

B. ZUPANČIČ, D. MATKO, *P. TRAMTE, *M. ŠEGA
 FAKULTETA ZA ELEKTROTEHNIKO, Ljubljana, Tržaška 25
 *INŠTITUT JOŽEF STEFAN, Ljubljana, Jamova 39

SIMCOS-JEZIK ZA SIMULACIJO ZVEZNIH DINAMIČNIH SISTEMOV
 SIMCOS-LANGUAGE FOR SIMULATION OF CONTINUOUS DYNAMICAL SYSTEMS

VSEBINA - Članek obravnava koncept jezika za simulacijo zveznih dinamičnih sistemov, ki ga razvijamo na Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani v sodelovanju z Inštitutom Jožef Stefan. Simulacijski jezik je v celoti napisan v FORTRANU, po sintaksi pa je zelo podoben svetovno priznanemu simulacijskemu jeziku CSSL 3. Poleg koncepta smo nakazali tudi način vključitve v programski paket za analizo in načrtovanje-ANA. Na koncu smo podali še primer simulacije s simulacijskim jezikom SIMCOS

ABSTRACT - The paper deals with the concept of dynamical systems simulation language which is developing on the Faculty of Electrical Engineering and on the Inštitut Jožef Stefan in Ljubljana. Simulation language is completely written in FORTRAN. Beside the concept of simulation language the possibility of SIMCOS inclusion in program package ANA is also described. An example of a simulation program is added at the end of the paper.

1. UVOD

Simulacija zveznih sistemov je močno orodje pri reševanju tehničnih problemov današnjega časa. Večino fizikalnih sistemov namreč definiramo z matematičnimi modeli, t.j. z diferencialnimi enačbami, ki jih s pomočjo simulacije prevedemo v koristne rezultate. Področje modeliranja in simulacije je zlasti pomembno na področju analize in načrtovanja vodenja procesov, kjer je uporaba simulacijskega jezika zlasti v kompleksnejših primerih (nelinearni sistemi, časovno spremenljivi sistemi) izredno učinkovita.

VII.12

Zato smo se v Laboratoriju za analogno-hibridno računanje in avtomatsko regulacijo na Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani v sodelovanju z Institutom Jožef Stefan odločili za razvoj simulacijskega jezika, ki naj bi bil kot samostojni programski paket, na drugi strani pa ga bomo vključili tudi v programski paket za analizo in načrtovanje-ANA.

Pri razvoju simulacijskega jezika smo si zadali dve temeljni izhodišči

- vsi programi naj bodo zaradi lažje prenosljivosti pisani v čim bolj standardnem FORTRANU,
- sintaksa simulacijskega jezika SIMCOS naj bo čim bolj podobna svetovno priznanemu simulacijskemu jeziku CSSL 3, saj imamo pri delu s tem jezikom že precej izkušenj.

2. Koncept procesiranja izvornega programa

Izvorni program v simulacijskem jeziku SIMCOS napišemo na datoteko. SIMCOS procesor zgradi iz izvornega programa pet tabel, glavni simulacijski program v fortranu in dva fortranska podprograma. V tabelah se hrani informacija o imenih in vrednostih vseh spremenljivk, o imenih vseh funkcij, ki jih uporabljamo v simulacijskem programu ter informacija o načinu in obliki izpisa. Generirani fortranski program in dva podprograma imajo naslednji pomen:

glavni program FSOURC

Z izvršitvijo tega programa izvršimo simulacijski tek. Zato ta program prečita vse tebele, ki jih generira SIMCOS procesor, kliče vse potrebne podprograme (za izračun odvodov, za integracijo, za izpis,...).

podprogram DERIV

Podprogram izračuna vrednosti vseh odvodov v simulacijski shemi. Vsi predstavitevni stavki so zapisani tako, kot jih razvrsti vrstni algoritem.

podprogram OUTP

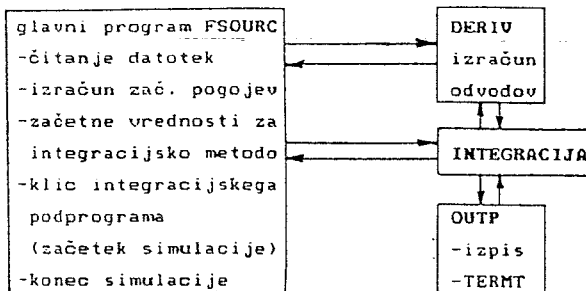
Podprogram realizira možnosti izhodnih operacij simulacijskega jezika in nadzira dolžino simulacijskega teka.

Fortranski prevajalnik nato prevede glavni program in oba podprograma, nato pa povezovalnik (linker) poveže prevedene programe s SIMCOS knjižnico podprogramov. Na ta način dobimo simulacijski program FSOURC v strojni kodi.

Z izvršitvijo simulacijskega programa FSOURC izvršimo simulacijski tek. Če želimo ponoviti simulacijski tek z novimi vrednostmi parametrov, ni potrebno, da bi popravili izvorni program in ga ponovno procesirali, ampak vnesemo le spremembe v tabele in ponovno poženeemo glavni simulacijski program.

Za usklajeno delo SIMCOS procesorja, fortranskega prevajalnika, povezovalnika, za sprožitev simulacijskega teka ter za ponavljanje simulacijskih tekov z možnostjo sprememb v tabelah, skrbi SIMCOS interpreter.

Komunikacijo med fortranskimi programi med simulacijo prikazuje slika 1.



Slika 1: Komunikacija med programi pri simulaciji

3. Integracijske metode

Simulacijski jezik SIMCOS bo v končni obliki vseboval tiste integracijske metode, ki jih imajo najbolj priznani simulacijski jeziki. V prvi fazi sta vgrajeni integracijski metodi Runge Kutta 4. reda z modifikacijo po Gillu : fiksnim in prilagodljivim korakom.

4. Vključitev simulacijskega jezika v programski paket ANA

Simulacijski jezik SIMCOS bo samostojen programski paket, hkrati pa ga bomo vgradili tudi v izredno kompleksen programski paket za analizo in načrtovanje vodenja sistemov ANA, ki ga že nekaj let razvijamo na Fakulteti za elektrotehniko skupaj z Inštitutom Jožef Stefan. Simulacijski jezik se bo uporabljal kot ena izmed številnih transformacij, ki prevede zapis sistema v prostoru stanj ali v obliki prenosnih funkcij v časovne odzive. Hkrati pa bo vgrajen tudi v UNICUS procesor, ki daje programskemu paketu ANA izredno široke simulacijske zmožnosti.

Unicus je bločno orientiran prevajalnik, kjer je vsak blok lahko prenosna funkcija, splošni namenski blok, ki ga napiše uporabnik v obliki podprograma, analogni računalnik ali realni proces priključen preko AD in DA pretvornikov ali pa simulacijski program v jeziku SIMCOS. Razen tega ima UNICUS prevajalnik tudi nekatere specialne bloke: estimator parametrov, estimator stanj, Kalmanov filter.

5. Primer simulacije v jeziku simcos

Primer prikazuje identifikacijo sistema 2. reda z adaptivnim modelom. Proces opisuje diferencialna enačba

$$\dot{y} + \alpha_p \dot{y} + \beta_p y = u(t),$$

paralelni model pa enačba

$$\dot{z} + \alpha_m \dot{z} + \beta_m z = u(t).$$

Optimiramo kriterijsko funkcijo

$$e = z - y$$

$$F = \frac{1}{2} e^2(t)$$

z gradientno optimizacijsko metodo

$$\frac{d \alpha_m}{dt} = -k_\alpha \frac{\partial F}{\partial \ln \alpha_m},$$

$$\frac{d \beta_m}{dt} = -k_\beta \frac{\partial F}{\partial \ln \beta_m}.$$

Z definicijo občutljivosti

$$v_\alpha = \frac{\partial z}{\partial \ln \alpha_m},$$

$$v_\beta = \frac{\partial z}{\partial \ln \beta_m}$$

pridemo do enačb občutljivosti

$$\dot{\frac{\beta}{\beta_m}} = \frac{\alpha_m}{\beta_m} \dot{\beta} - v_\beta - z,$$

$$v_\alpha = \frac{\alpha_m}{\beta_m} \dot{\beta}.$$

Slika 2 prikazuje izvorni simulacijski program

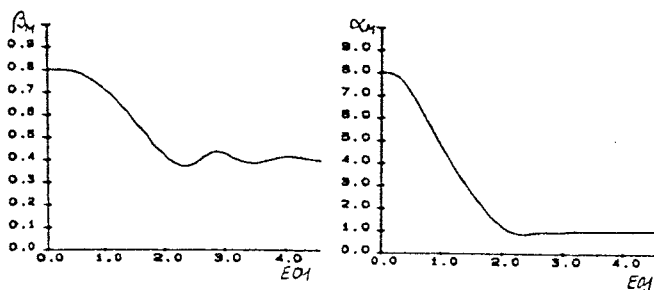
```

PROGRAM IDENTIFIKACIJA Z ADAPTIVNIM MODELOM
CONSTANT AP=1.,BP=0.4,AMZ=8.,BMZ=0.8
CONSTANT KA=14.3,KB=0.91,U=0.2
E=Z-Y
COMMENT ENACBE PROCESA IN MODELA
YPP=U-(AP*Y)-(BP*Y)
Y=INTEG(YPP,0.)
Y=INTEG(Y,0.)
ZPP=U-(AM*Z)-(BM*Z)
Z=INTEG(ZPP,0.)
Z=INTEG(Z,0.)
COMMENT ENACBI OBCUTLJIVOSTI
VBBPP=-(Z+VBBP*AM+VBB*BM)
VBBP=INTEG(VBBPP,0.)
VBB=INTEG(VBBP,0.)
COMMENT NASTAVITEV PARAMETROV MODELA
AMP=(-KA)*E*VBBP*AM
AM=INTEG(AMP,AMZ)
BMP=(-KB)*E*VBB*BM
BM=INTEG(BMP,BMZ)
HDR IDENTIFIKACIJA Z ADAPTIVNIM MODELOM
TERM(T,GE,100.)
CINTERVAL CI=0.1
OUTPUT 10,Y,Z,E,AM,BM
PREPAR 10,Y,Z,E,AM,BM
END

```

Slika 2 : Izvorni simulacijski program

Slika 3 pa prikazuje časovni potek parametrov modela α_m in β_m , ki konvergirata proti parametroma procesa α_p in β_p .



Slika 3 : Časovna poteka parametrov modela α_m in β_m

6. Zaključek

Prva verzija simulacijskega jezika SIMCOS z dvema integracijskima metodama je že realizirana na računalniku PDP 11-34 z operacijskim sistemom RT-11. Omogoča delo brez interpreterja, tako da vnašamo spremembe direktno v tabele. Za bolj elegantno delo bo potrebno najprej vgraditi nekatere standardne bloke v obliki podprogramov, nato pa bomo zgradili interpreter. V delu je tudi prenos simulacijskega jezika na računalnik IBM-PC, v načrtu pa so tudi prenosi na računalnike z operacijskim sistemom DELTA-M, RSX, na sistem VAX in na sistem DEC-10. V načrtu je tudi vključitev v programski paket ANA.

7. Literatura

- [1] Control Data Continuous System Simulation Language (CSSL 3). Users Guide Version 1, 1972
- [2] G.A.Korn, J.V. Wait, Digital Continuous System Simulation, Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1978
- [3] Y. Chu, Digital Simulation of Continuous Systems, Mc.Graw-Hill, 1969
- [4] B.Zupančič, D.Matko, P.Trante "Simulacija zveznih sistemov s simulacijskim jezikom SIMCOS", Zbornik radova X. bosansko - hercegovačkog simposiuma iz informatike Jahorina 86, Sarajevo 1986
- [5] D.Matko, M.Šega, B.Zupančič "A New Approach to the Simulation and Design of Control Systems", Proc. 11th IMACS World Congress on System Simulation and Scientific Computation, Oslo, Vol. 4, pp. 91-94, 1985