

VKLJUČITEV MATEMATIČNEGA MODELA NA REALNI OBJEKT

THE IMPLEMENTATION OF MATHEMATICAL MODEL ON REAL PROCESS

ANTON JAKLIČ¹, T. KOLENKO², B. GLOGOVAC¹, D. MIKEC³

¹IMT Ljubljana, Lepi pot 11, 1000 Ljubljana

²NTF-ÖMM, Aškerčeva 12, 1000 Ljubljana

³SŽ, Acroni Jesenice, Cesta B. Kidriča 44, 4270 Jesenice

Prejem rokopisa - received: 1997-10-01; sprejem za objavo - accepted for publication: 1997-12-19

V prispevku sta opisana dva načina vključitve matematičnega modela potisne peči na realni objekt za delovanje v realnem času. Prvi način je vključitev modela preko merilnega sistema - "dataloggerja, ki je povezan z računalnikom preko serijske komunikacije in zajema podatke direktno iz merilnih pretvornikov. Drugi način pa je vključitev modela v informacijski sistem preko omrežja Ethernet s komunikacijskim protokolom NetBEUI.

Ključne besede: asinhrona serijska komunikacija, računalniški nadzor, matematični model v realnem času

Two ways of implementation of real-time mathematical model of the pusher type furnace on real process are described in the paper. The first way is to use datalogger as a measuring system connected to the computer by use of serial communication. The second way is to connect the computer to industrial network system and to use NetBEUI protocol for Ethernet.

Key words: asynchronous serial communication, real-time monitoring, real-time mathematical model

1 UVOD

V industriji se z napredkom strojne in programske opreme vse bolj uveljavlja nadzor procesov z matematičnimi modeli, ki delujejo v realnem času. Ti za svoje pravilno delovanje potrebujejo podatke o robnih pogojih, ki jih določimo z meritvami pri obravnavanem procesu. Vključitev takšnega modela vanj obsega zagotovitev merilnih vrednosti iz obravnavanega procesa, tako da so na voljo modelu v realnem času.

V prispevku želimo predstaviti razvoj vključevanja matematičnega modela pri potisni peči. Model smo razvijali postopoma, vzporedno z razvojem programske in strojne opreme. V začetku je model deloval v načinu "off-line", kar pomeni, da smo na realnem objektu izvedli meritve z merilnim sistemom - "dataloggerjem" in shranili merilne podatke v datoteko ter jih kasneje obdelali z modelom. Razvoj strojne opreme je omogočil zmogljivejše osebne računalnike, s katerimi lahko z modelom obdelamo podatke v intervalu med dvema meritvama. To je nakazalo možnosti za prilagoditev modela za delovanje v realnem času. Zato smo dodatno izdelali podprogram za serijsko komunikacijo z merilnim sistemom v realnem času. Ta pri svojem delovanju upošteva prekinitve.

S pojavom računalniških omrežij v industrijskem okolju se pri nadzoru procesov odpirajo povsem nove možnosti. V okviru modernizacije vroče valjarne v Acroni je bila izvedena tudi informatizacija. Ta je dala možnost za vključitev matematičnega modela za nadzor potisne peči v integralno računalniško omrežje. Opisati želimo način, kako pride model potisne peči do svežih podatkov.

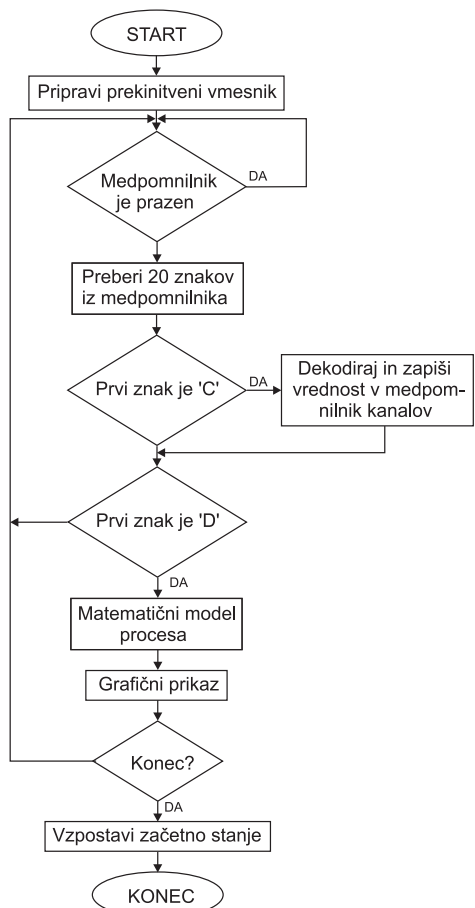
2 ASINHRONSKA SERIJSKA KOMUNIKACIJA

Za delovanje modela potisne peči v realnem času potrebujemo programsko opremo, ki omogoča prenos podatkov iz merilnega sistema v računalnik. Merilni sistem omogoča prenos podatkov preko serijskega vodila RS-232 s pomočjo prekinitiv. Diagram poteka s poudarkom na serijski komunikaciji prikazuje **slika 1**. Opišemo ga lahko na naslednji način.

Izvede se podprogram, ki pripravi prekinitveni in komunikacijski vmesnik ter s programsko prekinitvijo \$14, ki jo omogoča BIOS, pripravi komunikacijski vmesnik tako, da je nastavljen enako kot vmesnik merilnega sistema. Pri tem se nastavijo hitrost komunikacije (9600 bit/s), število bitov (7), število STOP bitov (1) in preverjanje paritete (none) za želeni serijski vmesnik (COM1). Podprogram si zapomni vektor prekinitve IRQ 4, ki je namenjena serijskemu vmesniku COM1, in ga preusmeri na prekinitveni strežnik.

Program pride v glavno zanko, kjer preverja, ali so v medpomnilniku podatki. Če so, sledi podprogram za branje 20 znakov iz medpomnilnika (20 znakov prebere zato, ker merilni sistem pošilja sporočila z nizi dolžine 20 znakov).

Medpomnilnik je zgrajen kot niz osem bitnih pomnilniških celic. Ima dva kazalca. Eden kaže na začetek, drugi pa na konec podatkov (**slika 2**). Pri vsakem vpisu podatka se kazalec konca podatkov poveča za 1, pri vsakem branju iz medpomnilnika pa se kazalec začetka podatkov poveča za 1. Če sta kazalca začetka in konca podatkov enaka, pomeni, da v medpomnilniku ni podatkov. Ko pri vpisu ali branju kazalec prekorači indeks velikosti medpomnilnika, se vpis ali branje nadaljuje na



Slika 1: Diagram poteka zajemanja podatkov z asinhronsko serijsko komunikacijo preko vodila RS-232

Figure 1: Flow chart of data acquisition using asynchronous serial communication through RS-232 bus

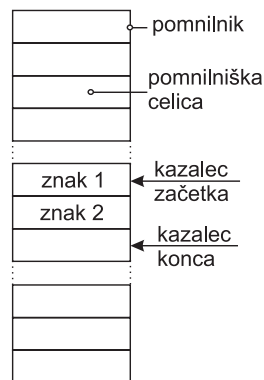
začetku medpomnilnika. Njegova velikost mora biti večja od števila podatkov, ki jih želimo shraniti vanj, sicer pride do prekrivanja podatkov in s tem do napak. Zapis v medpomnilnik se izvrši s prekinitvenim strežnikom.

Merilni sistem zajema in pošilja 21 merilnih vrednosti v obliki nizov, dolgih po 20 znakov. Zgled sporočila za dve merilni vrednosti:

```
S T 1 11:17:13.8
C 001 0939.43 dgC C 002 0950.34 dgC
D T 1
```

Glede na prvi znak v nizu se program odloča:

- Prvi znak v nizu je "C", zato gre za merilno vrednost na enem izmed kanalov. Program prebere številko kanala in vrednost na njem. Vrednost zapiše v medpomnilnik kanalov.
- Prvi znak v nizu je "D", gre za konec sporočila. Program je prebral vse merilne vrednosti, zato lahko nadaljuje v podprogramu matematičnega modela procesa. V nasprotnem primeru se vrne na podprogram, ki iz medpomnilnika prebere 20 znakov.



Slika 2: Organizacija medpomnilnika

Figure 2: Buffer organization

Podprogram matematičnega modela preračuna merilne veličine, ki so izhodi merilnih pretvornikov, v ustrezne fizikalne veličine. Iz preračunanih vrednosti določi robne pogoje. Z njimi izračuna nemerljive veličine, kot so temperature posameznih slabov v peči, akumulirano toploto in trenutni izkoristek.

Rezultati meritev in matematičnega modela se v realnem času izrisujejo v obliki diagramov ter na grafični shemi potisne peči, ki pripomore k nazornosti računalniškega nadzora, dodana pa je tudi animacija pomika.

Zanka se ponovi, dokler ni izbrana opcija konec. Tedaj se izvede podprogram, ki prekinitvenemu vektorju priredi pomnjeni naslov in tako vzpostavi stanje pred zagonom programa.

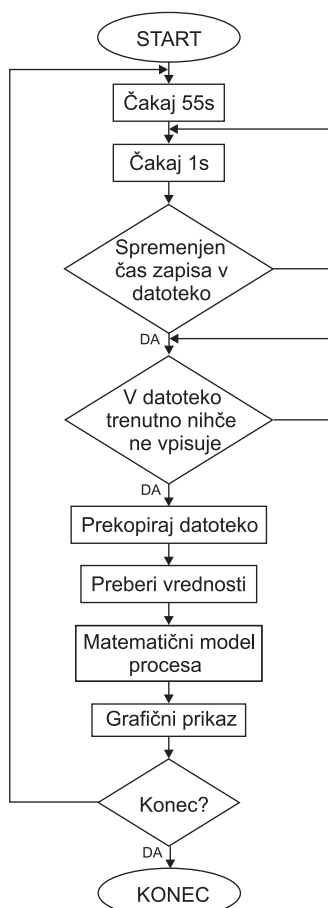
Prekinitvev

Ko se v podatkovnem registru serijskega vmesnika pojavi znak, se sproži prekinitvev. Prekine se izvajani program, podatki v registrih se zavarujejo tako, da se zapišejo v sklad. Izvede se prekinitveni strežnik - podprogram BeriRS232, na katerega kaže prekinitveni vektor. Podprogram prebere znak iz podatkovnega registra vmesnika in ga shrani v medpomnilnik ter poveča kazalec konca podatkov za ena. Iz sklada se obnovi stanje v registrih pred prekinitvijo in program se nadaljuje tam, kjer je bil prekinjen.

3 RAČUNALNIŠKO OMREŽJE

Z izvedeno rekonstrukcijo vroče valjarne SŽ, ŽJ Acroni, se je pokazala možnost vključitve modela v integralno računalniško omrežje. Regulacija potisne peči je bila posodobljena z uporabo programljivih logičnih krmilnikov (PLC). Ekspertni sistem za vodenje potisne peči G2 teče na PC računalniku, v okolju Windows NT ter preko omrežja dostopa do merilnih podatkov PLC in podatkov o toku materiala.

Z izvajalcem projekta "Ansaldo" smo se dogovorili o obliki podatkov, ki jih ekspertni sistem zapisuje v posebno datoteko, tako da je vsak podatek zapisan v svojo



Slika 3: Diagram poteka zajemanja podatkov preko računalniškega omrežja Ethernet

Figure 3: Flow chart of data acquisition using Ethernet computer network

vrsto. Hkrati zajamemo 44 podatkov, med katerimi so merilne vrednosti, čas pomika ter podatki o materialu in dimenzijah slaba, ki je zadnji prišel na nakladalno mizo. Podatki se nahajajo v datoteki "report.txt" v mapi "university". Datoteko s podatki ekspertni sistem obnavlja vsako minuto.

Računalnik, na katerem teče model potisne peči, deluje v okolju Windows 95. Preko omrežja Ethernet

smo ga povezali s proizvodnim računalnikom, na katerem teče ekspertni sistem G2. Oba računalnika komunicirata preko protokola NetBEUI za prenos datotek, ki ga omogočata operacijska sistema Windows 95 in Windows NT.

Diagram poteka kako pride računalniški model potisne peči do podatkov, prikazuje **slika 3**. Program čaka 55 sekund, ker se podatki osvežujejo na eno minuto. S tem preprečimo, da bi program obremenjeval računalniško omrežje. Nato vsako sekundo preveri, če se je čas zapisa v datoteko "report.txt" spremenil. Spremenjeni čas zapisa pomeni, da je prišlo do zapisa v to datoteko. Sledi preverjanje, ali se je zapisovanje v datoteko končalo. Če se je, potem se ta datoteka preko omrežja prenese na računalnik, na katerem teče model potisne peči. Program z modelom prebere vrednosti iz te datoteke in jih obdela z modelom. Sledi grafični prikaz in zanka se ponovi.

4 SKLEP

Opisana načina priključitve modela na realni objekt sta preizkušena v praksi na potisni peči v vroči valjarni SŽ, ŽJ Acroni, d.o.o., na Jesenicah. Oba načina sta se izkazala kot zanesljiva, saj je model neprekinjeno deloval več dni. Razvoj modela smo si olajšali s simulatorjem industrijskega omrežja, ki smo ga razvili v ta namen. Ta nam je omogočil, da smo ves razvoj prilagoditve modela na industrijsko računalniško omrežje izvedli v laboratoriju. Trenutno je računalniški model potisne peči vključen v informacijski sistem vroče valjarne in je na preskusu testiranja. Zbrane podatke in rezultate modela bomo uporabili za učenje ekspertnega sistema.

5 LITERATURA

¹ B. Glogovac, T. Kolenko, A. Jaklič: Rekonstrukcija peči za razvoj racionalne tehnologije ogrevanja slabov in računalniški nadzor, *Zaključno poročilo o rezultatih opravljenega dela razvojnega raziskovanja*, Ljubljana, 1996

² Turbo Pascal Reference guide Version 5.0, Borland International Inc., 1989