

Início Objectivos Programa Bibliografia Docentes Avaliação Horário Aulas

Simulated Annealing

O tópico destas aulas é a Implementação e utililização do Simulated Annealing para a reslução de problemas de caixeiro viajante. Pretende-se que implemente, usando uma linguagem julgada adequada (C, Java, ...), o Simulated Annealing para pesquisar o melhor caminho num problema do caixeiro viajante. Na sua formulação original, o problema consiste em descobrir o circuito mais curto que percorra N cidades, sem repetir nenhuma das cidades e voltando à cidade de partida. Entre quaisquer duas cidades existe um caminho (estrada) directo entre elas com um determinado comprimento (caso não existisse essa via directa, considera-se um comprimento arbitrariamente grande).

1 - Descrição do problema e algoritmo

Começe por ler com atenção o <u>guião</u> que contém uma descrição do problema bem como algumas sugestões sobre a melhor forma de o modelar para ser resolvido pelo algoritmo de simulated annealing.

2 - Implementação do algoritmo

Implemente um programa que utililize o Simulated Annealing para a reslução de problemas de caixeiro viajante. O programa a implementar terá as seguintes partes:

tero viajante. O programa a implementar tera as seguintes partes:

1. Inicialização das estruturas de dados, incluindo a matriz de distâncias (ver exemplo)

- 2. Leitura dos parametros de execução, incluindo qual o conjunto das cidades que vão ser consideradas. Toda esta informação pode estar num ficheiro ou ser fornecido na linha de comando
- 3. Execução (ver <u>algoritmo</u>)
- 4. Apresentação dos resultados

Algumas indicações para a implementação

- O cálculo da função de avaliação deve ser diferencial, i.e. deve adicionar ao valor da função de avaliação da solução anterior a diferença de custo para a solução seguinte.
- Não perca tempo em interfaces gráficas.

Sugestões de funcionalidades a implementar:

- Possibilidade de definir o modo de funcionamento do algoritmo, nomeadamente no que se refere ao método de decaimento da temperatura (geométrico, gradual, ...), ao método de variação do número de iterações por temperatura (constante, linear, ...), ao critério de paragem (temperatura minima, total de iterações, percentagem de soluções aceites,...), à forma de determinação da solução inicial (aleatória, inteligente, ...), e à forma de determinação da temperatura inicial (dada pelo utilizador, calculada, ...).
- Ajuste automático dos parâmetros de acordo com a instância a tratar. O programa deveria propor valores por defeito para os parâmetros, preferencialmente dependentes da instância em resolução.
- No final de uma execução deve apresentar os seguintes resultados: a melhor solução, a pior solução, a primeira e a última soluções, o número total de iterações, tempo de execução. Note que para cada solução apresentada pode indicar, a iteração em que ocorreu, o valor da temperatura, a solução (o percurso) e o valor da função.

3 - Teste do algoritmo

Teste a sua implementação com os seguintes exemplos:

- E1: Atroeira, Douro, Pinhal, Teixoso, Ulgueira, Vilar.
- E2: Cerdeira, Douro, Gonta, Infantado, Lourel, Nelas, Oura, Quebrada, Roseiral, Serra, Teixoso, Ulgueira
- E3: Belmar, Cerdeira, Douro, Encosta, Freita, Gonta, Horta, Infantado, Lourel, Monte, Nelas, Oura, Pinhal, Quebrada, Roseiral, Serra, Teixoso, Ulgueira.
- Nelas, Oura, Pinhal, 0E4: todas as cidades

TABELA 1 - Cidades e suas distâncias (em Km) [versão texto simples]

Distância	Atro	eira																			
			_																		
Horta	522	165	643	732	437	468	244	Hor	ta												
Infantado	163	369	260	197	102	161	291	535	Infan	itado											
Jardim	506	210	622	765	456	452	270	85	652	Jardi	im										
Monte	256	183	372	530	264	202	138	296	402	250	146	Mor	ite								
															_						
Quebrada	188	195	309	464	181	134	117	346	295	330	78	80	229	147	251	Queb	orada				
Roseiral	299	143	420	575	316	245	105	256	406	205	189	47	150	186	362	123	Rosei	ral			
Serra	383	93	501	641	340	325	115	143	478	126	270	128	61	203	451	191	90	Serr	a		
Vilar	86	415	185	228	177	86	366	554	75	327	158	288	452	268	127	220	331	395	241	113	Vilar
													1							_	
	Belmar Cerdeira Douro Encosta Freita Gonta Horta Infantado Jardim Lourel Monte Nelas Oura Pinhal Quebrada Roseiral Serra Teixoso Ulgueira	Belmar 383 Cerdeira 129 Douro 287 Encosta 239 Freita 60 Gonta 305 Horta 522 Infantado 163 Jardim 506 Lourel 126 Monte 256 Nelas 438 Oura 276 Pinhal 71 Quebrada 188 Roseiral 299 Serra 383 Teixoso 144 Ulgueira 169	Belmar 383 Beln Cerdeira 129 504 Douro 287 566 Encosta 239 271 Freita 60 329 Gonta 305 78 Horta 522 165 Infantado 163 369 Jardim 506 210 Lourel 126 273 Monte 256 183 Nelas 438 98 Oura 276 178 Pinhal 71 446 Quebrada 188 195 Roseiral 299 143 Serra 383 93 Teixoso 144 519 Ulgueira 169 528	Douro 287 566 185 Encosta 239 271 366 Freita 60 329 178 Gonta 305 78 426 Horta 522 165 643 Infantado 163 369 260 Jardim 506 210 622 Lourel 126 273 244 Monte 256 183 372 Nelas 438 98 558 Oura 276 178 403 Pinhal 71 446 58 Quebrada 188 195 309 Roseiral 299 143 420 Serra 383 93 501 Teixoso 144 519 56 Ulgueira 169 528 94	Belmar 383 Belmar Cerdeira 129 504 Cerdeira Douro 287 566 185 Dour Encosta 239 271 366 299 Freita 60 329 178 314 Gonta 305 78 426 488 Horta 522 165 643 732 Infantado 163 369 260 197 Jardim 506 210 622 765 Lourel 126 273 244 402 Monte 256 183 372 530 Nelas 438 98 558 700 Oura 276 178 403 390 Pinhal 71 446 58 216 Quebrada 188 195 309 464 Roseiral 299 143 420 575 Serra 383 93 501 641 Teixoso 144 519 56 241 Ulgueira 169 528 94 120	Belmar 383 Belmar Cerdeira 129 504 Cerdeira Douro 287 566 185 Douro Encosta 239 271 366 299 Enc Freita 60 329 178 314 91 Gonta 305 78 426 488 191 Horta 522 165 643 732 437 Infantado 163 369 260 197 102 Jardim 506 210 622 765 456 Lourel 126 273 244 402 179 Monte 256 183 372 530 264 Nelas 438 98 558 700 365 Oura 276 178 403 390 93 Pinhal 71 446 58 216 308 Quebrada 188 195 309 464 181 Roseiral 299 143 420 575 316 Serra 383 93 501 641 340 Teixoso 144 519 56 241 382 Ulgueira 169 528 94 120 261	Belmar Cerdeira Douro 287 566 185 Douro Encosta 239 271 366 299 Encosta Freita 60 329 178 314 91 Frei Gonta 305 78 426 488 191 251 Horta 522 165 643 732 437 468 Infantado 163 369 260 197 102 161 Jardim 506 210 622 765 456 452 Lourel 126 273 244 402 179 72 Monte 256 183 372 530 264 202 Nelas 438 98 558 700 365 380 Oura 276 178 403 390 93 222 Pinhal 71 446	Belmar Cerdeira Douro 287 566 185 Douro Encosta Encosta Freita 60 329 178 314 91 Freita Gonta 305 78 426 488 191 251 Gon Horta 522 165 643 732 437 468 244 Infantado 163 369 260 197 102 161 291 Jardim 506 210 622 765 456 452 270 Lourel 126 273 244 402 179 72 195 Monte 256 183 372 530 264 202 138 Nelas 438 98 558 700 365 380 172 Oura 276 178 403 390 93 222 100 Pinhal 71 446 58 216 308 123 368 Quebrada 188 195 309 464 181 134 117 Roseiral 299 143 420 575 316 245 105 Serra 383 93 501 641 340 325 115 Teixoso 144 519 56 241 382 191 441 Ulgueira 169 528 94 120 261 199 450	Belmar 383 Belmar Cerdeira 129 504 Cerdeira Douro 287 566 185 Douro Encosta 239 271 366 299 Encosta Freita 60 329 178 314 91 Freita Gonta 305 78 426 488 191 251 Gonta Horta 522 165 643 732 437 468 244 Hordinatedo 163 369 260 197 102 161 291 535 Jardim 506 210 622 765 456 452 270 85 Lourel 126 273 244 402 179 72 195 412 Monte 256 183 372 530 264 202 138 296 Nelas 438 98 558 700 365 380 172 93 Oura 276 178 403 390 93 222 100 344 Pinhal 71 446 58 216 308 123 368 585 Quebrada 188 195 309 464 181 134 117 346 Roseiral 299 143 420 575 316 245 105 256 Serra 383 93 501 641 340 325 115 143 Teixoso 144 519 56 241 382 191 441 658 Ulgueira 169 528 94 120 261 199 450 683	Belmar Cerdeira 129 504 Cerdeira Douro 287 566 185 Douro Encosta 239 271 366 299 Encosta Freita 60 329 178 314 91 Freita Gonta 305 78 426 488 191 251 Gonta Horta 522 165 643 732 437 468 244 Horta Infantado 163 369 260 197 102 161 291 535 Infan Jardim 506 210 622 765 456 452 270 85 652 Lourel 126 273 244 402 179 72 195 412 233 Monte 256 183 372 530 264 202 138 296 402 Nelas 438 98 558 700 365 380 172 93 512 Oura	Belmar Cerdeira 129 504 Cerdeira Douro 287 566 185 Douro Encosta 239 271 366 299 Encosta Freita 60 329 178 314 91 Freita Gonta 305 78 426 488 191 251 Gonta Horta 522 165 643 732 437 468 244 Horta Infantado 163 369 260 197 102 161 291 535 Infantado Jardim 506 210 622 765 456 452 270 85 652 Jardin Lourel 126 273 244 402 179 72 195 412 233 385 Monte 256 183 372 530 264 202 138 296 402 250 Nelas 438 98 558 700 365 380 172 93	Belmar Cerdeira 129 504 Cerdeira Douro 287 566 185 Douro Encosta 239 271 366 299 Encosta Freita 60 329 178 314 91 Freita Gonta 305 78 426 488 191 251 Gonta Horta 522 165 643 732 437 468 244 Horta Infantado 163 369 260 197 102 161 291 535 Infantado Jardim 506 210 622 765 456 452 270 85 652 Jardim Lourel 126 273 244 402 179 72 195 412 233 385 Lou Monte 256 183 372 530 264 202 138 296 402 250 146 Nelas 438 98 558 700 365 380 172 93 512 68 324 Oura	Belmar Cerdeira 129 504 Cerdeira Douro 287 566 185 Douro Encosta 239 271 366 299 Encosta Freita 60 329 178 314 91 Freita Gonta 305 78 426 488 191 251 Gonta Horta 522 165 643 732 437 468 244 Horta Infantado 163 369 260 197 102 161 291 535 Infantado Jardim 506 210 622 765 456 452 270 85 652 Jardim Lourel 126 273 244 402 179 72 195 412 233 385 Lourel Monte 256 183 372 530 264 202 138 296 402 250 <	Relmar 383 Belmar Cerdeira Douro 287 566 185 Douro Encosta 239 271 366 299 Encosta Encosta 305 78 426 488 191 251 Gonta Encosta Section Section	Cerdeira 129 504 Cerdeira Douro 287 566 185 Douro Encosta 239 271 366 299 Encosta Ereita 60 329 178 314 91 Freita Ereita Freita 522 165 643 732 437 468 244 Horta Ereita Ereita	Relmar 383 Belmar Cerdeira 129 504 Cerdeira Douro 287 566 185 Douro Encosta 239 271 366 299 Encosta Encosta 305 78 426 488 191 251 Gonta Encosta Serial Serial	Belmar Cerdeira 129 504 Cerdeira Bouro Bouro	Belmar Cerdeira Douro 287 566 185 Douro Encosta Encosta Gonta 305 78 426 488 191 251 Gonta Horta 522 165 643 732 437 468 244 Horta Infantado 163 369 260 197 102 161 291 535 Infantado Jardim 506 210 622 765 456 452 270 85 652 Jardim Lourel 126 273 244 402 179 72 195 412 233 385 Lourel Monte 256 183 372 530 264 202 138 296 402 250 146 Monte Nelas 438 98 558 700 365 380 172 93 512 68 324 182 Nelas Oura 276 178 403 390 93 222 100 344 193 360 172 219 235 Oura Pinhal 71 446 58 216 308 123 368 585 202 565 189 317 505 339 Pinhal Quebrada 188 195 309 464 181 134 117 346 295 330 78 80 229 147 251 Quebrada Roseiral 299 143 420 575 316 245 105 256 406 205 189 47 150 186 362 123 Rosei Serra 383 93 501 641 340 325 115 143 478 126 270 128 61 203 451 191 90 Teixoso 144 519 56 241 382 191 441 658 275 641 262 367 578 412 69 324 435 Ulgueira 169 528 94 120 261 199 450 683 159 656 282 412 585 352 98 349 460	Belmar 383 Belmar Cerdeira 129 504 Cerdeira Douro 287 566 185 Douro Encosta 239 271 366 299 Encosta Freita 60 329 178 314 91 Freita Gonta 305 78 426 488 191 251 Gonta Horta 522 165 643 732 437 468 244 Horta Infantado 163 369 260 197 102 161 291 535 Infantado Jardim 506 210 622 765 456 452 270 85 652 Jardim Lourel 126 273 244 402 179 72 195 412 233 385 Lourel Monte 256 183 372 530 264 202 138 296 402 250 146 Monte Nelas 438 98 558 700 365 380 172 93 512 68 324 182 Nelas Oura 276 178 403 390 93 222 100 344 193 360 172 219 235 Oura Pinhal 71 446 58 216 308 123 368 585 202 565 189 317 505 339 Pinhal Quebrada 188 195 309 464 181 134 117 346 295 330 78 80 229 147 251 Quebrada Roseiral 299 143 420 575 316 245 105 256 406 205 189 47 150 186 362 123 Roseiral Serra 383 93 501 641 340 325 115 143 478 126 270 128 61 203 451 191 90 Serr Teixoso 144 519 56 241 382 191 441 658 275 641 262 367 578 412 69 324 435 520 Ulgueira 169 528 94 120 261 199 450 683 159 656 282 412 585 352 98 349 460 535	Belmar 383 Belmar Cerdeira 129 504 Cerdeira Douro 287 566 185 Douro Encosta 239 271 366 299 Encosta Encosta 239 271 366 299 Encosta Encosta 239 178 314 91 Freita Encosta 305 78 426 488 191 251 Gonta Encosta Encosta	Belmar

TABELA 2 - Cidades e suas coordenadas (em quilómetros) [versão texto simples]

Cidade	X	Y				
Atroeira	116	464				
Belmar	184	137				
Cerdeira	134	564				
Douro	272	593				
Encosta	216	374				
Freita	137	417				
Gonta	180	198				
Horta	179	27				
Infantado	233	453				
Jardim	113	36				
Lourel	104	365				
Monte	73	214				
Nelas	115	91				
Oura	222	316				
Pinhal	119	521				
Quebrada	113	274				
Roseiral	95	193				
Serra	96	131				
Teixoso	100	580				
Ulgueira	192	537				
Vilar	180	467				

Cidade X Y