

# Rješavanje problema trgovačkog putnika genetičkim algoritmom

Gregor Pogačar  
Voditelj : Marko Đurašević

# Sadržaj

1. Definicija
2. Varijante problema
3. Metode rješavanja
4. Genetski algoritam
5. Genetski operatori
6. Primjena

# Definicija problema

- Za danu listu gradova i udaljenosti između svaka dva grada, potrebno je pronaći najkraći mogući obilazak svih gradova
- Uvjeti:
  - Svaki grad posjetiti samo jednom
  - Vratiti se u početni grad
- Težinski Graf  $G = (V, E)$ ,  $c_{ij}$  težina između vrhova  $i$  i  $j$
- Pronaći najkraći Hamiltonovski ciklus

$$(n-1)! / 2$$

"Icosian game" 1857. g.

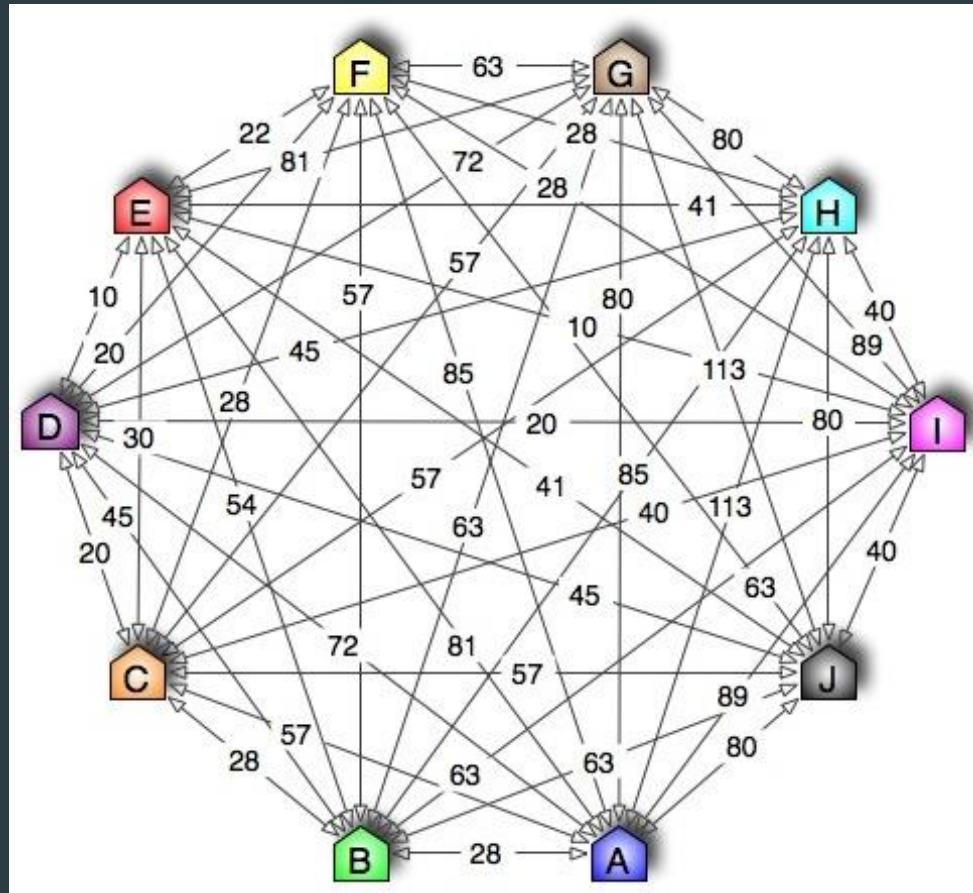


Sir W.R. Hamilton



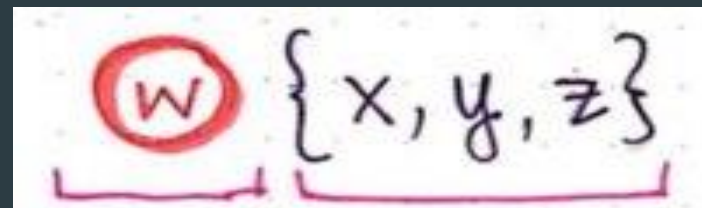
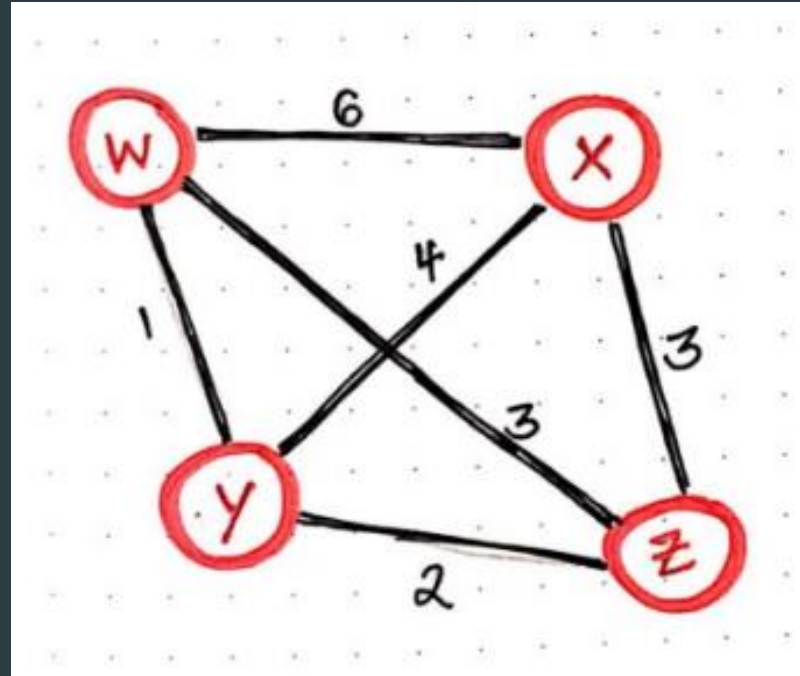
# Varijante Problema

- MAX TSP
- sTSP →
- aTSP
- Bottleneck TSP
- Cluster TSP
- TSPM
- mTSP

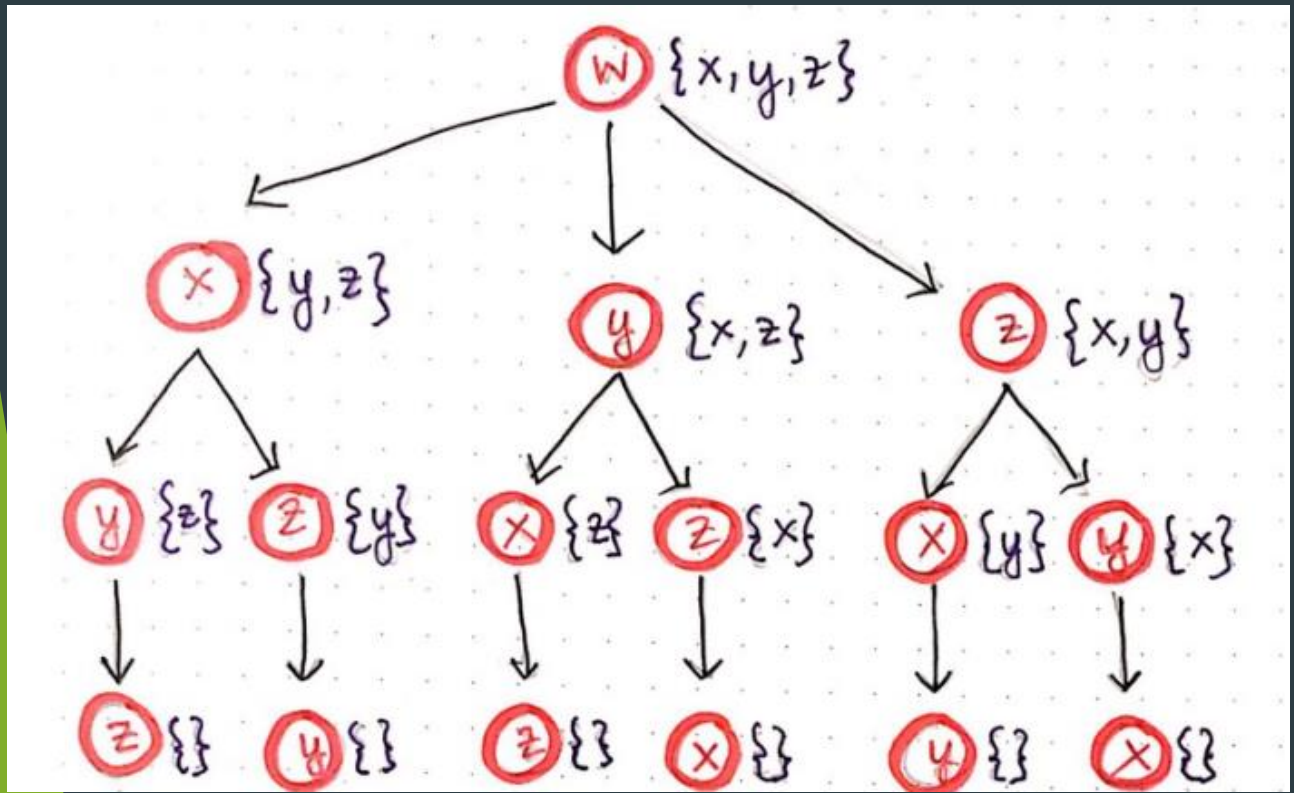
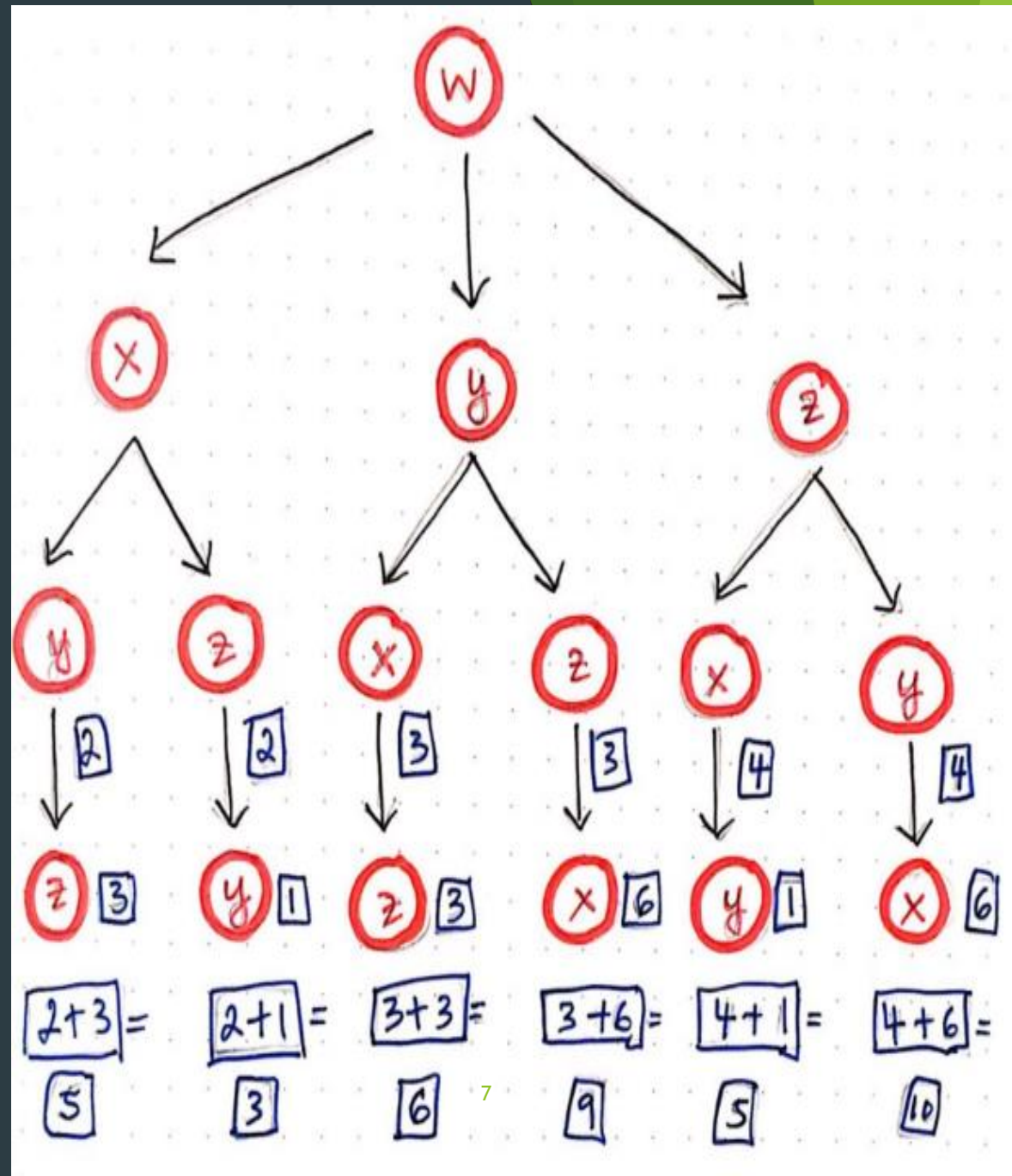
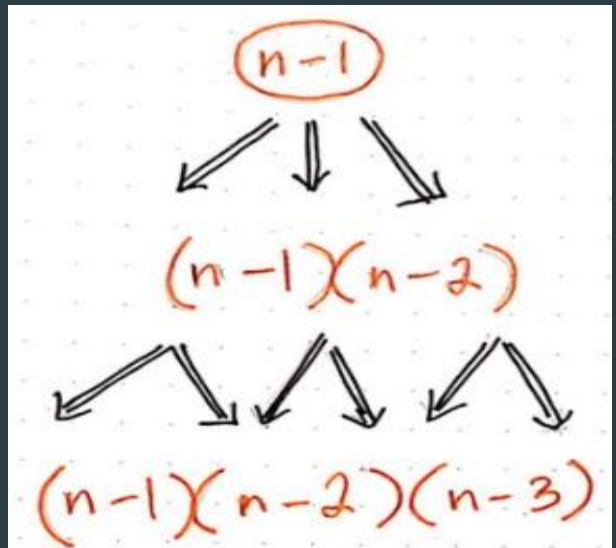


# Egzaktne metode

- Ishod sigurno najbolje rješenje
- *Brute force search*
- Branch and Bound



	w	x	y	z
w	0	6	1	3
x	6	0	4	3
y	1	4	0	2
z	3	3	2	0

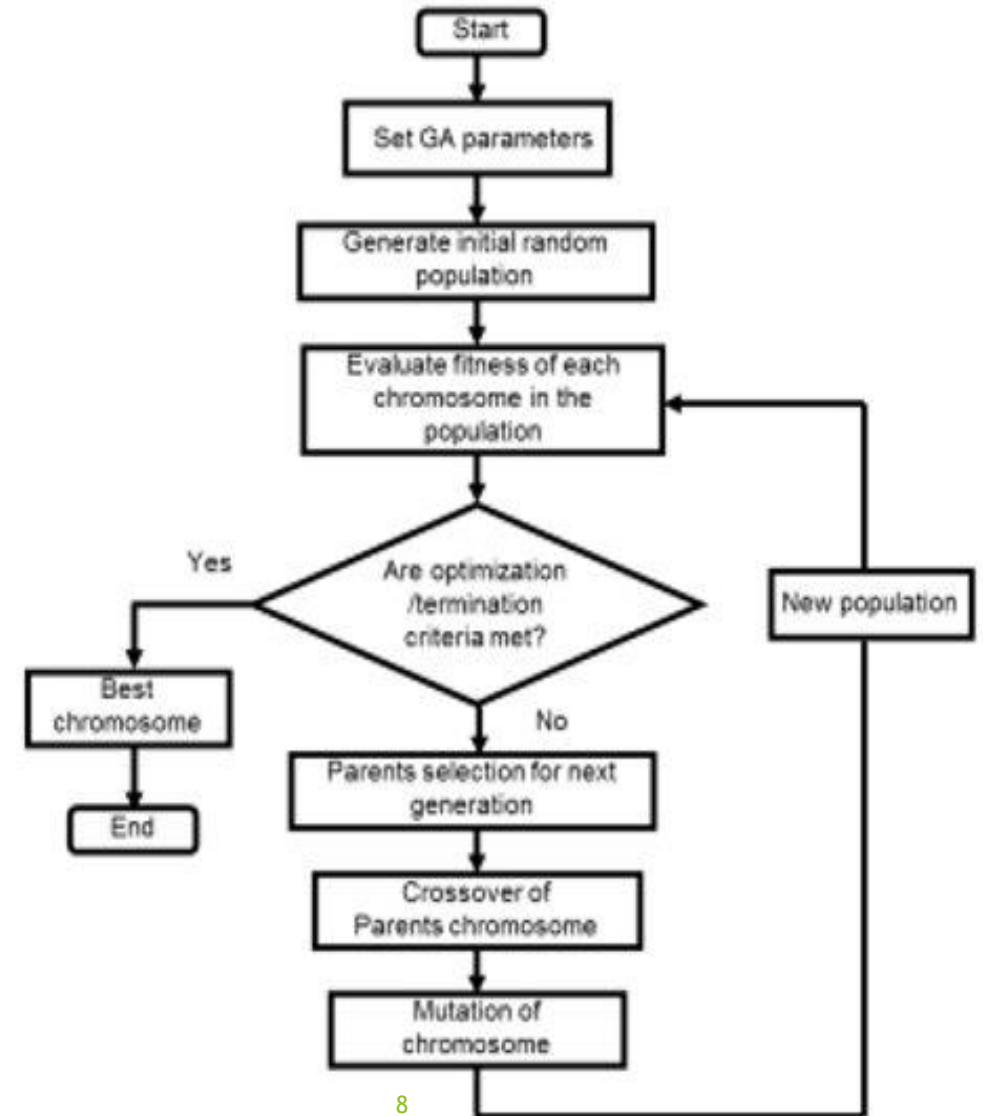


# Genetički algoritam

- Aproksimativna metoda
- *'Survival of the fittest'*

Elementi realizacije:

- Kromosomska reprezentacija rješenja
- Populacija inicijalnih rješenja
- Funkcija dobrote
- Genetski operatori za evoluciju populacije
- Parametri genetskih operatora





# Kromosom i funkcija dobrote

- Matrica, vektor, binarni niz

1	2	3	4	5	6	7	8
2	5	7	8	1	6	3	4

- Funkcija evaluacije jednoznačno određena
- Npr.  $f(x) = 1 / \text{duljinaCiklusa}$

# Genetski operatori

## Selekcija

- Odabir jedinki za daljnji razvoj i preživljavanje populacije

## Križanje

- Izmjena genetskog materijala unutar populacije

## Mutacija

- Slučajna promjena genetskog materijala jedinke

# Selekcija

## Jednostavna

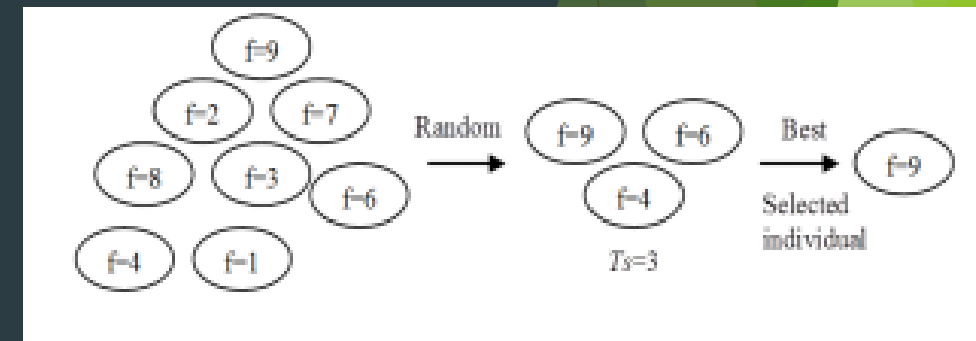
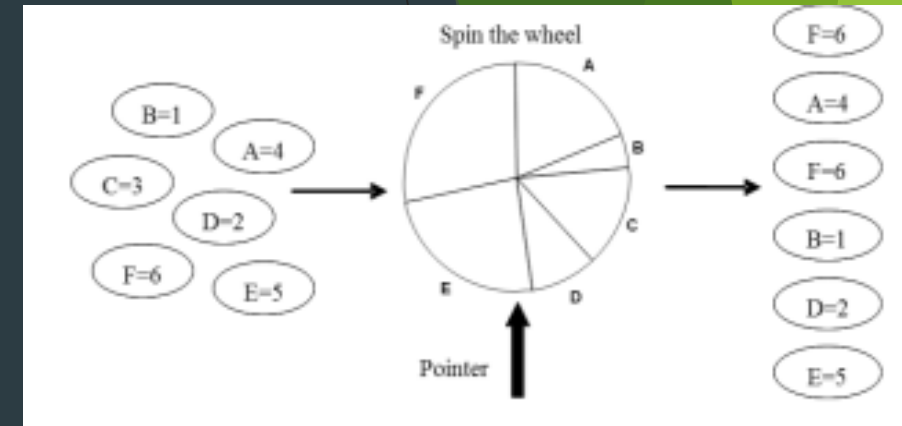
- Vjerojatnost izbora proporcionalna sa dobrotom
- 'Pravedna' selekcija

## Turnirska

- Nasumice odbranih  $n$  jedinki koje se natječu međusobno
- Gubitak raznolikosti

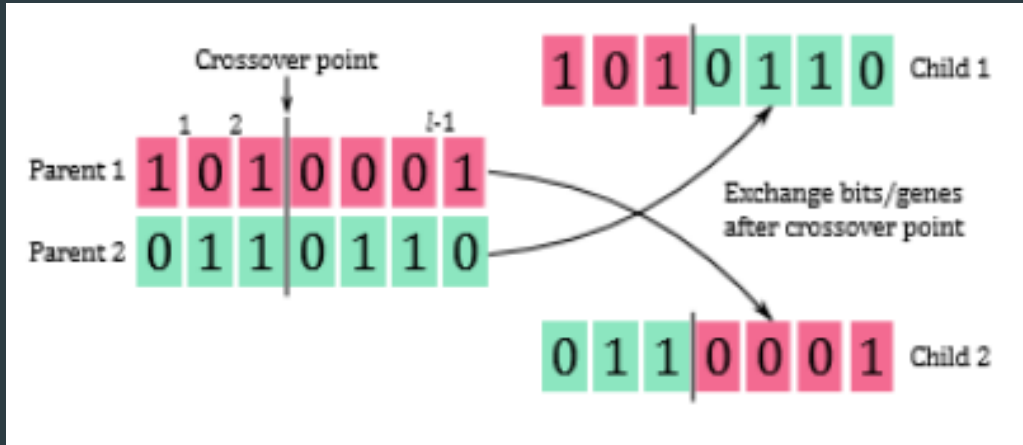
## Eliminacijska

- Odabir loših kromosoma koji se eliminiraju
- Elitizam



# Križanje

- Križanje točkom prekida



Individual 3: 1 1 0 0 0 1

Individual 4: 0 1 0 1 0 0

Offspring 1: 0 1 0 1 0 1

Offspring 2: 1 1 0 1 0 1

Offspring 3: 0 1 0 1 0 1

Offspring 4: 1 1 0 0 0 0

- Uniformno križanje

- Slijedno križanje

Parent 1: 1 2 3 4 5 6 7 8 9

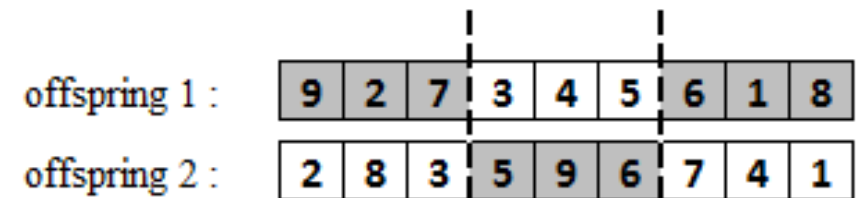
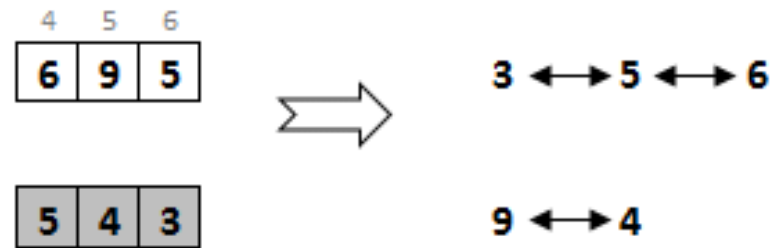
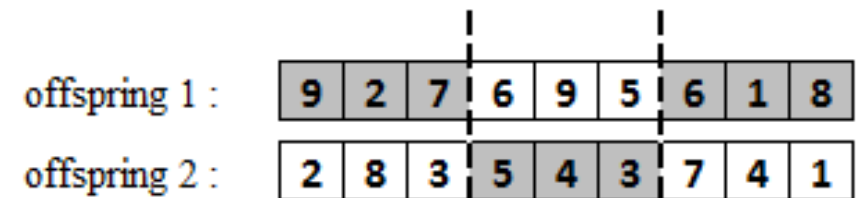
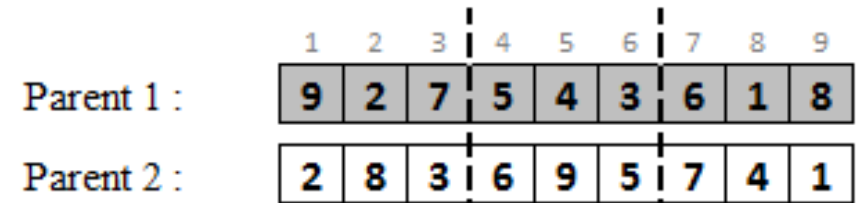
Parent 2: 9 8 7 6 5 4 3 2 1

Child (step 1): 3 4 5

Child (Step 2): 9 8 3 4 5 7 6 2 1

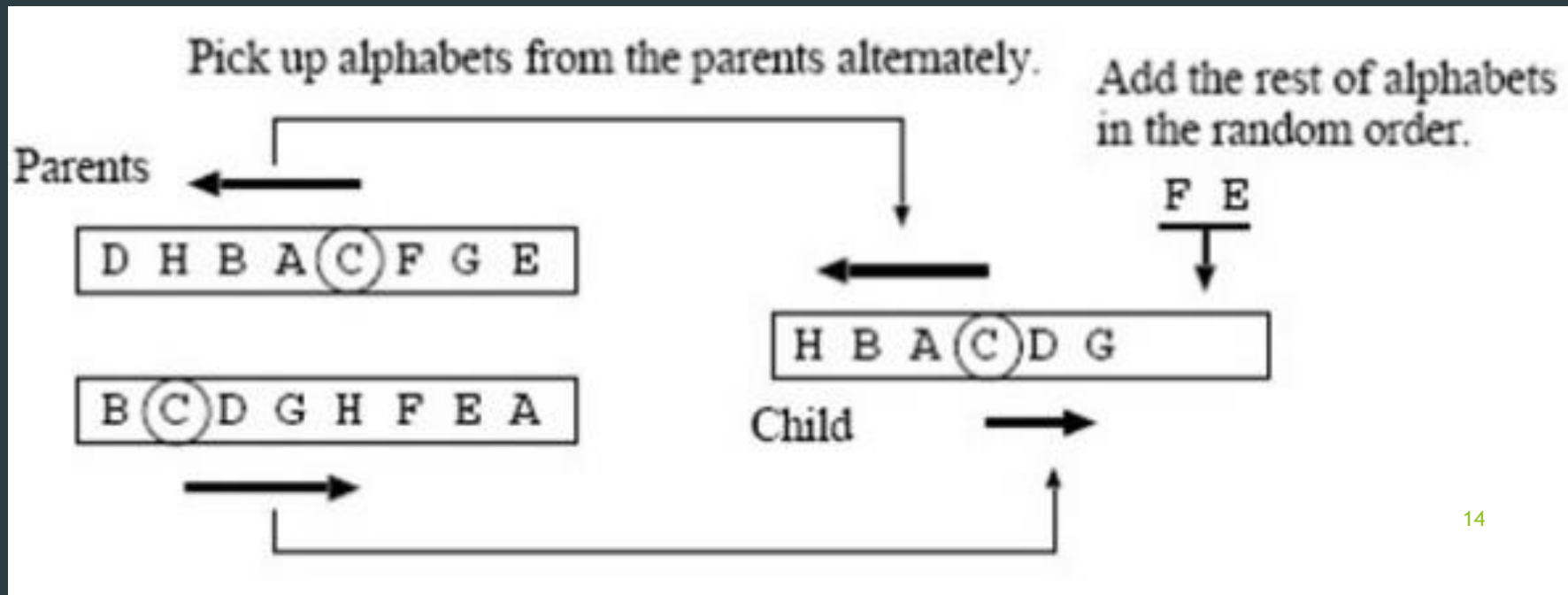
# PMX

- *'Partially Matched Crossover'*
- Izbacivanje višestrukog pojavljivanja gradova
- Potrebno pamtiti stanje prije križanja

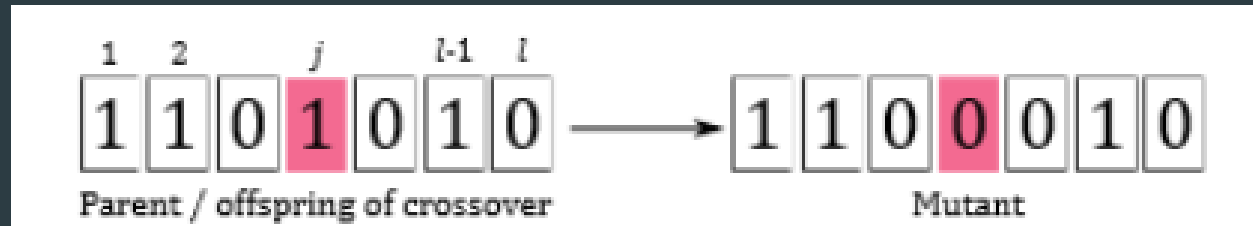


# GSX

- *'Greedy Sub-tour Crossover'*
- Znatno bolje očuvanje genetskog materijala
- Potraga za što duljim podskupom gradova kod roditelja

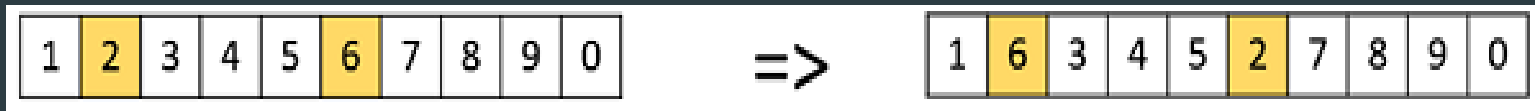
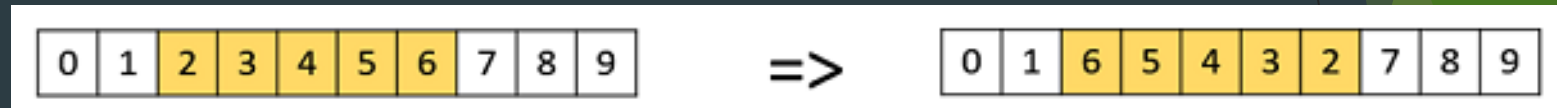


# Mutacija



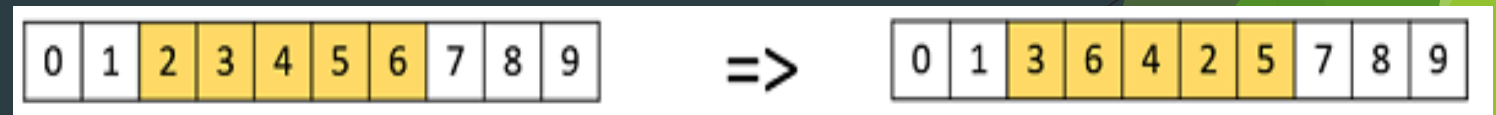
- Bit-flip mutacija

- Inverzna mutacija



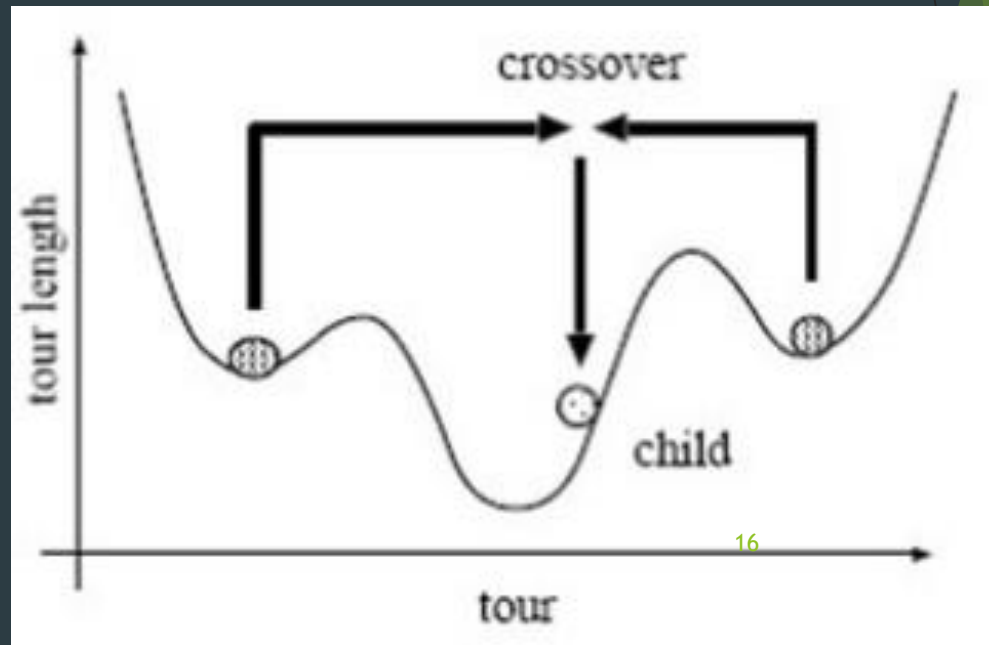
- Mutacija zamjenom

- Mutacija mješanjem



# GS

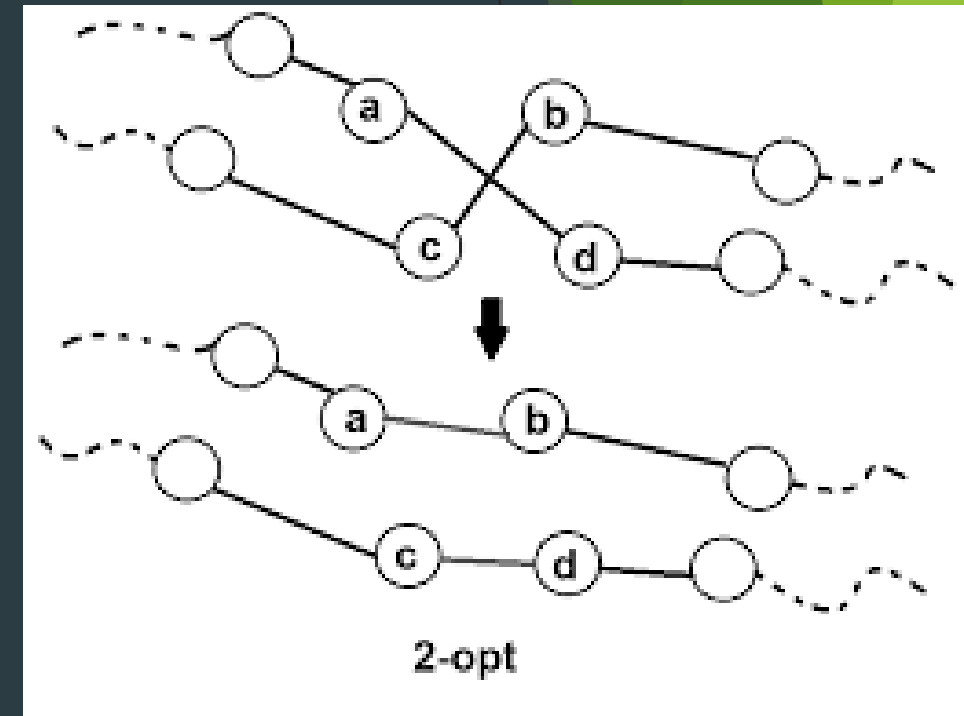
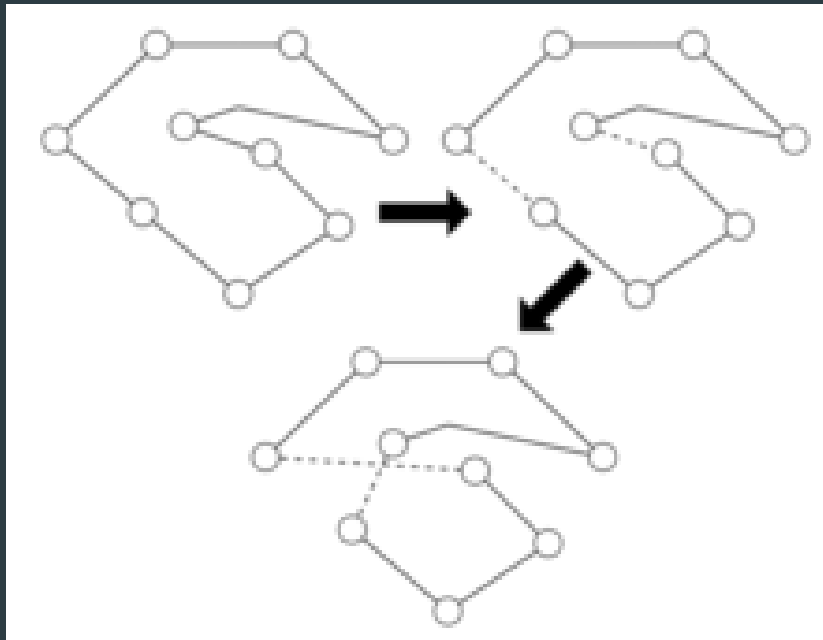
- 'Greedy Swap' mutacija
- Odabiru se dva gena koja se zamjenjuju ako je nakon zamjene obilazak kraći





# 2-opt

- Najpoznatija k-opt mutacija
- Mogućnost zapinjanja u lokalnom minimumu
- Uz odabir raznolikog križanja, najbolja metoda



$$|AB| + |CD| > |AD| + |CB|$$

<b>kombinacija</b>	<b>najbolje rješenje</b>	<b>prosječno rješenje</b>	<b>vrijeme izvođenja (s)</b>
prirodna selekcija + GSX + jednostavna mutacija	166721,60	190849,79	4,22
prirodna selekcija + GSX + Greedy swap mutacija	145273,31	191291,44	4,46
prirodna selekcija + GSX + 2opt mutacija	75443,66	75443,66	4,15
prirodna selekcija + Greedy crossover + jednostavna mutacija	86621,30	90293,01	8,25
prirodna selekcija + Greedy crossover + Greedy swap mutacija	90998,47	95294,61	4,60
prirodna selekcija + Greedy crossover + 2opt mutacija	75443,66	75443,66	2,96
prirodna selekcija + PMX + jednostavna mutacija	211103,44	218644,11	4,44
prirodna selekcija + PMX+ Greedy swap mutacija	175043,26	206713,18	4,27
prirodna selekcija + PMX + 2opt mutacija	78213,05	78835,44	1,71
turnirska selekcija + GSX + jednostavna mutacija	110073,14	193666,57	59,51
turnirska selekcija + GSX + Greedy swap mutacija	112287,12	194281,97	60,15
turnirska selekcija + GSX + 2opt mutacija	75443,66	75443,66	21,17
turnirska selekcija + Greedy crossover + jednostavna mutacija	86907,64	96080,23	35,62
turnirska selekcija + Greedy crossover + Greedy swap mutacija	102379,99	103120,83	37,39
turnirska selekcija + Greedy crossover + 2opt mutacija	75443,66	75443,66	15,36
turnirska selekcija + PMX + jednostavna mutacija	11516,53	95147,55	141,09
turnirska selekcija + PMX+ Greedy swap mutacija	116396,56	124752,21	137,64
turnirska selekcija + PMX + 2opt mutacija	75443,66	75443,66	9,39

Ime problema	Veličina problema (u broju gradova)	Duljina najkraćeg poznatog obilaska
Spiral50	50	1690
st70	70	675
kroA100	100	21282
Spiral100	100	1742
lin105	105	14379
kroA200	200	29368
Spiral250	250	1739
Multicircular500	500	3687
rat575	575	6773
pcb1173	1173	56892

# Primjena u svakodnevnici

- Dostava paketa
- Bušenje tiskanih pločica
- Rendgenska kristalografija
- Raspored komponenti na matičnoj ploči

# Zaključak

- Genetski algoritam kao ideja za rješavanje problema pokazuje više nego zadovoljavajuće rezultate
- Osobito bitan izbor genetskih operatora i namještanje parametara
- Mala razlika rezultata od optimalnih rješenja
- Veliki prostor pretrage

Hvala na pažnji :)