

Clase de probleme de optimizare

- Optimizare dinamică
- Optimizare multi-modală
- Optimizare cu restricții

Optimizare multi-modală

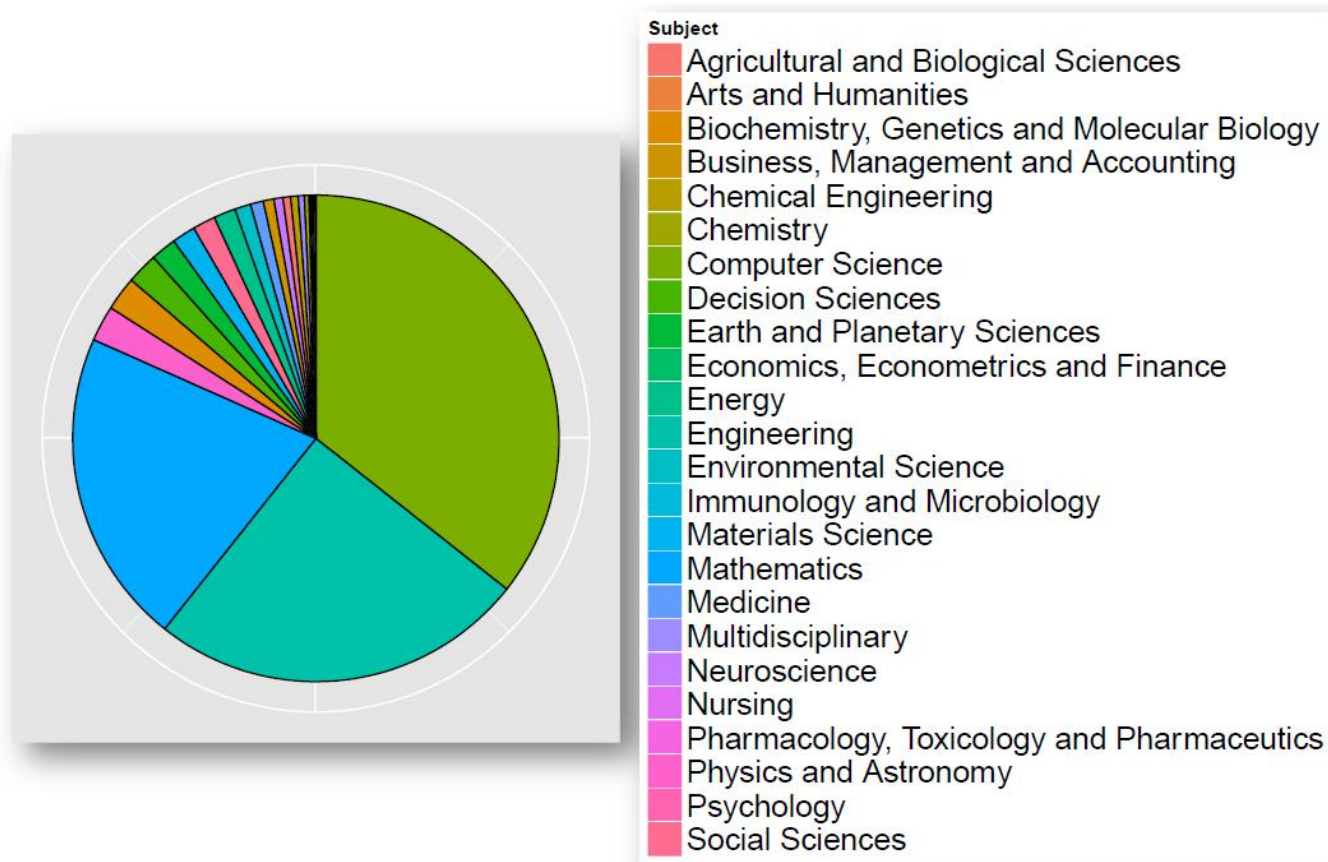
- **Optimizare convențională**

- **Scop:** căutarea și identificarea unui singur optim global
- **Optime multiple:** aplicarea de mai multe ori a algoritmilor, nu există garanție că se descoperă toate optimele

- **Optimizare multi-modală**

- **Scop:** localizarea de optime multiple (globale și locale), astfel încât userul să deprindă o mai bună cunoaștere a diferite soluții optimale ale spațiului de căutare și când este nevoie soluția actuală poate fi schimbată cu o altă soluție optimă potrivită
- **Optime multiple:** algoritmul descoperă toate optimele multiple la o singură rulare

Arii de aplicabilitate

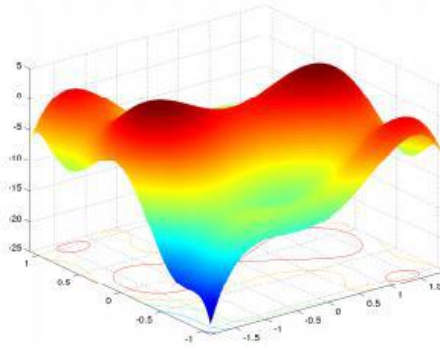


Seeking multiple solutions: multimodal optimization using niching methods, Xiaodong Li, 2017

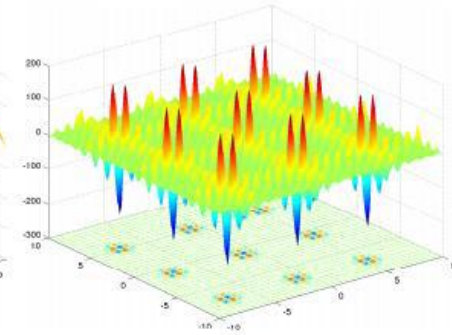
Exemple de problemă multi-modală

- Secvențe de extragere de diferite componente din compusi multipli
 - Henrich, Bouvy, Kausch, Lucas, Preuss, Rudolph, Roosen. Economic optimization of non-sharp separation sequences by means of evolutionary algorithms. In *Computers & Chemical Engineering*, Volume 32, Issue 7, pp. 1411-1432. Elsevier, 2008.
- Optimizarea unui sistem nou de propulsare care depinde de 15 variabile de desing
 - Rudolph, Preuss, Quadflieg. Two-layered surrogate modeling for tuning metaheuristics. In *ENBIS/EMSE Conference Design and Analysis of Computer Experiments*, 2009
- Controlul automat al camerei
 - Preuss, Burelli, Yannakakis. Diversified Virtual Camera Composition. In *EvoApplications 2012*, pp. 265-274. Springer, 2012

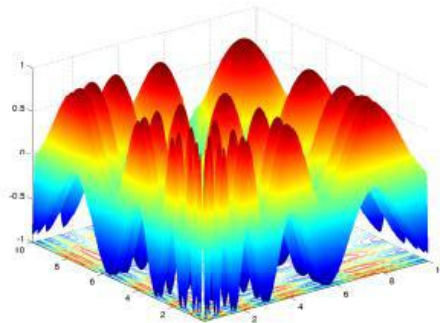
Exemple artificiale



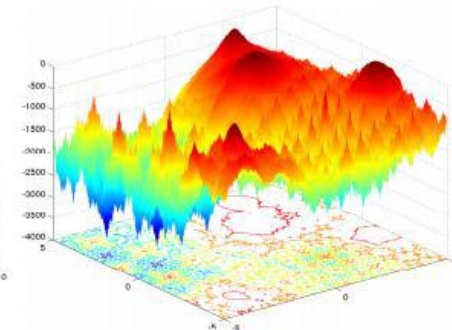
(a)



(b)



(c)



(d)

X. Li, A. Engelbrecht, and M. Epitropakis, “Benchmark functions for cec’2013 special session and competition on niching methods for multimodal function optimization,” Technical Report, Evolutionary Computation and Machine Learning Group, RMIT University, 2013.

Scenarii de optimizare multi-modală

- one-global
 - căutarea unui optim global
- all-global
 - găsirea tuturor optimelor globale
 - CEC 2013/2015/2016 niching competition
- all-known
 - găsirea tuturor optimelor globale și locale cunoscute
- good-subset
 - localizarea unui subset a tuturor optimelor distribuite în spațiul de căutare

Metodologii de rezolvare a problemelor de optimizare multi-modală

- Tipuri
 - Strategii clasice de niching
 - specii distincte care explorează diferite resurse ale ecosistemului
 - Strategii bazate pe vecini
 - creare de grupuri de soluții în diferite regiuni ale spațiului de căutare prin limitarea cooperării dintre fiecare individ și vecinii lui cei mai apropiați

Metode clasice de niching

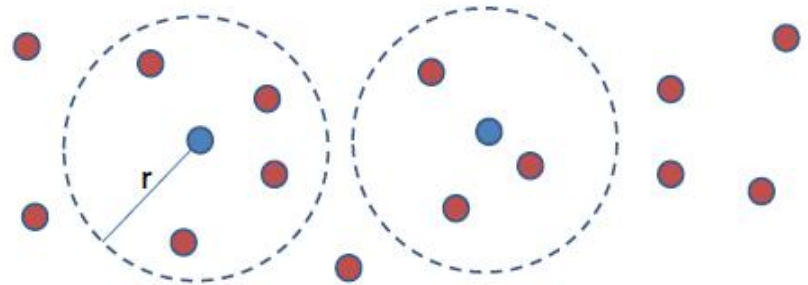
- Limitarea existenței de soluții multiple pentru o nișă, astfel încât diversitatea populației să rămână ridicată
- Metode
 - crowding
 - clearing
 - fitness sharing
 - specification

Metode de niching. Crowding

- Idee
 - fiecare copil este comparat cu o subpopulație de cf membri aleși aleator (cf este factorul de crowding)
 - părintele cel mai similar cu copilul este ales (pe baza unei metrici de distanță)
 - dacă copilul are o valoare mai mare a funcției de fitness decât părintele atunci înlocuiește părintele în populație
- Tipuri de mecanisme care eficientizează tehnica
 - deterministic
 - eliminarea nevoii definirii factorului de crowding (cf)
 - probabilistic
 - alegerea celui mai similar părinte se face printr-o selecție de tip turneu

Metode de niching. Clearing

- Ideea
 - populația este sortată în raport cu valoarea fitness-ului
 - soluțiile care nu se află în raza de niching (r) a celor mai bune k indivizi din populație sunt eliminate



- Probleme
 - sensibilă la dimensiunea razei de niching

Metode de niching. Fitness sharing

- Favorizează creșterea indivizilor diferiți față de alții
- Ideea
 - reducerea valorii funcției de fitness pentru indivizi care se află în zone dens populate

$$f'(x_i) = \text{sharedFitness} = \frac{\text{fitnessul actual}}{\text{gradul de sharing}} = \frac{f(x_i)}{\sum_{j=1}^N sh(d(x_i, x_j))}$$

$d(x_i, x_j)$ – distanța dintre 2 indivizi x_i și x_j

$sh(d)$ - funcția de sharing

$$sh(d_{ij}) = \begin{cases} 1 - \left(\frac{d_{ij}}{r}\right)^\alpha & d_{ij} < r \\ 0 & \text{altfel} \end{cases}$$

Metode de niching. Specification

- Idea
 - separarea populației în mai multe grupuri (specii) în funcție de similaritate
 - la fiecare generație selectează reprezentatul speciei (individul cu fitnessul cel mai bun) care este supus unui set de proceduri pentru a fi salvat în noua generație
 - se creează specile care sunt supuse operațiilor unui algoritm evolutiv clasic (încrucișare, selecție, mutație)
 - se înlocuiesc cele mai ”rele” specii

Metode de niching. Specification

- Cum se formează speciile?
 - se sortează populația descrescător în funcție de fitness
 - alege cel mai bun individ, se consideră ca fiind reprezentat și creează o specie în jurul său
 - apoi se analizează următorul individ
 - dacă nu aparține speciilor anterioare va fi considerat ca reprezentat și se creează o nouă specie

Metodologii de rezolvare a problemelor de optimizare multi-modală

- Tipuri
 - Strategii clasice de niching
 - specii distincte care explorează diferite resurse ale ecosistemului
 - Strategii bazate pe vecini
 - creare de grupuri de soluții în diferite regiuni ale spațiului de căutare prin limitarea cooperării dintre fiecare individ și vecinii lui cei mai apropiați

Metode de niching. Strategii bazate pe vecini

- Metode de niching
 - strategii de înlocuire
- Strategii bazate pe vecini
 - folosesc informații despre distribuția geografică a soluțiilor pentru a modifica schema de recombinare
- De multe ori combinate

Strategii bazate pe vecini

- Tipuri
 - Vecinătăți bazate pe indici (Index-based neighbourhood)
 - folosește indici din populație pentru a identifica o vecinătate
 - Vecinătăți bazate pe distanțe (Distance-based neighbourhood)
 - folosește distanța euclidiană între elementele populației

Alte abordări

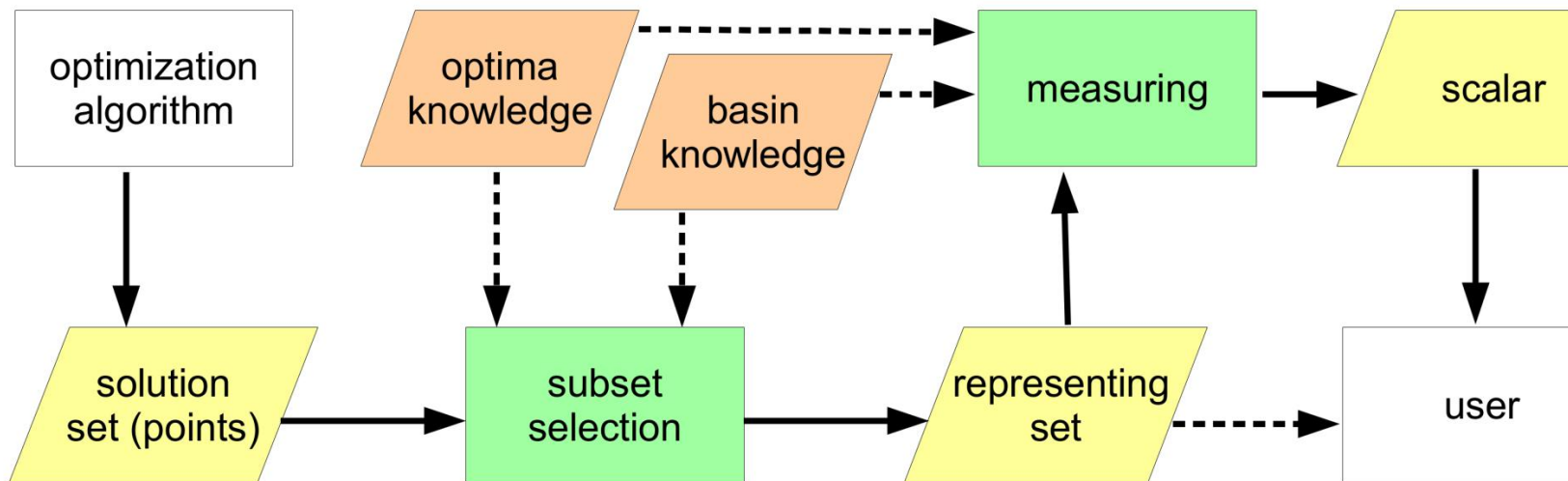
- Algoritmi memetrici
 - adaugă tehnici folosite în cazul problemelor dinamice
 - hyper-mutația adaptivă
 - self-adaptation / co-evolution
 - adaptarea a fitnessului bazată pe diversificare
 - Meta-Lamarckian learning
 - folosirea mecanismelor se bazează pe rata lor de succes

Alte abordări

- Region-based memetic algorithm with archive
 - ideea
 - aplică alternativ un algoritm evolutiv pentru un număr de pași și apoi o tehnică de căutare locală pentru a determina cea mai bună soluție din populație până când se ajunge la stagnare
 - diversitate - împărțirea populației pe regiuni
 - o regiune cu o singură soluție
 - o regiune în care se aplică tehnic de căutare locală
 - folosirea unei memory pentru a stoca regiunile care sunt reprezentate de o soluție

Măsurarea performanței

- Cum măsurăm performanța unui astfel de algoritm?
 - nu avem o singură soluție
 - cardinalitatea setului de soluții nu este fixă
 - necesită alegerea unei submulțimii de soluții



Măsurarea performanței

indicator	short	requires $f(\vec{x})$	subset sel.	optima known	basins known	param.
sum of distances	SD					
SD to nearest neighbor	SDNN					
Solow-Polasky diversity	SPD					✓
average objective value	AOV	✓				
peak ratio	PR		✓	✓		✓
quantity-adjusted PR	QAPR			✓		✓
peak distance	PD		✓	✓		
augmented PD	APD	✓	✓	✓		
peak accuracy	PA	✓	✓	✓		
averaged Hausdorff distance	AHD			✓		✓
augmented AHD	AAHD	✓		✓		✓
basin ratio	BR		✓	✓	✓	
quantity-adjusted BR	QABR			✓	✓	
basin accuracy	BA	✓	✓	✓	✓	
representative 5 selection	R5S	✓				