

Hodolič, J., Gatalo, R., Milošević, V.*

GRAFIČKA SIMULACIJA UPRAVLJAČKIH INFORMACIJA U SAPOR-S SISTEMU

GRAPHIC SIMULATION OF CONTROL INFORMATION IN THE SAPOR-S SYSTEM

Summary

The paper presents importance of the activities directed toward informations analysis possible check-points within automatic programming systems (SAP). These activities could eliminate errors originating from users or SAP itself. By the use of SAP, checking of control informations could be performed during source program coding, control program creation, program loading and program execution phase. The tool path simulation based on created control programmes could be considered a suitable method for checking SAP output informations. This paper presents the original solution of model for control informations simulation within the SAPOR-S system. According to this model the simulation is performed in a separate program segment (module). This module consists of fundamental and executive part. The fundamental part performs rough and finished part contours drawing as well as the simulation informations. The executive part is used to draw generated informations on a graphical video unit.

The development and testing of simulation module are performed on computers of PC class. In conclusion, the necessity of further research is discussed. It would be oriented to more complex systems such as flexible technological cells. In this case the three dimensional simulation is necessary.

*) Dr Hodolič Janko, dipl.ing., docent, Dr Ratko Gatalo, dipl.ing., redovni profesor, Fakultet tehničkih nauka, Institut za proizvodno mašinstvo, Novi Sad, V.Perića Valtera 2.

Mr Veljko Milošević, dipl.ing., asistent, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Djure Salaja 5, Zagreb.

Rad je saopšten na 2.Jugoslovenskom simpozijumu CAD/CAM u okviru JUPITER konferencije u Cavtatu 1989. godine.

Rezime

U radu se govori o značaju i mogućim mestima provere završnih informacija u sistemu za automatizovano programiranje (SAP). Kao pogodna metoda za proveru izlaznih informacija iz SAP pokazala se animacija procesa obrade (simulacija putanje alata) na bazi projektovanih upravljačkih programa. U kontekstu sa tim prikazuje se originalni model rešenja grafičke simulacije upravljačkih informacija u SAPOR-S sistemu. Pored toga navode se konkretni rezultati verifikacije upravljačkih programa u navedenom sistemu.

1.0 UVODNA RAZMATRANJA

Jedan od niza zahteva koji se postavljaju pred sistem za automatizovano programiranje (SAP) je da oni projektuju potpuno primjenjive upravljačke programe. Primenljivost sa jedne strane podrazumeva odsustvo svih grešaka koje mogu da izazovu nepoželjne posledice (kolizije pokretnih elemenata i sl.) a sa druge da se obezbede optimalni parametri odvijanja procesa. Da bi se projektovani upravljački programi bez grešaka neophodno je da se izvedu različite provere. U slučaju SAP odsustvo grešaka se može proveravati (sl.1) u toku:

- . definisanja odnosno unošenja izvornog programa
- . projektovanja upravljačkog programa
- . unošenja upravljačkog programa u programsku memoriju upravljačke jedinice
- . izvršavanja upravljačkog programa.

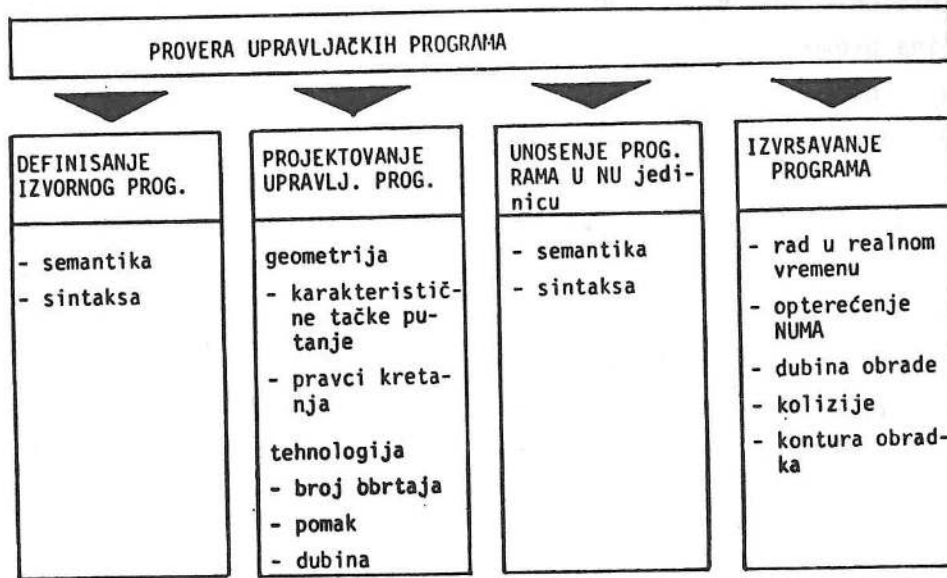
Obzirom na prirodu provere zadaci provere upravljačkih programa se dele na [5]:

- . geometrijske zadatke provere i
- . tehnološke zadatke provere

Pogrešno definisan geometrijski podatak u programu tj. pogrešno definisana putanja alata rezultira npr. u praznom hodu mesto radnog, zatim pogrešnom pravcu kod narednih informacija o putanji itd. Prekoračenje dozvoljenog broja obrtaja mašine, brzine pomoćnog kretanja, dozvoljene snage treba kod provere da prouzrokuje poruku u grešci.

U toku projektovanja putanje alata u SAP moguće je utvrditi odstupanja konture alata u odnosu na obradak i stezni pribor kao i proveriti moguće kolizije.

Dosadašnja rešenja ovog proplema u SAP nisu dala zadovoljavajuće rezultate. Naime, proračuni kolizije kod složenih alata i geometrije obradaka zahtevaju obimna izračunavanja i zbog toga nisu primenjiva na manjim računarima [5]. I pored brižljivog definisanja izvornog programa, kao i odredjene provere u toku projektovanja upravljačkog programa nije moguće u potpunosti elimi-



Sl.1. Mogućnost provere upravljačkih programa za NUMA¹⁾
 Fig.1. Possible elect-points for NC machine tools control programs

nisati programske greške. Zbog toga se pribegava proverama na bazi izvršavanja upravljačkog programa.

2.0. PROVERE UPRAVLJAČKIH PROGRAMA NA BAZI IZVRŠAVANJA ISTIH

Ova metoda provere upravljačkih programa obuhvata dva prilaza:

- . provere izvršavanjem programa na samoj NUMA
- . provere izvršavanjem programa na računaru tj. simulacijom procesa obrade.

Kod provere mogućnosti u slučajevima kada se proveravaju složeni programi nastaju duga stajanja NUMA. Drugi nedostatak ovog načina provere je potrebna velika koncentracija poslužioca mašine jer kod eventualnih programskih grešaka mašina mora biti blagovremeno isključena. Pored navedenog kao otežavajući uslovi kod ovog načina provere javljaju se kod unutrašnje obrade, velikih brzina rezanja i prisustva rashladnog sredstva.

Provere izvršavanjem programa na računaru tj. simulacijom izvode se pomoću grafičke jedinice u vidu:

- . plotera ili
- . video grafičke jedinice.

Simulacijom na grafičkoj jedinici u vidu plotera iscrtavaju se putanje vrha alata. Brzi i radni hod se iscrtavaju različitim linijama. Kod pojedinih

SAP na kritičnim mestima obrade moguće je ucrtati i konturu alata. Nedostatak ovog načina provere je još relativno velika nabavna cena grafičke jedinice (plotera) i nedovoljna jasnoća prikaza putanje kod složenih obradnih zadataka, malih dubina obrade i više uzastopnih prolaza.

Druga mogućnost provere procesa obrade simulacijom je korišćenje video-grafičke jedinice tj. dinamičkom simulacijom [5]. U ovom slučaju prikaz obradnog zadatka koji je sličan onom u stvarnosti izvodi se na grafičkom ekranu. Pri tome se najčešće prikazuje alat sa držačem i mogućim kolizionim ivicama nosača alata. Pribor za stezanje i promena konture obradka u toku programa. Pored geometrijske provere putanje alata, povezivanjem simulacionog sistema sa datotekom u kojoj su tehnološke karakteristike, moguće je simulirati a kroz to stvoriti uslove za proveru i tehnoloških podataka u programu.

3.0 SIMULACIJA UPRAVLJAČKIH INFORMACIJA U SAPOR-S SISTEMU

Provera upravljačkih programa na bazi izvršavanja u SAPOR-s sistemu (sl. 2) [2] obavlja se u posebnom modelu za simulaciju putanje alata. U ovoj razvojnoj fazi simulacija putanje vrha alata obavlja se na bazi upravljačkih programa definisanih u CLDATA neutralnom jeziku (neutralnom obliku). Razlog za ovo je znatna raznolikost u pogledu sintakse i semantike prilagodjenih upravljačkih programa konkretnim rešenjima NUMA¹⁾. To zahteva postojanje odgovarajućih repostprocesora u sistemu za simulaciju. Oni bi obavljali prevodjenje upravljačkih programa iz jezika konkretnog rešenja upravljačke jedinice u neki neutralni jezik npr. CLDATA i sl. Iz prethodnog proizilazi da se radi o simulaciji tehnološkog procesa a ne o simulaciji rada NUMA.

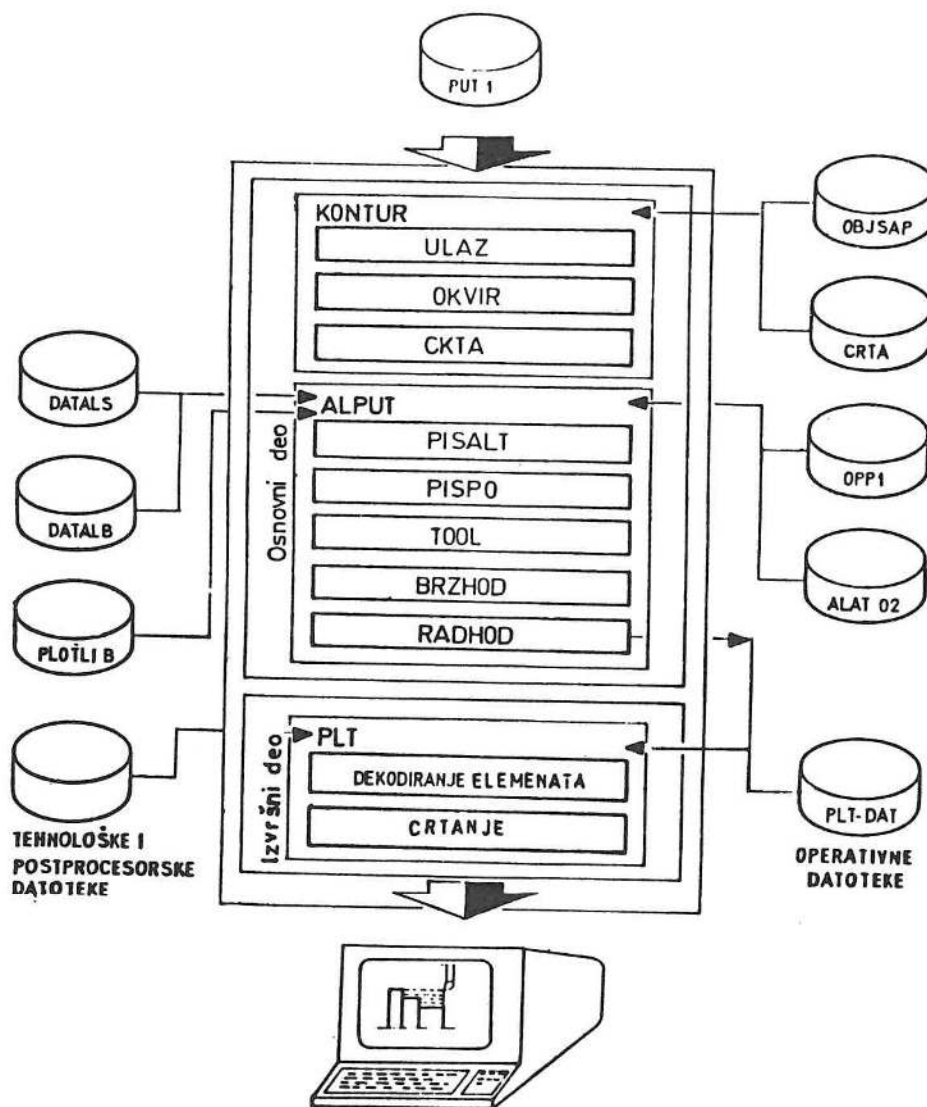
Simulacijom toka tehnološkog procesa moguća je verifikacija grešaka koje proizilaze iz njega samog. Pri tome radi se o greškama kao što su:

- nepotpuni ili neodgovarajući oblik polazne i završne konture obradka (ukoliko se odstupanja mogu vizuelno utvrditi),
- pogrešan tok obrade,
- pogrešna dubina obrade (npr. kod grube obrade)
- greška u putanji alata na nivou zahvata itd.

Simulacija rad pojedinih NUMA u odnosu na simulaciju tehnološkog toka predstavlja viši nivo. Simulacijom rada pojedinih NUMA mogu se vizuelno utvrditi greške koje dovode do kolizije alata sa priborom za stezanje ili pinolom konjića.

Globalni model programskog segmenta (modula) za simulaciju procesa obrade u SAPOR-S sistemu prikazan je na slici 3. Prema navedenom modulu ulazne in-

¹⁾ Osnovni izvor [5]



Sl. 3. Model programskog segmenta (modula) za simulaciju procesa obrade
 Fig.3. The model of the software segment (module) simulating part processing

formacije se učitavaju iz operativnih datoteka: OBJSAP, CRTA, OPP1, ALAT02 i PUT1 koji predstavljaju izlaze iz odgovarajućih modula te tehnoloških datoteka DATALS i DATALB (datoteka alata za struganje i bušenje).

Izlazne informacije se prikazuju po principu animacije u grafičkom obliku na ekranu video grafičke jedinice.

Razmatrani programski segment sastoji se iz dva dela:

- osnovnog dela koji vrši analizu geometrijskih informacija iz procesora SAPOR-S sistema, te njihovu transformaciju u formu pogodnu za

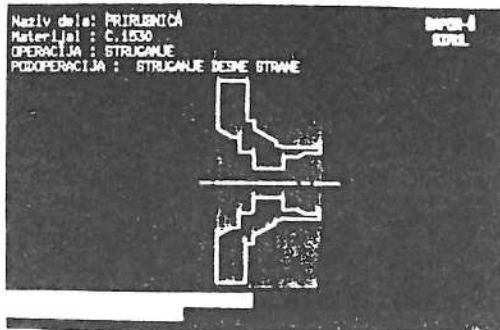
1) Numerički Upravljana Mašina Alatka

Osnovne karakteristike PMP 11
1. 16-bitni mikroprocesor DEC DCT 11
2. CLOCK 8 MHZ
3. RAM memorija 64 KB + 4 KB ROM
4. ekran monohromatski
5. rezolucija 80 x 25
6. grafička rezolucija 640x200
7. spoljna memorija 10 MB 08 MB 05 MB
8. dve serijske linije RS 232
9. operativni sistem DEC RT 11

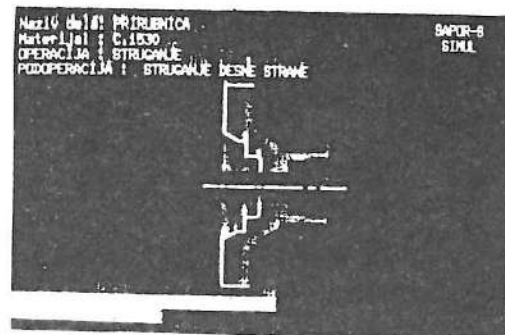
Osnovne karakteristike ET 188A
1. mikroprocesor INTEL 8086
2. CLOCK 8 MHZ
3. RAM memorija 512 KB + 128 KB
4. ekran monohromatski
5. rezolucija 80 x 25
6. grafička rezolucija 700x350
7. spoljna memorija 20 MB i 360 KB
8. paralelna linija CENTRONIX i serijska RS 232 C
9. operativni sistem MS DOS 3.10

Sl.4. Karakteristike računarskog sistema na bazi računara PMP-11 (a) i na bazi računara ET 188A (b)

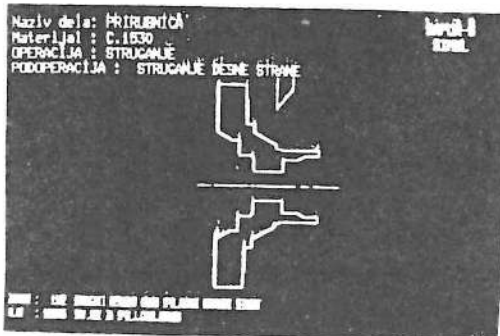
Fig.4.Characteristics of the computers supporting the software package - PMP11 (a) and ET 188A (b)



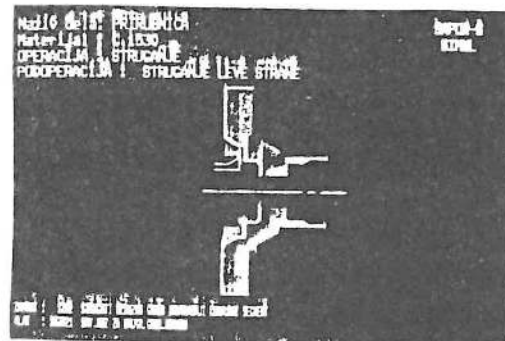
Sl. 5.1.



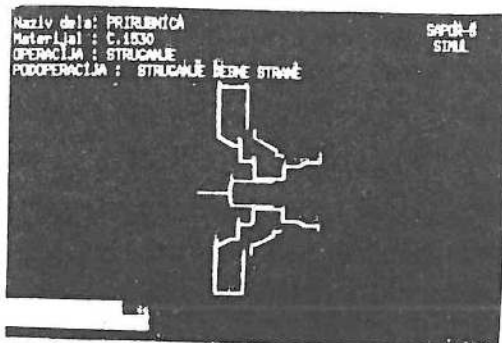
Sl. 5.4



Sl. 5.2



Sl. 5.5



Sl. 5.3



Sl. 5.6

Sl.5. Primer simulacije putanje vrha alata za primer PRIRUBNICA
Fig.5.Results of the tool path simulation sor example PRIRUBNICA

grafički prikaz i

- izvršnog dela koji služi za prikaz generisanih geometrijskih informacija na konkretnoj video grafičkoj jedinici.

Osnovni deo segmenta čine dve logičke celine. Prva celina (KONTUR) namenjena je za iscrtavanje konture priprema na osnovu geometrijskih podataka u datotekama OBJSAP i CRTA. Druga logička celina (ALTPUT) služi za generisanje geometrijskih informacija za animaciju, odnosno simulacioni prikaz putanje alata na osnovu sadržaja operativnih datoteka OPP1, ALATØ2 i PUT1 te tehnoloških datoteka DATALS i DATALB. Pri tome se kao baza mogu koristiti rutine za crtanje iz CALCOMP-ove biblioteke grafičkih rutina (PLOTLIB) modifikovane radi dobijanja geometrijskih informacija u obliku pogodnom za korišćenje na različitim videografičkim jedinicama. Rezultat obrade u okviru rutina iz PLOTLIB-a smešta se u datoteku PLT.DAT čiji se zapis zasniva na četiri osnovna tipa informacija:

- linija
- osenčeni pravougaonik
- ispis teksta na željenim pozicijama ekrana
- informacije potrebne za animaciju kretanja alata

Izvršni deo programskog segmenta za simulaciju služi za sekvencijalno učitavanje informacija iz datoteke PLT.DAT te njihovo crtanje na grafičkoj video jedinici za konkretna testiranja.

4.0 PRIMERI GRAFIČKE SIMULACIJE PUTANJE ALATA U SAPOR-S SISTEMU

Razvoj i testiranje modula za simulaciju pitanje alata obavljen je na računarskom sistemu PMP11 (sl. 4a). Kasnije je obavljeno njegovo prilagodjavanje računarskom sistemu ET188A (sl. 4b). Testiranja su obavljena za čitav niz rotacionih izradaka. Kao primer na slici 5. navodi se segment rezultata simulacije za obradak oblika prirubnice.

Za navedeni primer prikazani su rezultati simulacije putanje alata za određene zahvate obrade. Radi se o zahvatu grubog poprečnog struganja desne strane (sl. 5.1); grubog uzdužnog struganja - drugi prolaz (sl. 5.2); bušenje otvora (sl. 5.3); usecanje spoljašnjeg žljeba (sl.5.4); unutrašnjeg struganja leve strane (sl. 5.5) i usecanja unutrašnjeg žljeba na levoj strani (sl.5.6).

Za svaki zahvat simulacije u gornjem levom delu videografičke jedinice nalaze se podaci o nazivu dela, materijalu, vrsti i nazivu operacije odnosno podoperacije. U donjem levom delu nalaze se podaci o nazivu zahvata npr.: uzdužno struganje, zabušivanje, konturno struganje itd. kao i podaci o alatu, tj. njegov identifikacioni broj i nazvi alata. U gornjem desnom delu nalaze se informacije o nazivu SAP odnosno programskog segmenta koji to obavlja.

5.0 ZAVRŠNI OSVRT

Visoka nabavna cena NUMA nameće potrebu stvaranja svih potrebnih preduslova za njihovu efikasnu eksploataciju u proizvodnji. U okviru tih potreba dominira potreba projektovanja kvalitetnih i pouzdanih upravljačkih programa. Rezultati prikazani u ovom radu predstavljaju doprinos navedenoj potrebi.

Kao otvoren problem za istraživanja u narednom periodu predstavlja simulacija rada NUMA i složenijih tehnoloških struktura kao što su fleksibilni tehnološki moduli i to na bazi konačnih prilagodjenih upravljačkih programa. Pri tome treba kod simulacije toka tehnološkog procesa vizuelno proveriti ispravnost projektovanih tehnoloških procesa, eventualno prisustvo odnosno odsustvo kolizionih položaja efektora (alata, ili mernog pipka) sa radnim predmetom. Medjutim, pored toga bitno je proveriti odsustvo kolizionih položaja efektorra sa NUMA i njenim komponentama kao i okolinom. To pre svega dolazi do izražaja kod posluživanja NUMA sa industrijskim robotom a za to je neophodna tro-dimenzionalna simulacija.

6.0 LITERATURA

- [1] Gatalo, R., Hodolič, J., Zeljković, M., Milošević, V., Konjović, Z.: The Achievements in the Development and future Development on the SAPOR-S Systems for automatic programming NC lathes, Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, (1988) 1/2.
- [2] Hodolič, J.: Integralni prilaz postprocesiranju upravljačkih informacija u sistemu za automatizovano programiranje fleksibilnih tehnoloških sistema za obradu rotacionih izradaka, doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 1988.
- [3] Pritschow, G.: Integrationskonzepte für rechnerunterstützte Produktionsstrukturen, Produktionstechnisches Kolloquium (PTK86), Berlin, 1986.
- [4] Kochan, D., Berndt, I., Gumberidse, S.: Möglichkeiten der grafischen Simulation zur Steuerprogrammkontrolle, Fertigungstechnik und Betrieb, Berlin, (1988) 1.
- [5] Potthast, A.: Dynamische Simulation des Bearbeitungsvorgangs bei numerisch gesteuerten Drehmaschinen, Disertation, Technische Universität Berlin, Carl Hanser Verlag München Wien, 1985.
- [6] Pistorius, E.: Graphische Simulation von Drehprozessen, Tangungsunterlagen CAMP 83, Berlin VDE, 1983.
- [7] Gatalo, R., Klarić, R., Hodolič, J.: Grafička sinteza ulaznih geometrijskih informacija u SAPOR-S sistemu, JUPITER konferencija, Cavtat, 1989.