

# Problem komiwojażera z wykorzystaniem algorytmu symulowanego wyżarzania

Mateusz Chlebosz 151817, Jakub Aszyk 1518

16 Stycznia 2023

## Algorytm Wyżarzania Symulowanego

### 1. Inicjalizacja

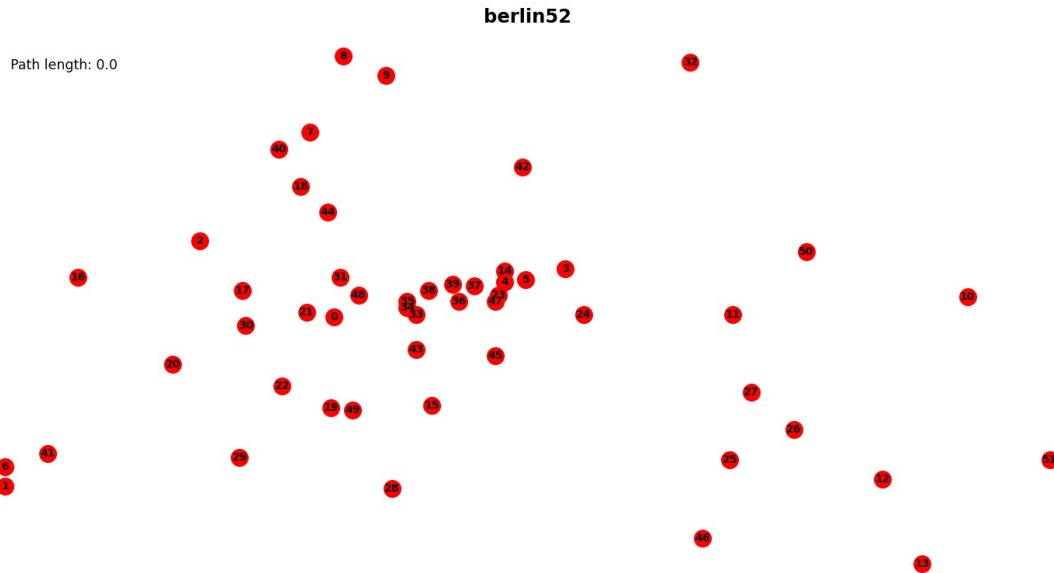


Figure 1: Initial

### 2. Opis Algorytmu

Symulowane wyżarzanie – jedna z technik projektowania algorytmów heurystycznych (meta-heurystyka). Cechą charakterystyczną tej metody jest występowanie parametru sterującego zwanego temperaturą, który maleje w trakcie wykonywania algorytmu. Im wyższą wartość ma ten parametr, tym bardziej chaotyczne mogą być zmiany. Podejście to jest inspirowane zjawiskami obserwowanymi w metalurgii – im większa temperatura metalu, tym bardziej jest on plastyczny.

Jest to metoda iteracyjna: najpierw losowane jest pewne rozwiązanie, a następnie jest ono w kolejnych krokach modyfikowane. Jeśli w danym kroku uzyskamy rozwiązanie lepsze, wybieramy je zawsze. Istotną cechą symulowanego wyżarzania jest jednak to, że z pewnym prawdopodobieństwem może być również zaakceptowane rozwiązanie gorsze (ma to na celu umożliwienie wyjście z maksimum lokalnego).

Prawdopodobieństwo przyjęcia gorszego rozwiązania wyrażone jest wzorem  $e(f(X) - f(X'))/T$  (rozkład Boltzmanna), gdzie  $X$  jest poprzednim rozwiązaniem,  $X'$  nowym rozwiązaniem, a  $f$  funkcją oceny jakości – im wyższa wartość  $f(X)$ , tym lepsze rozwiązanie. Ze wzoru można zauważyć, że

prawdopodobieństwo przyjęcia gorszego rozwiązania spada wraz ze spadkiem temperatury i wzrostem różnicy jakości obu rozwiązań.

Przez rozpoczęciem wykonywania algorytmu należy ustalić:

- Początkową wartość temperatury  $T$ .
- Sposób obniżania temperatury – często stosowanym rozwiązaniem jest mnożenie aktualnej temperatury przez pewien współczynnik, zazwyczaj mieszczący się w przedziale  $[0, 8; 0, 99]$ .
- Liczbę prób przeprowadzanych w ramach jednej epoki (z tą samą temperaturą).
- Sposób wyboru nowego rozwiązania w ramach pojedynczej próby. Nowe rozwiązanie powinno znajdować się w pobliżu aktualnego. Przy wyznaczeniu nowego rozwiązania można wziąć pod uwagę aktualną temperaturę – im wyższa, tym bardziej nowe i aktualne rozwiązanie mogą się od siebie różnić.
- Warunek stopu – może to być np. osiągnięcie określonej liczby epok lub odpowiednio mała zmiana rozwiązania w trakcie ostatnio wykonanych epok.

(Debudaj-Grabysz, Deorowicz, and Widuch 2012)

### 3. Pseudokod

$S$  = instancja początkowa

$T = T_0$  = temperatura początkowa  $T_{min}$  = temperatura minimalna

$\alpha$  = współczynnik zmniejszania temperatury

```
while T > T_min
    S_New = losowy_sasiad_instancji(S)
    Delta = długość(2) - długość(S)
    if Delta < 0
        S = S_New
    else
        prawdopodobienstwo = e(-Delta/T)
        if losowa_liczba_z_przedziału(0,1) < prawdopodobienstwo
            S = S_New
    T = T * alpha
return S
```

Nasza implementacja w języku C++ dostępna na Githubie

### 4. Przykład obrazujący działanie

Najlepiej 2, 3 rysunki przedstawiające obraz instancji po najważniejszych krokach algorytmu. UWAGA! Przykład z tą samą instancją jak w pkt.1

### 5. Finalizacja

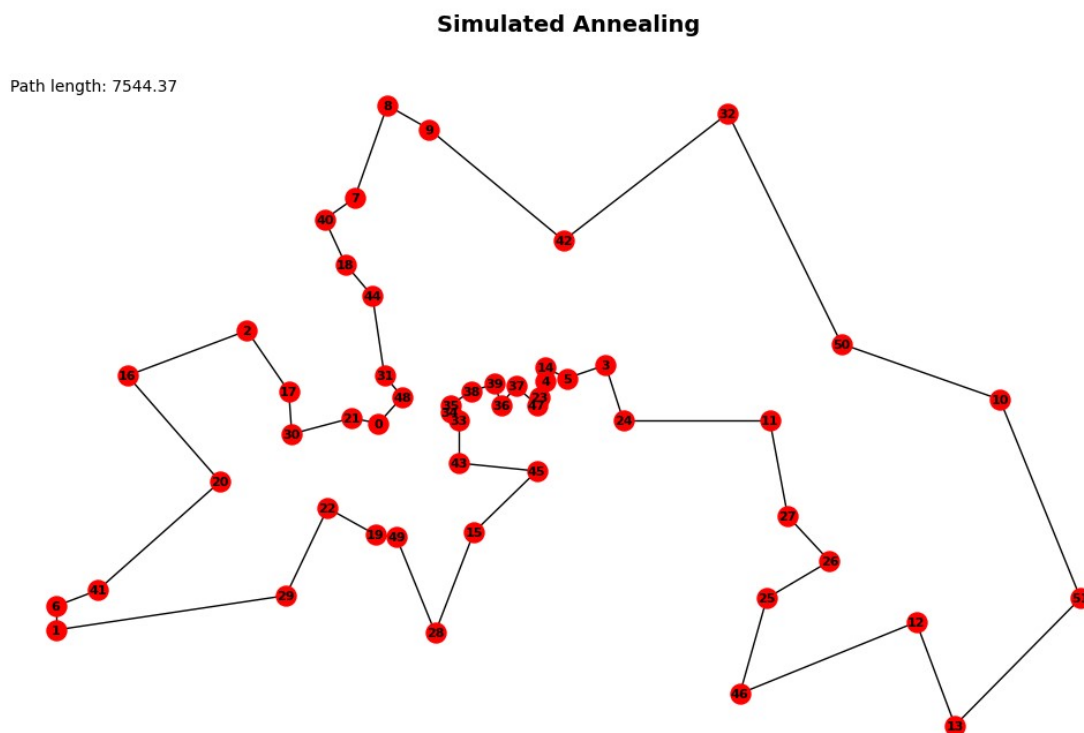


Figure 2: Final Instance

## Wykresy

### 1. Porównaj optymalizowaną wartość (wynik) Algorytmu z A. zachłannym.

Instancja	A. zachłanny	SA
Berlin52	8572.52	7544.37

(wykres pokaże czy Algorytm jest lepszy i o ile od A. zach. Instancje wygenerowane losowe, 15 punktów pomiarowych)

### 2. Korzystając z bibliotek instancji (benchmarków) pokaż na wykresie wartość błędu względnego Algorytmu w stosunku do wartości optymalnej.

(wykres pokaże jak dobry jest Algorytm, minimum 10 instancji, wykres słupkowy)

Instancja	Błąd względny	SA	Optimum
Berlin52	0.0	7544.37	7544.37
Bier127	0.0	121530.64	118293.5238

### 3. Zamieść odpowiednią do tematu część Tabelki z Rankingu instancje z Tabelki są w katalogu

Instancja	Wynik
Berlin52	7544.37
Bier127	121530.64
tsp250	
tsp500	92396.16
tsp1000	27571.37

Debudaj-Grabysz, Agnieszka, Sebastian Deorowicz, and Jacek Widuch. 2012. *Algorytmy i Struktury Danych: Wybór Zawaansowanych Metod*. Wyd. 2. Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej.