



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2010 01218

(22) Data de depozit: 26.11.2010

(41) Data publicării cererii:
29.06.2012 BOPI nr. 6/2012

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL DE INFORMATICĂ
TEORETICĂ AL ACADEMIEI ROMÂNE,
BD. CAROL I NR. 8, IAȘI, IS, RO

(72) Inventatori:
• TEODORESCU HORIA NICOLAI,
STR. NICOLAE BĂLCESCU NR. 30, IAȘI, IS,
RO

(54) METODĂ DE GENERARE ȘI GENERATOR DE SERII DE TIMP
CU PERIOADĂ MARE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă de generare și la un generator de serii de timp cu perioadă mare. Generarea seriilor de timp se bazează pe iterarea unor funcții dintr-o clasă specială, și anume, clasa funcțiilor liniare pe porțiuni, fiecare segment al funcției având panta exprimată printr-o putere a lui 2, astfel încât operațiile realizate în iterare, pentru calculul valorilor funcției, să fie numai operații de adunare, scădere, deplasare la stânga și la dreapta, și decizii bazate pe comparare. Generatorul poate itera concomitent două sau mai multe asemenea funcții, obținând valorile lor ca

rezultate parțiale, iar rezultatul final, la fiecare pas al seriei de timp, se obține printr-o combinație liniară a rezultatelor parțiale, combinația liniară implicând numai coeficienți reprezentați prin puteri ale lui 2. Seria de timp binară astfel generată este, eventual, transformată în semnal analogic, cu ajutorul unui convertor numeric-analogic.

Revendicări: 7
Figuri: 3



43

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. <u>a 2010 01218</u>
Data depozit <u>26-11-2010</u>

METODĂ DE GENERARE ȘI GENERATOR DE SERII DE TIMP CU PERIOADĂ MARE

(b) Domeniul tehnic în care poate fi folosită invenția

Invenția se referă la o metodă de generare și la un generator de serii de timp de perioadă mare și de complexitate ridicată, metodă care permite folosirea în scopul generării a unui microsistem (microprocesor, microcontroler sau similare) ieftin, fără multiplicator integrat și cu memorie de date și de program reduse, generatorul bazat pe această metodă fiind astfel mai ieftin, mai rapid și consumând putere mai redusă.

(c) Stadiul actual

Generatoarele de serii de timp de complexitate ridicată, de perioadă mare, folosind microsisteme, sunt utilizate în echipamente de măsură și testare (generatoare de funcții), în generatoare de semnal pseudo-aleator și pseudo-haotic pentru simulare. În stadiul actual, generarea de semnale periodice de complexitate ridicată, de perioadă mare și de semnale pseudo-haotice cu frecvențe ridicate, pe bază de microsistemele, necesită memorii mari, pentru stocarea valorilor seriei de timp, sau microsisteme cu putere mare de calcul, de obicei cu multiplicatori integrați, care să asigure calculul rapid al funcțiilor necesare în generarea de semnal. Aceste sisteme au unul sau mai multe dintre următoarele dezavantaje: sunt lente, generând cu frecvență redusă noi valori de eșantioane, sau sunt scumpe, sau consumă putere mare pentru generarea fiecărei valori a uneia asemenea serii de timp.

Sunt cunoscute diverse moduri de realizare a unor asemenea generatoare, fie folosind circuite analogice, fie folosind microsisteme de calcul care implementează recursiv funcții neliniare. Sisteme generatoare bazate pe dinamici neliniare (haotice) sunt prezentate în cereri de brevete precum (Jiguo Dong, Random Number Generator and Random Number

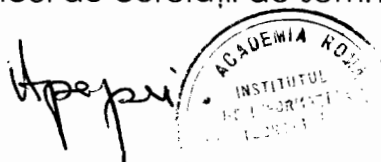
U. Popescu



26 -11- 2010

Generating Method Thereof, **US Patent Application US2010 / 0235418**, Sep. 16, 2010), (Helmut Frey, Method and System for Chaotic Digital Signature, Encryption, and Authentication. **US Patent Application 2005/0271207**), (Oded Katz, Dan Ramon, Israel Wagner, Differential Approach to Current-mode Chaos Based Random Number Generator, **US Patent Application US 2008 / 0183785**). De asemenea, numeroase exemple de diverse scheme analogice sau digitale pentru generarea de semnale haotice sau pseudo-haotice sunt prezentate în lucrări precum (K. G. Mishagin, V. V. Matrosov, L. V. Kuzmin, and A. V. Kletsov, Multi-band Chaotic Oscillator with Phase-locked Loop. PIERS ONLINE, vol. 5, No. 6, 2009 pp. 531-535), (Erik Lindberg, On the Mechanisms behind Chaos. Nonlinear Dynamics (2006) 44: 219-224, Springer 2006), (Yoshifumi Kobayashi, Hidehiro Nakano, Toshimichi Saito, A Simple Chaotic Circuit with Impulsive Switch Depending on Time and State. Nonlinear Dynamics (2006) 44: 73-79, Springer 2006), (H. Fanchiotti, C.A. Garcia Canal and N. Martinez, Critical Analysis of Electronic Simulation of Financial Market Fluctuations. http://arxiv.org/PS_cache/cond-mat/pdf/0203/0203067v1.pdf, February 1, 2008), (Aki-Hiro Sato, Hideki Takayasu, Market price simulator based on analog electrical circuit. arXiv.org > cond-mat > arXiv:cond-mat/0104318. <http://arxiv.org/abs/cond-mat/0104318>. Submitted on 18 Apr 2001).

În particular, în aplicația de brevet (Nobuei Washizu, Hiroaki Tateno, Waveform generator, **Patent Application US 2010/0194460**), este propusă combinarea cu întârzieri variabile, după combinații presetate, de diverse forme de undă, în scopul generării de forme de undă complexe. Deși soluția propusă în aplicația de brevet (Mi-Kyung Oh, Jae-Young Kim, Kwang-Roh Park, Ultra-Wideband Pulse Generator and Method Thereof, **Patent Application US 2010/0046581**) se referă doar la un singur impuls de formă complexă, obținut cu ajutorul unei combinații de circuite digitale și analogice, soluția poate fi extinsă la generarea de serii de timp periodice, dar circuitul necesitat de aceasta invenție este foarte complex și necesită calcul de corelații de semnale.



O alta cale folosită în prezent pentru generarea de serii de timp complexe este utilizarea unor memorii mari în care se păstrează secvențe de serii de timp, care apoi pot fi combinate în diverse moduri, așa cum se descrie în aplicația de brevet (John Pinkney, Signal Generator and Method, **UK Patent Application GB 2465510**).

Sistemele existente au unul sau mai multe dezavantaje care le limitează utilizarea. Generatoarele analogice de semnale de complexitate ridicată, haotice sunt adesea instabile, datorită influenței factorilor externi precum temperatura și tensiunea de alimentare asupra funcționării, precum și datorită efectelor elementelor parazite de circuit asupra funcționării. Asemenea circuite sunt prin urmare dificil de proiectat atunci când se impune ca ele să genereze un anumit semnal, iar proiectarea de asemenea circuite care să funcționeze alternativ, la alegere, pe două sau mai multe semnale prestabilite este practic imposibilă în stadiul actual.

(d) Prezentarea problemei tehnice pe care o rezolvă invenția

Problema tehnică pe care prezenta invenție o rezolvă este realizarea unui generator de serii de timp de complexitate ridicată, de perioadă mare, bazat pe un sistem de calcul binar de tip microsistem (microprocesor, microcontroler, DSP sau similar) care să permită generarea cu frecvență mare, cu un cost redus și cu putere consumată mică a seriilor de timp cu perioadă mare, eventual cu caracter pseudo-haotic sau pseudo-aleator, așa cum sunt necesare în diverse aplicații precum aparatajul de măsură și testare, sisteme de comunicație, sisteme de simulare etc. Producerea de serii de timp de complexitate ridicată, de perioadă mare este realizată pe baza unei metode care folosește iterarea unei funcții dintr-o clasă specifică de funcții, anume funcții definite pe porțiuni cu pante reprezentate de puteri ale lui 2.

Metoda de generare și generatorul de serii de timp de perioadă mare și de complexitate ridicată, prezentată în continuare, conform invenției, rezolvă problema tehnică enunțată și înlătură dezavantajele menționate.

26-11-2010

(e) Expunerea invenției

Soluția problemei constă în aceea că, generatorul se bazează pe o metodă de generare care, în scopul reducerii calculelor efectuate de microsistemul digital pe care se bazează generatorul, în primul rând al înmulțirii între întregi oarecare, folosește iterarea unor funcții dintr-o clasă specifică, anume care fac parte din clasa funcțiilor de tip segmente de dreaptă cu pante prestabilite, pantele fiind de tip puteri întregi pozitive sau negative ale lui 2, astfel încât multiplicările sunt reduse la deplasări la dreapta sau la stânga, care sunt operații executate rapid, cu consum redus de putere, funcțiile folosite fiind iterate, la fiecare iterație fiind generată o nouă valoare a seriei de timp.

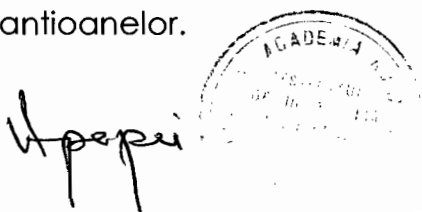
(f) Indicarea posibilității de exploatare industrială

Metoda prezentată în această invenție poate fi implementată pe orice microsistem actual care prefrabil are o arhitectură de tip Harvard, iar seriile de timp produse prin această metodă sunt simulabile pe un sistem de calcul și permit proiectarea lor rațională. Generatorul care folosește această metodă poate folosi orice microsistem actual dotat cu regiștri de deplasare și cu unitate de calcul aritmetic capabilă să execute adunări, scăderi, deplasări și comparări.

(g) Prezentarea avantajelor în raport cu stadiul tehnicii

Metoda de generare și generatorul de serii de timp de perioadă mare, complexe, folosind un microsistem, are următoarele avantaje:

- Permite generarea, chiar pe un microsistem de performante reduse, de exemplu microsistem de 8 biți, de serii de timp periodice de perioadă mare fără a necesita o memorie de date de dimensiune mare.
- Permite generarea de secvențe pseudo-aleatoare, de tip pseudo-haotic, cu putere de calcul redusă.
- Asigură o mare flexibilitate în alegerea seriei de timp dorite.
- Asigură generarea de serii complexe, inclusiv pseudo-haotice și periodice de perioadă mare, cu frecvență ridicată de generare a eșantioanelor.



- Asigură generarea de serii haotice și periodice de perioadă mare cu un consum redus de putere, deoarece folosește un număr redus de operații pentru generarea unui eșantion, aceste operații fiind elementare, deci de consum redus de putere, ceea ce permite integrarea în sisteme portabile sau în sisteme cu alimentare indirectă, precum etichetele electronice pasive (RFID).

- Sunt ușor de proiectat.
- Seriile de timp generate nu sunt afectate de factori perturbatori, precum temperatura sau tensiunea de alimentare, ca în cazul generatorilor realizați cu circuitele analogice.

(h) Prezentarea figurilor

Invenția este prezentată în legătură cu următoarele figuri:

- fig. 1, care reprezintă un exemplu principal de grafic (1) de funcție utilizată în cadrul metodei, funcție care este de tip liniar pe porțiuni și al cărei grafic intersectează prima bisectoare (2);
- fig. 2, care reprezintă un exemplu principal de grafic de funcție de tip cort;
- fig. 3, care reprezintă un exemplu principal de iterare grafică pentru realizare operației de găsim a următorului eșantion, pe baza precedentului, conform ecuației de iterare $x_{n+1} = f(x_n)$.

(i) Prezentarea detaliată

Într-o variantă nelimitativă de realizare, metoda de generare de serii de timp periodice de perioadă mare folosește un sistem de calcul dotat cu regiștri de deplasare la stânga și la dreapta și capabil să facă operații de adunare, scadere, comparare, deplasare și decizii prin comparare. Funcționarea este bazată pe implementarea unei funcții definite pe porțiuni, de tip segmente de dreaptă, în care segmentele au pante de forma $\pm 2^{\pm n}$. Funcția este deci de forma:

$$f(x) = \begin{cases} ix & 0 \leq x < j \\ ij - l(x - j) & j \leq x \leq (ij + jl)/l \end{cases}$$

H. Popescu



unde x este valoarea în care se calculează funcția și care reprezintă un întreg din intervalul de valori de lucru ale microsistemului, $x \in [0, 2^N - 1]$, N fiind numărul de biți pe care lucrează microsistemul. În definiția funcției apar marimile $j, x \in \mathbb{N}$, $i > 0, l > 0$, numere întregi, i și l fiind puteri întregi ale lui 2, $i, l \in \{2^k \mid k \in \mathbb{Z}\}$. În cazul în care valorile funcției, conform expresiei de mai sus, nu rezultă numere întregi, datorită divizării unui întreg la o putere a lui 2, valoarea funcției se consideră cea mai mică valoare întreagă apropiată de valoarea rezultată. Într-adevăr, aceasta este valoare care se obține când se face divizarea prin deplasare la dreapta. Detalii asupra fundamentelor posibilităților de implementare a unor asemenea funcții sunt prezentate în lucrarea (Teodorescu, 2010).

Calcularea valorii funcției, respectiv implementarea funcției presupune realizarea unui set de decizii pentru fiecare nou eșantion generat, urmând să fie determinat intervalul $j \leq x \leq (ij + jl)/l$ în care se află noul eșantion, dintre intervalele de definire a funcției. În acest scop, într-o variantă nelimitativă de realizare, se determină dacă poziția eșantionului este la stânga sau la dreapta punctului din mijloc dintre cele ce definesc intervalele. În oricare posibilitate satisfăcută dintre cele două posibilități, se reia procedura cu punctele rămase, până se găsește intervalul în care se află punctul curent, conform metodei arborilor binari de decizie, folosită în numeroase aplicații.

Procedura de bază de generare a seriei de timp este descrisă în cele ce urmează. Din memorie (memoria de date sau de program), sau de la un generator de valori aleatoare se încarcă valoarea inițială întreagă x_0 a seriei, numită în cele ce urmează și eșantion inițial sau punct inițial. Se determină intervalul în care se află această valoare inițială și se calculează valoarea funcției pentru punctul inițial, $x_1 = f(x_0)$. Cu noua valoare astfel obținută se calculează valoarea $x_2 = f(x_1)$ și se continuă iterarea funcției pentru producerea seriei de timp $\{x_n\}_n$. Calculul seriei necesită doar operații de adunări, scăderi, deplasări, precum și deciziile de apartenență la un interval, bazate pe comparații. Pentru serii de timp prefixate, prin proiectare se poate

determina intervalul în care următorul eşantion se află şi astfel se poate determina prin program expresia calculată pentru funcţie, eliminându-se căutarea intervalului în care se află eşantionul. În acest mod, se creşte viteza de lucru a sistemului.

Exemplul 1.

Într-un exemplu nelimitativ de realizare, funcţia implementată are graficul format din doar două drepte, fiind o aşa zisă "funcţie cort" asimetrică, aşa cum se ilustrează în Fig. 2 pentru o variantă de asemenea funcţie. Implementarea funcţiei presupune doar operaţii de deplasări şi adunări, precum şi compararea valorii calculate la pasul anterior cu valoarea abscisei punctului de intersecţie a celor două segmente.

Exemplul 2.

Într-un exemplu nelimitativ de realizare, se foloseşte o funcţie tip cort degenerată, în sensul ca funcţia are discontinuităţi, anume

$$f(x) = \begin{cases} 2 \cdot x - 1 & \text{dacă } x < 128 \\ \lceil x/2 + 3 \rceil & \text{dacă } x \geq 128 \end{cases}$$

Iterarea acestei funcţii conform formulei $x_{n+1} = f(x_n)$, cu o alegere convenabilă a valorii iniţiale, produce semnale cu perioade de zeci de eşantioane.

Exemplul 3.

Într-un alt exemplu nelimitativ de realizare, pentru generarea fiecărui eşantion din seria de timp, sunt folosite două funcţii, f_1 şi f_2 , de tip segmente de dreaptă pe porţiuni cu pante ale segmentelor reprezentate de puteri ale lui doi, calculând pentru fiecare, pentru producerea eşantionului cu numărul curent $n+1$, $y_{n+1} = f(y_n)$ respectiv $z_{n+1} = f(z_n)$, eşantionul curent fiind obţinut ca o combinaţie liniară a celor două valori, de forma $x_{n+1} = (ay_{n+1} + bz_{n+1} + c)/d$, unde coeficienţii a , b şi d sunt puteri ale lui 2, iar valoarea lui d se alege astfel încât rezultatul să se poată reprezenta netrunchiat de către microsistemul folosit.

H. Popescu



Revendicări

1. Metoda de generare de serii de timp periodice de perioadă mare și pseudo-haotice, **caracterizată prin aceea că**, folosește implementarea unei funcții caracteristice de tip segmente de dreaptă cu domeniul de valori egal cu sau inclus în domeniul de definiție, ultimul fiind identic cu domeniul de valori al microsistemului folosit sau inclus strict în acest din urmă domeniu, funcția respectivă f fiind astfel aleasă încât graficul ei să intersecteze prima diagonală a planului, $y=x$, iar modulele pantele segmentelor de dreaptă să fie puteri pozitive sau negative întregi ale lui 2.

2. Metoda de generare de serii de timp periodice de perioadă mare și pseudo-haotice, ca la revendicarea 1, **caracterizată prin aceea că**, inițializează calculul cu o valoare x_0 aleasă convenabil pentru generarea seriei de timp dorite și calculează prima valoare ca valoare a unei funcții, $f(x_0)$, iar valorile următoare prin $x_{n+1} = f(x_n)$.

3. Metoda de generare de serii de timp periodice de perioadă mare și pseudo-haotice, ca la revendicarea 1 și 2, **caracterizată prin aceea că**, pentru creșterea perioadei seriei de timp generate, modifică, la apariția în seria de timp a unei valori prefixate, de exemplu a valorii inițiale, funcția de generare f , conform unei secvențe de funcții prestabilită, funcțiile din secvență fiind alese dintr-o clasă de funcții stocate în memoria sistemului prin parametrii funcțiilor definite pe porțiuni, anume prin parametri reprezentați de valorile de capăt ale intervalelor de definiție, prin valorile în acele puncte și de pantele segmentelor de dreaptă ce definesc funcția pe porțiuni.

4. Metoda de generare de serii de timp periodice de perioadă mare, complexe, ca la revendicarea 1, 2 și 3, **caracterizată prin aceea că**, pentru creșterea perioadei seriei de timp generate, generează două serii de timp ca la revendicarile 1 și 2, pe care le sumează eșantion cu eșantion, rezultatul fiind apoi divizat la doi prin deplasare la dreapta, sau produce două serii de timp, divizează la o putere a lui 2 valorile din cele două serii și apoi sumează

seriile eșantion cu eșantion, seria astfel rezultată având perioada, în general, egală cu cel mai mic multiplu comun al celor două perioade ale seriilor sumate.

5. Generatorul de serii de timp complexe, periodice, de perioadă mare, **caracterizat prin aceea că**, implementează recursiv o funcție conform metodei descrise la revendicarea 1, 2, 3 și 4, în scopul generării de serii de timp periodice de perioadă mare.

6. Generatorul de serii de timp periodice de perioadă mare, ca la revendicarea 4, **caracterizat prin aceea că**, poate utiliza un convertor numeric (digital) analogic, în scopul generării de semnal analogic de perioadă mare pe baza seriei de timp binare.

7. Generatorul de serii de timp periodice de perioadă mare, ca la revendicarea 4, **caracterizat prin aceea că**, poate utiliza un generator de numere (pseudo-)aleatoare pentru producerea, la fiecare inițializare (pornire) a sistemului, a unei serii de timp cu valoare inițială diferită.

Uspesni



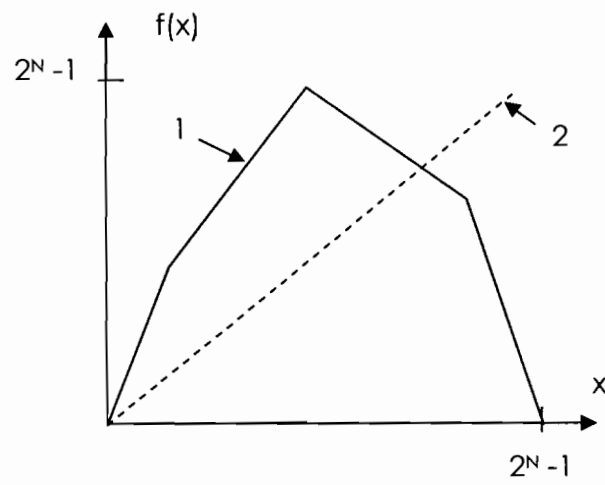


Figura 1

Uspori



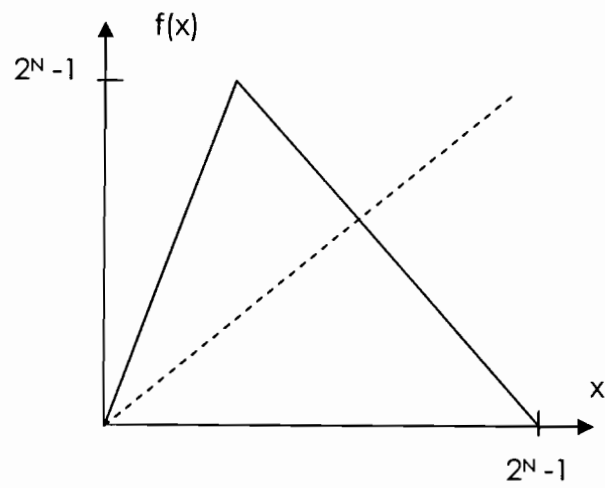


Figura 2

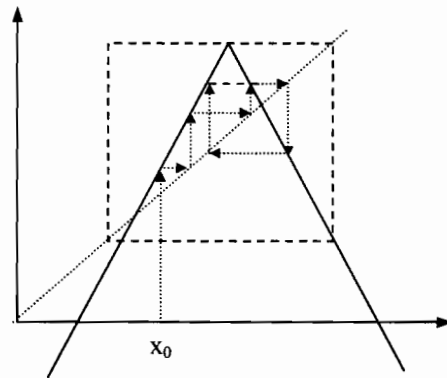


Figura 3

il paper