



(12)

## CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2010 01240**

(22) Data de depozit: **29.11.2010**

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

(71) Solicitant:  
• UNIVERSITATEA "POLITEHNICA" DIN  
BUCUREȘTI, SPLAIUL INDEPENDENȚEI  
NR.313, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:  
• ULRICH ROLAND ANDREI,  
BD. IULIU MANIU NR.166, BL.38, SC.2,  
AP.71, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;

• DOBRESCU RADU NICOLAE,  
STR.EMIL RACOVIȚĂ NR.23, BL.EM1,  
AP.36, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;  
• HOSSU DANIELA, BD. UNIRII NR.66,  
BL.A3, SC.1, AP.18, SECTOR 3,  
BUCUREȘTI, B, RO;  
• MOCANU ȘTEFAN, BD.DECEBAL NR.6,  
BL.S10, SC.2, ET.2, AP.25, SECTOR 3,  
BUCUREȘTI, B, RO

(54) **METODĂ DE EVIDENȚIERE A COMPORTAMENTULUI  
AUTOSIMILAR AL TRAFICULUI SUBREȚELELOR  
TOPOLOGIC SIMILARE DIN CADRUL UNEI REȚELE  
GLOBALE DE CALCULATOARE**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă de evidențiere a auto-similarității traficului de pachete din rețeaua Internet, care furnizează informații necesare proiectării arhitecturilor de rețele de calculatoare și asigurării calității serviciilor de la un capăt la celălalt al rețelei. Metoda conform invenției constă dintr-o serie de pași care se execută secvențial, și anume: se construiește (1) topologia nodurilor rețelei, se construiește (2) topologia surselor de trafic, se execută (3) o simulare de trafic datele capturate în urma simulării fiind angrenate într-o serie de timp, estimându-se (4) apoi parametrul de auto-similaritate Hurst, după care se determină (5), cu ajutorul unui bloc decizional, dacă traficul are natură autosimilară sau nu, informație care este stocată (6) într-o bază de date.

Revendicări: 2  
Figuri: 3

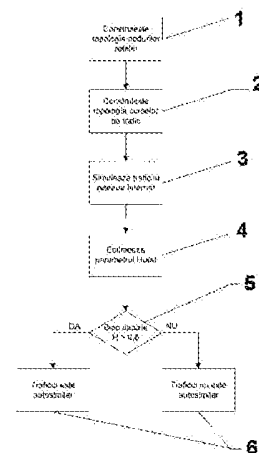
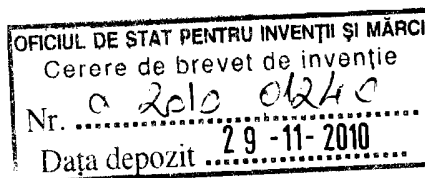


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).





## **Metodă de evidențiere a comportamentului autosimilar al traficului subrețelelor topologic similare din cadrul unei rețele globale de calculatoare**

*Metoda de evidențiere a comportamentului autosimilar al traficului subrețelelor topologic similare din cadrul unei rețele globale de calculatoare* conform invenției poate fi folosită pentru proiectarea arhitecturilor de rețele de calculatoare și pentru a controla calitatea serviciilor de la un capăt la celălalt al rețelei.

După cum se cunoaște (sau, în sensul prezentei invenții) un serviciu capăt la capăt este o aplicație informatică de comunicație în timp real care utilizează ca infrastructură un ansamblu de rețele de calculatoare locale și extinse, precum și rețeaua Internet. Cercetarea empirică a rețelelor a demonstrat că multe rețele mari sunt libere de scară adică sunt rețele pentru care probabilitatea de conectare a unui nod la un alt nod depinde de numărul de legături pe care le are acel alt nod. Rețelele libere de scară au două proprietăți remarcante: creșterea (adăugarea de noi noduri în timp) și atașamentul preferențial (un nod nou preferă să se conecteze la noduri care au deja multe legături).

În rețelele extinse de tip Internet, acțiunile de control al traficului dintr-o subrețea se fac de către administratorul rețelei prin schimbarea unor echipamente și/sau modificarea unor parametrii: ajustarea lărgimii de bandă, mărirea memoriei tampon etc., **la sesizarea utilizatorilor finali** din subrețea asupra problemelor de trafic pe care le întâmpină. Prin acțiunile de control al traficului se urmărește de detecția congestiei, depistarea anomaliilor, evitarea blocajului și sesizarea indicatorilor de alarmă. Se mai cunoaște **utilizarea unor predictoare software** pentru traficul dintr-o subrețea pe baza unui istoric al traficului dintr-o perioadă anterioară sau pe tehnici de inteligență artificială. Astfel de predictoare sunt necesare în fiecare subrețea, iar acțiunile de control al traficului se fac pe fiecare subrețea.

Se cunoaște de asemenea din literatura de specialitate [Harris, J. W. and Stocker, H. "Scaling Invariance and Self-Similarity" and "Construction of Self-Similar Objects." §4.11.1-4.11.2 din Handbook of Mathematics and Computational Science, New York: Springer-Verlag, p. 113, 1998; Leland *et al.* "On the self-similar nature of Ethernet traffic", *IEEE/ACM Transactions on Networking*, Volume 2, Issue 1 (Februarie 1994)] că un fenomen autosimilar reprezintă un proces care prezintă similarități structurale pe o plajă largă de scări de o dimensiune specifică. Structura de referință se repetă pe o plajă largă de scări de diverse dimensiuni, iar statisticile procesului nu se schimbă. Parametrul Hurst  $H$  reprezintă nivelul autosimilarității într-o serie de timp. Parametrul de autosimilaritate  $H$  a fost numit după hidrologul Harold Edwin Hurst. Acest parametru  $H$  are plaja de valori cuprinsă între  $0.5 \leq H \leq 1.0$ , iar autosimilaritatea puternică indică valori mari ale lui  $H$  (apropiate de 1).

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este generalizarea acțiunilor de control al traficului în toate subrețelele similare pe baza determinărilor parametrilor de trafic dintr-o singură subrețea.

Metoda de evidențiere a comportamentului autosimilar al traficului subrețelelor topologic similare din cadrul unei rețele globale de calculatoare conform invenției prezintă următoarele avantaje:

- se eliminată necesitatea de a măsura parametrii de performanță ai fiecărei subrețele, lucru ce simplifică managementul calității pe întreaga rețea;
- poate fi aplicat la orice rețea extinsă de calculatoare, nu neapărat la rețeaua Internet
- furnizează informații necesare pentru creșterea performanțelor rețelei atât la proiectarea cât și la mentenanța ei
- se poate implementa pe o varietate mare de sisteme de calcul (atât hardware cât și software).

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură cu fig. 1 – 3 care reprezintă:

- fig. 1, ilustrează un exemplu de subrețea cu topologie aleatoare;
- fig. 2, ilustrează un alt exemplu de subrețea cu topologie liberă de scară;
- fig. 3, reprezintă organigrama metodei de evidențiere a comportamentului autosimilar al traficului subrețelelor topologic similare din cadrul unei rețele globale de calculatoare, conform invenției și
- fig. 4, reprezintă organigrama algoritmului de calcul al parametrului de autosimilaritate (parametru Hurst).

Înțelegerea topologică și confirmarea autosimilarității într-o rețea extinsă este importantă atunci când se dezvoltă arhitecturi de rețele integrate în cadrul cărora există garanția calității serviciilor de la un capăt la celălalt al rețelei. Trebuie acordată importanță impactului autosimilarității asupra rețelei. Transportarea pachetelor în rețea între aplicațiile aflate la capete este supusă la întârzieri și erori. Pachetele pot fi chiar înlăturate de către un ruter sau un switch congestionat. Datorită prezenței fenomenului de autosimilaritate sunt afectate o serie de metrici de performanță ale rețelei. Metricile de performanță ale rețelei reprezintă un set de mărimi numerice care caracterizează traficul. Metricile principale sunt: **latența**, **pierderea de pachete**, **retransmisia** și **rata de transfer**. Într-un protocol de încredere latența este timpul în care pachetul este recepționat. Pierderea de pachete reprezintă procentul de pachete pierdute de către echipamentele de rețea intermediare în cadrul transmisiei. Retransmisia este timpul necesar retrimiterii pachetelor cumulat cu timpul așteptat pentru confirmarea recepționării corecte. Rata de transfer reprezintă numărul maxim de octeți care pot fi transferați printr-o rețea în unitatea de timp (de obicei se măsoară în kiloocteți/secundă). Prin urmare, în livrarea serviciilor capăt-la-capăt garantate, este necesară implementarea unei metode de detecție a comportamentului traficului în subrețele, metodă descrisă în această invenție. Generalizarea acțiunilor de control al traficului în subrețelele similare se face pe baza determinărilor parametrilor de trafic dintr-o singură subrețea. Detecția congestiei, măsurile luate de evitare a acesteia împreună cu depistarea anomaliilor și măsurile de prevenire, sesizarea indicatorilor de alarmă, de fapt orice acțiuni de control al debitului informațional pot fi inferate subrețelelor cu topologie similară (liberă de scară).

Figurile 1 și 2 ilustrează două exemple de topologii diferite de subrețele de calculatoare.

Astfel în fig.1 este reprezentată o rețea cu topologie aleatoare, cele  $N=128$  de calculatoare din rețea fiind conectate de  $n$  laturi care sunt alese aleator din cele  $N(N-1)/2$  laturi posibile.

Spre deosebire de aceasta, în fig. 2 este reprezentată o rețea cu topologie liberă de scară. Caracteristic acestei topologii este faptul că este o rețea cu creștere, adică pornind cu un număr mic de noduri, la diferite intervale de timp se adaugă un nou nod cu  $m$  laturi carea leagă noul nod la  $m$  noduri diferite deja prezente în rețea. Altă caracteristică este atașamentul preferențial, ce înseamnă că atunci când se aleg nodurile la care se conectează noul nod, se presupune că probabilitatea  $\Pi$  ca noul nod să fie conectat la nodul  $i$  depinde de gradul  $k_i$  al nodului  $i$ , astfel încât  $\Pi(k_i)=k_i/\sum k_j$ .

Figura 3 este figura principală a brevetului și reprezintă organigrama conform invenției. Se începe prin execuția pasului 1, unde se alege o subrețea având topologie liberă de scară, La pasul 2 se determină parametrii traficului, la pasul 3 se verifică prezența sau absența fenomenului autosimilar în trafic. La pasul 4 se verifică dacă traficul este optim, iar la pasul 5 se trece la alegerea altei subrețele cu topologie similară liberă de scară, inferându-i-se apoi la pasul 6 calitatea traficului primei subrețele, pasul 7 reprezentând rezultatul aplicării metodei. Figura 4 reprezintă organigrama algoritmului de calcul al parametrului de autosimilaritate (parametru Hurst) prin metoda analizei dispersie-timp. Organigrama constă, în esență în două bucle, prima reprezentând agregarea seriei de timp pe intervale din ce în ce mai mici, iar a doua calculul mediei a elementelor seriei luate două câte două. Vectorii rezultați se proiectează pe o diagramă logaritmică (a ambelor axe), după care se aproximează cu o linie dreaptă graficul rezultat. Se calculează panta liniei, care e o valoare negativă, iar în urma calculării se determină în final parametrul de autosimilaritate  $H$ .

În mod concret o rețea extinsă ce ar putea fi folosită în analiză este rețeaua ROEDU.NET, din Universitatea Politehnica București. La pasul 1 al metodei se alege o subrețea cu topologie liberă de scară; de exemplu poate fi aleasă rețeaua catedrei de Automatică din cadrul Facultății de Automatică și Calculatoare sau o altă sub rețea care îndeplinește condițiile de topologie precizate la descrierea fig.2. La pasul 2 sunt măsurati parametrii traficului folosindu-se utilitarul **tcpdump** rulat pe ruterele principale (nodurile cu cele mai multe legături) ale subrețelei. Acesta înregistrează traficul de pachete pe o perioadă de câteva zile, de exemplu 3 zile. La pasul 3, se verifică dacă traficul s-a dovedit a fi statistic autosimilar, adică valorile parametrului de autosimilaritate s-au situat la valori de peste 0,75, de exemplu la valoarea de 0,8. De asemenea se verifică dacă au fost detectate congestii, iar parametrii traficului s-au situat în limite normale. Se verifică lărgimea de bandă a nodurilor puternic conectate (având cele mai multe legături) și numărul de pachete. De exemplu lărgimea de bandă între 5 și 10 Mbit/s pe secundă, iar media zilnică a numărului de pachete între 30000 și 50000. Dacă la pasul 4 traficul a reușit a fi optim, la pasul 5 se alege o altă subrețea, de data aceasta a altei catedre, de exemplu cea a catedrei de Calculatoare, tot cu topologie liberă de scară. La pasul 6 și 7 se inferează (generalizează) calitatea de optim a traficului și acestei subrețele. Pentru a valida acest rezultat, se efectuează, în paralel, pașii de la 1 la 4 și pe a doua subrețea (rețeaua catedrei de Calculatoare), și se verifică dacă rezultatele sunt convergente în sensul că traficul se dovedește a fi optim și-n a doua subrețea.

### Definiii

**Definiția 1:** Grafurile sunt reprezentate de obicei ca o serie de puncte, fiecare corespunzând unui nod, două dintre puncte fiind unite printr-o linie numai dacă nodurile corespunzătoare sunt conectate.

**Definiția 2:** Rețele libere de scară sunt rețele pentru care probabilitatea de conectare a unui nod la un alt nod depinde de numărul de legături pe care le are acel alt nod.

**Definiția 3:** Un fenomen autosimilar reprezintă un proces care prezintă similarități structurale pe o plajă largă de scări de o dimensiune specifică. Structura de referință se repetă pe o plajă largă de scări de diverse dimensiuni, iar statisticile procesului nu se schimbă.

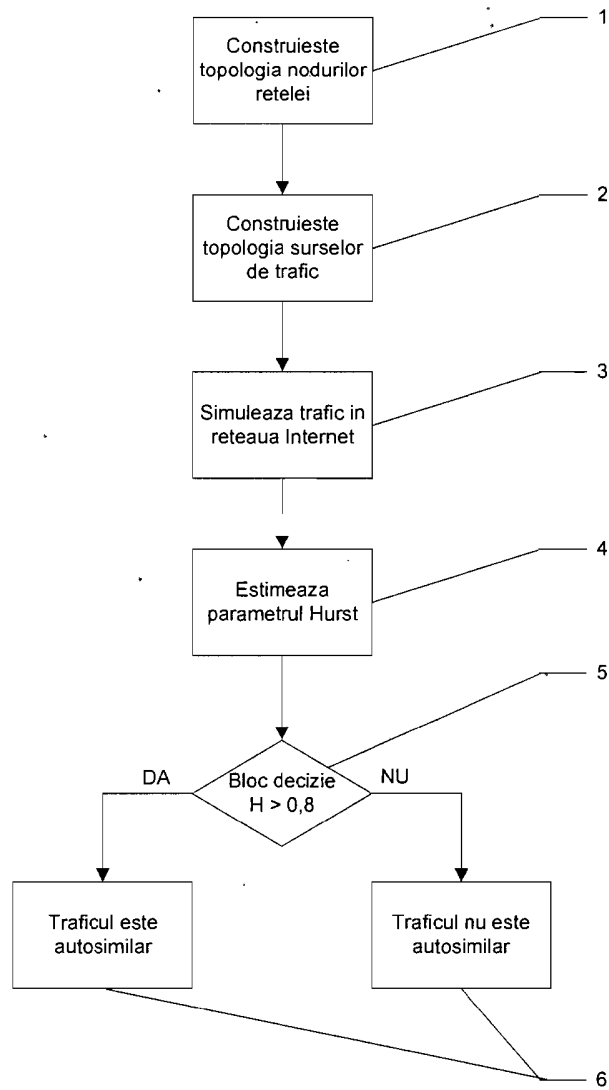
### Revendicări

1. Metoda de evidențiere a comportamentului autosimilar al traficului subrețelelor topologic similare din cadrul unei rețele globale de calculatoare **caracterizată prin aceea că** aceasta cuprinde:

- Alegerea unei subrețele având topologie liberă de scară pentru care se determină cel puțin lărgimea de bandă a subrețelei, media numărului de pachete pe unitatea de timp, existența congestiei în rețea și un parametru de autosimilaritate a traficului din cadrul subrețelei,
- verificarea existenței autosimilarității prin evaluarea parametrului de autosimilaritate,
- determinarea calității traficului în subrețeaua aleasă pe baza parametrilor determinați,
- inferarea aceiași calități a traficului ca în subrețeaua aleasă pentru oricare altă subrețea cu topologie liberă de scară și ca urmare,
- utilizarea acțiunilor de control al traficului folosite pentru subrețeaua aleasă poate fi făcută pentru oricare altă subrețea cu topologie liberă de scară.

2. Metodă ca la revendicarea 1 **caracterizată prin aceea că** verificarea existenței autosimilarității se face prin evaluarea parametrului de autosimilaritate Hurst.

FIG. 1



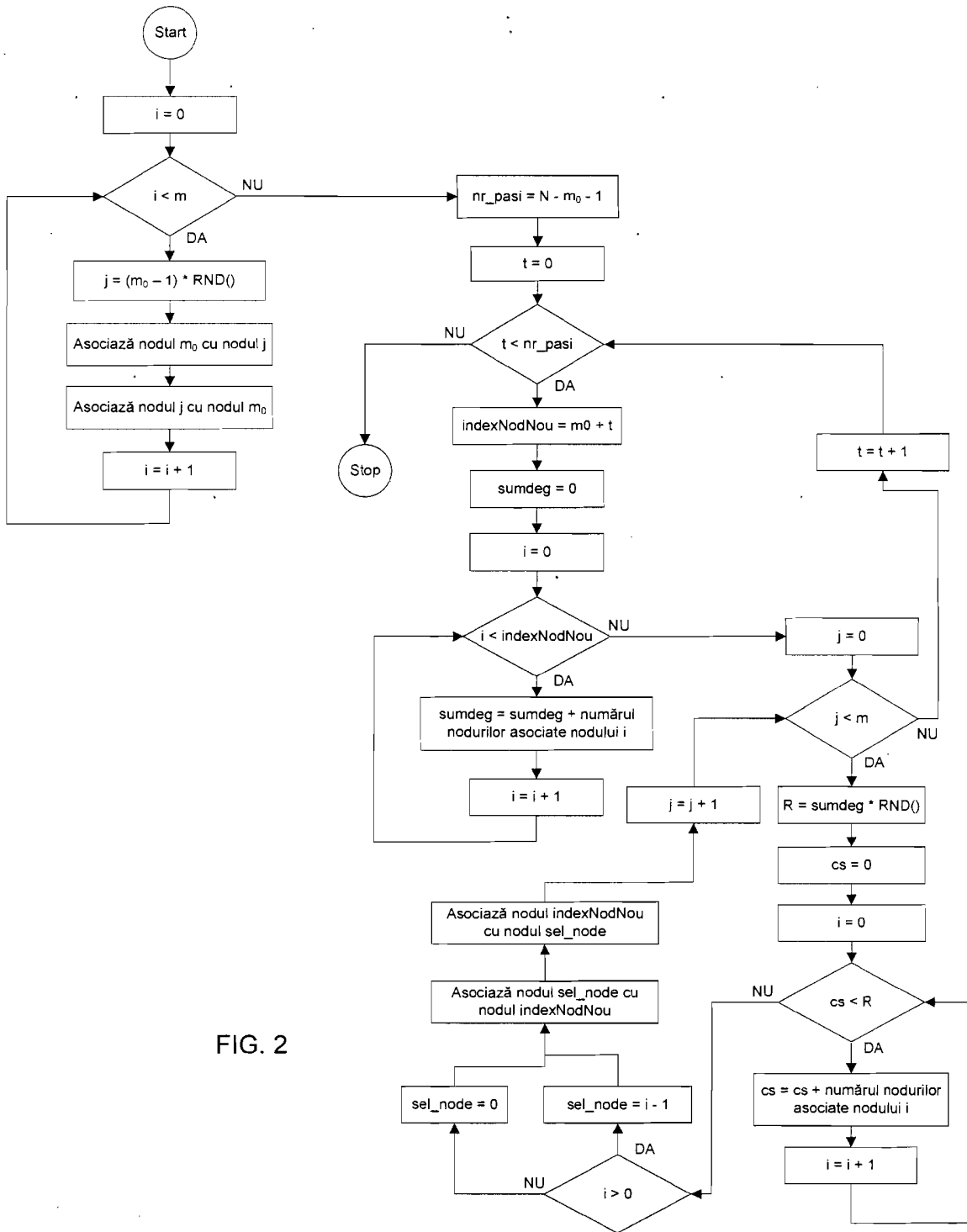


FIG. 2

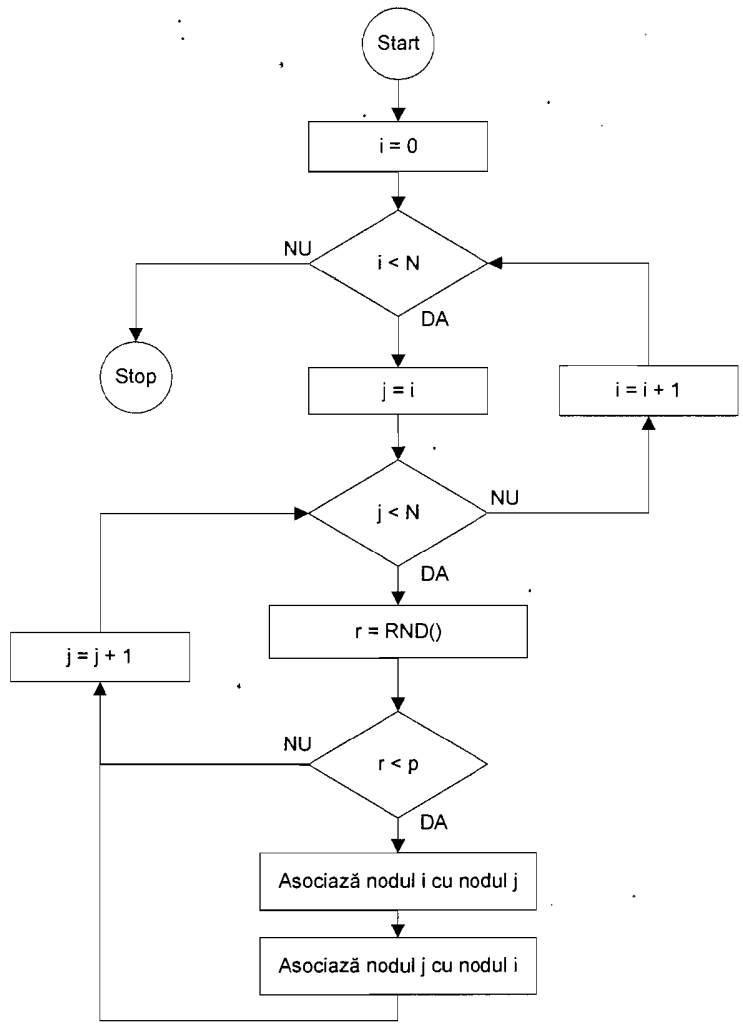


FIG. 3