

Monika Urbaniak 235654
Karolina Wacha 235258
grupa: piątek 15:15

Sterowanie Procesami Dyskretnymi

SPRAWOZDANIE Z LABORATORIUM 3 Symulowane wyżarzanie

1. Cel zadania

Celem zadania jest zapoznanie się z popularną metaheurystyką – symulowanym wyżarzaniem oraz implementacja algorytmu do rozwiązywania problemu przepływowego.

2. Wykonanie zadania

Podczas samodzielnej pracy wykonano implementację algorytmu symulowanego wyżarzania. Następnie porównano wyniki z wynikami algorytmu NEH. Bierzemy pod uwagę, że w algorytmie wyżarzania z każdym wywołaniem otrzymujemy inne wyniki ze względu na element losowości. Dlatego dla jednego wywołania NEH wywołujemy kilkakrotnie wyżarzanie, żeby móc otrzymać uśredniony wynik. Cmax początkowy jest taki sam dla każdego wywołania algorytmu wyżarzania dla danego zestawu. Zestawy testowe zostały pobrane ze strony doktora Makuchowskiego.

2a. Porównanie uzyskanych wyników z wykorzystaniem symulowanego wyżarzania do tych uzyskanych dzięki algorytmowi NEH

20 zadań i 5 maszyn (data.010)

NEH ----- Cmax : 1151

Kolejność wykonywana: [7 19 11 12 16 6 1 13 10 15 2 8 3 4 18 14 17 5 20 9]

SYMULOWANE WYŻARZANIE ----- Cmax początkowy : 1404

Czas Cmax końcowy 1127

[5, 16, 12, 11, 6, 7, 8, 10, 2, 1, 14, 18, 13, 19, 17, 3, 20, 4, 15, 9]

Czas Cmax końcowy 1127

[7, 16, 5, 12, 11, 6, 8, 3, 2, 1, 19, 10, 14, 20, 17, 13, 18, 4, 15, 9]

Czas Cmax końcowy 1127

[11, 5, 16, 1, 13, 7, 8, 3, 12, 6, 10, 2, 14, 18, 19, 20, 17, 4, 15, 9]

Czas Cmax końcowy 1112

[11, 7, 16, 6, 5, 20, 1, 2, 8, 19, 3, 10, 13, 18, 12, 14, 15, 17, 4, 9]

Czas Cmax końcowy 1117

[7, 11, 5, 12, 16, 6, 8, 13, 1, 10, 2, 18, 3, 19, 20, 14, 15, 17, 4, 9]

20 zadań i 20 maszyn (data.021)

NEH ----- **Czas Cmax : 2410**

Kolejność wykonywania: [16 15 10 8 9 12 13 11 5 1 20 14 17 2 18 6 7 19 3 4]

SYMULOWANE WYŻARZANIE ----- **Czas Cmax początkowy : 2770**

Czas Cmax końcowy 2343

[16, 8, 9, 14, 7, 11, 6, 12, 13, 10, 5, 18, 15, 20, 17, 1, 2, 4, 3, 19]

Czas Cmax końcowy 2348

[16, 8, 7, 13, 9, 15, 11, 1, 17, 6, 20, 14, 12, 10, 5, 18, 2, 4, 3, 19]

Czas Cmax końcowy 2325

[16, 8, 18, 10, 13, 15, 9, 12, 4, 11, 5, 6, 7, 20, 2, 14, 17, 1, 3, 19]

Czas Cmax końcowy 2358

[16, 8, 13, 18, 15, 20, 4, 7, 14, 17, 9, 5, 2, 1, 11, 6, 12, 10, 3, 19]

Czas Cmax końcowy 2337

[16, 8, 7, 18, 5, 15, 14, 11, 13, 12, 10, 9, 2, 6, 17, 1, 20, 3, 4, 19]

50 zadań i 5 maszyn (data.037)

NEH ----- **Czas Cmax : 2758**

Kolejność wykonywania : [37 43 45 20 49 18 13 12 42 15 25 21 27 5 39 7 23 32 46 6 10 31 35 33 30
9 11 3 44 48 29 17 26 2 36 40 34 14 8 24 47 22 16 50 19 4 38 1 28 41]

SYMULOWANE WYŻARZANIE ----- **Czas Cmax początkowy : 3450**

Czas Cmax końcowy 2736

[22, 43, 5, 20, 46, 31, 9, 13, 49, 8, 48, 29, 34, 21, 37, 25, 32, 39, 6, 18, 33, 23, 47, 42, 30, 36, 24, 38, 3,
10, 12, 2, 15, 26, 44, 40, 35, 19, 4, 50, 11, 17, 7, 27, 45, 14, 41, 1, 16, 28]

Czas Cmax końcowy 2732

[43, 37, 30, 5, 22, 49, 19, 39, 12, 33, 40, 25, 46, 27, 31, 45, 6, 24, 15, 21, 41, 23, 7, 3, 16, 10, 8, 18, 36,
35, 32, 11, 44, 42, 20, 48, 9, 34, 13, 26, 29, 14, 2, 17, 38, 1, 4, 50, 47, 28]

Czas Cmax końcowy 2735

[22, 43, 38, 49, 19, 9, 6, 37, 24, 40, 32, 5, 13, 30, 35, 15, 21, 12, 10, 44, 27, 8, 18, 36, 45, 42, 39, 31, 7,
34, 20, 48, 29, 41, 33, 25, 11, 46, 17, 23, 3, 4, 2, 14, 26, 50, 1, 16, 47, 28]

Czas Cmax końcowy 2732

[43, 27, 22, 49, 21, 32, 25, 39, 35, 20, 38, 30, 12, 48, 6, 5, 24, 33, 8, 1, 9, 40, 19, 15, 41, 18, 23, 31, 17,
46, 10, 34, 7, 14, 13, 29, 44, 4, 11, 36, 45, 37, 42, 2, 3, 26, 50, 16, 47, 28]

Czas Cmax końcowy 2732

[43, 22, 30, 19, 20, 15, 42, 38, 5, 46, 25, 39, 37, 27, 35, 21, 44, 40, 13, 8, 31, 7, 18, 14, 34, 2, 32, 36, 6, 4, 45, 10, 24, 1, 9, 33, 49, 11, 12, 29, 48, 3, 41, 17, 26, 23, 50, 16, 47, 28]

Czas Cmax końcowy 2732

[43, 19, 27, 22, 30, 46, 6, 20, 32, 38, 45, 24, 29, 40, 5, 21, 9, 15, 31, 37, 8, 2, 13, 48, 33, 18, 42, 17, 44, 49, 34, 11, 12, 35, 36, 1, 23, 41, 14, 7, 39, 3, 10, 26, 25, 16, 4, 50, 47, 28]

100 zadań i 20 maszyn (data.084)

NEH ----- Czas Cmax : 6557

Kolejność wykonywania : [1 5 44 69 91 8 86 24 63 33 92 98 66 26 2 52 67 78 60 65 32 48 38 84 46 89 58 88 49 73 20 9 64 35 51 77 59 3 29 16 100 18 56 17 19 61 70 71 54 87 43 7 41 45 37 42 22 23 99 72 21 55 10 12 74 83 85 25 90 13 39 15 62 31 96 79 95 76 50 11 28 81 4 94 47 30 68 93 36 57 82 6 14 40 53 34 27 75 80 97]

SYMULOWANE WYŻARZANIE ----- Czas Cmax początkowy : 7885

Czas Cmax końcowy 6592

[68, 16, 17, 38, 44, 32, 50, 59, 67, 29, 86, 58, 2, 88, 23, 84, 28, 8, 71, 70, 3, 54, 90, 43, 56, 30, 1, 79, 92, 35, 12, 57, 26, 83, 31, 65, 74, 69, 62, 93, 96, 60, 52, 48, 20, 22, 13, 5, 21, 37, 47, 77, 45, 76, 55, 7, 6, 72, 46, 18, 14, 99, 39, 95, 85, 78, 51, 40, 36, 63, 100, 10, 4, 33, 89, 15, 9, 91, 97, 81, 42, 73, 24, 98, 25, 61, 41, 11, 27, 87, 53, 49, 75, 80, 94, 82, 66, 19, 34, 64]

Czas Cmax końcowy 6622

[68, 29, 5, 60, 91, 79, 57, 82, 98, 8, 63, 11, 76, 51, 25, 9, 35, 1, 78, 14, 44, 99, 42, 12, 69, 18, 83, 45, 88, 50, 100, 71, 15, 55, 86, 41, 70, 58, 46, 61, 16, 87, 13, 56, 23, 26, 43, 84, 90, 48, 6, 89, 94, 31, 93, 80, 39, 97, 54, 96, 22, 52, 92, 4, 33, 24, 67, 47, 72, 37, 74, 49, 53, 66, 65, 3, 7, 34, 20, 17, 38, 59, 64, 32, 30, 2, 27, 21, 73, 77, 85, 95, 36, 81, 75, 28, 10, 19, 62, 40]

Czas Cmax końcowy 6583

[8, 65, 92, 5, 16, 86, 56, 26, 74, 98, 66, 93, 38, 69, 44, 33, 25, 91, 32, 9, 15, 63, 45, 96, 59, 72, 29, 23, 70, 60, 43, 89, 67, 37, 71, 47, 46, 30, 90, 51, 73, 50, 13, 78, 100, 39, 18, 52, 20, 22, 48, 35, 31, 57, 95, 76, 88, 58, 49, 10, 12, 2, 84, 54, 1, 85, 87, 62, 11, 68, 53, 99, 7, 77, 24, 21, 6, 28, 55, 75, 79, 36, 83, 19, 4, 94, 82, 14, 61, 41, 80, 3, 42, 64, 97, 34, 17, 27, 81, 40]

Czas Cmax końcowy 6606

[91, 29, 1, 60, 92, 68, 89, 46, 18, 71, 65, 5, 57, 56, 8, 67, 79, 74, 69, 41, 84, 45, 52, 26, 44, 94, 78, 14, 54, 87, 93, 72, 98, 9, 33, 80, 7, 58, 34, 25, 86, 96, 77, 90, 22, 99, 35, 64, 2, 95, 51, 36, 63, 12, 13, 43, 50, 17, 53, 48, 88, 38, 30, 42, 19, 3, 15, 37, 70, 76, 49, 21, 24, 27, 6, 61, 83, 39, 100, 4, 16, 23, 11, 85, 55, 20, 81, 31, 73, 10, 75, 59, 32, 28, 82, 47, 66, 62, 97, 40]

Czas Cmax końcowy 6666

[1, 8, 5, 51, 64, 91, 95, 74, 60, 83, 48, 50, 63, 82, 25, 70, 46, 13, 17, 90, 72, 4, 97, 15, 69, 9, 29, 45, 37, 58, 67, 35, 28, 18, 11, 24, 87, 61, 44, 85, 32, 26, 31, 7, 98, 23, 55, 86, 47, 38, 54, 34, 73, 78, 22, 79, 57, 10, 65, 16, 43, 12, 88, 21, 76, 94, 71, 84, 93, 36, 100, 99, 2, 56, 96, 3, 52, 62, 81, 80, 41, 68, 42, 20, 39, 6, 92, 14, 27, 59, 33, 89, 53, 66, 77, 30, 40, 75, 19, 49]

NEH – – – – – **Czas Cmax : 5139**

Kolejność wykonywania : [54 49 70 1 47 29 21 69 20 83 73 8 39 90 92 72 6 4 86 80 61 53 91 56 37 3 85 88 95 97 57 27 42 98 50 34 31 78 44 7 68 67 5 99 26 100 71 9 96 82 14 17 33 12 46 22 40 76 28 23 16 51 24 65 48 59 64 30 25 93 10 52 45 11 87 13 35 62 58 63 43 55 75 60 74 77 15 41 2 19 79 81 18 84 66 89 38 94 32 36]

SYMULOWANE WYŻARZANIE – – – – – **Czas Cmax początkowy : 5753**

Czas Cmax końcowy 5160

[37, 85, 59, 49, 81, 96, 22, 28, 63, 72, 42, 82, 8, 39, 19, 45, 73, 24, 66, 25, 50, 93, 80, 9, 47, 43, 61, 30, 75, 17, 13, 33, 20, 18, 27, 16, 51, 89, 78, 34, 94, 21, 100, 70, 48, 60, 91, 14, 35, 79, 1, 95, 74, 69, 40, 56, 88, 65, 11, 62, 64, 6, 15, 98, 3, 4, 23, 55, 99, 38, 76, 5, 87, 31, 46, 90, 2, 29, 54, 92, 67, 7, 71, 10, 97, 83, 53, 84, 26, 41, 52, 68, 77, 12, 57, 36, 86, 44, 58, 32]

Czas Cmax końcowy 5146

[49, 8, 72, 17, 88, 79, 93, 24, 45, 81, 99, 71, 74, 19, 70, 21, 37, 86, 34, 16, 57, 60, 96, 33, 50, 98, 3, 15, 28, 83, 14, 36, 27, 80, 100, 82, 41, 67, 85, 95, 84, 35, 38, 75, 65, 56, 6, 55, 31, 42, 43, 2, 20, 97, 44, 59, 52, 40, 12, 66, 4, 92, 48, 39, 78, 73, 11, 22, 63, 94, 9, 90, 7, 46, 61, 68, 5, 69, 1, 62, 89, 30, 10, 64, 25, 77, 54, 29, 76, 87, 51, 32, 13, 91, 18, 47, 23, 58, 53, 26]

Czas Cmax końcowy 5146

[49, 73, 20, 3, 19, 85, 83, 97, 10, 7, 27, 82, 63, 30, 92, 44, 47, 17, 40, 93, 84, 99, 98, 16, 34, 24, 88, 61, 89, 71, 8, 74, 58, 11, 68, 9, 43, 6, 66, 80, 70, 13, 39, 1, 56, 2, 77, 54, 53, 48, 67, 50, 37, 29, 21, 64, 62, 26, 25, 18, 65, 100, 22, 60, 72, 33, 69, 95, 5, 94, 14, 42, 81, 86, 57, 38, 91, 15, 76, 52, 59, 35, 28, 79, 78, 45, 31, 51, 87, 4, 55, 75, 90, 41, 12, 96, 23, 46, 36, 32]

Czas Cmax końcowy 5150

[47, 20, 8, 70, 37, 98, 73, 97, 74, 89, 44, 92, 24, 100, 80, 82, 17, 45, 49, 64, 68, 27, 79, 81, 32, 99, 88, 33, 42, 21, 84, 54, 48, 3, 40, 31, 91, 13, 25, 63, 57, 52, 58, 11, 86, 28, 50, 39, 34, 72, 9, 51, 69, 10, 93, 71, 85, 53, 15, 36, 65, 94, 83, 22, 23, 41, 95, 56, 19, 60, 18, 59, 30, 14, 46, 16, 2, 26, 43, 35, 66, 7, 76, 55, 29, 62, 5, 1, 96, 4, 75, 6, 61, 38, 12, 67, 78, 87, 77, 90]

Czas Cmax końcowy 5161

[73, 5, 8, 91, 88, 70, 47, 21, 29, 48, 72, 98, 80, 15, 11, 50, 3, 75, 68, 33, 18, 78, 63, 93, 85, 61, 1, 57, 28, 22, 65, 44, 23, 84, 55, 42, 60, 13, 56, 17, 76, 59, 82, 35, 30, 38, 81, 62, 54, 37, 49, 97, 86, 34, 87, 89, 39, 43, 77, 7, 4, 95, 25, 27, 19, 10, 14, 20, 52, 40, 12, 90, 16, 83, 92, 31, 64, 41, 2, 45, 53, 46, 71, 67, 24, 100, 6, 9, 79, 74, 96, 51, 99, 94, 26, 66, 58, 32, 69, 36]

WNIOSKI:

Jednakowym wnioskiem dla wszystkich zadań jest to, że początkowy Cmax dla wyżarzania zawsze jest gorszy niż Cmax uzyskany dla algorytmu NEH, natomiast po przeprowadzeniu operacji wyżarzania 50 zadań i 5 maszyn jest ostatnią przetestowaną przez nas grupą, dla której algorytm wyżarzania sprawdza się lepiej niż NEH. Dla dużych ilości maszyn i zadań algorytm NEH jest wydajniejszy. Przy określaniu, który z algorytmów sprawdza się lepiej, liczba zadań ma dużo większe znaczenie niż liczba maszyn. Może wynikać to z faktu, że dla małej liczby zadań czas topnienia jest

wystarczający, natomiast dla większej jest za mały aby wykonać liczbę operacji prowadzącą do satysfakcjonującego wyniku. Możemy zauważyć, że dla małej liczby zadań (do 20) zadania układają się bardzo podobnie przy kolejnych wywołaniach algorytmu. Dla 50 zadań powtarza się już tylko część, ale wciąż są to charakterystyczne powtórzenia, w tych samych miejscach, łatwe to znalezienia. Natomiast dla 100 zadań kolejność wykonywania przy każdym wywołaniu jest inna, bez względu na liczbę maszyn.

Możemy zauważyć, że im większa liczba maszyn, tym większe rozbieżności w wartościach Cmax końcowych przy kolejnych wywołaniach. Mała liczba maszyn daje nam bardzo podobne wyniki za każdym razem.

2b. Przeprowadzenie badań dotyczących wyboru między ruchem typu Insert, a typu Swap

20 zadań i 10 maszyn (data.020)

Cmax na początku to: 2051

Opcja swap:

Cmax na koniec to: 1630

Kolejność zadań : [5, 16, 6, 13, 9, 10, 17, 8, 4, 7, 2, 1, 18, 14, 15, 20, 19, 12, 11, 3]

Opcja insert :

Cmax na koniec to: 1639

Kolejność zadań : [5, 13, 15, 16, 6, 10, 17, 8, 4, 19, 14, 2, 7, 20, 11, 3, 9, 12, 18, 1]

50 zadań i 10 maszyn (data.048)

Cmax na początku to: 3773

Opcja swap:

Cmax na koniec to: 3136

Kolejność zadań : [6, 17, 26, 47, 1, 21, 33, 4, 7, 12, 22, 48, 41, 44, 32, 15, 9, 35, 19, 13, 37, 43, 50, 27, 18, 24, 2, 11, 38, 45, 5, 34, 10, 31, 25, 14, 29, 3, 16, 42, 20, 36, 8, 28, 23, 49, 30, 46, 40, 39]

Opcja insert:

Cmax na koniec to: 3087

Kolejność zadań : [26, 6, 47, 19, 21, 33, 15, 42, 34, 41, 45, 18, 37, 50, 46, 17, 48, 1, 9, 29, 35, 38, 8, 3, 14, 20, 44, 31, 25, 11, 16, 32, 13, 24, 5, 27, 2, 10, 12, 22, 36, 49, 30, 4, 23, 43, 7, 40, 39, 28]

100 zadań i 5 maszyn (data.070)

Cmax na początku to: 6157

Opcja swap:

Cmax na koniec to: 5353

Kolejność zadań : [24, 2, 63, 95, 12, 16, 20, 94, 90, 89, 30, 26, 69, 71, 45, 46, 17, 93, 25, 80, 78, 50, 83, 72, 75, 21, 31, 52, 53, 70, 47, 88, 39, 84, 82, 14, 91, 4, 96, 6, 57, 59, 48, 22, 44, 35, 61, 11, 1, 56, 81, 19, 73, 66, 77, 28, 86, 38, 74, 64, 7, 5, 58, 13, 55, 29, 43, 51, 40, 15, 54, 97, 9, 8, 42, 32, 36, 41, 37, 33, 34, 49, 100, 3, 18, 76, 23, 27, 65, 79, 87, 99, 92, 85, 60, 67, 68, 62, 98, 10]

Opcja insert:

Cmax na koniec to: 5375

Kolejność zadań : [88, 55, 4, 17, 82, 64, 29, 44, 93, 56, 58, 94, 67, 96, 63, 71, 73, 74, 24, 90, 8, 48, 70, 83, 86, 43, 84, 34, 97, 22, 42, 14, 54, 75, 98, 31, 47, 69, 78, 53, 19, 7, 9, 68, 11, 46, 15, 21, 80, 72, 66, 50, 37, 36, 39, 79, 3, 49, 100, 95, 20, 91, 12, 1, 87, 77, 28, 41, 81, 30, 33, 6, 89, 10, 40, 18, 23, 99, 51, 5, 27, 45, 85, 26, 35, 76, 65, 92, 60, 57, 59, 52, 16, 25, 13, 32, 61, 38, 62, 2]

WNIOSKI:

Ze względu na wybór losowego elementu przez funkcję insert nie jesteśmy w stanie poprawnie założyć, czy wynik końcowy będzie lepszy, czy gorszy od wybranego za pomocą funkcji swap. Czasy Cmax końcowe różnią się dla obu metod ze względu na losowość, lecz nie można jednoznacznie stwierdzić, która z funkcji (swap/insert) daje optymalne wyniki.

2c. Przeprowadzenie badania dotyczącego współczynnika wychładzania

Współczynnik wychładzania: $\mu = 0.8$

A) 20 zadań i 5 maszyn (data.009)

Cmax na początku to : 1468

Cmax na koniec to : 1253

Kolejność zadań : [4, 2, 8, 7, 10, 20, 17, 1, 5, 18, 6, 9, 11, 12, 16, 3, 13, 14, 15, 19]

B) 50 zadań i 5 maszyn (data.038)

Cmax na początku to: 3140

Cmax na koniec to: 2704

Kolejność zadań : [34, 47, 2, 38, 8, 43, 3, 28, 35, 21, 37, 39, 36, 25, 46, 12, 1, 27, 14, 23, 33, 5, 9, 26, 18, 20, 6, 4, 44, 31, 24, 41, 10, 7, 45, 11, 29, 19, 15, 17, 50, 22, 32, 16, 48, 49, 13, 30, 42, 40]

C) 100 zadań i 5 maszyn (data.064)

Cmax na początku to: 5675

Cmax na koniec to: 5044

Kolejność zadań : [72, 18, 96, 6, 82, 7, 19, 69, 49, 81, 9, 89, 67, 32, 55, 53, 25, 97, 26, 64, 48, 91, 12, 86, 4, 2, 62, 84, 92, 98, 36, 71, 70, 85, 54, 41, 94, 79, 75, 15, 87, 59, 5, 90, 21, 40, 57, 52, 16, 73, 74, 28, 10, 24, 43, 34, 100, 50, 93, 45, 83, 30, 3, 38, 99, 20, 65, 33, 29, 35, 80, 27, 14, 51, 61, 22, 11, 78, 1, 44, 47, 13, 88, 77, 17, 46, 8, 23, 60, 68, 76, 66, 39, 95, 31, 37, 63, 58, 56, 42]

Współczynnik wychładzania: $\mu = 0.9$

A) 20 zadań i 5 maszyn (data.009)

Cmax na początku to : 1468

Cmax na koniec to : 1230

Kolejność zadań : [4, 12, 10, 2, 8, 1, 16, 20, 17, 18, 15, 3, 11, 13, 7, 6, 19, 14, 9, 5]

B) 50 zadań i 5 maszyn (data.038)

Cmax na początku to : 3140

Cmax na koniec to : 2705

Kolejność zadań : [34, 47, 40, 17, 10, 25, 18, 7, 27, 48, 1, 38, 24, 31, 23, 35, 45, 36, 19, 26, 46, 37, 16, 8, 3, 14, 44, 5, 22, 20, 6, 9, 43, 15, 28, 29, 33, 4, 11, 42, 13, 49, 39, 12, 2, 41, 50, 21, 30, 32]

C) 100 zadań i 5 maszyn (data.064)

Cmax na początku to : 5675

Cmax na koniec to : 5044

Kolejność zadań : [32, 69, 46, 26, 72, 79, 40, 66, 39, 25, 92, 81, 5, 74, 51, 67, 12, 80, 7, 60, 89, 96, 88, 83, 44, 49, 100, 82, 2, 3, 94, 86, 98, 19, 99, 38, 55, 59, 90, 23, 85, 77, 37, 16, 20, 9, 58, 6, 78, 21, 57, 43, 10, 73, 35, 64, 24, 71, 28, 87, 54, 27, 45, 68, 52, 4, 62, 97, 50, 34, 48, 41, 36, 75, 11, 93, 95, 14, 22, 18, 56, 31, 1, 29, 47, 8, 91, 76, 33, 84, 65, 13, 53, 15, 70, 30, 63, 17, 61, 42]

Współczynnik wychładzania: $\mu = 0.95$

A) 20 zadań i 5 maszyn (data.009)

Cmax na początku to : 1468

Cmax na koniec to : 1237

Kolejność zadań : [4, 2, 8, 10, 12, 1, 20, 6, 18, 17, 16, 3, 13, 11, 14, 19, 7, 15, 9, 5]

B) 50 zadań i 5 maszyn (data.038)

Cmax na początku to : 3140

Cmax na koniec to : 2707

Kolejność zadań : [7, 34, 8, 19, 30, 36, 25, 10, 18, 26, 31, 21, 28, 27, 5, 44, 35, 39, 17, 2, 3, 37, 20, 47, 14, 16, 22, 1, 33, 50, 48, 15, 46, 49, 9, 23, 6, 4, 42, 12, 45, 24, 29, 43, 11, 41, 13, 38, 32, 40]

C) 100 zadań i 5 maszyn (data.064)

Cmax na początku to : 5675

Cmax na koniec to : 5042

Kolejność zadań : [20, 71, 52, 75, 69, 74, 2, 72, 11, 64, 45, 36, 15, 5, 22, 7, 65, 93, 92, 80, 9, 21, 13, 28, 91, 89, 53, 18, 90, 67, 78, 4, 40, 81, 66, 99, 10, 26, 43, 100, 23, 94, 31, 98, 19, 37, 96, 25, 3, 6, 29, 41, 51, 73, 46, 48, 95, 59, 62, 87, 12, 16, 32, 49, 24, 54, 27, 47, 50, 30, 85, 55, 63, 82, 44, 39, 79, 97, 88, 83, 35, 8, 57, 60, 56, 33, 34, 14, 84, 86, 70, 68, 42, 1, 58, 76, 77, 61, 38, 17]

Współczynnik wychładzania: $\mu = 0.99$

A) 20 zadań i 5 maszyn (data.009)

Cmax na początku to : 1468

Cmax na koniec to : 1244

Kolejność zadań : [4, 7, 8, 16, 2, 20, 10, 12, 18, 17, 1, 9, 15, 3, 6, 11, 13, 19, 14, 5]

B) 50 zadań i 5 maszyn (data.038)

Cmax na początku to : 3140

Cmax na koniec to : 2705

Kolejność zadań : [34, 47, 8, 39, 31, 14, 24, 26, 20, 46, 28, 37, 7, 45, 9, 19, 16, 48, 25, 21, 36, 10, 17, 44, 49, 3, 1, 6, 15, 29, 43, 5, 12, 27, 30, 38, 13, 4, 40, 22, 35, 41, 18, 33, 11, 50, 42, 2, 23, 32]

C) 100 zadań i 5 maszyn (data.064)

Cmax na początku to : 5675

Cmax na koniec to : 5042

Kolejność zadań : [20, 59, 6, 51, 11, 10, 22, 47, 82, 46, 58, 64, 86, 18, 52, 56, 36, 39, 57, 54, 13, 37, 16, 43, 28, 55, 4, 29, 35, 71, 97, 45, 88, 81, 69, 99, 70, 83, 2, 14, 67, 84, 80, 79, 72, 48, 8, 73, 44, 33, 89, 31, 98, 90, 75, 25, 15, 100, 85, 93, 87, 53, 9, 94, 12, 62, 50, 92, 19, 27, 41, 49, 7, 68, 21, 24, 76, 63, 42, 26, 96, 38, 1, 91, 74, 34, 95, 30, 40, 66, 32, 3, 77, 78, 61, 5, 60, 23, 65, 17]

Powyższe dane zebrane w tabelkę :

Dane	WSPÓŁCZYNNIK WYCHŁADZANIA							
	0,80		0,90		0,95		0,99	
	Cmax start	Cmax koniec	Cmax start	Cmax koniec	Cmax start	Cmax koniec	Cmax start	Cmax koniec
data.009	1468	1253	1468	1230	1468	1237	1468	1244
data.038	3140	2704	3140	2705	3140	2707	3140	2705
data.064	5675	5044	5675	5044	5675	5042	5675	5042

WNIOSKI:

Współczynnik wychładzania niewiele zmienia wartości Cmax. Ich zmiana może równie dobrze wynikać z losowości sortowania kolejności zadań.

2d. Badania dotyczące doboru temperatury początkowej i końcowej

Testy przeprowadzono dla 100 zadań i 20 maszyn oraz 20 zadań i 20 maszyn dla początkowych temperatur 200 i 2000 oraz ilości iteracji 1000, 10000, 50000 i 100000.

Dla 100 zadań i 20 maszyn (data.084)

Temperatura początkowa 200, ilość iteracji 10000

Cmax na koniec to: 6548

Cmax na koniec to: 6597

Cmax na koniec to: 6563

Temperatura początkowa 200, ilość iteracji 50000

Cmax na koniec to: 6425

Cmax na koniec to: 6468

Cmax na koniec to: 6459

Temperatura początkowa 2000, ilość iteracji 10000

Cmax na koniec to: 6525

Cmax na koniec to: 6536

Cmax na koniec to: 6575

Temperatura początkowa 2000, ilość iteracji 50000

Cmax na koniec to: 6460

Cmax na koniec to: 6459

Cmax na koniec to: 6493

WNIOSKI

Przy zwiększeniu o rząd temperatury początkowej, ale takiej samej końcowej, Cmax końcowy odrobinę się zmniejsza. Kolejność pozostaje podobnie losowa. Przy zwiększonych iteracjach ułożenia danych są podobniejsze. Przy zwiększeniu ilości iteracji czas wykonywania programu zwiększa się, ale Cmax znacznie się zmniejsza.

20 zadań i 20 maszyn (dane.021)

Temperatura 200, iteracje 1000:

Cmax na koniec to: 2323

Cmax na koniec to: 2381

Cmax na koniec to: 2359

Temperatura 200, iteracje 10000:

Cmax na koniec to: 2343

Cmax na koniec to: 2348

Cmax na koniec to: 2325

Temperatura 2000, iteracje 1000:

Cmax na koniec to: 2350

Cmax na koniec to: 2349

Cmax na koniec to: 2370

Temperatura 2000 iteracje 50000:

Cmax na koniec to: 2391

Cmax na koniec to: 2393

Cmax na koniec to: 2360

Temperatura 2000 iteracje 100000:

Cmax na koniec to: 2339

Cmax na koniec to: 2349

Cmax na koniec to: 2379

Przy mniejszej ilości danych zjawisko losowości ma większe znaczenie i Cmaxy końcowe przy zwiększonej liczbie iteracji są podobne. Zwiększenie temperatury początkowej nie ma znaczenia, ponieważ liczy się w tym przypadku delta temperatury, która pozostaje taka sama.