

## Algoritmi Genetici: 1/0 knapsack problem

ID Obj	A	B	C	D	E	F	G	H	Capacitate Rucsac
Val	10	12	5	14	9	7	15	10	
Weight	7	9	2	10	10	6	12	12	30

Cum as putea reprezenta o solutie pentru problema?

Vector caracteristic X cu proprietatea ca  $X[i]=1 \Leftrightarrow$  obiectul  $i$  este selectat, si 0 altfel

Ex:

1	0	1	0	0	1	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

In cazul unui algoritm genetic o astfel de reprezentare poate fi numita cromozom/individ.

- reprezentarea are o lungime fixa
- acopera toate solutiile posibile
- nu apare problema selectarii unui obiect de mai multe ori.

Trebuie sa definim o functie de fitness relevanta pentru problema noastra

$f: 2^n \rightarrow \mathbb{R}_+$

$$f(X) = \begin{cases} \sum_{1 \leq i \leq n} value(i) \cdot X[i], & \text{daca } \sum_{1 \leq i \leq n} weight(i) \cdot X[i] \leq \text{capacitatea rucsacului} \\ 0, & \text{altfel} \end{cases}$$

$f(10100110) = val(A) + val(C) + val(F) + val(G) = 37$  (greutate  $27 < 30$ )

$f(10010110) = 0$  (greutatea  $> 30$ )

Generam aleator o populatie initiala.

Populatie:								Fitness
1	1	0	0	1	0	0	0	31
1	1	1	0	1	0	0	1	0
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>41</b>
0	1	0	0	0	1	0	0	19
0	0	1	1	0	0	0	1	29
1	0	0	0	0	1	1	0	32

Trebuie sa construim o noua generatie pe baza celei curente:

- criteriul elitist: elementul (sau elementele, după caz) cel mai bun va trece direct (și nemodificat) în generația următoare. Garantează că individul cel mai bun de la o anumită generație este mai bun decât orice element din oricare generație precedentă.
- rămân  $n-1=5$  locuri disponibile.
- criteriul ruletei:

Calculăm probabilitatea de selecție ( $p_s$ ) pentru fiecare individ

$$p_s(X) = \frac{f(X)}{\sum f(i)}$$

trebuie să calculăm intervalele de selecție

x	1	2	3	4	5	6
$p_s(x)$	0.205	0	0.270	0.125	0.190	0.210
interval de selecție	[0-0.205)	-	[0.205-0.475)	[0.475-0.6)	[0.6-0.79)	[0.79-1)

trebuie să selectăm  $n-1$  elemente, adică să generăm  $n-i$  numere aleatoare între 0 și 1

0.590    0.897    0.733    0.725    0.244

Indivizii selectați sunt: 4, 6, 5, 5, 3

Populația intermediară:

**01000100**

**10000110**

**00110001**

**00110001**

**00110110**

Pe această populație intermediară aplicăm operatorul genetic de crossing over (încrucișare)

Avem o probabilitate de crossing over (data ca parametru de intrare) ex:  $p_c=0.25$

0.759    0.209    0.010    0.305    0.193

s-au selectat indivizii

**10000110**

**00110001**

**00110110**

Odată ce avem multimea de indivizi selectați pt încrucișare, eventual dam un shuffle și îi luăm perechi de 2 câte 2 (eventual în caz de număr impar îi luăm pe ultimii 3 la un loc)

Generăm aleator un  $i$  - punct de rupere: ex:  $i=5$

**10000|110**

**00110|001**

00110|110

Are loc încrucișarea:

10000001

00110110

00110110

Aceste 3 elemente se vor alătura celor care nu au fost selectate pentru încrucișare

10000001

00110110

00110110

01000100

00110001

Aplicăm operatorul de mutație.

- mutație rară: fiecare cromozom are o probabilitate de selecție. Dacă un cromozom este selectat, i se va schimba valoarea unei gene aleasă aleator cu complementul ei
- mutație "normală": iterez prin multimea de gene - fiecare are o probabilitate de a-și schimba valoarea

Dupa mutație obținem

11000001

00110110

00110110

01001100

00110001

Acești cromozomi se vor alătura elementului elitist în noua generație formată:

00110110

11000001

00110110

00110110

01001100

00110001

Repetăm procesul (calculăm fitnessul, calculăm intervalele de selecție, selecție elitistă, metoda ruletei, aplicăm operatorii genetici).

Până când repetăm întregul proces?

Până când se îndeplinește unul dintre următoarele criterii

- S-au executat deja un număr suficient de iterații/a trecut destul de mult timp (ex: am ajuns la 1000 de generații/ a rulat deja timp de 10 secunde)

- Daca solutia obtinuta la un anumit pas trece de un threshold prestabilit (ex: am gasit o solutie de profit 52, ma multumeam cu orice solutie cu profit >50)
- Cazul in care elementul elitist ramane acelasi timp de mai multe generatii (ex: timp de 10 generatii a ramas mereu acelasi element care sa fie cel mai bun).

Odata ce am oprit algoritmul, solutia noastra este elementul cel mai bun din ultima generatie.

## TSP

Graf complet cu  $n$  noduri si ponderi pozitive pe muchii (nu neaparat sa respecte regula triunghiului).

Cum ar arata un cromozom?

(pt  $n=7$ )

permutare de  $n$

2 6 5 1 4 3 7

crossing over? X

Exemple de operatori genetici:

2 6 5 1 4 3 7 -> 2 6 3 4 1 5 7

2 6 5 1 4 3 7 -> 2 6 7 5 1 4 3

2 6 5 1 4 3 7 -> 2 6 3 1 4 5 7