

Profesor dr Đurde Perišić,

dipl. inž.

Dr Dragoljub Brkić,

dipl. inž.

Ilija Botić,

dipl. inž.

Gavrilo Despotović,

dipl. inž.

Đorđe Perišić,

Tehnički opitni centar KoV,

Beograd

SIMULACIJA STOHAŠTIČKIH PROCESA U REALNOM VREMENU POMOĆU PC RAČUNARA*

UDC: 621.373 : 519.21 : 681.3.06

Rezime:

U radu je opisan novi pristup za impulsni generator slučajnog procesa. Generator se bazira na softveru PC računara i na odgovarajućem elektronskom rešenju za komunikaciju sa PC računarom. Generator se može koristiti u oblasti ispitivanja i merenja, kao i za razne vrste razvoja i istraživanja. Ovaj pristup ima poseban značaj za TOC-ova ispitivanja u otežanim uslovima, kao, na primer, u prisustvu štetnih zračenja, u terenskim uslovima, u uslovima skupih ispitivanja i drugim uslovima. Uz pomoć generatora pomenuta ispitivanja mogu se realizovati znatno jeftinije i u laboratorijskim uslovima.

Ključne reči: ispitivanje, merenje, stohastički procesi, impulsni generator slučajnog procesa u realnom vremenu, softver.

REAL TIME SIMULATION OF STOCHASTIC PROCESSES USING PERSONAL COMPUTERS

Summary:

A new approach to a stochastic real time pulse generator is described in this work. The stochastic generator is based on a PC software and the corresponding electronics for the communication with a PC. It may be used for testings and measurements, as well as for different sorts of developments and investigations. This approach has a special importance for testings under difficult conditions, e.g. tests in the presence of harmful radiation, in ground testis, in expensive tests setc. Using the stochastic generator, all of them can be realised significantly cheaper and in the lab conditions.

Key words: testing, measurement, stochastic processes, real time random pulse generator, software.

Uvod

S obzirom na intenzitet savremenog tehničko-tehnološkog i informatičkog razvoja, u svetu su se pojavile nove tehničke discipline, nove oblasti i novi široko primenjeni sistemi, čije je uvođenje i u naš svakodnevni život postao imperativ vremena u kojem živimo. U novim savremenim uslovima, a pogotovu u bu-

dučnosti, bez uvođenja novih tehnologija neće se moći koristiti ogromni tehnički, aplikativni i naučni resursi kao osnova za bavljenje bilo kojom oblašću, ali ni tehnička dostignuća namenjena za svakodnevni život.

Jedna veoma perspektivna oblast u novim savremenim uslovima jeste primena PC računara i ponudene elektronske tehnologije u upravljanju procesima izvan računara. Oblast upravljanja pomoću PC računara predstavlja novu dimenziju

* Rad je sročšten na naučno-stručnom skupu TOC KoV „Ispitivanje kvaliteta sredstava NVO“, 2. decembra 2003. u Beogradu.

u svetskom privrednom sistemu. Potreba za upravljanjem pomoću PC računara danas je evidentna u svim privrednim granama. Danas sve male ili velike firme imaju potrebe za rešavanje veoma širokog spektra tehničkih zadataka, kao što su automatizacija i kontrola procesa proizvodnje, kontrola i upravljanje kvalitetom proizvodnje, racionalizacija potrošnje različitih vrsta energije, automatizacija merenja, raznovrsne akvizicije podataka, ispitivanja i mnoge druge. Treba imati u vidu da je za rešavanje najjednostavnijeg tehničkog problema ove vrste potrebno od stranih proizvođača nabaviti uz računar standardne interfejsne i skupu programabilnu opremu i softver uz veoma opsežnu edukaciju. Umesto toga, odgovarajuća znanja u ovoj oblasti i neuporedivo manje sredstava dovoljni su za rešavanje pomenutih tehničkih zadataka.

Upravljanje pomoću PC računara decenijama je bila privilegija samo visokonaučnih institucija i izuzetnih pojedinaca, bilo zbog preskupih računara ili zbog toga što je samo mali broj stručnjaka mogao imati tako široku nadgradnju i visoki naučni i stručni nivo, da bi u ovoj oblasti postizao rezultate. Danas se situacija u potpunosti promenila. Jeftini a mnogo moćniji PC računari su ušli u institute, škole, fabrike i kuće. Broj obrazovnih stepenica i potrebnog vremena za sticanje neophodnih znanja za praktičnu primenu ove oblasti je na desetine puta smanjen. Tome doprinose nebrojeno puta povećane tehničke mogućnosti samih računara i njegovih izlaznih portova, poboljšani i za upotrebu pojednostavljeni operativni sistemi, razvijeni mnogobrojni za primenu jednostavni aplikativni softveri, realizovane jeftine i moćne elektronske kartice za spoljnu ko-

munikaciju, smanjene cene a povećane funkcionalne mogućnosti elektronskih komponenta za samostalnu nadgradnju, i mnoge druge pogodnosti koje nudi savremena tehnologija.

Jednom rečju zemlje u razvoju su dobile šansu da se pod gotovo istim uslovima bave ovom oblašću kao i razvijene zemlje. Kao nikada do sada male zemlje su dobile šansu da i sopstvenim snagama, bez velikih ulaganja, podignu stepen razvoja mnogih privrednih grana na znatno viši tehnički nivo uz znatno poboljšan odnos cena/efikasnost u proizvodnji, kao i da svetskom tržištu ponude svoj intelektualni rad. Nedostaju samo sistematizovana znanja u ovoj oblasti. Za sada, nažalost, ni jedan od obrazovnih nivoa, od osnovnog do fakultetskog, ne nudi sistematizovana praktična znanja u ovoj oblasti, koja bi mogla biti aplikativna u praksi.

Ovaj rad predstavlja jedan egzaktan primer praktične primene oblasti upravljanja pomoću PC računara u oblasti ispitivanja. Primenom novih tehnologija dobija se na pojednostavljenju ispitivanja, povećanju efikasnosti i kvaliteta merenja, a istovremeno i na smanjenju troškova ispitivanja.

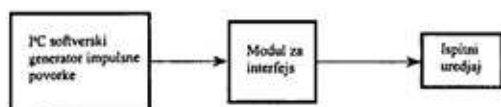
Kratak opis sistema

Simuliranje stohastičkih procesa pomoću PC računara u realnom vremenu realizovano je na izlazu paralelnog porta PC računara, generisanjem povorke impulsa čija je vrednost periode slučajna. Slučajne vrednosti perioda mogu imati bilo koju raspodelu i mogu imati bilo koje vrednosti statističkih parametara. S obzirom da se frekvencija povorke impulsa u praksi u mnogim primenama pojavljuje kao nosilac informacije, ispitivanja ure-

daja u okviru kojih se meri frekvencija ili statistički parametri povorke impulsa u praksi su veoma česta.

U ovom radu je, kao primer, opisano generisanje povorke impulsa sa Puasonovom raspodelom, kao jednim od mogućih načina primene ovog sistema. Opisana simulacija povorke impulsa sa Puasonovom raspodelom realizovana je za potrebe ispitivanja radioloških detektora u laboratorijskim uslovima, umesto u prisustvu radiološkog zračenja.

Da bi sistem bio primenljiv u praksi, pored softverskog generatora impulsne povorke sa slučajnom periodom, on mora imati i modul za interfejs, koji će prilagoditi izlaze paralelnog porta PC računara na ulaz ispitnog uređaja, slika 1.



Sl. 1 – Blok šema ispitnog sistema

Kratak opis softvera

Softverski sistem simulatora sastoji se iz tri funkcionalne celine. Prvi deo ima funkciju da generiše vektor slučajnih podataka koji odgovaraju željenoj raspodeli i sa tačno utvrđenim statističkim podacima. Ovaj softverski paket koristi neki već postojeći softverski generator stohastičkih procesa za uniformnu raspodelu. Njegova osnovna funkcija je da izvrši transformaciju uniformne raspodele u neku drugu željenu, i da smesti slučajne vrednosti u određeni vektor. Ovaj postupak se izvodi pre početka ispitivanja i ne pripada postupku ispitivanja u realnom vremenu.

Drugi deo softverskog sistema ima funkciju da izvrši pripremu tako formira-

nih podataka u vektoru za generisanje impulsne povorke čije periode proporcionalno odgovaraju vrednostima slučajne promenljive, kao i da ih dovede u matričnu formu koja je kompatibilna sa softverskim generatorom za generisanje impulsne povorke na izlazu PC računara. I ovaj postupak se izvodi pre početka ispitivanja i ne pripada postupku ispitivanja u realnom vremenu.

Treći deo softverskog sistema je softverski generator impulsne povorke. Ovaj deo softvera ima funkciju da generiše impulsnu povorku na izlazu PC računara, sa periodama koje proporcionalno odgovaraju podacima unešenim u maticu sa slučajnim podacima. Ovaj deo softvera ima i razne druge funkcije, kao, na primer, mogućnost faktorizacije matričnih parametara s ciljem izbora srednje vrednosti učestanosti impulsne povorke, odnosno radi podešavanja intenziteta zračenja ili neke druge pojave koja se meri, odnosno ispituje.

Treći deo softvera izvršava se kada započinju ispitivanja, i vremenski i funkcionalno pripada postupku ispitivanja u realnom vremenu.

Opisani pristup, u kome se prva dva softverska paketa realizuju pre početka ispitivanja, ima za cilj da smanji vreme softverske obrade u postupku generisanja impulsne povorke, odnosno u postupku ispitivanja u realnom vremenu. Na taj način omogućeno je da se generišu impulsne povorke sa većom srednjom vrednošću impulsne učestanosti za datu konfiguraciju PC. To praktično znači da je ovim pristupom omogućeno da se sa datim PC računarom može pokriti širi opseg simulacije promenljive koja se meri.

Puasonova raspodela

U ovom radu je za potrebe ispitivanja radioloških detektora izvršena transformacija uniformne u Puasonovu raspodelu, obzirom na to da je u prirodi intenzitet radiološkog zračenja stohastička pojava sa Puasonovom raspodelom.

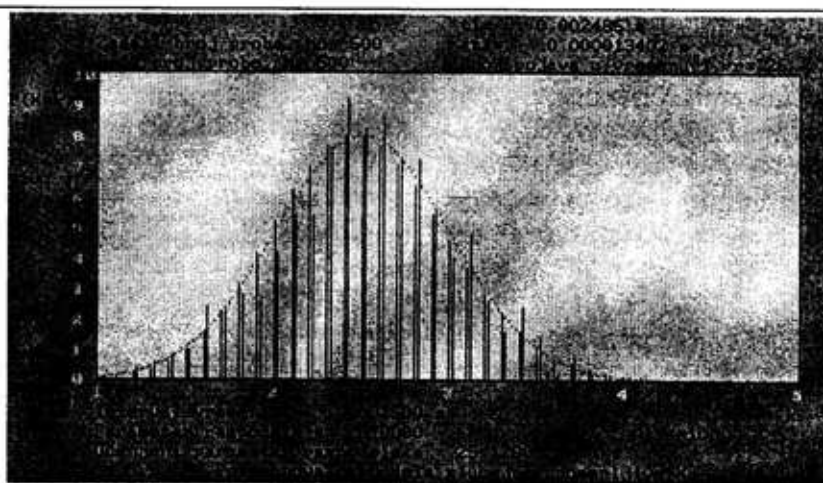
Na slici 2 prikazan je histogram Puasonove raspodele koji generiše softver za transformaciju uniformne u Puasonovu raspodelu. Za primer sa slike 2, parametar $a = 25$. Na apscisu su nanete vrednosti slučajne promenljive $X = k$ pojava posmatranog događaja A u intervalu vremena $T = 0,025$ s, a na ordinatu verovatnoće $P(X = k)$. Pored vertikalnih duži, prikazane su i duži koje se odnose na relativnu učestanost $f_i = n_i / N_0$, gde je n_i ukupan broj koliko je puta slučajna promenljiva uzela vrednost i od ukupno vrednosti N_0 broja pojava događaja A u posmatranom intervalu T . Kao što se vidi, za broj proba $N_0 = 500$ ova podudarnost verovatnoća i relativnih učestanosti dosta je

dobra. Sa t_i označen je momenat i -te pojave događaja A u intervalu vremena T , a sa dt_i interval vremena $t_i - t_{i-1}$ između dve uzastopne pojave događaja A .

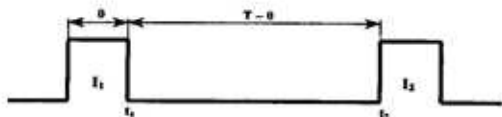
Softversko generisanje impulsne povorke

Za realizaciju impulsne povorke na izlazu paralelnog PC porta, sa periodom koja ima Puasonovu raspodelu, koriste se softverski interapti. Na slici 3 prikazan je algoritamski pristup generisanja logičkih nula i jedinica, koji u celini predstavljaju željenu povorku.

U trenutku t_i na slici 3 se vidi da je na izlazu PC porta generisana logička nula. Uslov za generisanje logičke nule je prethodno uslovljen tako što je vrednost željene širine impulsa θ postavljena u brojač na dole. Impulsi real time clocka smanjuju sadržaj brojača do nule. Izjednačenje sadržaja brojača sa nulom ujedno predstavlja uslov da se izvrši asamblerski program preko softverskog interapta, koji generiše logičku nulu na izlazu paralelnog PC porta.



Sl. 2 – Histogram Puasonove raspodele



Sl. 3 – Generisanje izlaznih impulsa

Na sličan način generiše se i logička jedinica u trenutku t_2 . Osnovna razlika je u tome što se u brojač na dole postavlja vrednost željene periode. Ili još preciznije, u brojač na dole postavlja se vrednost periode umanjena za širinu impulsa, odnosno $T - \theta$. Kada impulsi real time clocka smanje sadržaj brojača na nulu, preko softverskog interapta izvršava se asamblerski program koji generiše logičku jedinicu na izlazu paralelnog porta. Stavljanjem vrednosti $T - \theta$ u brojač umesto T , zadržana je vrednost periode T , koja odgovara generisanoj slučajnoj vrednosti. Na taj način obezbeđuje se da generisana impulsna povorka u realnom vremenu na izlazu paralelnog PC porta zadrži u potpunosti kako izabranu raspodelu slučajnog procesa tako i sve odabrane statističke parametre.

Zaključak

Opisani pristup realizacije softverskog generatora slučajnog procesa sa impulsnom povorkom kao izlazom, predstavlja veliki iskorak u odnosu na postojeća rešenja. Osnovni novi kvalitet sastoji se u tome što se softverskim alatom može generisati bilo kakav stohastički proces, odnosno stohastički proces sa bilo kakvom raspodelom i sa bilo kakvim specifičnim vrednostima statističkih parametara. Druhim rečima, moguće je simulirati bilo kakav slučajni proces koji se javlja u prirodi. U mnogobrojnim hardverskim pristupima za rešenje generatora slučajnih procesa, takva mogućnost ne postoji.

Druga važna prednost ovakvog pristupa je mogućnost da se veoma lako mogu podešavati i drugi parametri generisanog slučajnog procesa, kao što je, na primer, srednja učestanost generisane impulsne povorke, koja u osnovi predstavlja intenzitet pojave koja se simulira, odnosno meri ili ispituje. Ceo proces simulacije može se lako kontrolisati, po trajanju, intenzitetu, kao i po svim drugim parametrima koji su bitni za merenja, ispitivanja ili razvoj, u zavisnosti od toga u koju se svrhu simulator koristi. Sve ove pogodnosti hardverski generatori slučajnih procesa ne poseduju.

Uprkos svim nabrojanim prednostima ovog pristupa u odnosu na hardverski pristup, softverski pristup ne može da obezbedi podjednako visoku srednju vrednost impulsne učestanosti. Ovo proizilazi iz činjenice da je za izvršenje bilo kakvog softverskog programa potrebno znatno duže vreme od vremena koje je potrebno da određeni hardverski sklop izvrši sličnu funkciju. Zbog toga je svrsishodno da se za one primene gde je potrebno simulirati pojave sa veoma visokom srednjom učestanošću, pristupi kombinovanju softverskog i hardverskog rešenja.

Literatura:

- [1] Frank A. Haight: Handbook of the Poisson, 1967. Distribution, John Wiley and Sons, Inc. New York. London. Sydney.
- [2] Ivanović, B.: Teorijska statistika, Naučna knjiga, Beograd, 1979.
- [3] JUS L. G7. 501 Prenosni merači i monitori jačine ekspozicione doze, koji se koriste u zaštiti od zračenja, izdato 1979. godine, Savezni zavod za standardizaciju, Beograd.
- [4] N. Stern, R. Stern: Turbo Basic, 1989, John Willy and Sons, Toronto, Kanada.
- [5] Vincent, C. H.: Random pulse trains, their measurements and statistical properties, 1973, Peter Peregrinus Ltd., London.
- [6] Borland International: Turbo Pascal-Reference Guide, Version 5.0, 1988 USA.
- [7] Intel: Assembler-Reference Guide 1995, USA.
- [8] Obradović, B.; Savić, Z.: Detektor radioaktivnog zračenja opšte namene, izdato 1992. godine, izdavač Vojnotehnički institut, Sektor 06, Beograd.
- [9] Philips: Electron Tubes, part 6, Geiger-Muller tubes, July 1983, Philips Compan