

Problem:

Rozwiązujący w tym zadaniu problem to MSRCPS – czyli Multi Skill Resource Constrained Project Scheduling Problem – mamy do stworzenia harmonogram – do każdego zadania musimy przydzielić czas rozpoczęcia i zasób. Każdy zasób ma określony koszt i określone umiejętności na określonym poziomie – a każde zadanie wymaga pewnej umiejętności na określonym poziomie.

Reprezentacja:

Do implementacji tego zadania postanowiłem użyć następującej reprezentacji: każde zadanie ma określone miejsce w kolejce i każde zadanie ma przydzielony zasób. Dzięki temu możemy obliczyć łączny czas i koszt w następujący sposób:

1. Dla każdego zadania:
 - a. Sprawdź czy poprzedniki danego zadania zostały wykonane.
 - b. Jeżeli tak:
 - i. Znajdź maksymalny czas zakończenia wśród zadań które są jego poprzednikami, lub są wykonywane przez ten sam zasób.
 - ii. Ustaw czas zakończenia zadania jako sumę poprzedniej wartości maksymalnej i długości zadania.
 - c. Jeżeli nie:
 - i. Przesuń zadanie w kolejce bezpośrednio za jego poprzedniki.
 - d. Policz koszt każdego zadania jako iloczyn kosztu przypisanego zasobu i długości wykonania.
2. Policz długość wykonania całości danego harmonogramu jako maksymalny czas zakończenia zadania.
3. Policz koszt całości danego harmonogramu jako suma kosztów zadań.

Inicjalizacja:

Inicjalizuje populację przez generację określonej ilości harmonogramów z losową kolejnością zadań i przypisanymi losowymi, ale posiadającymi odpowiednie umiejętności zasobami.

Ocena:

Jako funkcję oceny używam całkowitego czasu wykonania harmonogramu.

Selekcja:

Użyłem selekcji turniejowej – wybieramy z populacji określoną liczbę osobników i wybieramy z nich najbardziej przystosowany, powtarzając ten algorytm aż do momentu osiągnięcia odpowiedniej ilości wybranych osobników.

Mutacja:

Zaimplementowane są dwie mutacje:

1. Dla mutacji kolejności wykonywania zadań zamieniam miejscami dwa zadania w kolejce
2. Dla mutacji przypisanych zasobów zamieniam przypisany zasób dla danego zadania na inny pasujący

Krzyżowanie:

Zaimplementowane są dwa krzyżowania:

1. Dla krzyżowania kolejności wykonywania zadań użyłem jednopunktowego PMX, która działa podobnie jak normalne krzyżowanie – w losowym miejscu dokonujemy krzyżowania, jednak wstawiając nowe zadania z innego osobnika, zamieniamy stare miejscami, aby każde zadanie występowało w kolejce tylko raz, najlepiej ilustruje to ten obrazek:



2. Dla krzyżowania przypisanych zasobów wykorzystałem proste krzyżowanie jednopunktowe

Badania:

Aby dostroić algorytm genetyczny uruchomiłem go 10 razy dla różnych parametrów. Czas działania dla jednego wykonania: 5 sekund, ilość wykonań: 10, nazwa pliku: 100_5_20_9_D3.def.

Populacja	Turniej	Krzyżowanie	Mutacja	Minimum	Średnia	Maksimum	Odchylenie
100	20	0,85	0,01	387.0	389.1	394.0	2.024845673131659
100	1	0,85	0,01	445.0	453.9	466.0	8.238797107453113
100	5	0,85	0,01	387.0	388.5	391.0	1.2692955176439846
100	10	0,85	0	408.0	429.5	451.0	13.786063816606811
100	10	0,85	0,1	395.0	398.3	402.0	2.359378449224852
100	10	0,5	0,01	387.0	388.1	389.0	0.8755950357709131
100	10	0	0,01	387.0	388.3	390.0	1.1595018087284057
10	10	0,85	0,01	387.0	388.1	389.0	0.7378647873726218
1000	10	0,85	0,01	387.0	388.3	390.0	1.1595018087284057

Dla każdego z dostarczonych 36 większych zbiorów danych uruchomiłem trzy razy swój algorytm genetyczny z następującymi, dobranymi wcześniej w trakcie badań, parametrami:

- Wielkość turnieju: 5
- Szansa na krzyżowanie: 85%
- Szansa na mutację: 1%
- Rozmiar populacji: 1000 osobników
- Warunek stopu: 5 minutowy limit czasu

Otrzymałem następujące wyniki:

- 29 rozwiązań lepszych, zaznaczonych na zielono
- 3 rozwiązania takie same, zaznaczone na żółto
- 4 rozwiązania gorsze, zaznaczone na czerwono

Być może po modyfikacji parametrów udało by się poprawić rozwiązania gorsze na co najmniej takie same.

Dataset instance	Tasks	Resources	Relations	Skills	Grasp result value	Best result name	Best result value
100_10_26_15	100	10	26	15	251	100_10_26_15.def.2016_10_22_00_32_55.sol	234
100_10_27_9_D2	100	10	27	9	221	100_10_27_9_D2.def.2016_10_22_00_37_55.sol	208
100_10_47_9	100	10	47	9	263	100_10_47_9.def.2016_10_22_01_02_57.sol	254
100_10_48_15	100	10	48	15	256	100_10_48_15.def.2016_10_22_01_17_58.sol	246
100_10_64_9	100	10	64	9	255	100_10_64_9.def.2016_10_22_01_32_59.sol	243
100_10_65_15	100	10	65	15	256	100_10_65_15.def.2016_10_22_01_43_00.sol	245
100_20_22_15	100	20	22	15	134	100_20_22_15.def.2016_10_22_01_58_00.sol	130
100_20_23_9_D1	100	20	23	9	172	100_20_23_9_D1.def.2016_10_22_02_13_01.sol	172
100_20_46_15	100	20	46	15	170	100_20_46_15.def.2016_10_22_02_28_03.sol	161
100_20_47_9	100	20	47	9	133	100_20_47_9.def.2016_10_22_02_43_04.sol	124
100_20_65_15	100	20	65	15	213	100_20_65_15.def.2016_10_22_02_58_05.sol	205
100_20_65_9	100	20	65	9	135	100_20_65_9.def.2016_10_22_03_13_05.sol	127
100_5_20_15	100	5	22	15	401	100_5_20_9_D3.def.2016_10_22_03_28_06.sol	387
100_5_20_9_D3	100	5	20	9	503	100_5_22_15.def.2016_10_22_03_43_07.sol	486
100_5_48_15	100	5	46	15	551	100_5_46_15.def.2016_10_22_03_58_08.sol	528
100_5_48_9	100	5	48	9	510	100_5_48_9.def.2016_10_22_04_13_09.sol	492
100_5_64_15	100	5	64	15	501	100_5_64_15.def.2016_10_22_04_28_10.sol	482
100_5_64_9	100	5	64	9	494	100_5_64_9.def.2016_10_22_04_38_11.sol	475
200_10_128_15	200	10	128	15	495	200_10_128_15.def.2016_10_22_05_03_14.sol	464
200_10_135_9_D6	200	10	135	9	584	200_10_135_9_D6.def.2016_10_22_05_13_15.sol	534
200_10_50_15	200	10	50	15	515	200_10_50_15.def.2016_10_22_05_28_17.sol	487
200_10_50_9	200	10	50	9	506	200_10_50_9.def.2016_10_22_05_43_18.sol	491
200_10_84_9	200	10	84	9	526	200_10_84_9.def.2016_10_22_05_58_19.sol	515
200_10_85_15	200	10	85	15	496	200_10_85_15.def.2016_10_22_06_08_20.sol	477
200_20_145_15	200	20	145	15	266	200_20_145_15.def.2016_10_22_06_33_24.sol	249
200_20_150_9_D5	200	20	150	9	900	200_20_150_9_D5.def.2016_10_22_06_43_25.sol	900
200_20_54_15	200	20	54	15	301	200_20_54_15.def.2016_10_22_07_03_27.sol	264
200_20_55_9	200	20	55	9	258	200_20_55_9.def.2016_10_22_07_13_28.sol	261
200_20_97_15	200	20	97	15	347	200_20_97_15.def.2016_10_22_07_33_31.sol	336
200_20_97_9	200	20	97	9	253	200_20_97_9.def.2016_10_22_07_48_33.sol	255
200_40_130_9_D4	200	40	130	9	513	200_40_130_9_D4.def.2016_10_22_08_03_34.sol	513
200_40_144_15	200	40	133	15	163	200_40_133_15.def.2016_10_22_08_08_34.sol	155
200_40_45_15	200	40	45	15	164	200_40_45_15.def.2016_10_22_08_28_36.sol	159
200_40_45_9	200	40	45	9	144	200_40_45_9.def.2016_10_22_08_43_37.sol	157
200_40_90_9	200	40	90	9	148	200_40_90_9.def.2016_10_22_09_03_39.sol	159
200_40_91_9	200	40	91	15	153	200_40_91_15.def.2016_10_22_09_18_41.sol	150

Nazwa	łączny czas
100_10_26_15.def.2016_10_22_00_22_54.sol	236
100_10_26_15.def.2016_10_22_00_27_54.sol	237
100_10_26_15.def.2016_10_22_00_32_55.sol	234
100_10_26_15.def.sol	251
100_10_27_9_D2.def.2016_10_22_00_37_55.sol	208
100_10_27_9_D2.def.2016_10_22_00_42_55.sol	212
100_10_27_9_D2.def.2016_10_22_00_47_56.sol	209
100_10_27_9_D2.def.sol	221
100_10_47_9.def.2016_10_22_00_52_56.sol	255
100_10_47_9.def.2016_10_22_00_57_57.sol	255
100_10_47_9.def.2016_10_22_01_02_57.sol	254
100_10_47_9.def.sol	263
100_10_48_15.def.2016_10_22_01_07_57.sol	246
100_10_48_15.def.2016_10_22_01_12_58.sol	246
100_10_48_15.def.2016_10_22_01_17_58.sol	246
100_10_48_15.def.sol	256
100_10_64_9.def.2016_10_22_01_22_58.sol	245
100_10_64_9.def.2016_10_22_01_27_59.sol	244
100_10_64_9.def.2016_10_22_01_32_59.sol	243
100_10_64_9.def.sol	255
100_10_65_15.def.2016_10_22_01_37_59.sol	245
100_10_65_15.def.2016_10_22_01_43_00.sol	245
100_10_65_15.def.2016_10_22_01_48_00.sol	246
100_10_65_15.def.sol	256
100_20_22_15.def.2016_10_22_01_53_00.sol	130
100_20_22_15.def.2016_10_22_01_58_00.sol	130
100_20_22_15.def.2016_10_22_02_03_01.sol	130
100_20_22_15.def.sol	134
100_20_23_9_D1.def.2016_10_22_02_08_01.sol	172
100_20_23_9_D1.def.2016_10_22_02_13_01.sol	172
100_20_23_9_D1.def.2016_10_22_02_18_02.sol	172
100_20_23_9_D1.def.sol	172
100_20_46_15.def.2016_10_22_02_23_02.sol	161
100_20_46_15.def.2016_10_22_02_28_03.sol	161
100_20_46_15.def.2016_10_22_02_33_03.sol	168
100_20_46_15.def.sol	170
100_20_47_9.def.2016_10_22_02_38_03.sol	128
100_20_47_9.def.2016_10_22_02_43_04.sol	124
100_20_47_9.def.2016_10_22_02_48_04.sol	127
100_20_47_9.def.sol	133
100_20_65_15.def.2016_10_22_02_53_04.sol	205
100_20_65_15.def.2016_10_22_02_58_05.sol	205
100_20_65_15.def.2016_10_22_03_03_05.sol	205
100_20_65_15.def.sol	213
100_20_65_9.def.2016_10_22_03_08_05.sol	132
100_20_65_9.def.2016_10_22_03_13_05.sol	127
100_20_65_9.def.2016_10_22_03_18_06.sol	128
100_20_65_9.def.sol	135

100_5_20_9_D3.def.2016_10_22_03_23_06.sol	389
100_5_20_9_D3.def.2016_10_22_03_28_06.sol	387
100_5_20_9_D3.def.2016_10_22_03_33_07.sol	388
100_5_20_9_D3.def.sol	401
100_5_22_15.def.2016_10_22_03_38_07.sol	486
100_5_22_15.def.2016_10_22_03_43_07.sol	486
100_5_22_15.def.2016_10_22_03_48_08.sol	486
100_5_22_15.def.sol	503
100_5_46_15.def.2016_10_22_03_53_08.sol	530
100_5_46_15.def.2016_10_22_03_58_08.sol	528
100_5_46_15.def.2016_10_22_04_03_09.sol	529
100_5_46_15.def.sol	551
100_5_48_9.def.2016_10_22_04_08_09.sol	492
100_5_48_9.def.2016_10_22_04_13_09.sol	492
100_5_48_9.def.2016_10_22_04_18_10.sol	492
100_5_48_9.def.sol	510
100_5_64_15.def.2016_10_22_04_23_10.sol	482
100_5_64_15.def.2016_10_22_04_28_10.sol	482
100_5_64_15.def.2016_10_22_04_33_11.sol	485
100_5_64_15.def.sol	501
100_5_64_9.def.2016_10_22_04_38_11.sol	475
100_5_64_9.def.2016_10_22_04_43_11.sol	476
100_5_64_9.def.2016_10_22_04_48_12.sol	476
100_5_64_9.def.sol	494
200_10_128_15.def.2016_10_22_04_53_13.sol	467
200_10_128_15.def.2016_10_22_04_58_13.sol	465
200_10_128_15.def.2016_10_22_05_03_14.sol	464
200_10_128_15.def.sol	495
200_10_135_9_D6.def.2016_10_22_05_08_14.sol	534
200_10_135_9_D6.def.2016_10_22_05_13_15.sol	534
200_10_135_9_D6.def.2016_10_22_05_18_15.sol	534
200_10_135_9_D6.def.sol	584
200_10_50_15.def.2016_10_22_05_23_16.sol	488
200_10_50_15.def.2016_10_22_05_28_17.sol	487
200_10_50_15.def.2016_10_22_05_33_17.sol	489
200_10_50_15.def.sol	515
200_10_50_9.def.2016_10_22_05_38_18.sol	495
200_10_50_9.def.2016_10_22_05_43_18.sol	491
200_10_50_9.def.2016_10_22_05_48_18.sol	492
200_10_50_9.def.sol	506
200_10_84_9.def.2016_10_22_05_53_19.sol	517
200_10_84_9.def.2016_10_22_05_58_19.sol	515
200_10_84_9.def.2016_10_22_06_03_20.sol	520
200_10_84_9.def.sol	526
200_10_85_15.def.2016_10_22_06_08_20.sol	477
200_10_85_15.def.2016_10_22_06_13_21.sol	479
200_10_85_15.def.2016_10_22_06_18_22.sol	480
200_10_85_15.def.sol	496
200_20_145_15.def.2016_10_22_06_23_22.sol	250

200_20_145_15.def.2016_10_22_06_28_23.sol	250
200_20_145_15.def.2016_10_22_06_33_24.sol	249
200_20_145_15.def.sol	266
200_20_150_9_D5.def.2016_10_22_06_38_25.sol	900
200_20_150_9_D5.def.2016_10_22_06_43_25.sol	900
200_20_150_9_D5.def.2016_10_22_06_48_26.sol	900
200_20_150_9_D5.def.sol	900
200_20_54_15.def.2016_10_22_06_53_26.sol	269
200_20_54_15.def.2016_10_22_06_58_27.sol	266
200_20_54_15.def.2016_10_22_07_03_27.sol	264
200_20_54_15.def.sol	301
200_20_55_9.def.2016_10_22_07_08_28.sol	265
200_20_55_9.def.2016_10_22_07_13_28.sol	261
200_20_55_9.def.2016_10_22_07_18_29.sol	263
200_20_55_9.def.sol	258
200_20_97_15.def.2016_10_22_07_23_29.sol	336
200_20_97_15.def.2016_10_22_07_28_30.sol	336
200_20_97_15.def.2016_10_22_07_33_31.sol	336
200_20_97_15.def.sol	347
200_20_97_9.def.2016_10_22_07_38_31.sol	255
200_20_97_9.def.2016_10_22_07_43_32.sol	257
200_20_97_9.def.2016_10_22_07_48_33.sol	255
200_20_97_9.def.sol	253
200_40_130_9_D4.def.2016_10_22_07_53_33.sol	513

200_40_130_9_D4.def.2016_10_22_07_58_33.sol	513
200_40_130_9_D4.def.2016_10_22_08_03_34.sol	513
200_40_130_9_D4.def.sol	513
200_40_133_15.def.2016_10_22_08_08_34.sol	155
200_40_133_15.def.2016_10_22_08_13_35.sol	158
200_40_133_15.def.2016_10_22_08_18_35.sol	158
200_40_133_15.def.sol	163
200_40_45_15.def.2016_10_22_08_23_36.sol	159
200_40_45_15.def.2016_10_22_08_28_36.sol	159
200_40_45_15.def.2016_10_22_08_33_37.sol	159
200_40_45_15.def.sol	164
200_40_45_9.def.2016_10_22_08_38_37.sol	159
200_40_45_9.def.2016_10_22_08_43_37.sol	157
200_40_45_9.def.2016_10_22_08_48_38.sol	157
200_40_45_9.def.sol	144
200_40_90_9.def.2016_10_22_08_53_38.sol	162
200_40_90_9.def.2016_10_22_08_58_39.sol	159
200_40_90_9.def.2016_10_22_09_03_39.sol	159
200_40_90_9.def.sol	148
200_40_91_15.def.2016_10_22_09_08_40.sol	150
200_40_91_15.def.2016_10_22_09_13_40.sol	152
200_40_91_15.def.2016_10_22_09_18_41.sol	150
200_40_91_15.def.sol	153