UDK 621.9—5:681.3.06

Računalniško podprto ročno programiranje za numerično krmiljene obdelovalne stroje*

PAVEL ŠMARČAN

1. UVOD

Pri čistem ročnem programiranju za numerično krmiljene stroje so predvsem zamudni preračuni, ki izhajajo iz geometrije obdelovanca in so potrebni za informacije pozicioniranja. Z različnimi računalniškimi podprogrami se da ta del programiranja zelo skrajšati. V tujini je na tem področju storjeno že mnogo in se lahko takšni podprogrami tudi kupijo. Na žalost pa so taki programi največkrat izdelani le za neko določeno krmilje, za določen računalnik ali celo za določen obdelovalni stroj. Poleg tega so ti programi pogosto vezani še z nakupom opreme.

V uvajalnih raziskavah smo se s to problematiko obširno ukvarjali. Zbrali smo različne procesorske in postprocesorske programe in jih dopolnjevali ter prilagajali za računalniško opremo na inštitutu za strojništvo na VTŠ v Mariboru. S tem delom smo nadaljevali in ga razširili na novo računalniško opremo DELTA 340/40. Med drugim smo izdelali postprocesor za krmilje ACRAMATIK 5 na osnovi procesorja GTL/3. Zbrali smo izkušnje, ki jih imajo sofinancerji naloge z računalniško in programsko opremo. Glede na uvajanje jezika EXAPT smo naredili potrebne korake za bodočo kartoteko stružnih orodij, ki jo bomo že sedaj uporabljali pri računalniško podprtem ročnem programiranju.

2. POVEZAVA MINIRAČUNALNIKOV Z VEČJIMI RAČUNALNIKI

Vedno več uporabnikov prehaja od ročnega k polstrojnemu ali strojnemu programiranju, zato tudi kupujemo takšno računalniško in programsko opremo, ki to omogoča. V glavnem gre za manjše računalniške sisteme, ki zahtevajo tudi manjše računalnike. Običajno zadostujejo že miniračunalniki, ki imajo do 32 K besed spomina. V tej skupini so znani sistemi polstrojnega programiranja: GTL/T, GTL/3, H 100, H 400, Easyprog, Compact-II itd.

Vsaka večja OZD ima danes že večji računalniški sistem, ki je pretežno namenjen za poslovne obdelave. Takšni sistemi imajo znatno večji centralni pomnilnik in prevajalnike za vse glavne programske jezike [7, 8]. Potrebno je le kupiti izhodno enoto — luknjalnik traku — in napisati ustrezne pomožne programe za delo z njimi.

Računalnike je mogoče prek posebnih vmesnikov (prilagoditvenih elementov) medsebojno povezati. Če povežemo miniračunalnik, ki ga uporabljamo za programiranje numerično krmiljenih strojev, z večjim računalniškim sistemom, smo odpravili vse slabe strani programskega sistema pri miniračunalnikih, ki izvirajo iz omejitve velikosti pomnilnika in temu primernega operacijskega sistema.

V programski opremi so potrebne le manjše modifikacije, kakor npr.:

— programiranje vhodno/izhodnih datotek,
— adrese vhodno/izhodnih kanalov,
— združitev modulov in
— prilagoditev operacijskemu sistemu večjega računalnika.

Miniračunalnik dela v režimu večjega sistema kot inteligenčni terminal. Najbolj ugodna je obdelava v realnem času z načinom dodeljevanja časa. Podatke zajemamo z miniračunalnikom, jih razvrščamo, sintaktično pregledamo in shranimo na zunanjo pomnilno enoto uporabnika. Nato se programsko priključimo na večji računalnik, ki prebere uporabnikovo datoteko, procesira vhodne podatke in če ni napak, napiše postprocesor program. Računalnik pošlje izhodne rezultate manjšemu sistemu — inteligenčnemu terminalu, kjer se ti rezultati lahko:

— shranijo v datoteki na zunanji pomnilni enoti,
— izpišejo na papir,
— izpišejo na videoterminal,
— izluknjajo na trak ali
— gredo neposredno v pomnilnik krmilja CNC pri stroju.

V naslednjem je dan primer takega sistema.

2.1. Računalniška oprema

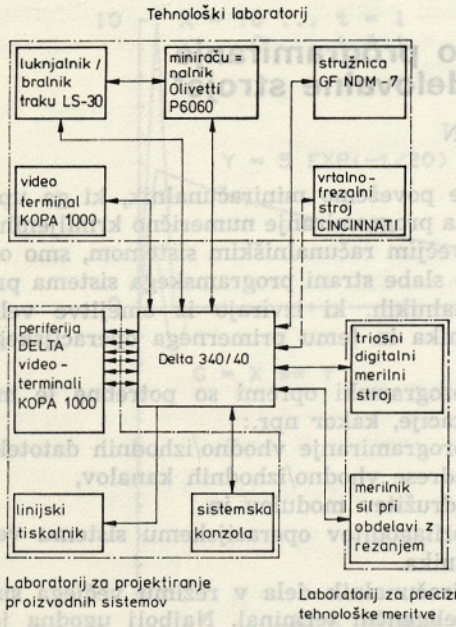
Sistem omogoča povezavo miniračunalnika Olivetti P 6060 z računalnikom DELTA 340/40 — slika 1.

Računalnik P 6060 lahko deluje na dva načina:

— kot teleprintrski terminal večjemu sistemu ali
— kot inteligenčni terminal.

Posebni vmesnik fizično povezuje oba računalniška sistema. Prikazana povezava omogoča uporabo različnih vhodno/izhodnih enot. Z videoterminalom KOPA 1000 lahko posegamo neposredno v računalnik DELTA. To je običajna pot. Sistem pa omogoča, da posegamo z videoterminalom KOPA 1000 tudi v miniračunalnik P 6060, kadar ta deluje v samostojnem režimu dela. Ali pa dobimo določene izpise iz računalnika Olivetti P 6060 na terminal KOPA 1000.

* Članek je izvleček iz poročila o raziskovalni nalogi št. 785/134-79 z naslovom »Računalniško podprto ročno programiranje — 1. Del« in je obenem nadaljevanje članka »Uvajanje računalniško podprtega ročnega programiranja«, objavljenega v SV 1979/11—12, str. 263.



Slika 1

Prek posebne kretnice lahko uporabljamo kot vhodno/izhodno enoto tudi luknjalnik/bralnik traku. Povezava omogoča luknjanje programskega traku neposredno iz računalnika P 6060 ali iz računalnika DELTA. Program lahko tudi beremo s traku in ga prenesemo v računalnik P 6060 ali DELTA, odvisno od lege kretnice in uporabljenega programskega sistema.

Z opisano povezavo smo opremo uporabili za več namenov, kar omogoča različne načine programiranja za numerično krmiljene stroje.

2.2. Programska oprema

a) Pri ročnem programiranju z računalnikom lahko uporabljamo računalnik Olivetti P 6060 ali računalnik DELTA 340/40. Kadar uporabljamo računalnik Olivetti, potrebujemo naslednjo programsko opremo:

— pomožni program za postavitev programa za numerično krmilje [1]

— pomožni program za definicijo stroja — HELP [2]*

— pomožni program za luknjanje traku — TAPE [2]*

Kadar uporabljamo računalnik DELTA, potrebujemo:

— servisni program — EDITOR [4]

— servisni program — PIP [4]

— pomožni program za luknjanje traku — NCTRAK*

— pomožni program za definicijo datotek — RMS [4]*

b) Za polstrojno programiranje lahko uporabljamo računalnik Olivetti ali DELTA.

Kadar uporabljamo računalnik Olivetti, potrebujemo naslednjo programsko opremo:

— procesor GTL/TS ali GTL/3 [1]

— postprocesor GF7X01 [3]

— pomožne programe HELP, TAPE [2]**

— programski paket KRIXY**

Uporaba računalnika DELTA za polstrojno programiranje terja naslednjo programsko opremo:

— prirejen procesor GTL/T [1]**

— prirejen postprocesor GF [3]**

— servisni program PIP [4]**

— programski paket KRIXY**

c) Strojno programiranje terja večje programske sisteme, ki tečejo popolnoma avtomatično. Na VTŠ in v nekaterih OZD v Mariboru uporabljajo:

— EXAPT v uvajanju [5]

— mini APT v uvajanju v OZD Metalna

— programski paket KRIXY za avtomatično programiranje frezanja krivulj na vrtalno frezalnem stroju Cincinnati CIM-X3.*

3. UPORABA POVEZAVE MINIRAČUNALNIKOV Z VEČJIMI RAČUNALNIKI

Ni bil namen raziskovati uporabo tistih računalnikov, ki so specialno namenjeni za programiranje numerično krmiljenih strojev, temveč tistih, ki so namenjeni predvsem za druge vrste obdelav, lahko pa jih uspešno uporabljamo pri programiranju za numerično krmiljene stroje.

Programska oprema za uporabo na takšnih računalnikih mora imeti nekatere posebnosti, ki izvirajo iz statusa računalnika samega. Računalnik ni namenjen za numerično krmiljene obdelave, zato te obdelave nimajo prednosti, uporaba pomnilnika pa je omejena. Programi morajo biti takšni, da omogočajo hitro procesiranje, kar najmanjšo porabo pomnilnika in obdelavo v načinu *time-sharing* v realnem času. To omogoča, da se del programa izvede v kratkem času, ki ga dodeli operacijski sistem. V preostalem času potekata interaktivno delo prek terminala in priprava naslednjega paketa za procesiranje. Paketna obdelava je v takšnih primerih neprimerna, ker je čakalni čas dolg zaradi velike prednosti.

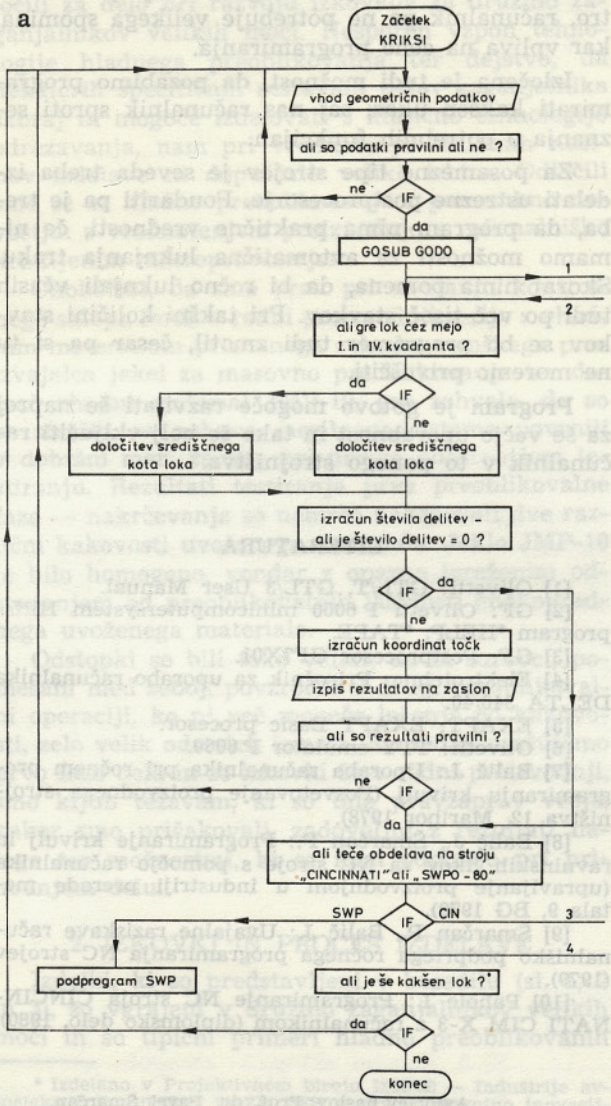
V raziskovalni nalogi so prikazane uporabe povezave miniračunalnikov z večjimi računalniki pri ročnem, polstrojnem in strojnem programiranju za numerično krmiljene stroje. Tukaj naj bo podan izvleček le za zadnji primer.

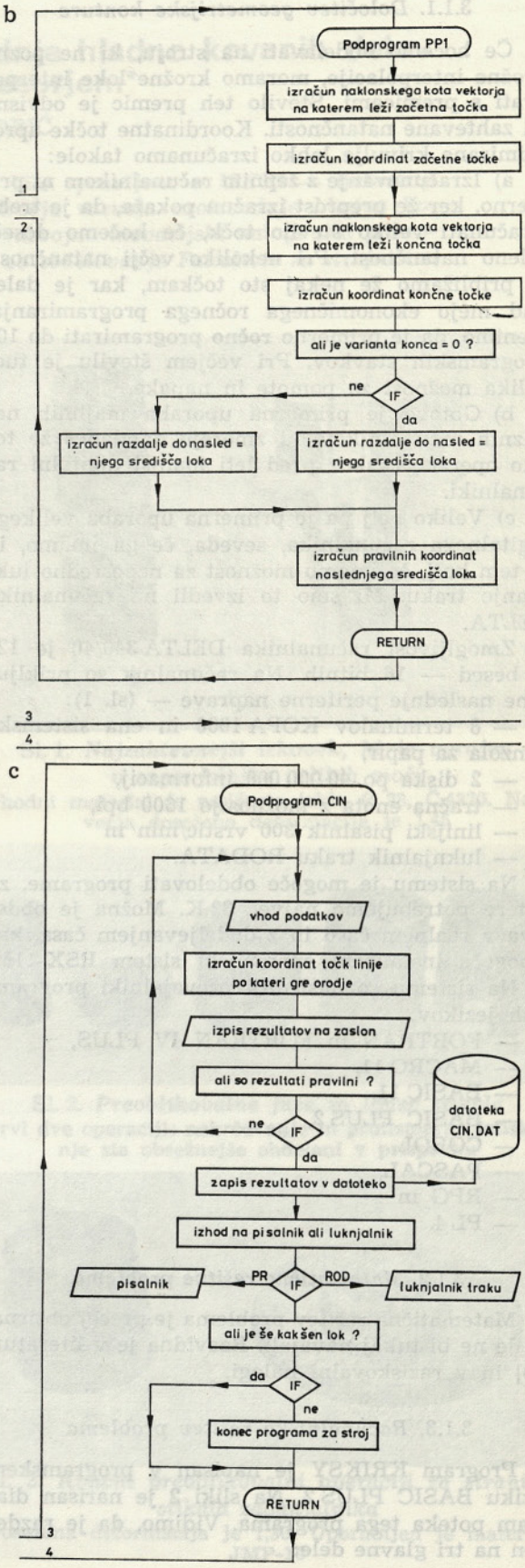
* Izdelano v tehnološkem laboratoriju inštituta za strojništvo VTŠ.
** Prirejeno v tehnološkem laboratoriju inštituta za strojništvo VTŠ.

3.1. Programiranje z lastno razvito programsko opremo

Da bi odpravili pomanjkljivosti programiranja za numerično krmiljeni vrtalno frezalni stroj Cincinnati s programskim paketom GTL/3 (manjkajoči postprocesor), smo na VTŠ razvili poseben programski paket za geometrijsko, tehnološko in postprocesorsko fazo programiranja. Razvoj takšnega sistema je terjala tudi industrija (AGIS Ptuj), ker imajo v svojih obratih numerično krmiljene stroje s krmiljem, ki ne pozna krožne interpolacije.

Tako je nastal posebni programski paket, ki odstranjuje pomanjkljivosti paketa GTL/3 in numeričnega krmilja na stroju [10].





Slika 2 (a, b in c)

3.1.1. *Določitev geometrijske konture*

Če hočemo obdelavati na stroju, ki ne pozna krožne interpolacije, moramo krožne loke interpolirati s premicami. Število teh premic je odvisno od zahtevane natančnosti. Koordinatne točke aproksimirane krivulje lahko izračunamo takole:

a) Izračunavanje z žepnim računalnikom ni primerno, ker že preprost izračun pokaže, da je treba izračunati veliko število točk, če hočemo doseči želeno natančnost. Pri nekoliko večji natančnosti se približamo že nekaj sto točkam, kar je daleč nad mejo ekonomičnega ročnega programiranja. Menimo, da je primerno ročno programirati do 100 programskih stavkov. Pri večjem številu je tudi velika možnost za pomote in napake.

b) Gotovo je primerna uporaba majhnih namiznih računalnikov, ki zmorejo dandanes že toliko operacij, kakor pred leti manjši digitalni računalniki.

c) Veliko bolj pa je primerna uporaba velikega digitalnega računalnika, seveda, če ga imamo, in to tem bolj, če imamo možnost za neposredno luknjanje traku. Mi smo to izvedli na računalniku DELTA.

Zmogljivost računalnika DELTA 340/40 je 128 K besed — 16 bitnih. Na računalnik so priključene naslednje periferne naprave — (sl. 1):

— 8 terminalov KOPA 1000 in ena sistemska konzola za papir,
— 2 diska po 40 000 000 informacij,
— tračna enota z možnostjo 1600 bpi,
— linijski pisalnik 300 vrstic/min in
— luknjalnik traku RODATA.

Na sistemu je mogoče obdelovati programe, za katere potrebujemo največ 32 K. Možna je obdelava v realnem času in z dodeljevanjem časa, kar omogoča instalirani operacijski sistem RSX-11M.

Na sistemu so naslednji prevajalniki programskih jezikov:

— FORTRAN in FORTRAN IV PLUS,
— MACRO 11,
— BASIC 11,
— BASIC PLUS 2,
— COBOL,
— PASCAL,
— RPG in
— PL 4.

3.1.2. *Matematične rešitve problema*

Matematična rešitev problema je precej obširna, da je ne bi tukaj navajali. Razvidna je v literaturi [10] in v raziskovalni nalogi.

3.1.3. *Računalniška rešitev problema*

Program KRIKSY je napisan v programskem jeziku BASIC PLUS 2. Na sliki 2 je narisan diagram poteka tega programa. Vidimo, da je razdeljen na tri glavne dele:

I. del — glavni program (sl. 2 a): program izračunava geometrijsko konturo glede na zahtevano natančnost konture.

II. del — podprogram (sl. 2 b), ki izračunava koordinate začetne in končne točke. Izračunava pa tudi pravilno vrednost koordinat naslednjega središča krožnega loka.

III. del — podprogram CIN (sl. 2 c), ki lahko deluje tudi samostojno ob ustreznih ukazih. To je v bistvu postprocesor za vrtalno frezalni stroj CINCINNATI CIM X3 s krmiljem ACRAMATIK 5.

3.2. Možnosti za uporabo

Navedena priprava programov je primerna za vse numerično krmiljene stroje. S programiranjem na ta način lahko bistveno povečamo število obdelovancev, ki jih je mogoče obdelovati na numerično krmiljenih strojih. Programiranje poteka hitro, računalnik pa ne potrebuje velikega spomina, kar vpliva na ceno programiranja.

Izločena je tudi možnost, da pozabimo programirati kakšen ukaz, saj nas računalnik sproti seznanja o potrebnih funkcijah.

Za posamezne tipe strojev je seveda treba izdelati ustrezne postprocesorje. Poudariti pa je treba, da program nima praktične vrednosti, če nimamo možnosti za avtomatična luknjanja traku. Skoraj nima pomena, da bi ročno luknjali včasih tudi po več tisoč stavkov. Pri takšni količini stavkov se bo programer tudi zmotil, česar pa si tu ne moremo privoščiti.

Program je gotovo mogoče razvijati še naprej za še večjo uporabnost in tako še bolj vključiti računalnik v to panogo strojništva.

LITERATURA

[1] Olivetti: GTL/T, GTL/3 User Manual.
[2] GF: Olivetti P 6060 minicomputersystem Hilfsprogram *HELP, *TAPE.
[3] GF: Postprocesor GF7X01.
[4] Elektrotehna: Priročnik za uporabo računalnika DELTA 340/40.
[5] EXAPT: EXAPT Basic procesor.
[6] Olivetti: TTY emulator P 6060.
[7] Balič J.: Uporaba računalnika pri ročnem programiranju krivulj (Posvetovanje proizvodnega strojništva 12, Maribor 1978).
[8] Balič J., Šmarčan P.: Programiranje krivulj in ravninskih likov za NC stroje s pomočjo računalnika (upravljanje proizvodnjom u industriji prerade metala 9, BG 1979).
[9] Šmarčan P., Balič J.: Uvajalne raziskave računalniško podprtega ročnega programiranja NC strojev (1979).
[10] Pahole I.: Programiranje NC stroja CINCINNATI CIM X-3 z računalnikom (diplomsko delo, 1980).

Avtorjev naslov: Prof. dr. Pavel Šmarčan,
VTŠ — VTO strojništvo,
Maribor, Smetanova 17