

<b>Fișa suspiciunii de plagiat / Sheet of plagiarism's suspicion</b>	<b>Indexat la: 129/01</b>
--	-------------------------------

<b>Opera suspicionată (OS)</b> <b>Suspicious work</b>	<b>Opera autentică (OA)</b> <b>Authentic work</b>
--	--

OS	ILEANĂ, Ioan, ROTAR, Corina, MUNTEAN, Maria. <i>Inteligență artificială</i> . Alba Iulia: Universitatea „1 Decembrie 1918”, Aeternitas. 2009.
OA	Rotar, C. <i>Modele naturale si algoritmi evolutivi</i> . Cluj-Napoca: Editura Accent. 2008.

<b>Incidența minimă a suspiciunii / Minimum incidence of suspicion</b>	
--	--

p.161:01-p.248:00	p.12:02-p.131:00
-------------------	------------------

Fișa întocmită pentru includerea suspiciunii în Indexul Operelor Plagiate în România de la  
Sheet drawn up for including the suspicion in the Index of Plagiarized Works in Romania at  
[www.plagiate.ro](http://www.plagiate.ro)

**Notă:** p.72:00 semnifică textul de la pag.72 de la începutul până la finele paginii.

BCU Cluj-Napoca

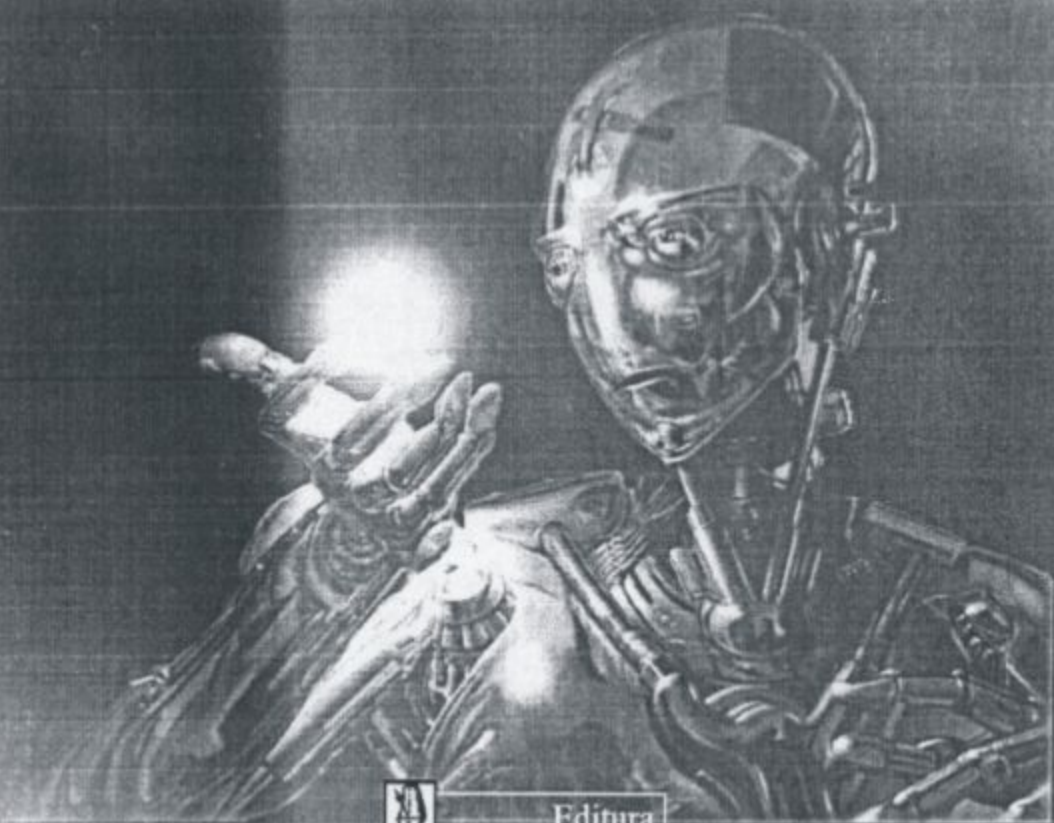


LEGAL201203258

# INTELIGENȚĂ ARTIFICIALĂ

## INTELIGENȚĂ ARTIFICIALĂ

Ioan Ileană  
Corina Rotar  
Maria Muntean



Editura  
AETERNITAS

Alba Iulia  
2009

Reproducerea integrală sau parțială a textului cărții, prin orice mijloace, fără acordul autorilor și al editurii, este interzisă.

**Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României**

**ILEANĂ, IOAN**

**Inteligență artificială / Ioan Ileană, Corina Rotar, Maria Muntean. - Alba Iulia : Aeternitas, 2009**

Bibliogr.

ISBN 978-973-1890-49-4

I. Rotar, Corina

II. Muntean, Maria

004

Tiparul a fost executat la Tipografia  
Universității „1 Decembrie 1918” din Alba Iulia.

© Autorii, 2009

Universitatea „1 Decembrie 1918”  
Editura Aeternitas  
Str. Nicolae Iorga, nr. 13  
RO 510009 Alba Iulia  
Tel: 004-0258-811412/106  
Fax: 004-0258-812630  
E-mail: editura\_aeternitas@yahoo.com  
www.editura-aeternitas.ro



## 10. PARADIGMA ALGORITMILOR GENETICI

### 10.1. Istoric

Primele semnale privind posibilitatea simulării proceselor evolutive cu ajutorul calculatorului au fost înregistrate în anii 50. Unul dintre pionierii acestui domeniu, biologul Alex S. Fraser (1923-2002), prin lucrările sale (ex. "*Simulation of genetic systems by automatic digital computers*" – 1957), a reușit să aducă în atenția cercetătorilor ideea simulării selecției artificiale a organismelor. Interesul asupra fenomenelor evoluției, privite din perspectivă computațională, a crescut în decadele următoare, culminând cu lucrarea de referință a lui John Holland („*Adaptation in Natural and Artificial Systems*”, 1975) în care este descris algoritmul genetic standard. Holland elaborează *Teorema schemelor* în încercarea de a explica forța algoritmilor genetici în rezolvarea problemelor de căutare și optimizare. În paralel cu dezvoltarea algoritmilor genetici se conturează și celelalte direcții majore ale Calculului Evolutiv: strategiile evolutive, programarea genetică, programarea evolutivă. Cu toate acestea, cea mai prolifică direcție rămâne cea a algoritmilor genetici, popularitatea lor fiind justificată de simplitatea și succesul înregistrat în rezolvarea multor probleme dificile.

Un alt punct de referință în istoria algoritmilor inspirați de fenomene naturale îl constituie lucrările lui David E. Goldberg (vezi de ex. *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning*, 1989) în care sunt revăzute și formulate principiile algoritmilor genetici, dintr-o perspectivă matură asupra noului domeniu conturat. Goldberg furnizează o ipoteză interesantă, dar controversată asupra abilității algoritmului genetic de a găsi soluțiile bune a multor probleme. Cu toate că Goldberg afirmă că *teorema schemelor* (Holland, 1973) susține *ipoteza blocurilor constructive*, teoria formulată de Goldberg nu se verifică în totalitate și nu reușește să explice potențialul algoritmilor genetici în rezolvarea problemelor.

Studiul teoretic și aplicabilitatea algoritmilor genetici în rezolvarea multor probleme grele se datorează cercetătorilor amintiți, astfel încât aceștia sunt recunoscuți pe drept ca fiind “părinții” Algoritmilor Genetici.



## 10.2. Modelul natural al algoritmilor genetici

Principala sursă de inspirație a algoritmilor genetici este în mod cert teoria evoluției naturale enunțată de Charles Darwin (1809-1882). Cu toate acestea, descoperirile din genetică au influențat, de asemenea, structura algoritmilor genetici. Teoria Darwinistă reprezintă un ansamblu de observații asupra evoluției privită la nivel macroscopic asupra factorilor responsabili de acest fenomen. Adaptarea unei populații este interpretată prin două principii majore: *selecția naturală* – supraviețuirea celor mai adaptați indivizi și *mutația* – variație a caracteristicilor indivizilor apărută ca răspuns la mediul înconjurător. Cercetările și lucrările lui Darwin (ex. *Originea speciilor*, 1859) nasc controverse și astăzi, însă afirmațiile conform cărora evoluția este călăuzită de principiul supraviețuirii celor mai performanți indivizi și a diversificării prin mutațiile apărute, sunt fundamentele algoritmilor evolutivi.

Teoria neo-darwinistă, sau *teoria eredității* este un alt punct de vedere asupra evoluției, de data aceasta interpretat prin transferul de material genetic de la părinți la descendenți. La sfârșitul secolului al XIX-lea, un preot și om de știință austriac, Gregor Mendel (1822-1884) descoperă mai mult sau mai puțin accidental teoria eredității prin experimentele efectuate în vederea încrucișării speciilor diferite de mazăre. Acesta lasă posterității câteva însemnări în caietele sale de observații și o lucrare publicată care a fost ignorată la vremea aceea. Mai târziu, aceste observații enunțate de Mendel sunt recunoscute ca fiind legile eredității și autorul acestora este considerat părintele geneticii moderne. Multe aspecte ale algoritmilor genetici sunt împrumutate din genetică. Dintre acestea remarcăm moștenirea trăsăturilor (genelor) părinților de către descendenți, codificarea indivizilor prin secvențe de *gene*, dar și caracterul aleator al aportului trăsăturilor provenite de la părinți.

Algoritmii genetici nu respectă strict ingredientele celor două teorii amintite iar terminologia împrumutată nu acoperă semnificația originală; aceștia se formează ca o rețetă practică inspirată de evoluție și ereditate în care factorul uman a strecurat secvențe de calcule și parametri artificiali în scopul obținerii unor rezultate mai bune. Privit la nivel superficial, un algoritm genetic simulează evoluția unei populații, însă, în esență, fenomenul evoluției artificiale este ghidat de funcții matematice și controlat prin parametri suplimentari pentru a genera o soluție cât mai apropiată de optimul problemei. Avantajul imediat al algoritmilor genetici constă în gradul mare de generalitate și paleta largă a problemelor abordate. Originalitatea, simplitatea și sursa inedită de inspirație poate justifica parțial atenția acordată dezvoltării acestor metaeuristici. Succesul real înregistrat în probleme de dificultate ridicată este argumentul forte al algoritmilor genetici.

## 10.3. Descriere algoritm genetic

Pe scurt, un algoritm genetic operează cu o mulțime de indivizi (denumiți în mod uzual *cromozomi*) asupra cărora se aplică *operatorii genetici*. Fiecare individ reprezintă o soluție posibilă din spațiul de căutare. Maniera de codificare a unei soluții este binară, reală sau specifică, în funcție de opțiunea noastră și de contextul problemei. Mulțimea de cromozomi formează o *populație*. Evoluția populației este condusă de două elemente: operatorii genetici și *funcția de evaluare* a calității



cromozomilor. *Selecția, încrucișarea și mutația* sunt operatorii genetici uzuali, fiind inspirați de procesele naturale care stau la baza evoluției.

Indiferent de natura problemei considerate se poate construi cel puțin o funcție de evaluare a soluțiilor posibile. Prin aceasta, fiecărui individ al populației  $i$  se atribuie o valoare numerică reprezentând performanța sa în raport cu cerințele problemei. Ulterior, măsura calității indivizilor populației curente este folosită în procesul de *selecție* a acelor indivizi, denumiți părinți, asupra cărora se aplică operatorii de încrucișare și mutație pentru obținerea noii generații. Principiul este simplu: cu cât părinții selectați sunt mai performanți, cu atât șansa ca descendenții obținuți să fie calitativ superiori este mai mare. Procesul se reia având ca populație curentă noua generație de cromozomi. Se observă de-a lungul evoluției populației o creștere a calității indivizilor săi. După un număr considerabil de generații, soluția globală a problemei poate fi aproximată suficient de bine printr-un individ al ultimelor generații.

Conceperea unui algoritm genetic de rezolvare a unei probleme concrete presupune evidențierea următoarelor componente:

1. individul
2. populația
3. funcția de evaluare
4. selecția
5. operatorii de variație (încrucișare și mutație)
6. condiția de oprire a algoritmului

### 1) Individul

Analizând specificațiile problemei, putem identifica spațiul de căutare. Orice punct al acestuia constituie o soluție posibilă. În funcție de specificul soluției posibile, putem determina o manieră inspirată de, codificare numerică sau nenumerică a acesteia. Codificarea unei soluții formează un *cromozom* și identifică un individ al populației curente. Fiecare cromozom este format dintr-un șir de valori ale unui alfabet dat. Valoarea de pe o poziție oarecare a șirului codificării se numește *genă*. Alfabetul  $A$  al valorilor genelor este stabilit în prealabil și poate să conțină:

- valori binare:  $A = \{0,1\}$
- valori reale:  $A \subseteq R$
- alt alfabet (*codificare specifică*)

Lungimea șirului de gene din codificarea cromozomului poate fi constantă sau variabilă și depinde de numărul de trăsături definitorii ale unei soluții posibile a problemei:

Fie  $c$  un cromozom oarecare și  $A$  alfabetul genelor din reprezentarea sa. Cromozomul  $c$  se descrie prin vectorul de  $n$  elemente:

$$c = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n), \quad (10.1)$$

unde  $\alpha_i \in A, \forall i \in \{1, 2, \dots, n\}$ .

În funcție de alfabetul genelor, codificarea cromozomială se clasifică în:

- codificare binară,  $A = \{0,1\}$
- codificare reală,  $A \subseteq R$
- codificare specifică – alta decât cea binară sau reală.