (и облиците на линиите од мастилото) можете да сфатите малку повеќе за карактерот на испраќачот и состојбата во која се наоѓал во моментот кога ја пишувал честитката, каде можете меѓу редови да прочитате дали текстот од честитката е навистина замислен и насочен кон вас и можете да се уверите дека авторот резервирал 10 секунди од своето ценето време и внимание да помисли на вашата идна календарска година и што вие навистина би сакале да ви се случи (и истото да ви го посака), така има разлика и меѓу еден квази-персонализиран и персонализиран систем.

Социјални мрежи на денешнината се прокламираат како првите обиди во овој свет, каде не е битен конкретниот производ или сервис кој се пласира, туку е поважно спојувањето и комуникацијата меѓу луѓето. За жал, иако ваквите мрежи се нарекуваат социјални - тие генерално се претвораат во извор на безличност, униформност и површност, идеална средина за површни контакти и спамирање, бидејќи и на самите личности кои ги користат со цел да се доближат до други луѓе - всушност им нудат уште еден и уште еден и уште еден и уште еден начин за поедноставен и по модерен mail merge. Како да им го пратите истото на што повеќе луѓе со што помалку труд.

Ова е една од најинтересните теми која денес се отвора - личниот приод во социјално-базираните системи кои треба да манифестираат решенија што

даваат посилен впечаток на директна меѓу-човечка комуникација. Тоа значи помалку користење генерички алгоритамски генерирани препораки, прогнози и писма, туку повеќе нешто што потекнува од некоја личност и е насочено кон некоја личност. Една од главните насоки во кои би требало да продолжи ова истражување од областа на системите за социјална навигација е изнаоѓање на методи за вистинско и реално спојување на личности во електронскиот свет - за заедничко и истовремено разгледување и дискутирање по објавени текстови, уметнички дела, научни трудови, вистински колаборативно учење, работа на проекти и слично.

## **Додаток А: За развојот на системот ИСИС**

Во овој додаток е направено резиме на историјатот и организацијата на проектот за развој на студиски информациски систем кој ја поставува основата за решавање на проблемите дискутирани во глава 4 и глава 4.

### **Историјат на развојот на системот ИСИС**

Првичното име на овој систем беше ИСИИ (Информациски систем на Институтот за информатика при ПМФ). Проектот за развој на овој систем започна во 2007-ма година на Институтот за информатика, по доаѓањето на во критична ситуација по скоро сите наведени и дискутирани проблеми од глава 4.1, поврзани со изборноста на предметите и навременото распределување на наставата и објавувањето на распоредите на часови. Авторот како раководител на компјутерскиот центар на ИИ поднесе иницијатива до Институтот за отпочнување на развој на сопствен интересен информациски систем, кој би ги решавал проблемите. За разгледување на ситуацијата беше формирана комисија за информациски систем со која претседаваше авторот и повеќе членови од Институтот, во која се разгледаа проблемите, се утврдија функциските области од интерес за овој развој и се дискутираше за можни решенија. Со оглед дека не можеше да се поткрепи развојот на ваков проект со финансиски средства, раководителот побара од Институтот развојот да започне на волонтерска основа со пошироко учество на студенти во рамки на различни предмети и истражувања.

Може да се смета дека овој проект ги наследи идеите и концептите од проектот за развој на Информациски систем на Природно-математичкиот факултет под раководство на проф. М. Кон-Поповска кој беше во застој подолг период. Во проектот на ПМФ беше вклучен и авторот на оваа дисертација, како одговорен за изработка на потсистемот за пријавување на испити преку интернет на ПМФ – кој беше воедно дел од дипломската работа на авторот и е првиот систем од таков вид во Македонија [60].

Основниот модел на базата на системот изработен уште во 1990-тите години е преземен и надграден низ повеќе итерации во соработка со повеќе генерации студенти и колеги од Институтот. Најпрво беше извршена

надградба за решавање на проблемот „2000-та година“, потоа следеше надградба за овозможување изборни предмети во текот на 2002-рата година според наставните планови од 2000-та година. Подоцна беше изведена целосна реконструкција на моделот за да се овозможи новиот начин на работа според ЕКТС, а воедно да останат поддржани и старите режими на студии, но и за овозможување на работата на ниво на повеќе независни образовни институции во рамките на една база. По оваа голема реконструкција направена во текот на 2007-ма година откако стартуваше проектот ИСИИ се започна со развој на прототип апликации кои требаше да ги овозможат сите основни функционалности утврдени од страна на комисијата за информациски систем. Овој процес кој траеше се до 2009-та година резултираше со прва верзија од апликациите поврзани со процесот на уписи од системот ИСИИ изработена во текот на учебната 2008/2009-та година од група студенти на предметот Тимска работа под раководство на авторот. Подоцна со серија дополнителни доградби, измени на функционалности и прилагодувања на реалните потреби и неколку стотини отклонети поплаки за грешки и нефункционалности, системот помина во продукција во септември 2009-та година [61].

По првата продукциска верзија од 2009-та година, процесот продолжи и натаму, па дури и во текот на преминот на ФИНКИ во 2011-та година, кога системот го доби новото име ИСИС (Интегриран студиски информациски системи). Во текот на 2011 и 2012 година се организираа и изработија повеќе надградби по барање на деканатот на ФИНКИ.

Овој проект продолжи да се развива и формално во рамките на Факултетот, со официјална поддршка и делумна финансиска поддршка под новиот акроним (ISISng) и наслов „Информациски систем од следната генерација за унапредување на научните, образовните и организациските процеси во универзитетска средина“ [62].

### **Организациски аспекти**

Уште од самиот почеток, овој проект е развиван во духот на слободниот код со целосна видливост на моделите и документацијата и процесот на развој, во рамките на проектната веб-страница [63].

Системот Trac [64] кој е користен за поставување на проектната веб-страница е вики систем за документација, но дополнително овозможува видливост на кодот, поврзување со Subversion [65] репозиториум за изворниот код, водење на задачи во развојот, пријавување дефекти, следење статистики за развојот, следење на промените во кодот, по кој основ (задача или дефект) биле направени и од кого биле направени.

### **Учесници во проектот**

Проектот е раководен од авторот на дисертацијата, а воедно тој постојано учествува и во самиот развој, кој во различни периоди вклучува различен број асистенти и студенти од Институтот за Информатика при Природно-математичкиот факултет и подоцна Факултетот за информатички науки и компјутерско инженерство. Секој од учесниците има заслуга во делови од проектот, некаде со помал, а некаде со поголем процент, притоа личната улога на секој учесник во секоја компонента е документирана во рамките на дневникот на сите измени на кодот на проектот и може да се види преку самите веб страници на проектот. Во овој дух се работени и предложените решенија во рамките на оваа дисертација – истите постојано се објавуваат и ажурираат на главната веб страница на проектот.

### **Разграничување**

Овој систем не е во никаква врска со други системи со слични имиња кои се исто така објавени на различни Интернет локации од различни институции.

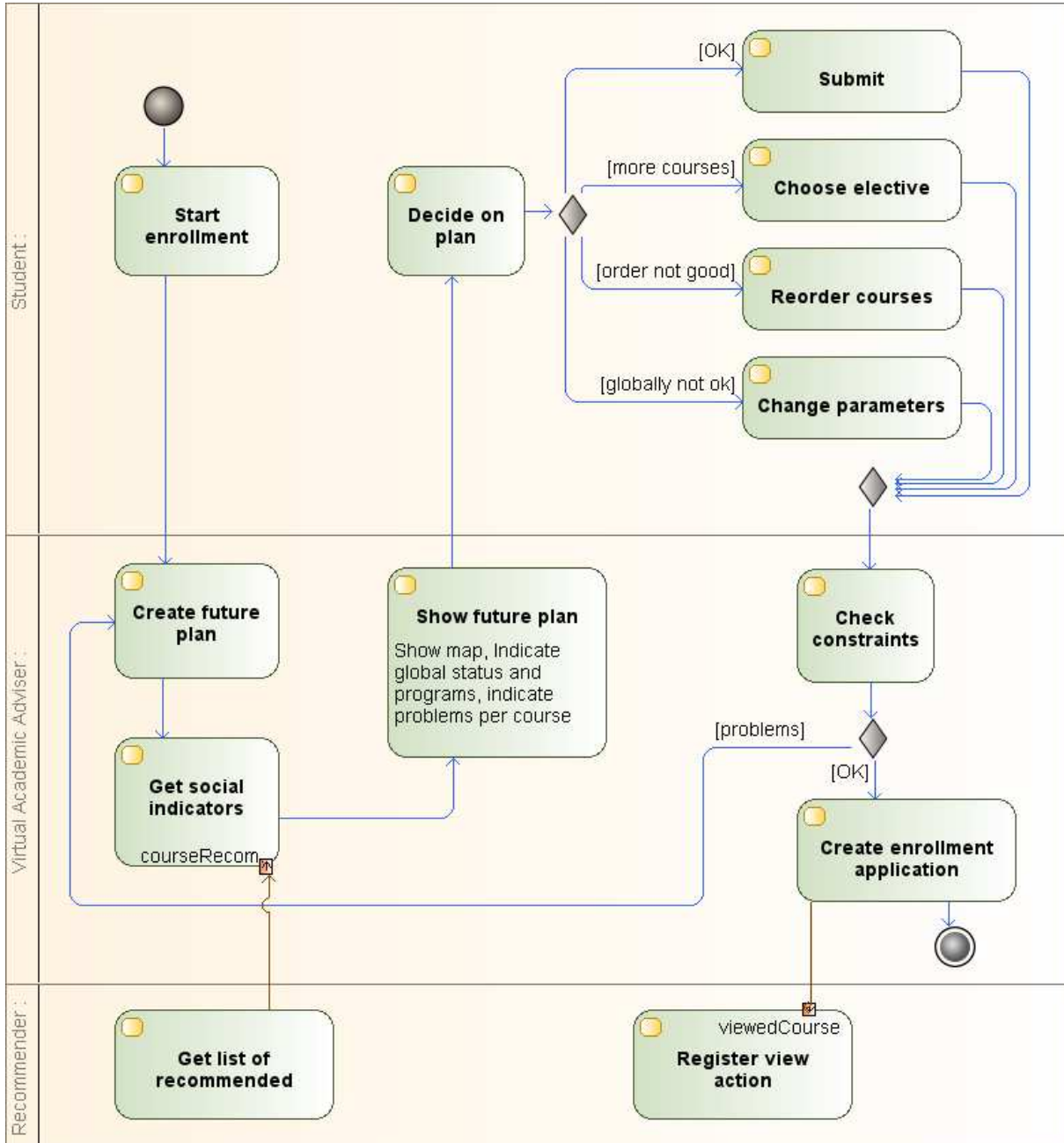
Пример за еден таков систем со потполно исто име и акроним е Интегрираниот студиски информациски систем при Високата економска школа во Прага [66]. Покрај името кое е слично со името на нашиот проект, тие го користат и акронимот ISIS, а во определени инстанци и акронимот ISISng. Со овој проект, немаме никакви допирни точки или преземени делови во ниту еден дел од процесот или кодот.

Со цел разграничување на нашиот проект со други слични проекти се користеше следното целосно име на сите пакети кои се дел од системот:

- ◆ mk.edu.iisii (во периодот од почетокот до 23.10.2011)
- ◆ mk.ukim.finki.isis (во употреба од 23.10.2011)

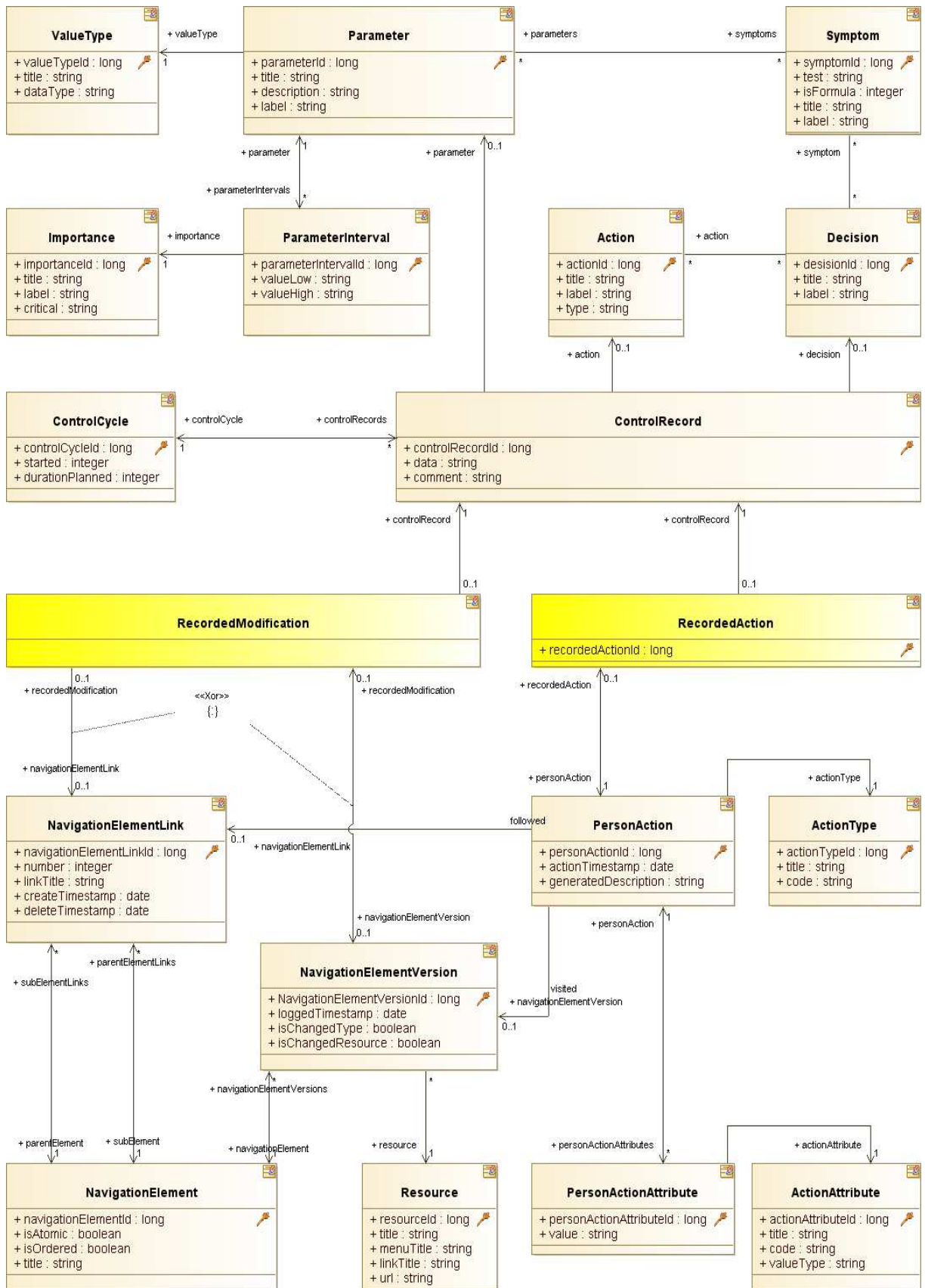
# Додаток Б: Имплементациски детали за прототип имплементацијата

## Дијаграми на активности

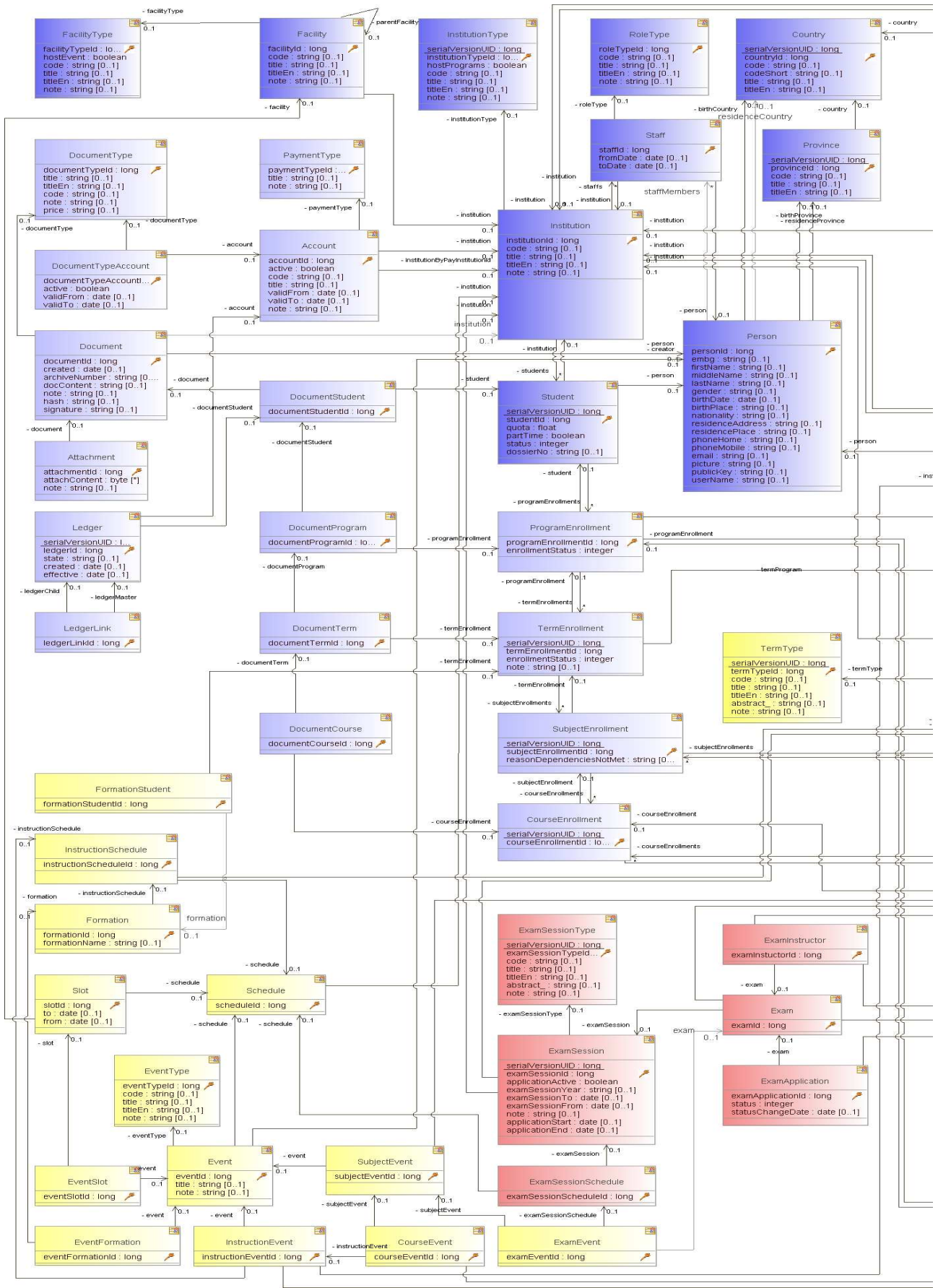


Слика 23: Сценарио за упис преку виртуелниот академски советник

## Дијаграми на класи

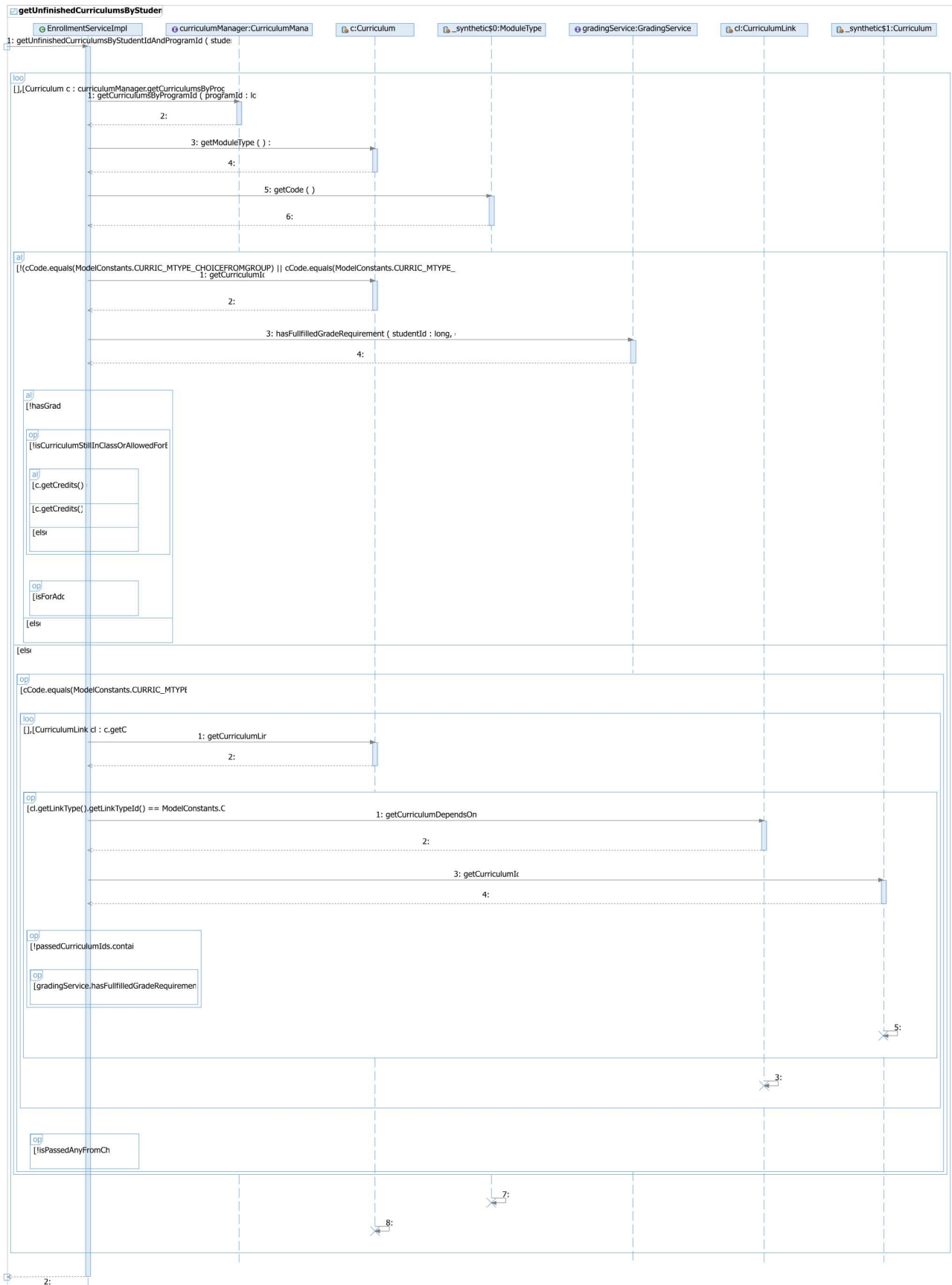


Слика 24: Целосен дијаграм на ентитет класи од навигацискиот модел

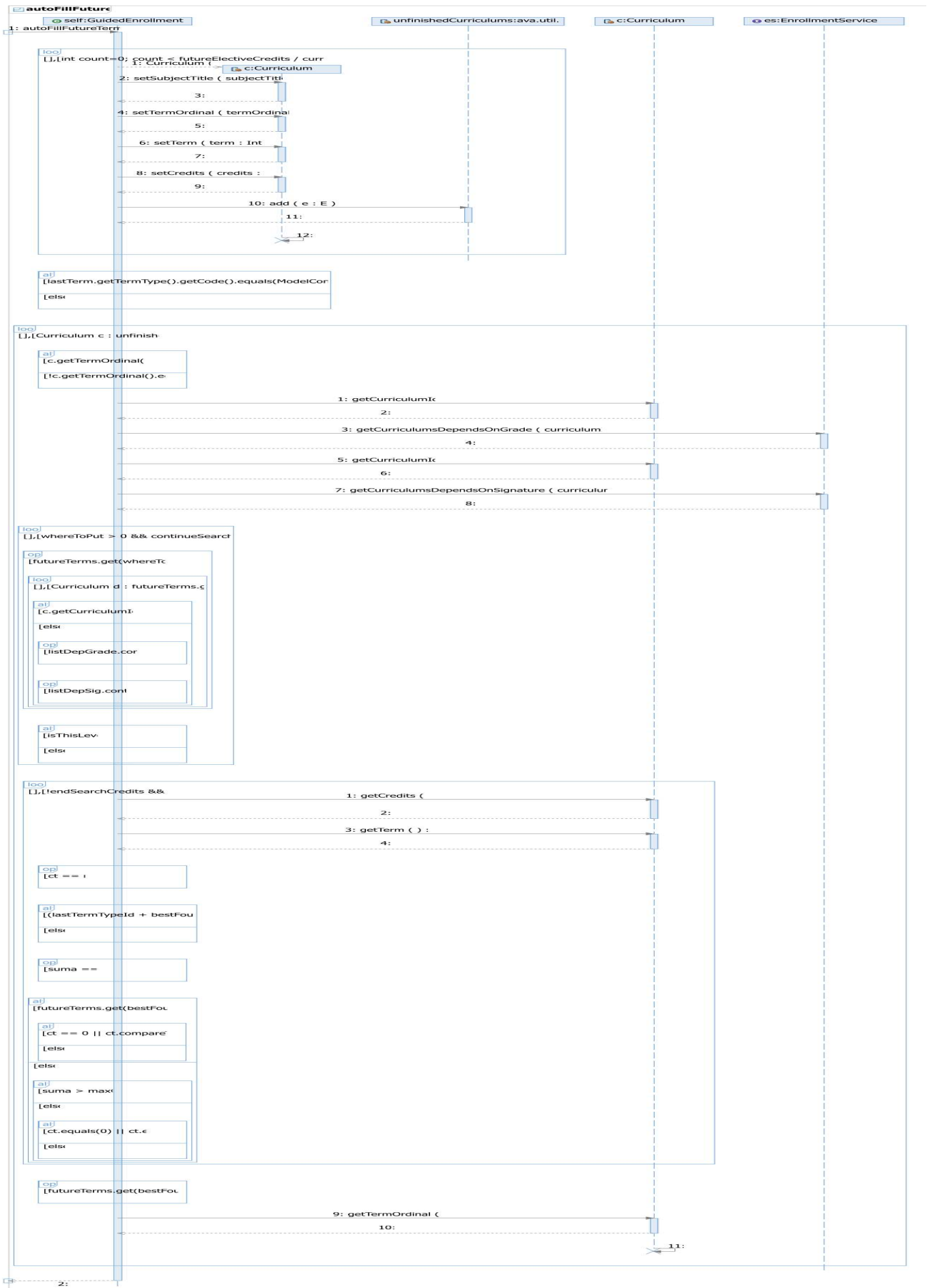




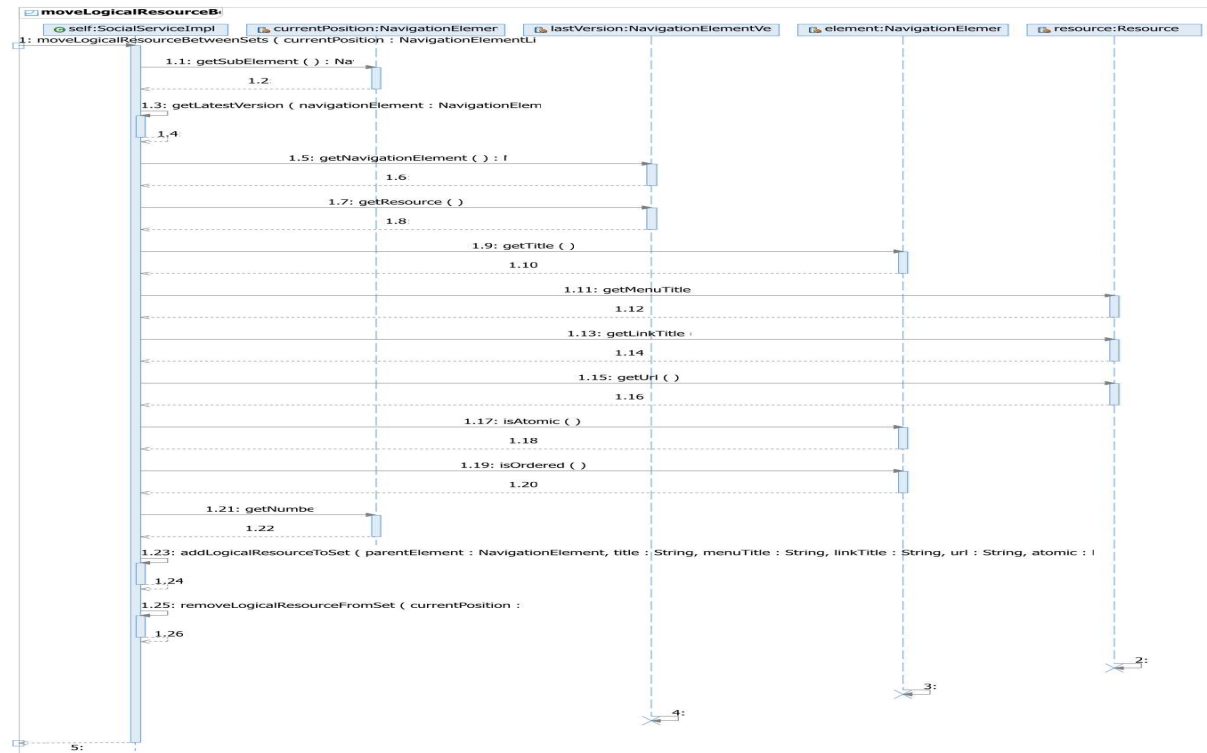
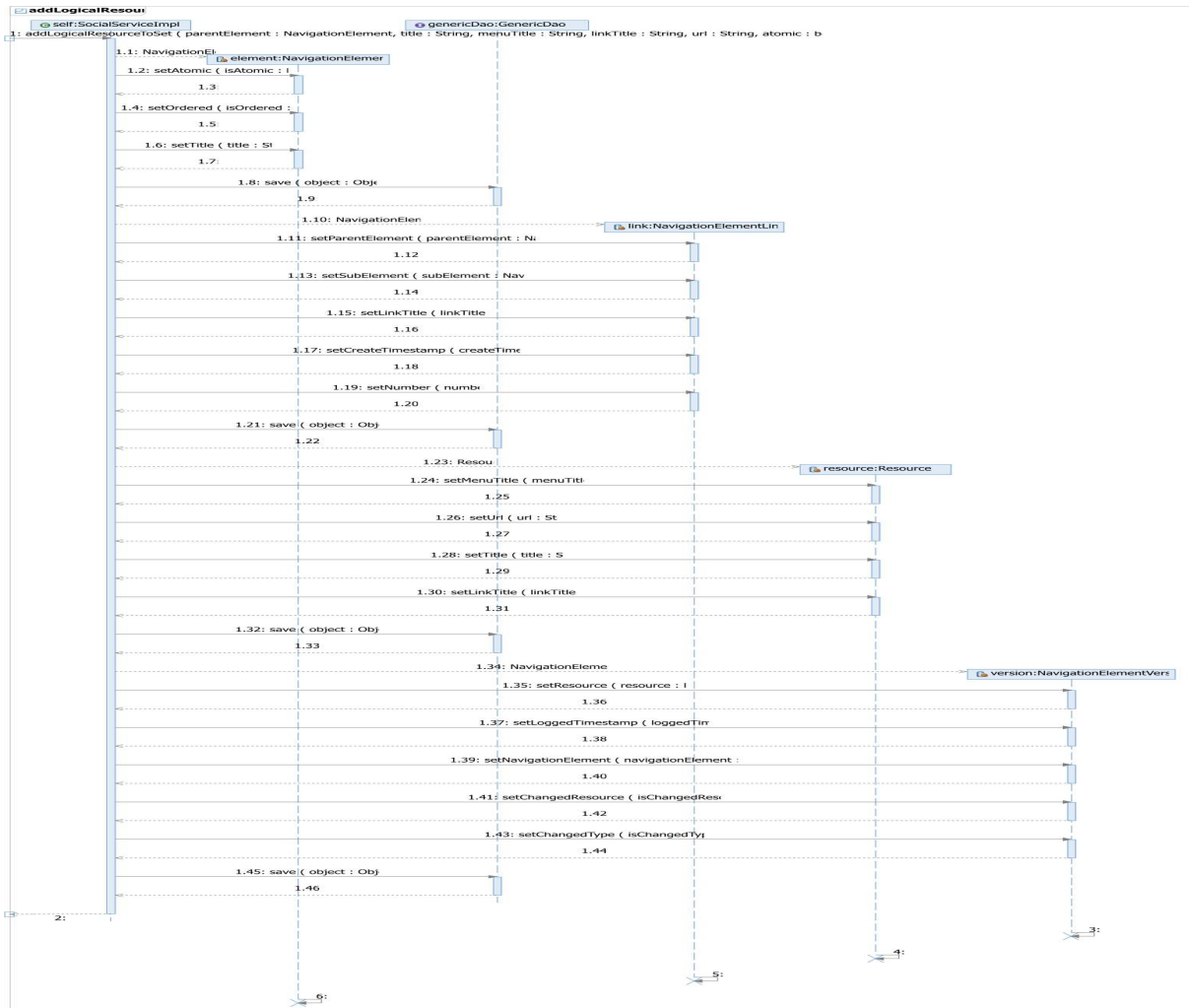
## Дијаграми на секвенци



Слика 26: Добивање на обединета листа незавршени предмети по сите основи

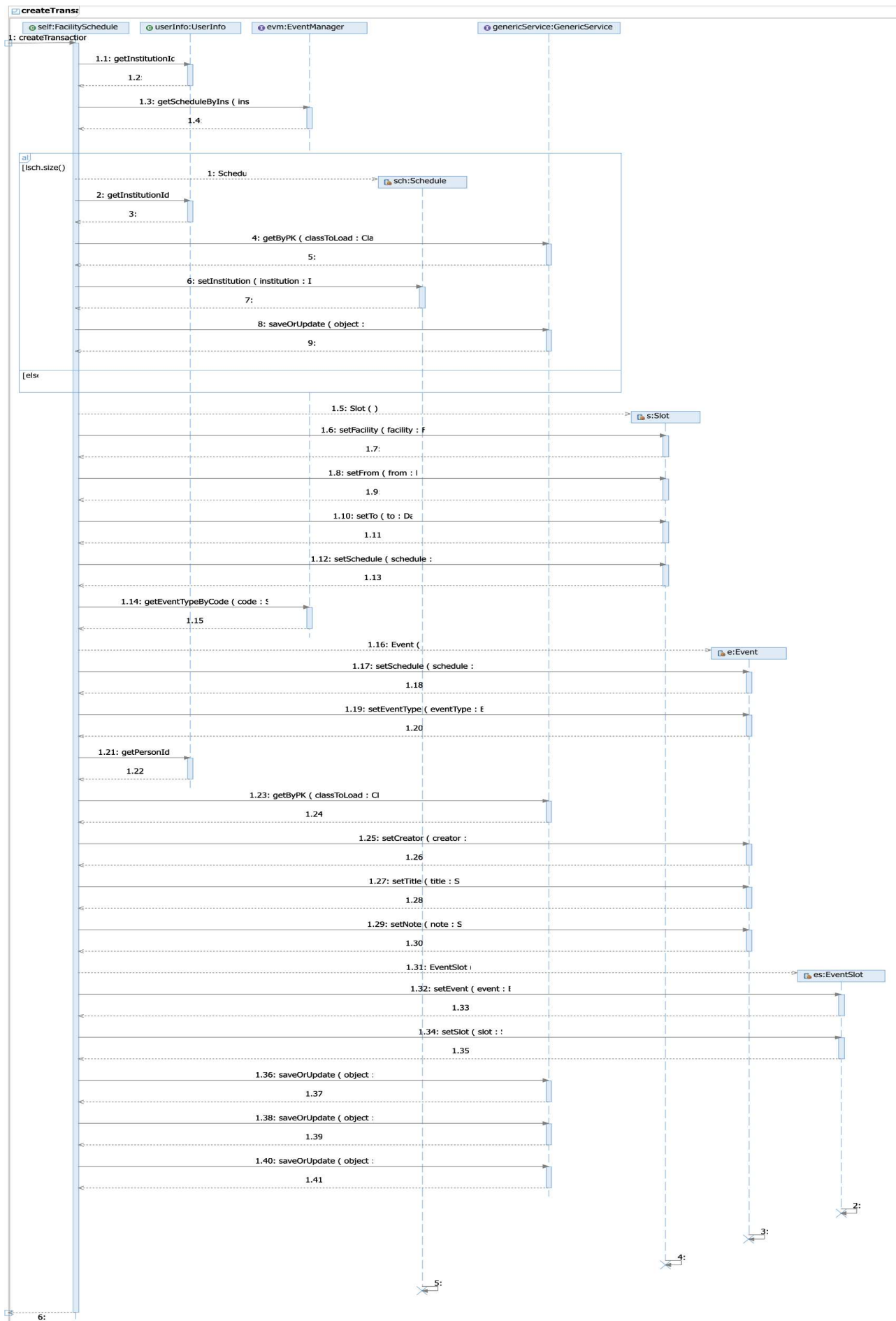


Слика 27: Процена за тек на идни семестри и запишани предмети



Слика 28: Основни операции во навигацкиот модел





Слика 30: Резервација на просторија во распоред





## Референци

- [1] Netcraft, "April 2013 Web Server Survey," *Netcraft Web Server Survey*, 02-Apr-2013. [Online]. Available: <http://news.netcraft.com/archives/2013/04/02/april-2013-web-server-survey.html>. [Accessed: 02-Apr-2013].
- [2] M. de Kunder, "The size of the World Wide Web (The Internet)." [Online]. Available: <http://www.worldwidewebsite.com/>. [Accessed: 25-Apr-2013].
- [3] M. de Kunder, "Geschatte grootte van het geïndexeerde World Wide Web," *Tilburg University*, p. 63, 2008.
- [4] J. Alpert and N. Hajaj, "We knew the web was big...," *Google Official Blog*, 25-Jul-2008. [Online]. Available: <http://googleblog.blogspot.com/2008/07/we-knew-web-was-big.html>. [Accessed: 20-Apr-2013].
- [5] B. B. Ајановски, "Јавни информациски системи и информациски портали," Магистерска работа, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје, Македонија, 2006.
- [6] L. V. Orman, "Public information systems," *The Information Society*, vol. 6, no. 1-2, pp. 69-76, 1989.
- [7] P. Dourish and M. Chalmers, "Running out of space: models of information navigation," in *Short paper presented at HCI*, 1994, vol. 94, pp. 23-26.
- [8] A. Dieberger, "A city metaphor to support navigation in complex information spaces," in *Lecture notes in computer science*, 1997, pp. 53-67.
- [9] A. Dieberger, "Supporting Social Navigation on the World Wide Web," 1997. [Online]. Available: <https://smartech.gatech.edu/handle/1853/3525>. [Accessed: 22-Jan-2013].
- [10] J. Forsberg, "Social navigation: an extended definition," *Verfügbar über: www.nada.kth.se/~forsberg/Documents/(letzter Aufruf am 12.08. 2007)*, 1998.
- [11] A. Wexelblat, "History-rich tools for social navigation," in *CHI 98 Cconference Summary on Human Factors in Computing Systems*, New York, NY, USA, 1998, pp. 359-360.
- [12] A. Wexelblat, A. Dieberger, P. Dourish, K. Höök, and P. Resnick, "Social navigation: what is it good for?," in *CHI '99 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, New York, NY, USA, 1999, pp. 89-90.
- [13] R. Spence, "A framework for navigation," *International Journal of Human-Computer Studies*, vol. 51, no. 5, pp. 919-945, Nov. 1999.
- [14] M. O. Riedl, "A computational model and classification framework for social navigation," in *Proceedings of the 6th international conference on Intelligent user interfaces*, New York, NY, USA, 2001, pp. 137-144.
- [15] M. O. Riedl and R. St. Amant, "Social navigation: modeling, simulation, and experimentation," in *Proceedings of the second international joint conference on Autonomous agents and multiagent systems*, New York, NY, USA, 2003, pp. 361-368.
- [16] K. Höök, A. Wexelblat, and A. Munro, "Social navigation: a design approach?," in *CHI '00 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, New York, NY, USA, 2000, pp. 375-375.
- [17] A. Dieberger, P. Dourish, K. Höök, P. Resnick, and A. Wexelblat, "Social navigation: techniques for building more usable systems," *interactions*, vol. 7, no. 6, pp. 36-45, Nov. 2000.

- [18] A. Dieberger, K. Höök, M. Svensson, and P. Lönnqvist, "Social navigation research agenda," in *CHI '01 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, New York, NY, USA, 2001, pp. 107-108.
- [19] M. Svensson, K. Höök, J. Laaksolahti, and A. Waern, "Social navigation of food recipes," in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, New York, NY, USA, 2001, pp. 341-348.
- [20] M. Svensson, K. Höök, and R. Cöster, "Designing and evaluating Kalas: A social navigation system for food recipes," *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.*, vol. 12, no. 3, pp. 374-400, Sep. 2005.
- [21] A. C. Jarrett and B. M. Dennis, "NusEye: designing for social navigation in syndicated content," in *Proceedings of the 2005 conference on Diversity in computing*, New York, NY, USA, 2005, pp. 17-19.
- [22] P. Brusilovsky and R. Rizzo, "Map-based horizontal navigation in educational Hypertext," in *Proceedings of the thirteenth ACM conference on Hypertext and hypermedia*, New York, NY, USA, 2002, pp. 1-10.
- [23] P. Brusilovsky, R. Farzan, and J. Ahn, "Comprehensive personalized information access in an educational digital library," in *Digital Libraries, 2005. JCDL'05. Proceedings of the 5th ACM/IEEE-CS Joint Conference on*, 2005, pp. 9-18.
- [24] R. Farzan and P. Brusilovsky, "Social navigation support in a course recommendation system," in *Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems*, 2006, pp. 91-100.
- [25] R. Vuorikari, "Can social information retrieval enhance the discovery and reuse of digital educational content?," in *Proceedings of the 2007 ACM conference on Recommender systems*, New York, NY, USA, 2007, pp. 207-210.
- [26] R. Farzan and P. Brusilovsky, "Where did the researchers go?: supporting social navigation at a large academic," in *Proceedings of the nineteenth ACM conference on Hypertext and hypermedia*, New York, NY, USA, 2008, pp. 203-212.
- [27] J.-K. Kim, R. Farzan, and P. Brusilovsky, "Social navigation and annotation for electronic books," in *Proceedings of the 2008 ACM workshop on Research advances in large digital book repositories*, New York, NY, USA, 2008, pp. 25-28.
- [28] J.-K. Kim, R. Farzan, and P. Brusilovsky, "Spatial annotation and social navigation support for electronic books," in *Proceedings of the nineteenth ACM conference on Hypertext and hypermedia*, New York, NY, USA, 2008, pp. 233-234.
- [29] R. Laddaga, P. Robertson, and H. Shrobe, "Results of the second international workshop on self-adaptive software," *Self-Adaptive Software: Applications*, pp. 159-178, 2003.
- [30] X. Lin, D. Soergel, and G. Marchionini, "A self-organizing semantic map for information retrieval," in *Proceedings of the 14th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval*, 1991, pp. 262-269.
- [31] J. Bollen and F. Heylighen, "Algorithms for the self-organisation of distributed, multi-user networks. Possible application to the future World Wide Web," *CYBERNETICS AND SYSTEMS RESEARCH*, vol. 2, no. 13, pp. 911-916, 1996.
- [32] H. Chen, J. Nunamaker, J., R. Orwig, and O. Titkova, "Information visualization for collaborative computing," *Computer*, vol. 31, no. 8, pp. 75 -82, Aug. 1998.

- [33] S. Dobson, S. Denazis, A. Fernández, D. Gaïti, E. Gelenbe, F. Massacci, P. Nixon, F. Saffre, N. Schmidt, and F. Zambonelli, "A survey of autonomic communications," *ACM Transactions on Autonomous and Adaptive Systems (TAAS)*, vol. 1, no. 2, pp. 223-259, 2006.
- [34] R. de Lemos, H. Giese, H. Müller, M. Shaw, J. Andersson, L. Baresi, B. Becker, N. Bencomo, Y. Brun, B. Cukic, R. Desmarais, S. Dustdar, G. Engels, K. Geihs, K. M. Goeschka, A. Gorla, V. Grassi, P. Inverardi, G. Karsai, J. Kramer, M. Litoiu, A. Lopes, J. Magee, S. Malek, S. Mankovskii, R. Mirandola, J. Mylopoulos, O. Nierstrasz, M. Pezzè, C. Prehofer, W. Schäfer, W. Schlichting, B. Schmerl, D. B. Smith, J. P. Sousa, G. Tamura, L. Tahvildari, N. M. Villegas, T. Vogel, D. Weyns, K. Wong, and J. Wuttke, "Software Engineering for Self-Adaptive Systems: A second Research Roadmap," in *Software Engineering for Self-Adaptive Systems*, Dagstuhl, Germany, 2011.
- [35] R. De Lemos, H. Giese, H. A. Muller, M. Shaw, J. Andersson, L. Baresi, B. Becker, N. Bencomo, Y. Brun, and B. Cukic, "Software engineering for self-adaptive systems: A second research roadmap," *InProceedings \${{delemos\_et\_al}: DSP*, p. 3156, 2011.
- [36] V. V. Ajanovski, "Personalized Adaptive System for Term Enrollments Based on Curriculum Recommendations and Student Achievement," in *Proceedings of the International Conference Information Systems 2013*, Lisbon, Portugal, 2013, pp. 342-346.
- [37] V. V. Ajanovski, "Integration of a Course Enrolment and Class Timetable Scheduling in a Student Information System," *International Journal of Database Management Systems*, vol. 5, no. 1, pp. 85-95, Feb. 2013.
- [38] V. V. Ajanovski, "Towards a Virtual Academic Adviser," in *Proceedings of the 8th International Conference for Informatics and Information Technology (CIIT 2011)*, Molika, Bitola, Macedonia, 2011, pp. 146-149.
- [39] E. C. Gstrein, "Adaptive Personalization," PhD Thesis, Technische Universität, Wien, Austria, 2009.
- [40] H. Topi, J. S. Valacich, R. T. Wright, K. Kaiser, J. F. Nunamaker Jr, J. C. Sipiior, and G.-J. de Vreede, "Communications of the Association for Information Systems," 2010.
- [41] M. P. O'Mahony and B. Smyth, "A recommender system for on-line course enrolment: an initial study," in *Proceedings of the 2007 ACM conference on Recommender systems*, 2007, pp. 133-136.
- [42] J. Itmazi and M. Megías, "Using recommendation systems in course management systems to recommend learning objects," *International Arab Journal of Information Technology*, vol. 5, no. 3, pp. 234-240, 2008.
- [43] C. Vialardi, J. Chue, J. P. Peche, G. Alvarado, B. Vinatea, J. Estrella, and Á. Ortigosa, "A data mining approach to guide students through the enrollment process based on academic performance," *User Modeling and User-Adapted Interaction*, vol. 21, no. 1-2, pp. 217-248, Mar. 2011.
- [44] S. B. Aher and L. Lobo, "Applicability of data mining algorithms for recommendation system in e-learning," in *Proceedings of the International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics*, 2012, pp. 1034-1040.
- [45] "Apache Tapestry Home Page." [Online]. Available: <http://tapestry.apache.org/>. [Accessed: 25-Apr-2013].
- [46] "Hibernate - JBoss Community." [Online]. Available: <http://hibernate.org/>. [Accessed: 25-Apr-2013].
- [47] "Apache Commons - Apache Commons." [Online]. Available: <http://commons.apache.org/>. [Accessed: 25-Apr-2013].

- [48] "Apache POI - the Java API for Microsoft Documents." [Online]. Available: <http://poi.apache.org/>. [Accessed: 25-Apr-2013].
- [49] "iText ® - Free / Open Source PDF Library for Java and C#." [Online]. Available: <http://itextpdf.com/>. [Accessed: 25-Apr-2013].
- [50] "PostgreSQL: The world's most advanced open source database." [Online]. Available: <http://www.postgresql.org/>. [Accessed: 25-Apr-2013].
- [51] "Moodle.org: open-source community-based tools for learning." [Online]. Available: <http://moodle.org/>. [Accessed: 25-Apr-2013].
- [52] "CAS | Jasig Community." [Online]. Available: <http://www.jasig.org/cas>. [Accessed: 25-Apr-2013].
- [53] "easyrec:: open source recommendation engine." [Online]. Available: <http://easyrec.org/>. [Accessed: 25-Apr-2013].
- [54] "Duine Framework - Recommender Software Toolkit." [Online]. Available: <http://www.duineframework.org/>. [Accessed: 25-Apr-2013].
- [55] "Apache Mahout: Scalable machine learning and data mining." [Online]. Available: <http://mahout.apache.org/>. [Accessed: 25-Apr-2013].
- [56] J. Mikians, L. Gyarmati, V. Erramilli, and N. Laoutaris, "Detecting price and search discrimination on the Internet," in *Proceedings of the 11th ACM Workshop on Hot Topics in Networks*, 2012, pp. 79-84.
- [57] J. Valentino-DeVries, J. Singer-Vine, and A. Soltani, "Websites Vary Prices, Deals Based on Users' Information," *Wall Street Journal*, 24-Dec-2012.
- [58] B. Krishnamurthy, K. Naryshkin, and C. Wills, "Privacy leakage vs. protection measures: the growing disconnect," in *Web 2.0 Security and Privacy Workshop*, 2011.
- [59] J. Goecks, W. K. Edwards, and E. D. Mynatt, "Challenges in supporting end-user privacy and security management with social navigation," in *Proceedings of the 5th Symposium on Usable Privacy and Security*, New York, NY, USA, 2009, pp. 5:1-5:12.
- [60] B. V. Ajanovski, "Веб апликации и бази на податоци," Дипломска работа, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје, Македонија, 1999.
- [61] V. V. Ajanovski, "Information System of the Institute of Informatics - IS for Students by the Students," in *Proceedings of the 7th International Conference for Informatics and Information Technology (CIIT 2010)*, Molika, Bitola, Macedonia, 2010, pp. 129-132.
- [62] "Информации за проект | ФИНКИ проекти." [Online]. Available: <http://projects.finki.ukim.mk/ProjectInfo.aspx?id=1>. [Accessed: 25-Apr-2013].
- [63] "ISIS." [Online]. Available: <http://develop.finki.ukim.mk/projects/isis>. [Accessed: 25-Apr-2013].
- [64] "The Trac Project." [Online]. Available: <http://trac.edgewall.org/>. [Accessed: 18-May-2013].
- [65] "Apache Subversion." [Online]. Available: <http://subversion.apache.org/>. [Accessed: 18-May-2013].
- [66] "Integrated Study Information System VŠE." [Online]. Available: <http://isis.vse.cz/>. [Accessed: 18-May-2013].

## Дополнителна литература

Во продолжение е поширок список дополнителна литература која беше прибрана и анализирана, а е дадена подредена по година на објавување. Овие трудови не се референцирани во главниот текст пред сè поради тоа што немаа директна релевантност во проблематиката која беше предмет на трудот, а кај неколку што се од истата проблематика немаше елементи на конкретен придонес во докторската дисертација – ниту употребени значајни резултати, ниту проследени насоки на изградба на моделот и прототипот.

- P. J. Denning, "ACM president's letter: electronic junk," *Commun. ACM*, vol. 25, no. 3, pp. 163-165, Mar. 1982.
- D. K. Gifford, R. W. Baldwin, S. T. Berlin, and J. M. Lucassen, "An architecture for large scale information systems," *SIGOPS Oper. Syst. Rev.*, vol. 19, no. 5, pp. 161-170, Dec. 1985.
- D. Goldberg, D. Nichols, B. M. Oki, and D. Terry, "Using collaborative filtering to weave an information tapestry," *Commun. ACM*, vol. 35, no. 12, pp. 61-70, Dec. 1992.
- A. Pinsonneault and K. L. Kraemer, "Survey research methodology in management information systems: an assessment," *Journal of Management Information Systems*, pp. 75-105, 1993.
- D. Benyon, "Navigating Information Space," in *Proceedings of the 1st ERCIM Workshop on "User Interfaces for All,"* Heraklion, Crete, Greece, 1995.
- M. A. Hearst and C. Karadi, "Cat-a-Cone: an interactive interface for specifying searches and viewing retrieval results using a large category hierarchy," *SIGIR Forum*, vol. 31, no. SI, pp. 246-255, Jul. 1997.
- H. Clausen, "User-oriented evaluation of library and information centre Web sites," *New library world*, vol. 100, no. 1, pp. 5-10, 1999.
- J. Funge, X. Tu, and D. Terzopoulos, "Cognitive modeling: knowledge, reasoning and planning for intelligent characters," in *Proceedings of the 26th annual conference on Computer graphics and interactive techniques*, 1999, pp. 29-38.
- D. Lawrie and D. Rus, "A self-organized file cabinet," in *Proceedings of the eighth international conference on Information and knowledge management*, New York, NY, USA, 1999, pp. 499-506.
- H. Lieberman, N. van Dyke, and A. Vivacqua, "Let's browse: a collaborative browsing agent," *Knowledge-Based Systems*, vol. 12, no. 8, pp. 427-431, Dec. 1999.
- D. Merkl and A. Rauber, "Self-organization of distributed document archives," in *Database Engineering and Applications, 1999. IDEAS '99. International Symposium Proceedings, 1999*, pp. 128 -136.
- A. L. Montgomery, "Using clickstream data to predict WWW usage," 1999.
- M. Perkowitz and O. Etzioni, "Towards adaptive Web sites: conceptual framework and case study," *Computer Networks*, vol. 31, no. 11-16, pp. 1245-1258, May 1999.
- C. C. Yang, H. Chen, and K. K. Hong, "Visualization tools for self-organizing maps," in *Proceedings of the fourth ACM conference on Digital libraries*, New York, NY, USA, 1999, pp. 258-259.
- K. Dobroth, P. McInerney, and S. Smith, "Organizing Web site information: principles and practical experience," *SIGCHI Bull.*, vol. 32, no. 1, pp. 23-26, Jan. 2000.

- D. Merkl and A. Rauber, "Uncovering the Hierarchical Structure of Text Archives by Using an Unsupervised Neural Network with Adaptive Architecture," in *Knowledge Discovery and Data Mining. Current Issues and New Applications*, T. Terano, H. Liu, and A. L. P. Chen, Eds. Springer Berlin Heidelberg, 2000, pp. 384-395.
- P. Paolini, T. Barbieri, P. Loiudice, F. Alonzo, M. Zanti, and G. Gaia, "Visiting a museum together: How to share a visit to a virtual world," *Journal of the American Society for Information Science*, vol. 51, no. 1, pp. 33-38, 2000.
- S. Toub, *Evaluating Information Architecture, A Practical Guide to Assessing Web-site Organization*. Argus Associates, 2000.
- D. Zimmerman and P. Walls, "Exploring navigational patterns on the web," in *Proceedings of IEEE professional communication society international professional communication conference and Proceedings of the 18th annual ACM international conference on Computer documentation: technology & teamwork*, Piscataway, NJ, USA, 2000, pp. 581-591.
- A. Datta, K. Dutta, D. VanderMeer, K. Ramamritham, and S. B. Navathe, "An architecture to support scalable online personalization on the Web," *The VLDB Journal—The International Journal on Very Large Data Bases*, vol. 10, no. 1, pp. 104-117, 2001.
- G. de Jesus Hoyos Rivera, J.-P. Courtiat, and T. Villemur, "A design framework for collaborative browsing," in *Tenth IEEE International Workshops on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises*, 2001. WET ICE 2001. *Proceedings*, 2001, pp. 362 -367.
- M. Fraser, "Alan J. Munro, Kristina Höök and David Benyon (eds.), *Social Navigation of Information Space*," *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*, vol. 10, no. 1, pp. 139-141, Mar. 2001.
- J.-C. Lamirel, J. Ducloy, and H. Kammoun, "Some Basics of a Self Organizing Map (SOM) Extended Model for Information Discovery in a Digital Library Context," in *Rough Sets and Current Trends in Computing*, W. Ziarko and Y. Yao, Eds. Springer Berlin Heidelberg, 2001, pp. 399-403.
- D. Lawrie, W. B. Croft, and A. Rosenberg, "Finding topic words for hierarchical summarization," in *Proceedings of the 24th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval*, New York, NY, USA, 2001, pp. 349-357.
- K. E. Pettigrew and J. C. Durrance, "Public use of digital community information systems: findings from a recent study with implications for system design," in *Proceedings of the 1st ACM/IEEE-CS joint conference on Digital libraries*, 2001, pp. 136-143.
- J. Russell, "Book metaphor: friend or foe?," in *Proceedings of the 19th annual international conference on Computer documentation*, New York, NY, USA, 2001, pp. 180-185.
- N. Stojanovic, A. Maedche, S. Staab, R. Studer, and Y. Sure, "SEAL: a framework for developing SEmantic PortALs," in *Proceedings of the 1st international conference on Knowledge capture*, 2001, pp. 155-162.
- N. Wacholder, D. K. Evans, and J. L. Klavans, "Automatic identification and organization of index terms for interactive browsing," in *Proceedings of the 1st ACM/IEEE-CS joint conference on Digital libraries*, New York, NY, USA, 2001, pp. 126-134.
- E. Chou, "Redesigning a large and complex website: how to begin, and a method for success," in *Proceedings of the 30th annual ACM SIGUCCS conference on User services*, 2002, pp. 22-28.
- G. de Jesus Hoyos-Rivera, R. Lima-Gomes, and J.-P. Courtiat, "A flexible architecture for collaborative browsing," in *Eleventh IEEE International Workshops on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises*, 2002. WET ICE 2002. *Proceedings*, 2002, pp. 164 - 169.
- J. Y. S. Mak, H. Va Leong, and A. T. S. Chan, "Dynamic structuring of web information for access visualization," in *Proceedings of the 2002 ACM symposium on Applied computing*, New York, NY, USA, 2002, pp. 778-784.

- M. Murray, "An investigation of specifications for migrating to a web portal framework for the dissemination of health information within a public health network," in *System Sciences, 2002. HICSS. Proceedings of the 35th Annual Hawaii International Conference on*, 2002, pp. 1917-1925.
- S. Wermter and C. Hung, "Selforganizing classification on the Reuters news corpus," in *Proceedings of the 19th international conference on Computational linguistics - Volume 1*, Stroudsburg, PA, USA, 2002, pp. 1-7.
- G. Adami, P. Avesani, and D. Sona, "Clustering documents in a web directory," in *Proceedings of the 5th ACM international workshop on Web information and data management*, 2003, pp. 66-73.
- M. Barra, D. Malandrino, and V. Scarano, "'Common' web paths in a group adaptive system," in *Proceedings of the fourteenth ACM conference on Hypertext and hypermedia*, New York, NY, USA, 2003, pp. 218-219.
- J. Becker, C. Brelage, K. Klose, and M. Thygs, "Conceptual modeling of semantic navigation structures: the MoSeNa-approach," in *Proceedings of the 5th ACM international workshop on Web information and data management*, New York, NY, USA, 2003, pp. 118-125.
- T. Brinck, S. S. Ha, N. Pritula, K. Lock, A. Sperdelozzi, and M. Monan, "Making an iMpaCT: redesigning a business school Web site around performance metrics," in *Proceedings of the 2003 conference on Designing for user experiences*, 2003, pp. 1-15.
- I. Choi and M. Kim, "Topic distillation using hierarchy concept tree," in *Proceedings of the 26th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in informaion retrieval*, 2003, pp. 371-372.
- V. Christophides, D. Plexousakis, M. Scholl, and S. Tourtounis, "On labeling schemes for the semantic web," in *Proceedings of the 12th international conference on World Wide Web*, New York, NY, USA, 2003, pp. 544-555.
- T. D.-B. R. Collective, "Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry," *Educational Researcher*, pp. 5-8, 2003.
- P. Dave, U. P. Karadkar, R. Furuta, L. Francisco-Revilla, F. Shipman, S. Dash, and Z. Dalal, "Browsing intricately interconnected paths," in *Proceedings of the fourteenth ACM conference on Hypertext and hypermedia*, New York, NY, USA, 2003, pp. 95-103.
- A. Nürnberger, A. Klose, and R. Kruse, "Self-organizing maps for interactive search in document databases," P. S. Szczepaniak, J. Segovia, J. Kacprzyk, and L. A. Zadeh, Eds. Heidelberg, Germany, Germany: Physica-Verlag GmbH, 2003, pp. 119-135.
- C. Olston and E. H. Chi, "ScentTrails: Integrating browsing and searching on the Web," *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.*, vol. 10, no. 3, pp. 177-197, Sep. 2003.
- A. S. G. Smith and A. Blandford, "MLTutor: An application of machine learning algorithms for an adaptive web-based information system," *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, vol. 13, no. 2-4, pp. 233-260, 2003.
- K. A. Smith and A. Ng, "Web page clustering using a self-organizing map of user navigation patterns," *Decision Support Systems*, vol. 35, no. 2, pp. 245-256, May 2003.
- H. Wu, M. D. Gordon, K. DeMaagd, and N. Bos, "Link analysis for collaborative knowledge building," in *Proceedings of the fourteenth ACM conference on Hypertext and hypermedia*, 2003, pp. 216-217.
- M. Aravamudan, A. C. Papanicolaou, and K. K. Vishwanathan, "Collaborative browsing of the internet," 673214504-May-2004.
- W. Buntine, J. Lofstrom, J. Perkio, S. Perttu, V. Poroshin, T. Silander, H. Tirri, A. Tuominen, and V. Tuulos, "A Scalable Topic-Based Open Source Search Engine," in *Proceedings of the 2004 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence*, Washington, DC, USA, 2004, pp. 228-234.

- L. Cai and T. Hofmann, "Hierarchical document categorization with support vector machines," in Proceedings of the thirteenth ACM international conference on Information and knowledge management, 2004, pp. 78-87.
- M. Chalmers, A. Dieberger, K. Höök, and A. Rudström, "Social Navigation and Seamless Design," *Cognitive Studies*, vol. 11, no. 3, pp. 171-181, 2004.
- G. Cordasco, V. Scarano, and C. Vitolo, "Architecture of a p2p distributed adaptive directory," in Proceedings of the 13th international World Wide Web conference on Alternate track papers & posters, New York, NY, USA, 2004, pp. 282-283.
- A. Crystal and J. Wilbur, "Who's my daddy?: an approach to decentralized information architecture," in CHI '04 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, New York, NY, USA, 2004, pp. 1573-1573.
- X. Fang and O. R. L. Sheng, "LinkSelector: A Web mining approach to hyperlink selection for Web portals," *ACM Trans. Internet Technol.*, vol. 4, no. 2, pp. 209-237, May 2004.
- R. T. Freeman and H. Yin, "Adaptive topological tree structure for document organisation and visualisation," *Neural Networks*, vol. 17, no. 8-9, pp. 1255-1271, Oct. 2004.
- V. Gedov, C. Stolz, R. Neuneier, M. Skubacz, and D. Seipel, "Matching web site structure and content," in Proceedings of the 13th international World Wide Web conference on Alternate track papers & posters, New York, NY, USA, 2004, pp. 286-287.
- P. I. Hofgesang and W. Kowalczyk, "Web usage mining. Structuring semantically enriched clickstream data," MSc. Thesis, Vrije Universiteit Amsterdam, The Netherlands, 2004.
- D. Lowe and X. Kong, "NavOptim Coding: Supporting Website Navigation Optimisation using Effort Minimisation," in Proceedings of the 2004 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence, Washington, DC, USA, 2004, pp. 91-97.
- R. Wilson, J. Shortreed, and M. Landoni, "A study into the usability of e-encyclopaedias," in Proceedings of the 2004 ACM symposium on Applied computing, 2004, pp. 1688-1692.
- D. Dufner, L. M. Holley, and B. J. Reed, "Models for US State Government Strategic Information Systems Planning (SISP)," in System Sciences, 2005. HICSS'05. Proceedings of the 38th Annual Hawaii International Conference on, 2005, p. 133c-133c.
- M. Eirinaki, M. Vazirgiannis, and D. Kapogiannis, "Web path recommendations based on page ranking and Markov models," in Proceedings of the 7th annual ACM international workshop on Web information and data management, New York, NY, USA, 2005, pp. 2-9.
- R. T. Freeman and H. Yin, "Tree view self-organisation of web content," *Neurocomputing*, vol. 63, no. 0, pp. 415-446, Jan. 2005.
- S. Harabagiu and F. Lacatusu, "Topic themes for multi-document summarization," in Proceedings of the 28th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval, 2005, pp. 202-209.
- B. Kelly and R. Vidgen, "A quality framework for web site quality: user satisfaction and quality assurance," in Special interest tracks and posters of the 14th international conference on World Wide Web, 2005, pp. 930-931.
- M. Kiewra, "Iterative Discovering of User's Preferences Using Web Mining," *International Journal of Computer Science & Applications*, vol. 2, 2005.
- S. Kim and H. Lee, "Employee knowledge sharing capabilities in public & private organizations: does organizational context matter?," in System Sciences, 2005. HICSS'05. Proceedings of the 38th Annual Hawaii International Conference on, 2005, p. 249a-249a.
- X. Kong and D. Lowe, "NavOptim: on the possibility of minimising navigation effort," in Proceedings of the 5th international conference on Web Engineering, Berlin, Heidelberg, 2005, pp. 581-584.

- V. Krikos, S. Stamou, P. Kokosis, A. Ntoulas, and D. Christodoulakis, "DirectoryRank: ordering pages in web directories," in Proceedings of the 7th annual ACM international workshop on Web information and data management, New York, NY, USA, 2005, pp. 17-22.
- N. Liu and C. Yang, "Mining web site's topic hierarchy," in Special interest tracks and posters of the 14th international conference on World Wide Web, New York, NY, USA, 2005, pp. 980-981.
- N. Liu and C. C. Yang, "Extracting a website's content structure from its link structure," in Proceedings of the 14th ACM international conference on Information and knowledge management, New York, NY, USA, 2005, pp. 345-346.
- D. Lowe and X. Kong, "Applying NavOptim to minimise navigational effort," in Special interest tracks and posters of the 14th international conference on World Wide Web, New York, NY, USA, 2005, pp. 1056-1057.
- A. Mockus, P. Zhang, and P. L. Li, "Predictors of customer perceived software quality," in Proceedings of the 27th international conference on Software engineering, 2005, pp. 225-233.
- T.-H. Ong, H. Chen, W. Sung, and B. Zhu, "Newsmap: a knowledge map for online news," *Decision Support Systems*, vol. 39, no. 4, pp. 583-597, Jun. 2005.
- F. Ricci, K. Wöber, and A. Zins, "Recommendations by Collaborative Browsing," in *Information and Communication Technologies in Tourism 2005*, D. A. J. Frew, Ed. Springer Vienna, 2005, pp. 172-182.
- B. Sundgren, "What is a Public Information System?," *International Journal of Public Information Systems*, vol. 1, no. 1, pp. 81-99, 2005.
- C.-W. Tan, S.-L. Pan, and E. T. Lim, "Towards the restoration of public trust in electronic governments: A case study of the e-filing system in Singapore," in *System Sciences, 2005. HICSS'05. Proceedings of the 38th Annual Hawaii International Conference on*, 2005, p. 126c-126c.
- X. Kong and D. Lowe, "NavOptim Coding: Web Navigational Construction to Minimise Navigation Effort." Xiaoying Kong and David Lowe © 2005, 2005.
- X. Bao, J. L. Herlocker, and T. G. Dietterich, "Fewer clicks and less frustration: reducing the cost of reaching the right folder," in Proceedings of the 11th international conference on Intelligent user interfaces, New York, NY, USA, 2006, pp. 178-185.
- M. Chau, Z. Huang, J. Qin, Y. Zhou, and H. Chen, "Building a scientific knowledge web portal: The NanoPort experience," *Decision Support Systems*, vol. 42, no. 2, pp. 1216-1238, Nov. 2006.
- D. Cheng, R. Kannan, S. Vempala, and G. Wang, "A divide-and-merge methodology for clustering," *ACM Transactions on Database Systems (TODS)*, vol. 31, no. 4, pp. 1499-1525, 2006.
- M. Kellar, C. Watters, and M. Shepherd, "A Goal-based Classification of Web Information Tasks," *Proceedings of the American Society for Information Science and Technology*, vol. 43, no. 1, pp. 1-22, 2006.
- M. Kellar, C. Watters, and M. Shepherd, "The impact of task on the usage of web browser navigation mechanisms," in *Proceedings of Graphics Interface 2006*, Toronto, Ont., Canada, Canada, 2006, pp. 235-242.
- V. Kostakos, E. O'Neill, and A. Penn, "Designing urban pervasive systems," *Computer*, vol. 39, no. 9, pp. 52-59, 2006.
- T. Maekawa, T. Hara, and S. Nishio, "A collaborative Web browsing system for multiple mobile users," in *Fourth Annual IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications, 2006. PerCom 2006*, 2006, p. 12 pp. -35.

- S. Shim and B. Lee, "Evolution of portals and stability of information ecology on the web," in Proceedings of the 8th international conference on Electronic commerce: The new e-commerce: innovations for conquering current barriers, obstacles and limitations to conducting successful business on the internet, 2006, pp. 584-588.
- H. Wu, M. Gordon, K. DeMaagd, and W. Fan, "Mining web navigations for intelligence," Decision Support Systems, vol. 41, no. 3, pp. 574-591, Mar. 2006.
- H. Wu, M. Zubair, and K. Maly, "Harvesting social knowledge from folksonomies," in Proceedings of the seventeenth conference on Hypertext and hypermedia, New York, NY, USA, 2006, pp. 111-114.
- M. Bieliková and M. Jemala, "Adaptive incremental browsing of ontology structure," in Proceedings of the eighteenth conference on Hypertext and hypermedia, New York, NY, USA, 2007, pp. 143-144.
- T. Dalamagas, P. Bouros, T. Galanis, M. Eirinaki, and T. Sellis, "Mining user navigation patterns for personalizing topic directories," in Proceedings of the 9th annual ACM international workshop on Web information and data management, New York, NY, USA, 2007, pp. 81-88.
- D. Donato, L. Laura, S. Leonardi, and S. Millozzi, "The Web as a graph," ACM Transactions on Internet Technology, vol. 7, no. 1, p. 4-es, Feb. 2007.
- M. Eirinaki and M. Vazirgiannis, "Web site personalization based on link analysis and navigational patterns," ACM Trans. Internet Technol., vol. 7, no. 4, Oct. 2007.
- X. Fang and C. W. Holsapple, "An empirical study of web site navigation structures' impacts on web site usability," Decision Support Systems, vol. 43, no. 2, pp. 476-491, Mar. 2007.
- R. Farzan, M. Coyle, J. Freyne, P. Brusilovsky, and B. Smyth, "ASSIST: adaptive social support for information space traversal," in Proceedings of the eighteenth conference on Hypertext and hypermedia, New York, NY, USA, 2007, pp. 199-208.
- J. Freyne, R. Farzan, P. Brusilovsky, B. Smyth, and M. Coyle, "Collecting community wisdom: integrating social search & social navigation," in Proceedings of the 12th international conference on Intelligent user interfaces, New York, NY, USA, 2007, pp. 52-61.
- C. Gershenson, Design and control of self-organizing systems. Coptl ArXives, 2007.
- O. Gerstel, S. Kutten, E. S. Laber, R. Matichin, D. Peleg, A. A. Pessoa, and C. Souza, "Reducing human interactions in Web directory searches," ACM Trans. Inf. Syst., vol. 25, no. 4, Oct. 2007.
- J. Han, D. Han, C. Lin, H.-J. Zeng, Z. Chen, and Y. Yu, "Homepage live: automatic block tracing for web personalization," in International World Wide Web Conference: Proceedings of the 16th international conference on World Wide Web, 2007, vol. 8, pp. 1-10.
- H. Hasan, "Information systems development as a research method," Australasian Journal of Information Systems, vol. 11, no. 1, 2007.
- Y. Kim, "Weighted order-dependent clustering and visualization of web navigation patterns," Decision Support Systems, vol. 43, no. 4, pp. 1630-1645, Aug. 2007.
- J. Kramer, "Is abstraction the key to computing?," Communications of the ACM, vol. 50, no. 4, pp. 36-42, 2007.
- R. Martin and L. Archer, "Reverse Engineering of Web Applications: A Technical Review," 2007.
- M. C. P. Melguizo, H. van Oostendorp, and I. Juvina, "Predicting and solving web navigation problems," in Proceedings of the eighteenth conference on Hypertext and hypermedia, New York, NY, USA, 2007, pp. 47-48.
- M. R. Morris and E. Horvitz, "SearchTogether: an interface for collaborative web search," in Proceedings of the 20th annual ACM symposium on User interface software and technology, New York, NY, USA, 2007, pp. 3-12.

- S.-Y. Neo, Y. Ran, H.-K. Goh, Y. Zheng, T.-S. Chua, and J. Li, "The use of topic evolution to help users browse and find answers in news video corpus," in Proceedings of the 15th international conference on Multimedia, New York, NY, USA, 2007, pp. 198-207.
- L. V. Orman, "Consumer support systems," *Communications of the ACM*, vol. 50, no. 4, pp. 49-54, 2007.
- R. Reitsma and S. Trubin, "Information space partitioning using adaptive Voronoi diagrams," *Information Visualization*, vol. 6, no. 2, pp. 123-138, May 2007.
- C. A. Shue, A. J. Kalafut, and M. Gupta, "The web is smaller than it seems," in Internet Measurement Conference: Proceedings of the 7 th ACM SIGCOMM conference on Internet measurement, 2007, vol. 24, pp. 123-128.
- L. Sommaruga and N. Catenazzi, "Curriculum visualization in 3D," in Proceedings of the twelfth international conference on 3D web technology, New York, NY, USA, 2007, pp. 177-180.
- O. Turetken and R. Sharda, "Visualization of web spaces: state of the art and future directions," *SIGMIS Database*, vol. 38, no. 3, pp. 51-81, Jul. 2007.
- A. J. Ullman and J. Kay, "WikiNavMap: a visualisation to supplement team-based wikis," in CHI '07 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, New York, NY, USA, 2007, pp. 2711-2716.
- E. Adar, J. Teevan, and S. T. Dumais, "Large scale analysis of web revisitation patterns," in Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, New York, NY, USA, 2008, pp. 1197-1206.
- M. Amelung, P. Forbrig, and D. Rösner, "Towards generic and flexible web services for e-assessment," in *ACM SIGCSE Bulletin*, 2008, vol. 40, pp. 219-224.
- M. Awad, L. Khan, and B. Thuraisingham, "Predicting WWW surfing using multiple evidence combination," *The VLDB Journal*, vol. 17, no. 3, pp. 401-417, May 2008.
- E. H. Chi and T. Mytkowicz, "Understanding the efficiency of social tagging systems using information theory," in Proceedings of the nineteenth ACM conference on Hypertext and hypermedia, New York, NY, USA, 2008, pp. 81-88.
- J. J. Donaldson, M. Conover, B. Markines, H. Roinestad, and F. Menczer, "Visualizing social links in exploratory search," in Proceedings of the nineteenth ACM conference on Hypertext and hypermedia, New York, NY, USA, 2008, pp. 213-218.
- D. A. Kolb, "The revenge of the page," in Proceedings of the nineteenth ACM conference on Hypertext and hypermedia, 2008, pp. 89-96.
- T.-P. Liang, "Recommendation systems for decision support: An editorial introduction," *Decision Support Systems*, vol. 45, no. 3, pp. 385-386, Jun. 2008.
- V. N. Marivate, G. Ssali, and T. Marwala, "An intelligent multi-agent recommender system for human capacity building," in *Electrotechnical Conference, 2008. MELECON 2008. The 14th IEEE Mediterranean*, 2008, pp. 909-915.
- Y. Matsuoka, R. Sakamoto, S. Ito, H. Takeda, and K. Kogure, "Aikuchi: Marking-based Social Navigation System," in Proceedings of International Conference on Weblogs and Social Media, 2008, pp. 289-290.
- S. Mengle, N. Goharian, and A. Platt, "Discovering relationships among categories using misclassification information," in Proceedings of the 2008 ACM symposium on Applied computing, 2008.
- M. L. Nandi and G. K. Nayak, "Information Systems Management in Public Sector Organizations," 2008, pp. 289-294.
- D. Revere and S. Fuller, "Building a Customizable Knowledge Management Environment to Support Public Health Practice: Design Strategies," in *Hawaii International Conference on System Sciences, Proceedings of the 41st Annual*, 2008, pp. 252-252.

- M. Richardson, "An evaluation scheme for hierarchical information browsing structures," in CHI '08 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, New York, NY, USA, 2008, pp. 3699-3704.
- C. Romero, S. Ventura, and E. García, "Data mining in course management systems: Moodle case study and tutorial," *Computers & Education*, vol. 51, no. 1, pp. 368-384, Aug. 2008.
- Y. Wang, W. Dai, and Y. Yuan, "Website browsing aid: A navigation graph-based recommendation system," *Decision Support Systems*, vol. 45, no. 3, pp. 387-400, Jun. 2008.
- D. Xing, G.-R. Xue, Q. Yang, and Y. Yu, "Deep classifier: automatically categorizing search results into large-scale hierarchies," in *Proceedings of the international conference on Web search and web data mining*, 2008, pp. 139-148.
- M. Yudelson and N. Goreva, "Providing social navigation within annotated examples," in *Proceedings of the nineteenth ACM conference on Hypertext and hypermedia*, New York, NY, USA, 2008, pp. 255-256.
- F. Benevenuto, T. Rodrigues, M. Cha, and V. Almeida, "Characterizing user behavior in online social networks," in *Proceedings of the 9th ACM SIGCOMM conference on Internet measurement conference*, 2009, pp. 49-62.
- Q. E. Booker, "A Student Program Recommendation System Prototype," *IACIS Issues in Information Systems*, vol. X, no. 2, pp. 544-551, 2009.
- H. Chen, "AI, E-government, and Politics 2.0," *Intelligent Systems, IEEE*, vol. 24, no. 5, pp. 64-86, 2009.
- B. Cheng, R. de Lemos, H. Giese, P. Inverardi, J. Magee, J. Andersson, B. Becker, N. Bencomo, Y. Brun, and B. Cukic, "Software engineering for self-adaptive systems: A research roadmap," *Software Engineering for Self-Adaptive Systems*, pp. 1-26, 2009.
- H. Choi and C. Lee, "Organizational Assimilation of Information Technology in Korean Local Governments," in *System Sciences, 2009. HICSS'09. 42nd Hawaii International Conference on*, 2009, pp. 1-8.
- A. N. Gibson, J. C. Bertot, and C. R. McClure, "Emerging role of public librarians as E-government providers," in *System Sciences, 2009. HICSS'09. 42nd Hawaii International Conference on*, 2009, pp. 1-10.
- H. Li and L. Song, "The Analysis of Public Need to the Government Community Medical Information: Taking Communities in Wuhan for Example," 2009, pp. 170-174.
- L. Longo and S. Barrett, "A context-aware approach based on self-organizing maps to study web-users' tendencies from their behaviour," in *Proceedings of the 1st International Workshop on Context-Aware Middleware and Services: affiliated with the 4th International Conference on Communication System Software and Middleware (COMSWARE 2009)*, New York, NY, USA, 2009, pp. 12-17.
- R. Luo and Y. Shen, "The Design and Implementation of Public Bike Information System Based on Google Maps," 2009, pp. 156-159.
- A. G. Parameswaran and H. Garcia-Molina, "Recommendations with prerequisites," in *Proceedings of the third ACM conference on Recommender systems*, 2009, pp. 353-356.
- R. Rao and G. Linden, "Computer science curriculum, deceptive advertising," *Communications of the ACM*, vol. 52, no. 11, p. 10, Nov. 2009.
- A. Ruiz-Iniesta, G. Jiménez-Díaz, and M. Gómez-Albarrán, "User-Adaptive Recommendation Techniques in Repositories of Learning Objects: Combining Long-Term and Short-Term Learning Goals," *Learning in the Synergy of Multiple Disciplines*, pp. 645-650, 2009.
- S. Sang and J.-D. Lee, "A Conceptual Model of e-Government Acceptance in Public Sector," 2009, pp. 71-76.

- E. Santos-Neto, D. Condon, N. Andrade, A. Iamnitchi, and M. Ripeanu, "Individual and social behavior in tagging systems," in Proceedings of the 20th ACM conference on Hypertext and hypermedia, New York, NY, USA, 2009, pp. 183-192.
- G. D. P. Styliaras and S. P. Christodoulou, "HyperSea: towards a spatial hypertext environment for web 2.0 content," in Proceedings of the 20th ACM conference on Hypertext and hypermedia, New York, NY, USA, 2009, pp. 35-44.
- Y. Sun, K.-L. Hui, J. Ma, and Z. Fan, "Analysis of joint provision of public goods in online communities," in System Sciences, 2009. HICSS'09. 42nd Hawaii International Conference on, 2009, pp. 1-10.
- S. Verma, S. Patel, and A. Abhari, "Adaptive web navigation," in Proceedings of the 2009 Spring Simulation Multiconference, San Diego, CA, USA, 2009, pp. 126:1-126:4.
- X. Yang and F. Wang, "E-Government Systems of Public Project Management Based on Total Management," 2009, pp. 465-470.
- Z. Zhiying, "Construction of Public Logistics Information Platform Based on Grid Service," 2009, pp. 333-336.
- A. O. Ajayi, G. A. Aderounmu, and H. A. Soriyan, "An adaptive fuzzy information retrieval model to improve response time perceived by e-commerce clients," *Expert Systems with Applications*, vol. 37, no. 1, pp. 82-91, Jan. 2010.
- A. Šilić and B. D. Bašić, "Visualization of text streams: a survey," in Proceedings of the 14th international conference on Knowledge-based and intelligent information and engineering systems: Part II, Berlin, Heidelberg, 2010, pp. 31-43.
- P.-Y. Chiang, M. Kuo, J. Lee, C.-C. Jay Kuo, T. Richmond, M. Rosenberg, J. Lund, K. Haynes, and L. Armstrong, "Technologies and the development of the Automated Metadata Indexing and Analysis (AMIA) system," *Journal of Visual Communication and Image Representation*, vol. 21, no. 3, pp. 200-209, Apr. 2010.
- T. Jacobs, "An experimental study of recent hotlink assignment algorithms," *J. Exp. Algorithmics*, vol. 15, pp. 1.1:1.1-1.1:1.18, Mar. 2010.
- M. Lips and A. Rapson, "Exploring Public Recordkeeping Behaviors in Wiki-Supported Public Consultation Activities in the New Zealand Public Sector," in System Sciences (HICSS), 2010 43rd Hawaii International Conference on, 2010, pp. 1-10.
- M. Perry and T. Margoni, "FLOSS for the Canadian Public Sector: Open Democracy," 2010, pp. 294-300.
- C. Romero and S. Ventura, "Educational Data Mining: A Review of the State of the Art," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)*, vol. 40, no. 6, pp. 601-618, Nov. 2010.
- A. Souza, de Araújo, L. A. Vidal, de Carvalho, R. M. E. Moreira, and da Costa, "The influence of intelligent characters on users' navigation through a three-dimensional virtual environment," *Presence: Teleoper. Virtual Environ.*, vol. 19, no. 3, pp. 253-264, Jun. 2010.
- M. L. Wilson, "From Keyword Search to Exploration: Designing Future Search Interfaces for the Web," *Foundations and Trends® in Web Science*, vol. 2, no. 1, pp. 1-97, 2010.
- M. Wu and C. T. Bowles, "Principles for applying social navigation to collaborative systems," in Proceedings of the 4th Symposium on Computer Human Interaction for the Management of Information Technology, New York, NY, USA, 2010, pp. 2:1-2:10.
- H. Garcia-Molina, G. Koutrika, and A. Parameswaran, "Information seeking," *Communications of the ACM*, vol. 54, no. 11, p. 121, Nov. 2011.
- T. Jacobs, "Constant factor approximations for the hotlink assignment problem," *ACM Trans. Algorithms*, vol. 7, no. 2, pp. 16:1-16:19, Mar. 2011.

- S. B. Kotsiantis, "Use of machine learning techniques for educational proposes: a decision support system for forecasting students' grades," *Artificial Intelligence Review*, vol. 37, no. 4, pp. 331-344, May 2011.
- R. Rathipriya, D. K. Thangavel, and J. Bagyamani, "Evolutionary Biclustering of Clickstream Data," arXiv preprint arXiv:1106.2312, 2011.
- C. Romero and S. Ventura, "Preface to the special issue on data mining for personalised educational systems," *User Modeling and User-Adapted Interaction*, vol. 21, no. 1-2, pp. 1-3, Feb. 2011.
- M. Blagojević and Ž. Micić, "A web-based intelligent report e-learning system using data mining techniques," *Computers & Electrical Engineering*, Oct. 2012.
- D. Erzen, "Zasnova priporocilnega sistema za podporo izbora studijskih predmetov," Diploma Work, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, 2012.
- J. Mikians, L. Gyarmati, V. Erramilli, and N. Laoutaris, "Detecting price and search discrimination on the Internet," in *Proceedings of the 11th ACM Workshop on Hot Topics in Networks*, 2012, pp. 79-84.
- R. Rohani Ghahari, M. Ferati, T. Yang, and D. Bolchini, "Back navigation shortcuts for screen reader users," in *Proceedings of the 14th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility*, New York, NY, USA, 2012, pp. 1-8.
- G. D. Styliaras and S. P. Christodoulou, "Organizing personal web 2.0 content with Hypersea," in *Proceedings of the 6th Euro American Conference on Telematics and Information Systems*, New York, NY, USA, 2012, pp. 223-230.
- M.-C. Tang, P.-H. Ting, and Y.-J. Sie, "Exploring evaluation criteria of social navigational tools on social media: a case study of aNobii," in *Proceedings of the 4th Information Interaction in Context Symposium*, New York, NY, USA, 2012, pp. 21-26.
- J. Wei, Z. Shen, N. Sundaresan, and K.-L. Ma, "Visual cluster exploration of web clickstream data," in *2012 IEEE Conference on Visual Analytics Science and Technology (VAST)*, 2012, pp. 3-12.
- R. Gluga, J. Kay, and T. Lever, "Foundations for Modeling University Curricula in Terms of Multiple Learning Goal Sets," *IEEE Transactions on Learning Technologies*, vol. 6, no. 1, pp. 25-37, 2013.
- K.-K. Chu, M. Chang, and Y.-T. Hsia, "Designing a Course Recommendation System on Web based on the Students' Course Selection Records," *EDMEDIA 2003*, vol. 2003, no. 1, pp. 14-21, 2003.

## Слики

Слика 1: Составни елементи на активност на социјална навигација.....	15
Слика 2: Когнитивни активности во општата рамка на навигација.....	17
Слика 3: Рамка на класификација на социјалните системи.....	19
Слика 4: Почетен концептуален податочен модел на навигациските елементи.....	34
Слика 5: Податочен моделот на навигациски елементи и верзии.....	35
Слика 6: Податочен модел за следење социјална навигација.....	39
Слика 7: Контролен циклус на повратна спрега.....	41
Слика 8: Податочен модел на контролниот циклус.....	44
Слика 9: Поврзување на моделите на социјална навигација и самоадаптивност.....	45
Слика 10: Пример за активни зависности од само два вида во една насока.....	60
Слика 11: Процес на упис класично решение - поглед на студент и координатор.....	63
Слика 12: Првата верзија на виртуелниот академски советник.....	65
Слика 13: Промена на идниот план на студентот по премин на друга насока.....	65
Слика 14: Објектен дијаграм за начинот на реализација на некои зависности.....	67
Слика 15: Модел на дел од процесот за запишување предмети.....	74
Слика 16: Дел од податочниот модел за распоредот на часови.....	75
Слика 17: Социјално збогатен почетен посредник на виртуелниот советник.....	79
Слика 18: Поедоставен концептуален модел на архитектурата на курикулуми.....	82
Слика 19: Прилагоден контролен циклус на повратната спрега.....	92
Слика 20: Пример за организација на внатрешната архитектура.....	98
Слика 21: Дијаграм на поставување на главните потсистеми.....	105
Слика 22: Архитектура на решението за поврзување со Moodle LMS.....	110
Слика 23: Сценарио за упис преку виртуелниот академски советник.....	132
Слика 24: Целосен дијаграм на ентитет класи од навигацискиот модел.....	133
Слика 25: Целосен дијаграм на ентитет класи во ИСИС.....	135
Слика 26: Добивање на обединета листа незавршени предмети по сите основи.....	136
Слика 27: Процена за тек на идни семестри и запишани предмети.....	137
Слика 28: Основни операции во навигацискиот модел.....	138
Слика 29: Увоз на моделот на планови од ИСИС во навигацискиот модел.....	139
Слика 30: Резервација на просторија во распоред.....	140

## Табели

Табела 1: Порамнување на циклусите на социјална навигација и самоадаптивност.....	41
Табела 2: Топ 15 курсеви според СТИ во 2011/12 летен семестар.....	53
Табела 3: Број можни конфликти со други курсеви, за курсот ВР.....	53
Табела 4: Број можни конфликти со други курсеви, за курсот VD.....	54



# Содржина

1. Вовед.....	1
1.1. За проблематиката.....	1
1.1.1. За информацискиот подем и последиците.....	1
1.1.2. Аспектите кои водат кон ова истражување.....	3
1.2. За докторската дисертација.....	8
1.2.1. За идејата.....	8
1.2.2. Цели.....	8
1.2.3. Методологија.....	9
2. За научното подрачје.....	11
2.1. Јавни информациски системи.....	11
2.2. Социјална навигација.....	11
2.2.1. Што е социјална навигација? .....	12
2.2.2. Модели, алатки и елементи на социјална навигација.....	13
2.2.3. Анализи преку примери на социјална навигација.....	22
2.3. Самоадаптивност и самоструктурирање.....	26
2.3.1. Самоадаптивност кај навигациски системи.....	27
2.4. Интеграција на концептите.....	29
3. Нов интегриран модел.....	31
3.1. Општи потреби.....	31
3.2. Основни навигациски елементи.....	32
3.3. Поддршка за самоструктурирање.....	34
3.3.1. Менливост на содржината и ресурсите.....	35
3.3.2. Менливост на структурата на навигација.....	36
3.4. Поддршка за социјална навигација.....	38
3.5. Самоадаптивност.....	40
3.5.1. Структура за следење на циклусите.....	43
3.6. Елементи на интеграција на моделите.....	45
3.7. Имплементација на интегрираниот модел.....	46
4. Примена и прототип имплементација.....	47
4.1. За проблематиката и процесите.....	47
4.1.1. Општа ситуација.....	49
4.1.2. За проблемот на зависности во распоредот.....	52
4.1.3. За проблемот на избор предмети.....	58
4.1.4. Улогата на академскиот советник.....	61
4.2. Виртуелен академски советник.....	62
4.2.1. Класично решение.....	62
4.2.2. Развојот на виртуелниот академски советник.....	63
4.2.3. Анализа на побарувања за ресурси.....	66
4.3. Интегрирање на процесот на уписи и изработка на распоред на часови.....	70
4.3.1. Ново сценарио.....	70

4.3.2. Поддршка на сценариото од постојниот систем.....	74
4.4. Социјална навигација.....	77
4.4.1. Систем за препорачување курсеви.....	77
4.4.2. Водење на студентот кон подобар успех.....	79
4.4.3. Дискусија по системите за препорачувања.....	84
4.4.4. Имплементација на интегрираниот навигациски модел.....	87
4.4.5. Увоз на стари податоци и тестови.....	89
4.5. Самоорганизирачки процеси .....	91
4.5.1. Самоадаптивен контролен циклус во интегрираниот процес на уписи и распоред на часови.....	91
4.5.2. Поврзување со компонентите за социјална навигација.....	95
4.6. Архитектура на системот.....	97
4.6.1. Генерален опис на архитектурата.....	97
Развој на веб-базиран кориснички посредник.....	98
4.6.2. Систем за управување со релациски бази на податоци.....	101
4.6.3. Систем за автентикација.....	102
4.6.4. Систем за препорачување.....	103
4.6.5. Интеграција на потсистемите.....	104
4.6.6. Дистрибуирано извршување, решение во облак.....	105
4.7. Поврзување со други универзитетски решенија.....	109
4.8. Дискусија за успешноста на решението.....	115
4.8.1. Предности.....	115
4.8.2. Недостатоци.....	115
5. Заклучоци, придонеси и идна работа.....	119
5.1. Заклучоци од извршената анализа на истражувањата.....	119
5.2. Придонеси.....	120
5.2.1. Интегриран модел на социјална навигација и самоадаптација.....	120
5.2.2. Развој на прототип имплементација.....	121
5.3. Идни истражувања.....	122
5.3.1. Приватност.....	122
5.3.2. Слаба автентикација.....	124
5.3.3. Аспекти на погрешно насочување.....	125
5.3.4. Безбедност помогната со социјална навигација.....	126
5.3.5. Личен пристап кон социјалната навигација.....	127
Додаток А: За развојот на системот ИСИС.....	129
Додаток Б: Имплементациски детали за прототип имплементацијата.....	132
Референци.....	143
Слики.....	157
Табели.....	157