

UTICAJ VIRTUELNOG MODELA NC MAŠINE U PROCESU VIRTUELNE NC OBRADE

Sidorenko, S.¹; Dukovski, V.² & Taševski R.³

Rezime

U našem istraživanju razrađen je koncept virtuelne NC obrade koji obuhvata nekoliko modela: model virtuelne NC mašine sa integrisanom bazom znanja, geometrijski model proizvoda sa integrisanom bazom znanja, model virtuelne NC obrade i model evaluacije virtuelnog proizvoda. Spomenuti modeli primenjeni su u kompjuterskom programu u vidu kompleksnog CAD/CAM sistema sačinjenog iz specijalizovanih inteligentnih modula, kao nadgradnja komercijalnog grafičkog paketa.

Model virtuelne NC mašine sa integrisanom bazom znanja razvijen je primenom objektno-orijentisanog programiranja. Ovaj model omogućuje kreiranje virtuelnih modela postojećih NC mašina i kreiranje novih primenom modularnog projektovanja. Kreiranje virtuelne NC mašine prosleđeno je formiranjem individualnom bazom znanja koja se kasnije primenjuje u fazi virtuelne NC obrade.

Ključne reči: CAD, CAM, objektno-orijentisano programiranje, programiranje bazirano na znanjima, virtuelna NC obrada.

Abstract

In our research we present a concept of virtual NC machining that consists of several models: virtual NC machine model with integrated knowledge data, geometric product model with integrated knowledge data, virtual NC machining model and virtual product evaluation model. Presented models are applied into a system of CAD/CAM intelligent modules, created as an upgrade of a commercial graphical package.

Model of virtual NC machine with integrated knowledge data is developed using the principles of object-oriented programming. This model enables creation of virtual models of existed NC machines and creation of new ones applying the modular composition principles. Virtual NC machine creation is followed with integration of individual knowledge data, applied later in the virtual NC machining phase.

Key words: CAD, CAM, object-oriented programming, knowledge-based programming, virtual NC machining.

1. UVOD

Suvremena kompjuterska grafika dostigla je svoj zenit uvođenjem virtuelne realnosti. Jedna od inicijalnih prednosti ove tehnike u oblasti CAD/CAM sistema je mogućnost simulacije proizvodnih procesa. Time se omogućuje dobijanje virtuelnog proizvoda. Evaluacija virtuelnog proizvoda radi ispitivanja ispravnosti traektorije alata, koja je definisana NC programom, znači eliminiranje skupih i sporih realnih eksperimenata. Zadnjih desetak godina u području CAD/CAM sistema, razvijeni su nekoliko sistema za simulaciju NC obrade skidanjem materijala.

Takata integriše geometrijsku i fizičku simulaciju za evaluaciju procesa skidanja materijala. Primenom simulatora, omogućeno je automatsko generisanje scenarija obrade (Takata 1993).

¹ Asist. Dr. Sofija SIDORENKO, Univerzitet Sv. Kiril i Metodij, Mašinski fakultet, Karpos II bb. Skopje, Makedonija, e-mail: sofisido@ereb1.mf.ukim.edu.mk, tel.: +389 2 399 261, fax:+389 2 362 298.

² Prof. Dr. Vladimir DUKOVSKI, Univerzitet Sv. Kiril i Metodij, Mašinski fakultet, Karpos II bb. Skopje, Makedonija, e-mail: dukovski@ereb1.mf.ukim.edu.mk, tel.: +389 2 399 255, fax:+389 2 362 298.

³ Doc. Dr. Risto TAŠEVSKI, Univerzitet Sv. Kiril i Metodij, Mašinski fakultet, Karpos II bb. Skopje, Makedonija, e-mail: risto@ereb1.mf.ukim.edu.mk, tel.: +389 2 399 261, fax:+389 2 362 298.

M. C. Leu uveo je SDE pristup (Sweep Differential Equation) u procesu simulacije i verifikacije NC obrade (Leu, 1998). Ovaj pristup uspostavlja efektivnu tehniku NC simulacije sa sposobnošću za geometrijsku verifikaciju i proveru tolerancija.

X. Yan razvio je simulator NC programa koji može tačno izračunati vreme obrade (Yan, 1997). Kinematski faktor i brzine pomesta su takođe predviđeni. Ovim parametrima omogućena je evaluacija produktivnosti NC programa.

VMSim je simulator virtuelne NC obrade za PC kompjutere, sastavljen od simulatora NC programa, geometrijskog simulatora i fizičkog simulatora (Hirohisa i ostali, 2000). On je razvijen u cilju evaluacije i modifikacije NC programa pre započinjanja realne NC obrade. VMSim NC program simulator omogućuje kalkulaciju vremena obrade, brzinu rezanja i greške mašine.

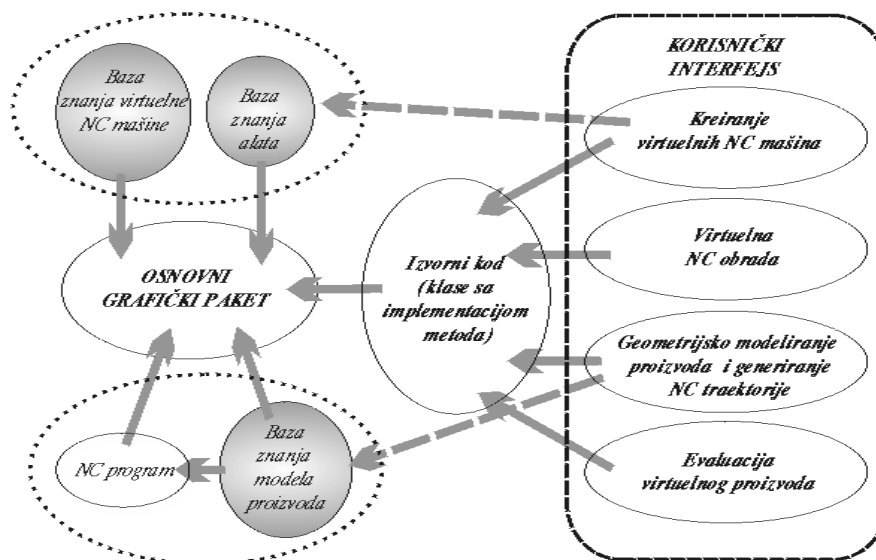
Imajući u predvid pomenuta istraživanja, predlažemo model virtuelne NC obrade baziran na principima objektno-orijentisanog programiranja. Slično realnoj obradi, ovaj model omogućuje uključivanje svih elemenata obrade i njihove osobine u cilju dobijanja virtuelnog proizvoda što sličniji realnim. Zbog toga, definiran je model virtuelne NC mašine sa integrisanom bazom znanja kojim se opisuju osobine realne NC mašine i alate za obradu da bi kasnije bile primenjene u procesu virtuelne obrade. Takođe, definiran je geometrijski model proizvoda sa integrisanom bazom znanja zbog automatskog generisanja NC programa. Model za evaluaciju virtuelnog proizvoda definiše metode za ocenu ispravnosti virtuelnog proizvoda, t.j. NC program za njegovu obradu.

Jedna od najkarakterističnijih mogućnosti našeg modela je uvođenje geometrijskih odstupanja primenjene NC mašine u procesu virtuelne obrade. Takođe, definirani su metodi za automatsku korekciju NC traektorije saglasno zadatog geometrijskog odstupanja, tako da omogućuje da amortizovana NC mašina proizvede korektni proizvod.

2. KONCEPT CAD/CAM SISTEMA ZA VIRTUELNU NC OBRADU

Glavna cilj našeg koncepta virtuelne NC obrade je dobijanje virtuelnog proizvoda što je moguće sličniji realnom proizvodu. Time se omogućuje ispitivanje virtuelnog proizvoda dobijen virtuelnom NC obradom, umesto realnog proizvoda dobijen realnim eksperimentom. Ispitivanja virtuelnog proizvoda omogućuju ocenu ispravnosti NC traektorije.

Primenom objektno-orijentisanog programiranja, definisani su: model virtuelne NC mašine sa integrisanom bazom znanja, geometrijski model proizvoda sa integrisanom bazom znanja, model virtuelne NC obrade i model evaluacije virtuelnog proizvoda. Svi pomenuti modeli predstavljaju srce realizovanog kompleksnog inteligentnog CAD/CAM sistema za virtuelnu NC obradu na bazi postojećeg komercijalnog grafičkog paketa (sl. 1).



Sl. 1. Koncept CAD/CAM sistema za virtuelnu NC obradu

Model virtuelne NC mašine sa integrisanom bazom znanja definiše metode za grafičku prezentaciju postojećih NC mašina konstruisanih suvremenim modularnim principom i metode za definiranje osobina alata za obradu. Ove metode kasnije se primenjuju u procesu virtuelne NC obrade. Time se omogućuje uticaj primenjene virtuelne NC mašine na sam tok virtuelne NC obrade i konačnom geometrijskom obliku virtuelnog proizvoda.

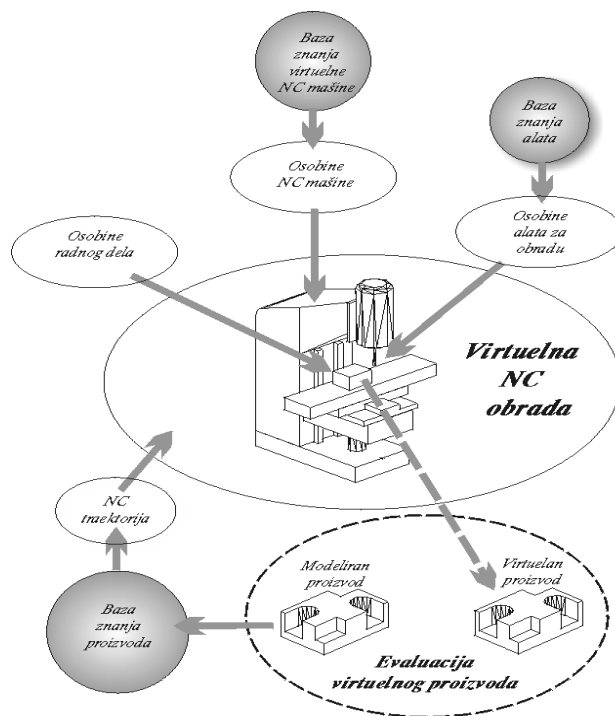
Geometrijski model proizvoda sa integrisanom bazom znanja je namenjen za automatizaciju procesa generiranja NC programa. Ovaj model definiše metode za automatsko geometrijsko modeliranje proizvoda sa primenom tipskih elemenata, prosleđeno kreiranjem individualne baze znanja. Ova baza znanja se kasnije primenjuje u fazi automatskog generiranja NC programa.

Model virtuelne NC obrade razrađuje metode za vizuelizaciju procesa NC obrade izabranog radnog dela, prema izabranom NC programu, primenom izabrane virtuelne NC mašine i alate. Rezultati virtuelne NC obrade su virtuelan proizvod i ocena mogućnosti izabrane NC mašine da ostvari sve aktivnosti predviđene NC programom.

Primenom metoda definisanim modelom za evaluaciju virtuelnog proizvoda omogućeno je upoređivanje konstruiranog i virtuelnog proizvoda. Ispitivanjem stepena sličnosti između njih ostvaruje se ocena ispravnosti traektorije alata zadate NC programom.

3. INTEGRIRANJE BAZE ZNANJA U KONCEPTU MODELA VIRTUELNE NC MAŠINE

NC mašine konstruisane principom modularnog projektovanja odlikuju se velikim brojem osobina: određeni broj sastavnih modula, određeni broj radnih organa koji se odlikuju određenim radnim kretanjem (pravolinisko u pravcu X, Y ili Z, rotaciono A, B ili C, ili pomoćno u pravcu U, V ili W), vretenište kao nosač alata za obradu, radni sto za postavljanje radnog dela, tačno definiran način postavljanja koordinatnog sistema, nulta tačka kao koordinatni početak mašine, tačno definiran redosled modula direktno povezanih radnim organima, redosled montaže svih modula.



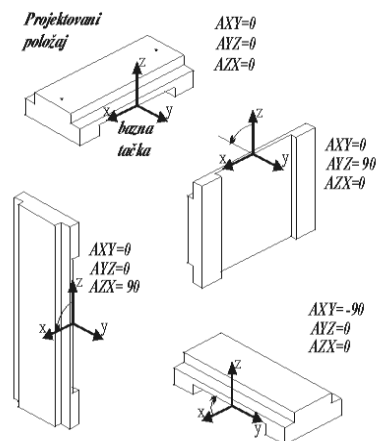
Sl.2 Kreiranje baze znanja za virtuelne NC mašine

S druge strane, svaki modul odlikuje se: tačno određenom namenom u sklopu, montažnom tačkom, kojom se pričvršćuje uz drugi modul, jedna ili više tačaka (zglobove) za montažu sa susednim modulima, ograničenje kretanja modula (minimalno i maksimalno) u odnosu na montažnu tačku, tačno određeni način montaže prema mestopoložaju koji zauzima u sklopu cele mašine.

Ideja za razvijanje univerzalnog modela virtuelne prezentacije postojećih NC mašina, nameće potrebu kreiranja baze znanja namenjenim za čuvanje podataka o njihovim osobinama, zbog primene u metodima za prezentaciju. Kreiranje ovih baza je moguće primenom postupaka za izbor modula iz ranije pripremljenih kataloga, postupaka za montažu modula principom definiranih zglobova, kao i postupaka za dodeljivanje osobina izabranih modula i celog sklopa. Za realizaciju ove ideje, neophodne pripreme odvijale su se u nekoliko faza, prikazane na slici 2.

4. OBJEKTNO-ORIJENTISANI MODEL VIRTUELNE NC MAŠINE

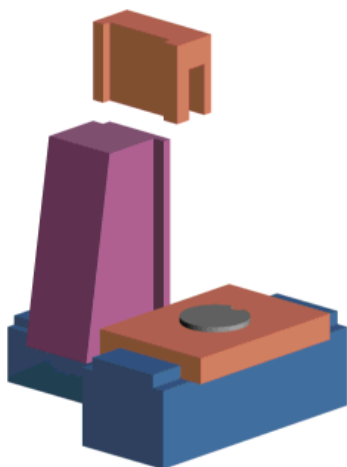
Prezentovana saznanja u vezi gradnje i način rada NC mašina, nameće ideju za definiranje klasne strukture kojom je moguća njihova prezentacija. Klasa *Modul* definira osobine modula.



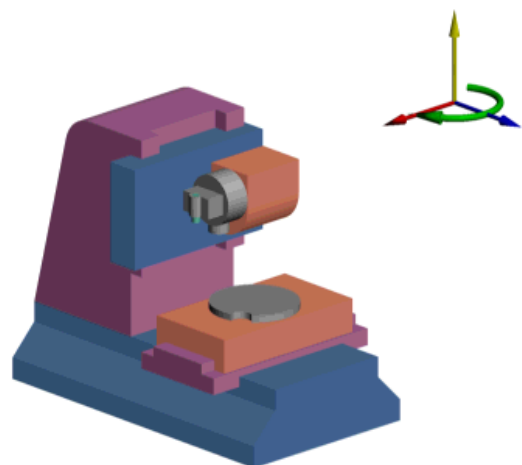
Sl 3 Elementi insertiranja modula

Klasa *NCmašina* opisuje univerzale osobine NC mašina. Njenom primenom moguće je kreiranje velikog broja njihovih varijanti. Objekti klase *NCmašina* pretstavljeni su kao kompozitni, sastavljeni iz određenog broja objekata klase *Modul*. Metodi klase *NCmašina* predstavljaju scenarija, a objekti klase *Modul* predstavljaju aktere koji izvršavaju aktivnosti zadate scenarijama, u saglasnosti sa individualnim osobinama.

Osobine alata, kao neophodan pribor svake NC mašine, definirane su klasom *Alat*. Razrađene su tri vrste alata. Metode za njihovu vizuelizaciju i vizuelizaciju skidanja materijala sa radnog dela koriste aproksimaciju sa najbližim geometrijskim oblicima.



Sl. 4 Scena simulacije montaže date NC mašine

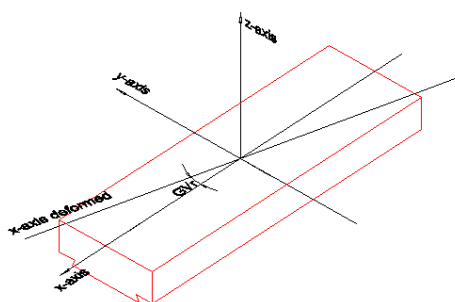


Sl. 5 Scena simulacije radnih kretanja date NC mašine

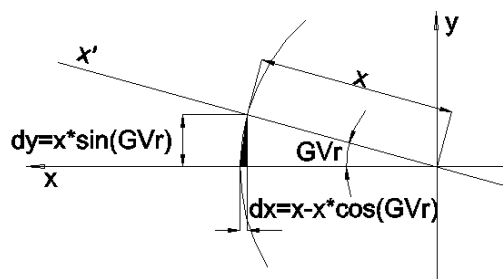
Ovaj model je primenjen u softveru za prezentaciju bilo koje postojeće NC mašine i za kreiranje nove, primenom modularnog projektovanja. Moguće je kreiranje virtuelnih NC mašina različitog broja ugrađenih modula, različitog stepena slobode kretanja, svih vrsta kretanja, svakog načina postavljanja koordinatnog sistema. Individualne baze znanja nalaze primenu prilikom izvršavanja simulacije radi prezentacije radnih mogućnosti NC mašine, njene montaže, a takođe i prilikom izvršavanja virtuelne NC obrade. Pomenute simulacije u realnom vremenu omogućuju pravovremenu detekciju mogućih nepravilnosti u načinu ugrađivanja modula prilikom montaže ili mogućih problema prilikom kretanja radnih delova. Ove simulacije mogu biti primenjene u edukativne ili marketinške prezentacije (sl. 4, sl. 5).

5. UTICAJ GEOMETRIJSKE TAČNOSTI NC MAŠINE NA ISHOD VIRTUELNE OBRADE

NC mašine tokom vremena, zbog dugotrajne upotrebe i amortizacije gube geometrijsku preciznost. Naime, poremećuju se pravi uglovi između radnih organa, a to se tokom obrade odražava na korektnost dobivenog proizvoda. U ovom modelu uvedena su geometrijska odstupanja radnih organa NC mašine u vidu njihovih osobina. Pomenute osobine, uzete u obzir u procesu virtuelne NC obrade utiču na konačan izgled virtuelnog proizvoda. Na osnovu rezultata evaluacije virtuelnog proizvoda može se zaključiti dali je ovako amortizovana mašina upotrebljiva ili ne.



Sl. 6 Primer geometrijskog odstupanja



Sl. 7 Deformacije dx i dy traektorije alata

Sa druge strane, ponuđena je mogućnost za korekciju NC programa u saglasnosti sa geometrijskim odstupanjima NC mašine. Time se omogućuje da amortizovana mašina može proizvesti korektni proizvod. Evaluacijom virtuelnog proizvoda dobijen kao rezultat virtuelne obrade NC mašinom sa zadatim geometrijskim odstupanjima, koregiranim NC programom, potvrđuje se korektnost virtuelnog proizvoda, što znači da realna obrada može da startuje.

6. ZAKLJUČAK

Najznačajnija prednost našeg modela virtuelne NC obrade je uključivanje većeg broja elemenata NC obrade u metodima za njenu virtuelnu prezentaciju. Kreiranje virtuelnog proizvoda odvija se učešćem svih uključenih elemenata, na isti način kao u realnoj obradi: određeni NC program, izabrana NC mašina, izabrani alati, izabrani radni deo, sa svim osobinama kojim se karakterišu. Tako, rezultat virtuelne NC obrade nije samo virtuelni proizvod, nego i ocena mogućnosti izabrane NC mašine da uradi sve operacije zadate NC programom. Ovo je novost u poređenju sa ostalim postojećim softverskim proizvodima ovog tipa. Druga novost koju pruža ovaj model je mogućnost uzimanja u obzir eventualnih geometrijskih odstupanja radnih organa NC mašine. Značaj modela virtuelne NC mašine sa integrisanom bazom znanja sastoji se u njenoj univerzalnosti.

Prezentovani sistem pruža velike mogućnosti za dalji razvoj. Uvođenje principa parametrizacije modela, uticaće na povećavanje mogućnosti varijantnih rešenja i manipulacija brojnim osobinama. Objektno-orijentisani pristup prilikom kreiranja ovog modela i celokupnog softvera omogućuje permanentno nadgrađivanje novim klasama, novim osobinama postojećih klasa, a takođe i novim softverskim modulima: metode za praćenje brojnih osobina mašine prilikom obrade, module za kinematičke i dinamičke analize itd.

7. LITERATURA

1. Hirohisa N.; Keiichi S.; Hidefumi W. & Eiji A. (2000). Pre-Process Evaluation and Modification of NC Program Using Virtual Machining Simulator, *Proceedings of 2000 JUSFA Conference*, ASME, Technical Publishing Department, New York, ISBN 0-7918-1998-1
2. Gero J. S., Knowledge Engineering in Computer-Aided Design, *Proceedings of the IFIP WG5.2 Working Conference 1984* (Budapest), North Holland, Amsterdam, 1985
3. Milojević M., Lukić Q., *Modularno projektovanje*, Beograd 1996.
4. Sidorenko S., Dukovski V., *Object-oriented Model of Virtual NC Machining*, doktorska disertacija, Masinski fakultet, Skopje, 2002.
5. Takata, S., Generation of a Machining Scenario and Its Applications to Intelligent Machining Operations, *Ann. of the CIRP*, Vol42/1, (1993) p.531-534.
6. Tomiyama T., "Object Oriented Programming Paradigm for Intelligent CAD Systems", *Intelligent CAD Systems II*, ed. V. Akman, P.JW ten Hagen P.J Veerkamp, Springer- Verlag, Berlin, 1989.
7. Zeid I., *CAD/CAM Theory and Practice*, McGraw-Hill, Inc 1991.