

Orientazio Problema

Gorka Kobeaga

María Merino
Jose Antonio Lozano

2016eko uztailaren 1

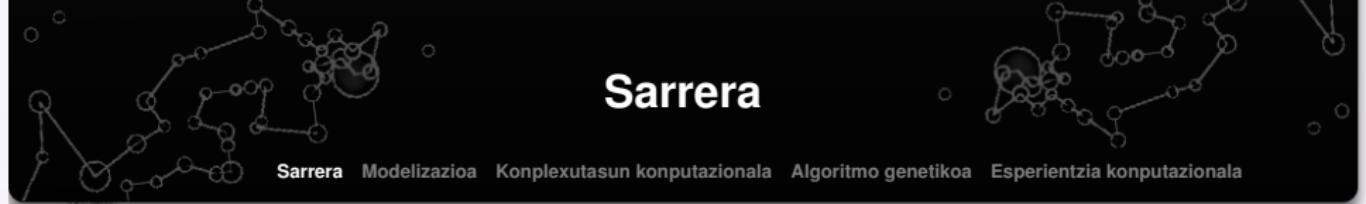
1 **Sarrera**

2 **Modelizazioa**

3 **Konplexutasun konputazionala**

4 **Algoritmo genetikoa**

5 **Esperimentzia konputazionala**



Sarrera

Sarrera Modelizazioa Konplexutasun konputazionala Algoritmo genetikoa Esperimentzia konputazionala

Orientazio Problema (OP) ibilbideen optimizazio problema bat da.

Datuak

- Herrien harteko distantziak.
- Ibilbidearen luzeeraren muga.
- Herri bakoitzaren saria.
- Hasierako eta amaierako herriak.

Baldintzak

- Ibilbideak, emandako herriean hasi eta bukatu behar du.
- Herri bakoitza gehienez behin bisitatu daiteke.
- Ibilbidearen luzeerak ezin du jarritako muga gainditu.
- Azpi-ibilbiderik ez egotea.

Helburua

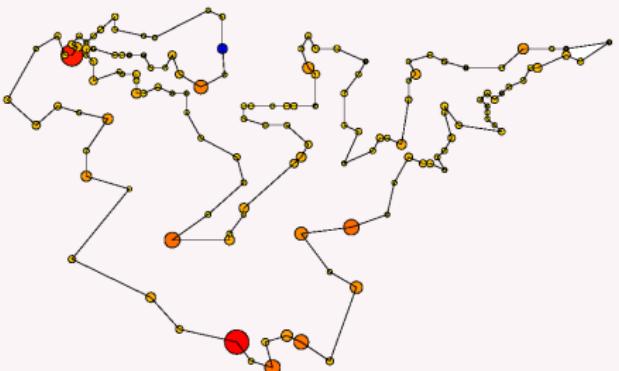
- Bisitatutako herrien sarien batura maximizatzen duen ibilbidea aurkitzea.

Sarrera

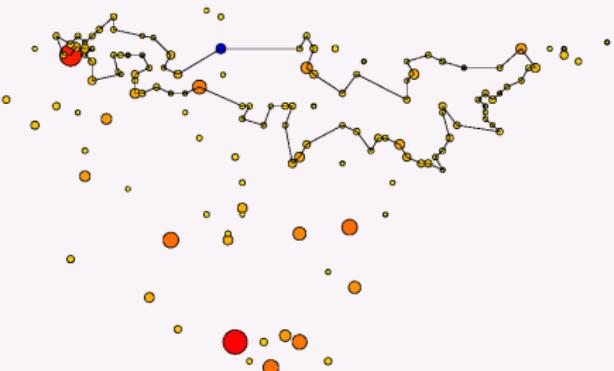
TSP and OP

Sarrera Modelizazioa Konplexutasun konputazionala Algoritmo genetikoa Esperientzia konputazionala

TSP



OP



Orientazio Problema

Aplikazioak

Sarrera

Modelizazioa

Konplexutasun konputazionala

Algoritmo genetikoa

Esperimentzia konputazionala

Zenbait aplikazio:

- Denbora mugatua duen *saltzaile ibiltariaren* problema.
- Etxeetako erregai banaketaren problema.
- Sakeleko telefonodun turistaren gida.
- Roboten ibilibide problemak.
- Espazioaren kudeaketarekin lotutako problemak.

Orientazio Problema

Aplikazioak

Sarrera Modelizazioa Konplexutasun konputazionala Algoritmo genetikoa Esperientzia konputazionala

Zenbait aplikazio:

- Denbora mugatua duen *saltzaile ibiltariaren problema*.
- Etxeetako erregai banaketaren problema.
- Sakeleko telefonodun turistaren gida.
- Roboten ibilibide problemak.
- Espazioaren kudeaketarekin lotutako problemak.



Orientazio Problema

Aplikazioak

Sarrera

Modelizazioa

Konplexutasun konputazionala

Algoritmo genetikoa

Esperientzia konputazionala

Zenbait aplikazio:

- Denbora mugatua duen *saltzaile ibiltariaren* problema.
- **Etxeetako erregai banaketaren problema.**
- Sakeleko telefonodun turistaren gida.
- Roboten ibilibide problemak.
- Espazioaren kudeaketarekin lotutako problemak.



Orientazio Problema

Aplikazioak

Sarrera

Modelizazioa

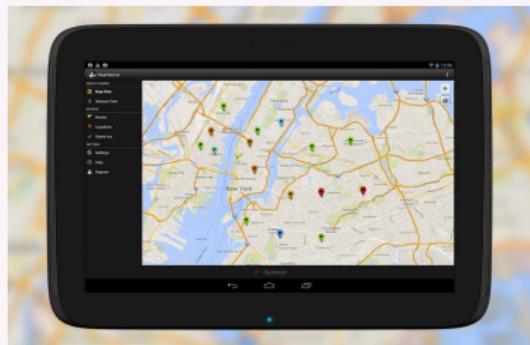
Konplexutasun konputazionala

Algoritmo genetikoa

Esperientzia konputazionala

Zenbait aplikazio:

- Denbora mugatua duen *saltzaile ibiltariaren* problema.
- Etxeetako erregai banaketaren problema.
- **Sakeleko telefonodun turistaren gida.**
- Roboten ibilibide problemak.
- Espazioaren kudeaketarekin lotutako problemak.



Orientazio Problema

Aplikazioak

Sarrera Modelizazioa Konplexutasun konputazionala Algoritmo genetikoa Esperientzia konputazionala

Zenbait aplikazio:

- Denbora mugatua duen *saltzaile ibiltariaren* problema.
- Etxeetako erregai banaketaren problema.
- Sakeleko telefonodun turistaren gida.
- **Roboten ibilibide problemak.**
- Espazioaren kudeaketarekin lotutako problemak.



Orientazio Problema

Aplikazioak

Sarrera

Modelizazioa

Konplexutasun konputazionala

Algoritmo genetikoa

Esperientzia konputazionala

Zenbait aplikazio:

- Denbora mugatua duen *saltzaile ibiltariaren* problema.
- Etxeetako erregai banaketaren problema.
- Sakeleko telefonodun turistaren gida.
- Roboten ibilibide problemak.
- **Espazioaren kudeaketarekin lotutako problemak.**





Orientazio Problema

Aldaeak

Sarrera

Modelizazioa

Konplexutasun konputazionala

Algoritmo genetikoa

Esperientzia konputazionala

OPren aldaera posibeleak:

- Team Orienteering Problem (TOP).
- Orienteering Problem with Time Windows (OPTW).
- Team Orienteering Problem with Time Windows (TOPTW).
- Time Dependent Orienteering Problem (TDOP).

Orientazio Problema

Modelizazioa

Sarrera Modelizazioa Konplexutasun konputazionala Algoritmo genetikoa Esperientzia konputazionala

Orientazio problema (OP) $\langle G, d, s, v_1, v_n, d_0 \rangle$ 6-tuplak definitzen du.

- $G = \langle V, E \rangle$, $V = \{v_1, \dots, v_n\}$ erpinak eta E ertzak dituen grafoa.
- $d : V \times V \rightarrow \mathbb{R}^+ \cup \{0, \infty\}$ erpinen arteko distantzia/denbora.
- $s : V \rightarrow \mathbb{R}^+$ erpin bakoitzaren saria.
- v_1 : hasierako herria.
- v_n : bukaerako herria.
- d_0 ibilbidearen luzeraren muga ($d_0 = \alpha \cdot OPT(TSP)$).

Modelizazioan erabiltzen diren aldagai bitarrak

$$x_i = \begin{cases} 1 & v_i \text{ herria bisitatzen bada,} \\ 0 & \text{beste kasuetan} \end{cases} \quad x_{ij} = \begin{cases} 1 & (v_i, v_j) \text{ ertza ibilbidean badago,} \\ 0 & \text{beste kasuetan} \end{cases}$$

$$i, j \in \mathcal{N} = \{1, 2, \dots, n\}$$

Orientazio Problema

Modelizazioa

Sarrera Modelizazioa Konplexutasun konputazionala Algoritmo genetikoa Esperientzia konputazionala

Helburu funtzioa

$$\max \sum_{i=1}^n s_i x_i \quad (1a)$$

Ibilbide luzeraren murrizketa

$$\sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n d_{ij} x_{ij} \leq d_0 \quad (1b)$$

Azpi-ibilbideen murrizketa

Ez dago azpi-ibilbiderik (1c)

Gradu murrizketak

$$\sum_{i=2}^n x_{i1} = x_1 = 1 \quad (1d)$$
$$\sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^n x_{ij} = x_j \quad 2 \leq j \leq n$$

$$\sum_{j=2}^n x_{1j} = x_1 = 1 \quad (1e)$$
$$\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n x_{ij} = x_i \quad 2 \leq i \leq n$$

Orientazio Problema

Modelizazioa

Sarrera

Modelizazioa

Konplexutasun konputazionala

Algoritmo genetikoa

Esperientzia konputazionala

DFJ murrizketak [Dantzig et al. (1954)]

$$\sum_{i \in S} \sum_{j \in S \setminus \{i\}} x_{ij} \leq |S| - 1, \quad \emptyset \neq S \subset \mathcal{N} \setminus \{1\}$$

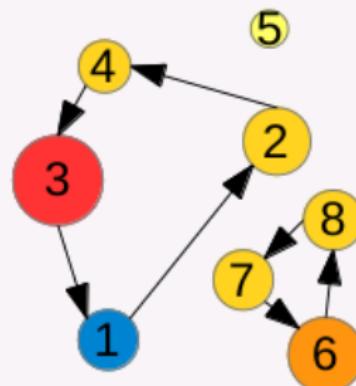
- murrizketa kop. : $O(2^n)$
- aldagai kop. : $n^2 + n$

MTZ murrizketak [Miller et al. (1960)]

Izan bedi $2 \leq u_i \leq n$,

$$u_i - u_j + (n - 1)x_{ij} \leq n - 2, \quad i \neq j, \quad i, j \in \mathcal{N} \setminus \{1\}$$

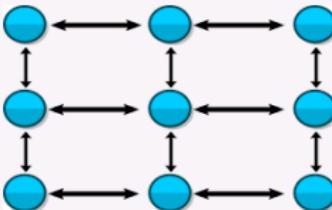
- murrizketa kop. : $O(n^2)$
- aldagai kop. : $n^2 + 2 \cdot n$



Orientazio Problema

Konplexutasun konputazionala

Sarrera Modelizazioa Konplexutasun konputazionala Algoritmo genetikoa Esperientzia konputazionala



Teorema [Itai, Papadimitriou, Szwarcfiter(1982)]

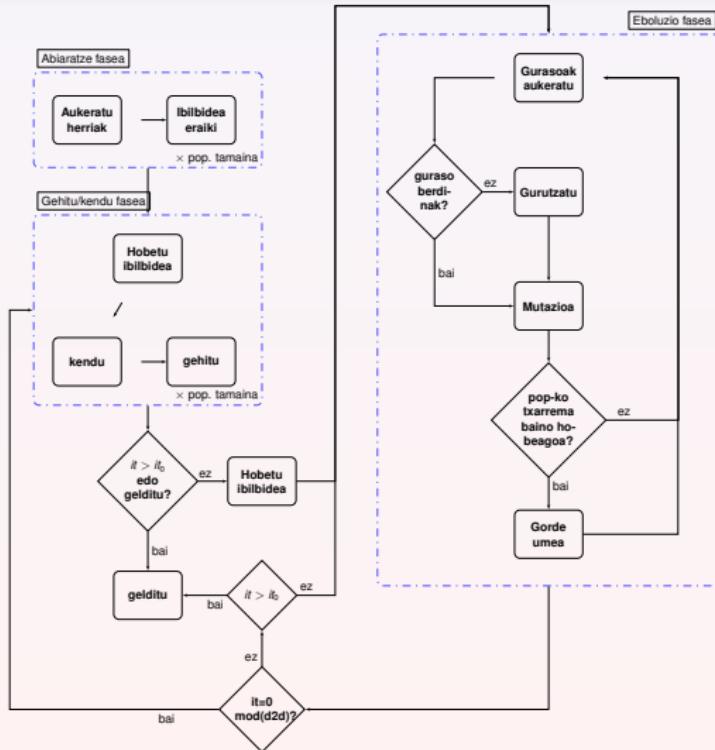
Problema hamiltondarra sare itxurako grafoetan NP-osoa da.

Korolarioa

Orientazio Problema NP-zaila da.

Algoritmo genetikoa

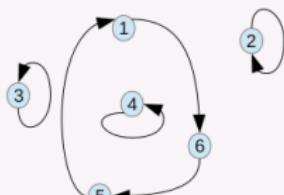
Sarrera Modelizazioa Konplexutasun konputazionala Algoritmo genetikoa Esperientzia konputazionala



Algoritmo genetikoa

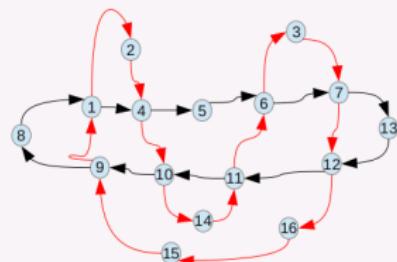
Sarrera Modelizazioa Konplexutasun konputazionala Algoritmo genetikoa Esperientzia konputazionala

Kodifikazioa

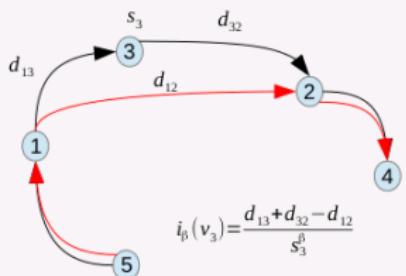


(6,2,3,4,1,5)

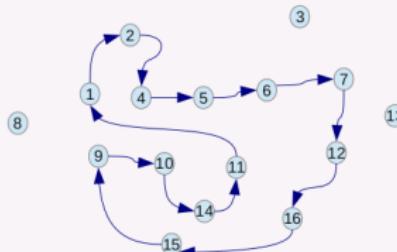
Gurasoak



Kendu eragilea



Umeak



Esperimentzia konputazionala

Taulak

Sarrera Modelizazioa Konplexutasun konputazionala Algoritmo genetikoa Esperimentzia konputazionala

Taula: Konparaketak. ClassII gen1.

izena	n	d0	B&C		2 parameter IA		GRASP with PR		GA	
			opt	sec	best	sec	best	sec	best	sec
att48	48	5314	31	0.00	31	0.07	31	0.452	31	0.07
eil51	51	213	29	0.00	29	0.12	29	0.14	29	0.93
brazil58	58	12698	46	0.00	46	0.09	45	1.24	44	0.35
st70	70	338	43	0.10	43	0.17	43	1.31	43	1.23
eil76	76	269	47	0.10	46	0.19	46	0.91	47	2.37
pr76	76	54080	49	0.10	49	0.18	49	5.08	49	1.04
rat99	99	606	63	0.30	51	0.21	63	2.98	51	2.02
...
rat195	195	1162	102	7.80	99	1.28	98	11.353	99	7.15
d198	198	7890	123	4.60	117	1.23	121	62.39	123	9.95
pr226	226	40185	126	582.30	116	1.25	125	107.95	126	6.14
pr264	264	24568	132	20.50	132	1.44	132	124.72	112	7.26
pr299	299	24096	162	142.50	155	3.36	157	127.87	158	15.91
lin318	318	21015	205	15.30	198	5.28	195	175.96	199	18.89
rd400	400	7641	239	118.70	217	8.71	222	116.32	234	36.98

Esperimentzia konputazionala

Taulak

Sarrera Modelizazioa Konplexutasun konputazionala Algoritmo genetikoa Esperimentzia konputazionala

Taula: Konparaketak. ClassII gen2.

izena	n	d0	B&C		2 parameter IA		GRASP with PR		GA	
			opt	sec	best	sec	best	sec	best	sec
att48	48	5314	1717	0.00	1717	0.084	1717	0.292	1698	0.61
eil51	51	213	1674	0.50	1674	0.19	1674	0.39	1673	0.94
brazil58	58	12698	2220	0.10	2220	0.12	2220	0.93	2160	1.08
st70	70	338	2286	24.80	2285	0.28	2286	1.51	2277	3.36
eil76	76	269	2550	0.10	2540	0.33	2538	1.12	2541	3.20
pr76	76	54080	2708	0.40	2708	0.40	2702	2.03	2708	1.47
rat99	99	606	3571	10.60	2924	0.55	3526	2.27	2926	3.42
...
rat195	195	1162	5791	86.80	5698	1.73	5501	7.061	5636	7.56
d198	198	7890	6670	59.20	6624	2.44	6558	17.26	6617	25.63
pr226	226	40185	6662	73.70	6634	2.56	6604	19.95	6625	10.25
pr264	264	24568	6654	17.60	6238	3.48	6654	30.65	6209	15.65
pr299	299	24096	9182	528.80	9030	6.35	8608	42.27	8893	18.89
lin318	318	21015	10923	930.20	10850	7.58	10053	28.885	10577	32.31
rd400	400	7641	13652	331.40	13244	17.87	12545	39.98	13198	33.60

Esperimentzia konputazionala

Taulak

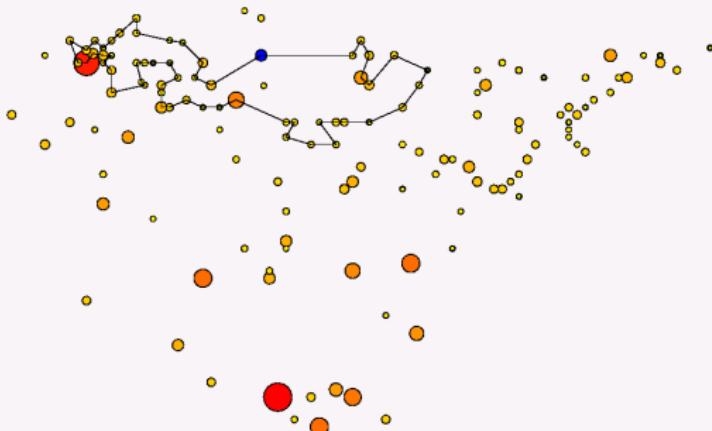
Sarrera Modelizazioa Konplexutasun konputazionala Algoritmo genetikoa Esperimentzia konputazionala

Taula: Konparaketak. ClassII gen3.

izena	n	d0	B&C		2 parameter IA		GRASP with PR		GA	
			opt	sec	best	sec	best	sec	best	sec
att48	48	5314	1049	44.70	1049	0.10	1044	0.57	1044	0.51
eil51	51	213	1399	0.20	1399	0.11	1399	0.58	1399	0.42
brazil58	58	12698	1702	0.00	1702	0.17	1702	1.15	1667	0.68
st70	70	338	2108	0.50	2108	0.30	2108	1.47	2108	1.21
eil76	76	269	2467	0.50	2462	0.21	2461	1.35	2467	1.66
pr76	76	54080	2430	0.30	2430	0.22	2430	2.46	2430	1.13
rat99	99	606	2886	3.20	2908	0.41	2840	3.58	2896	2.08
...
rat195	195	1162	6195	52.50	6144	2.58	6028	12.51	6156	14.57
d198	198	7890	6320	192.40	6007	1.53	6106	32.18	6306	13.34
pr226	226	40185	6993	125.90	6670	2.15	6895	74.87	6938	19.08
pr264	264	24568	8137	24.80	7774	2.50	7724	74.75	8134	15.28
pr299	299	24096	10343	714.60	10065	6.19	9867	86.98	10100	19.80
lin318	318	21015	10368	1048.40	9945	7.56	9550	41.57	10239	27.74
rd400	400	7641	13223	659.00	12553	11.58	12522	63.59	13014	32.55

Esperimentzia konputazionala

Sarrera Modelizazioa Konplexutasun konputazionala Algoritmo genetikoa Esperimentzia konputazionala



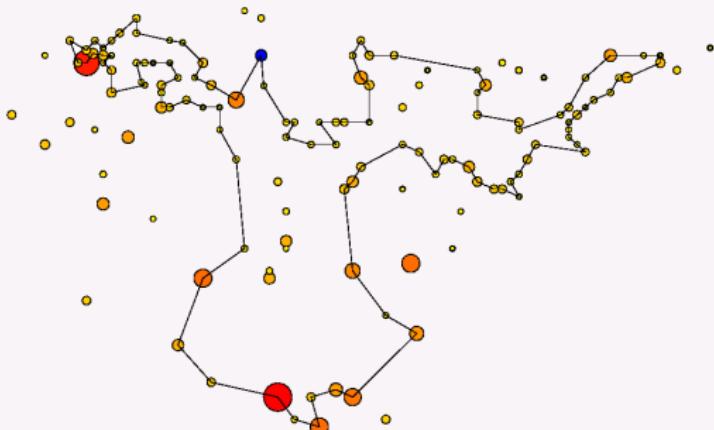
Esperimentzia konputazionala

Sarrera Modelizazioa Konplexutasun konputazionala Algoritmo genetikoa Esperimentzia konputazionala



Esperimentzia konputazionala

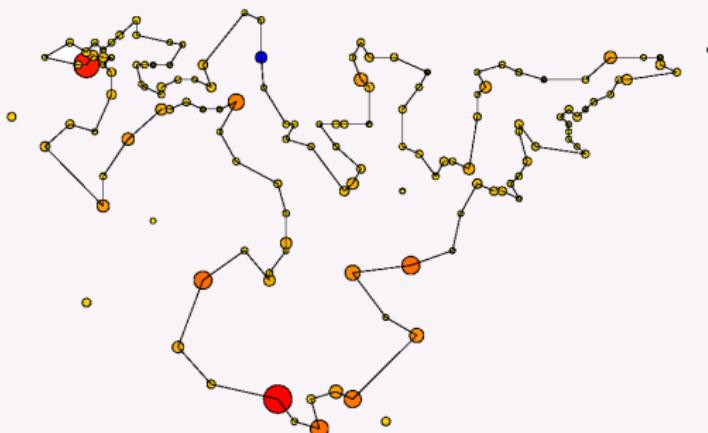
Sarrera Modelizazioa Konplexutasun konputazionala Algoritmo genetikoa Esperimentzia konputazionala



- $\alpha = 0,7$
- Soluzioa= 951(%79)
- Bisitatuta=%79

Esperimentzia konputazionala

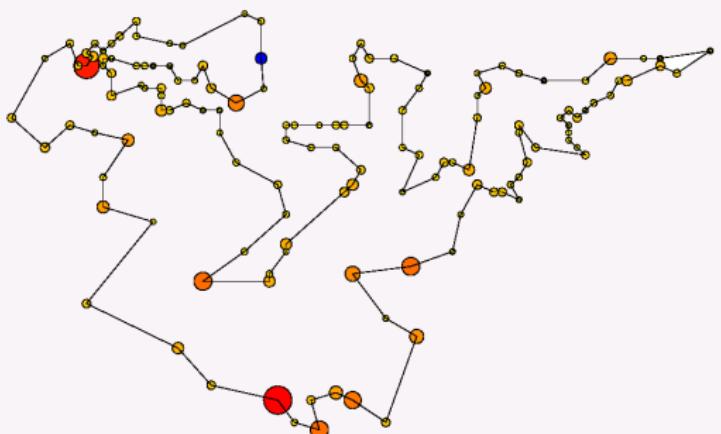
Sarrera Modelizazioa Konplexutasun konputazionala Algoritmo genetikoa Esperimentzia konputazionala



- $\alpha = 0,9$
- Soluzioa= 1155(%96)
- Bisitatuta=%95

Esperimentzia konputazionala

Sarrera Modelizazioa Konplexutasun konputazionala Algoritmo genetikoa Esperimentzia konputazionala

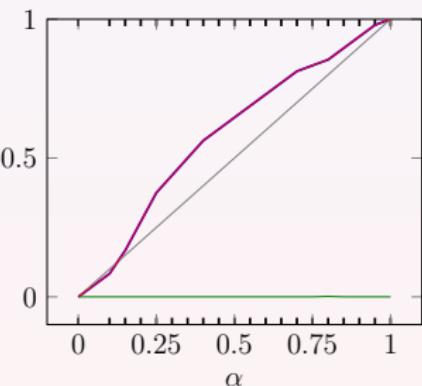


Esperimentzia konputazionala

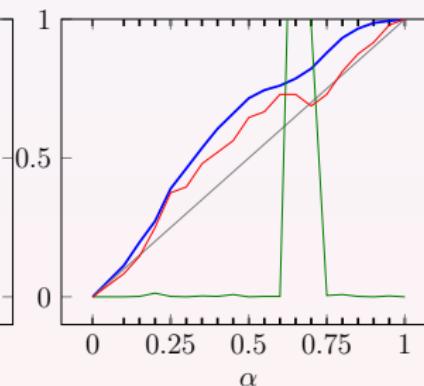
α -rekiko grafikoak

Sarrera Modelizazioa Konplexutasun konputazionala Algoritmo genetikoa Esperimentzia konputazionala

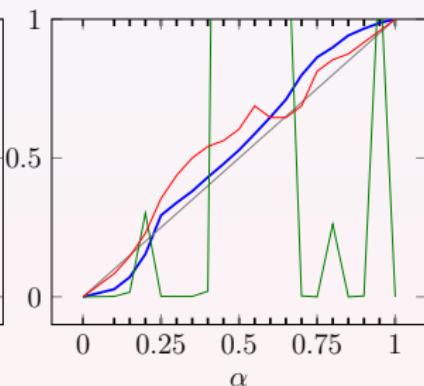
● Att48



$$s_i = 1$$



$$s_i = 1 + (7141 \cdot i + 73) \bmod(100)$$



$$s_i = 1 + \lfloor 99 \cdot d_{1i} / \theta \rfloor$$

non:

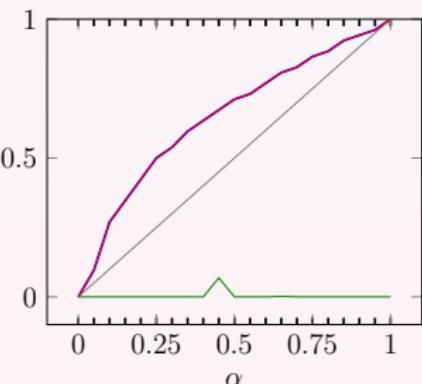
$$\theta = \max_{1 \leq j \leq n} d_{1j}$$

Esperimentzia konputazionala

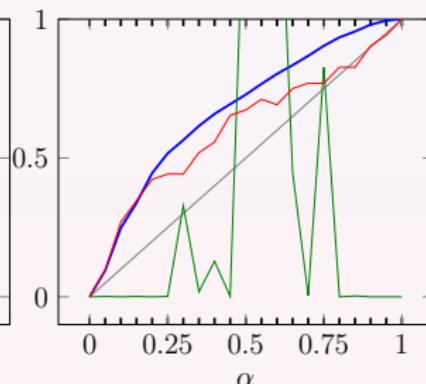
α -rekiko grafikoak

Sarrera Modelizazioa Konplexutasun konputazionala Algoritmo genetikoa Esperimentzia konputazionala

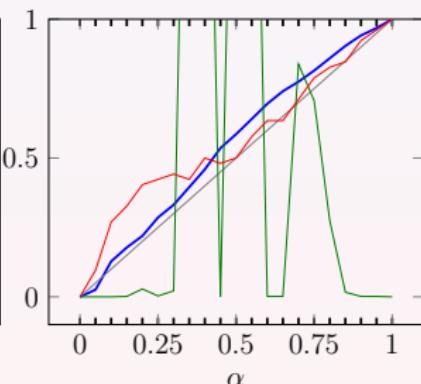
● Berlin52



$$s_i = 1$$



$$s_i = 1 + (7141 \cdot i + 73) \bmod(100)$$



$$s_i = 1 + \lfloor 99 \cdot d_{1i} / \theta \rfloor$$

non:

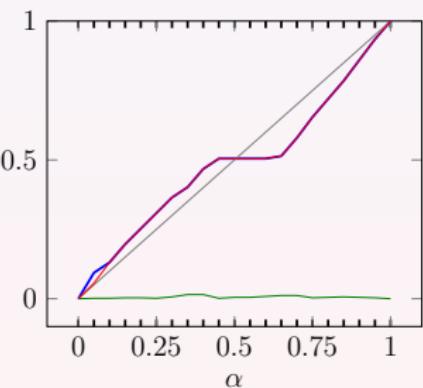
$$\theta = \max_{1 \leq j \leq n} d_{1j}$$

Esperimentzia konputazionala

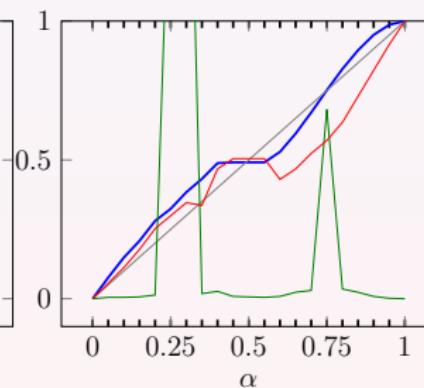
α -rekiko grafikoak

Sarrera Modelizazioa Konplexutasun konputazionala Algoritmo genetikoa Esperimentzia konputazionala

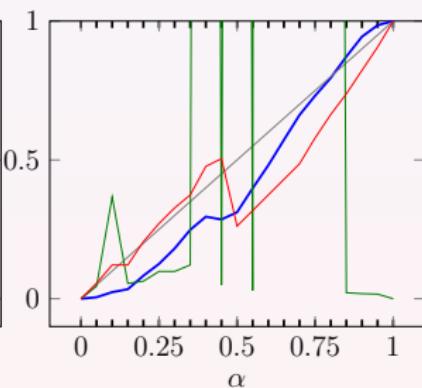
● pr107



$$s_i = 1$$



$$s_i = 1 + (7141 \cdot i + 73) \bmod(100)$$



$$s_i = 1 + \lfloor 99 \cdot d_{1i} / \theta \rfloor$$

non:

$$\theta = \max_{1 \leq j \leq n} d_{1j}$$



Orientazio Problema

Sarrera

Modelizazioa

Konplexutasun konputazionala

Algoritmo genetikoa

Esperimentzia konputazionala

Eskerrik asko!