08-04-2019r.

Sterowanie procesami dyskretnymi. Laboratorium.  
Zajęcia 3.

**Grupa:**   
Patrycja Bugaj 235276  
Kamil Goś 235184  
PON/15:15  
Prowadzący: Teodor Niżyński

1. Zadanie do wykonania

Celem zajęć było zapoznanie się z popularną metaheurystyką - symulowanym wyżarzaniem oraz implementacja symulowanego wyżarzania do rozwiązywania problemu przepływowego.

1. Przebieg ćwiczenia

Pierwszym krokiem było poprawne zaimplementowanie algorytmu, następnie po uprzednim zaimplementowaniu symulowanego wyżarzania przeprowadziliśmy na nim badania, które powinny doprowadzić do znalezienia najlepszych ustawień algorytmu. Wszystkie badania zostały przeprowadzone dla instancji ta001 **(Cmax = 1286)**. Wynikami jest średnia arytmetyczna z czterech pomiarów.

1. Przeprowadzone badania
   1. Wybór między ruchem typu Insert a ruchem typu Swap. Wpływ doboru współczynnika wychładzania μ. Wpływ kolejności startowej (neutralnej i uzyskanej z algorytmu NEH).

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Parametry** | Cmax uzyskane z wykorzystaniem ruchu typu **Insert** | | Cmax uzyskane z wykorzystaniem ruchu typu **Swap** | |
| kolejność startowa **neutralna** | kolejność startowa z algorytmu **NEH** | kolejność startowa **neutralna** | kolejność startowa z **algorytmu NEH** |
| T0 = 100, Tgr = 1  μ = 0,8 | 1373 | 1323 | 1402 | 1372 |
| T0 = 100, Tgr = 1  μ = 0,9 | 1384 | 1357 | 1367 | 1372 |
| T0 = 100, Tgr = 1  μ = 0,95 | 1343 | 1323 | 1364 | 1337 |
| T0 = 100, Tgr = 1  μ = 0,99 | 1312 | **1306** | 1331 | 1325 |

Tabela 1: Badania wyboru między Insert a Swap oraz doboru współczynnika wychładzania μ

* 1. Wpływ doboru temperatury początkowej i końcowej. Badania zostały przeprowadzone dla współczynnika chłodzenia = 0.99 (najlepszy w poprzedniej próbie) i sekwencji początkowej z algorytmu NEH.

|  |  |
| --- | --- |
| **Temperatura początkowa i końcowa** | **Wynik (Cmax)** |
| T\_start: 100 T\_stop: 1 | 1332 |
| T\_start: 100 T\_stop: 10 | 1353 |
| T\_start: 1000 T\_stop: 1 | 1352 |
| T\_start: 1000 T\_stop: 10 | 1330 |
| T\_start: 5000 T\_stop: 1 | 1349 |
| **T\_start: 5000 T\_stop: 10** | **1297 (min)** |
| T\_start: 5000 T\_stop: 1000 | 1519 |
| T\_start: 10000 T\_stop: 1000 | 1503 |

* 1. Badanie wpływu wybranej funkcji schładzania. Badania przeprowadzone dla: μ=0.99, T\_start = 5000, T\_stop = 10, k = 1000 (ilość iteracji) i sekwencji początkowej z algorytmu NEH.

|  |  |
| --- | --- |
| **Funkcja schładzania** | **Wynik (Cmax)** |
|  | 1359 |
|  | **1286** |

* + 1. W tym miejscu postanowiono również sprawdzić wpływ ilości iteracji na jakość rozwiązania.

|  |  |
| --- | --- |
| **Ilość iteracji** | **Rozwiązanie** |
| 10 | 1358 |
| 100 | 1307 |
| 1000 | **1284** |
| 10000 | 1297 |
| 100000 | 1904 |

Jak widać zastosowanie tego rodzaju funkcji chłodzącej daje bardzo dobre efekty.

* 1. Badanie wpływu zastosowanej funkcji prawdopodobieństwa wykonywania ruchu, polegające na usunięciu prawdopodobieństwa 1. Badania przeprowadzone dla: μ=0.99, T\_start = 5000, T\_stop = 10, pierwszej funkcji chłodzenia i sekwencji początkowej z algorytmu NEH.

|  |  |
| --- | --- |
| **Prawdopodobieństwo** | **Wynik (Cmax)** |
|  | **1371** |
|  | 1388 |

* 1. Badanie wpływu zastosowanej funkcji prawdopodobieństwa wykonywania ruchu, polegające na rozważaniu wyłącznie rozwiązań, dla których . Badania przeprowadzone dla: μ=0.99, T\_start = 5000, T\_stop = 10, pierwszej funkcji chłodzenia i sekwencji początkowej z algorytmu NEH.

|  |  |
| --- | --- |
| **Prawdopodobieństwo** | **Wynik (Cmax)** |
|  | 1371 |
|  | **1366** |

* 1. Porównanie wyników uzyskanych z algorytmu SA (dla najlepszej konfiguracji) z algorytmem NEH dla kilku losowych instancji i dla dwóch rodzajów funkcji chłodzącej.  
       
     Najlepsze ustawienia algorytmu symulowanego wyżarzania:
* kolejność startowa z algorytmu **NEH**
* ruch z wykorzystaniem funkcji **insert**
* współczynnik chłodzenia **μ=0.99**
* Prawdopodobieństwo ruchu:
  + 1. Funkcja schładzania:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Instancja** | **Algorytm SA** | **Algorytm NEH** | **Podane Cmax** | **Błąd SA** |
| Ta001 (20x5) | Cmax = **1331** Czas = 0.014s | Cmax = **1286** Czas = 0.012s | 1286 | 3,5% |
| Ta071 (100x10) | Cmax = **6424** Czas = 0.576s | Cmax = **5846** Czas = 2.562s | 5846 | 9,9% |
| Ta095 (200x10) | Cmax = **11524** Czas = 1.038s | Cmax = **10645** Czas = 18.139s | 10645 | 8,2% |
| Ta103 (200x20) | Cmax = **13216** Czas = 1.974s | Cmax = **11852** Czas = 37.343s | 11852 | 11,5% |

* + 1. Funkcja schładzania: **, dla k =1000**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Instancja** | **Algorytm SA** | **Algorytm NEH** | **Podane Cmax** | **Błąd SA** |
| Ta001 (20x5) | Cmax = **1287** Czas = 0.035s | Cmax = **1286** Czas = 0.012s | 1286 | 0.07% |
| Ta071 (100x10) | Cmax = **5858** Czas = 0.301s | Cmax = **5846** Czas = 2.562s | 5846 | 0.2% |
| Ta095 (200x10) | Cmax = **10669** Czas = 0.552s | Cmax = **10645** Czas = 18.139s | 10645 | 0.23% |
| Ta103 (200x20) | Cmax = **11852** Czas = 1.116s | Cmax = **11852** Czas = 37.343s | 11852 | 0% |

1. **Wnioski**

Algorytm symulowanego wyżarzania jest bardzo łatwy w implementacji. Jest też szybkim algorytmem, jednakże wyniki które zwraca są bardzo rozbieżne, jednakże zastosowanie najlepszej konfiguracji (bardzo duży wpływ funkcji chłodzącej) przyniosło zadowalające efekty. Mimo wszystko algorytm jest bardzo losowy. Widać to chociażby po procentowych błędach.