**Teoria i inżynieria ruchu teleinformatycznego**

Przydział stacji bazowych

Sprawozdanie

Tomasz Lewowski

Daniel Karwacki

Piotr Kozłowski

# Opis projektu

## Koncepcja

Celem projektu było stworzenie aplikacji pozwalającej na rozwiązanie problemu rozkładu stacji bazowych na obszarze cechującym się różnym zapotrzebowaniem na sygnał sieci. W celu realizacji projektu przyjęliśmy następujące założenia:

* Sygnał rozchodzi się we wszystkich kierunkach równomiernie.
* Siła sygnału jest odwrotnie proporcjonalna do kwadratu odległości od anteny.
* Zapotrzebowanie na sygnał reprezentowane jest przez koliste obszary, w obrębie, których zapotrzebowanie jest równe.
* Jeśli centra subskrybentów nachodzą na siebie to ich zapotrzebowanie na moc sumuje się.
* Moc sygnału w danym punkcie jest sumą mocy sygnału ze wszystkich anten, w zasięgu, których się znajduje.

Problem rozwiązujemy dla przykładu Wrocławia, jednakże implementacja projektu, poprzez połączenie z internetowymi dostawcami map (m. in. Google Maps, Open Street Maps), pozwala na przeniesienie problemu w dowolne miejsce.

## Wykonanie

Projekt został całkowicie wykonany w technologii JAVA 1.7. Proces buildu aplikacji kontrolowany jest przez Apache Maven 3. Do zapewnia funkcjonalności wykorzystane zostały następujące biblioteki: Guava, Processing – core, Processing – unfolding, Commons – math3, Log4j oraz do testów: Junit 4, Fest-assert-core, mockito, harmcest-all

# Opis interfejsu

# Algorytmy

Do realizacji projektu wykorzystane były następujące algorytmy:

* 1. Losowy – generowany jest losowy rozkład BTS
  2. Centralny – umiejscawia BTS w centrum obszarów zapotrzebowań
  3. Genetyczny - generowanych jest 15 „osobników” (tzn. rozkładów BTSów) zawierających BTSy o parametrach znajdujących się aktualnie na terenie (każdemu nowemu BTSowi nadawane jest losowe położenie). Następnie wykonywane są iteracje, na które składa się:
     1. Ocena każdego z osobników
     2. Wybór i zapisanie najlepszego dotychczas osobnika
     3. Sortowanie osobników w kolejności najwyższej wartości funkcji oceny
     4. Nadanie każdemu osobnikowi wartości „reprodukcyjnej” gdzie j jest kolejnością osobnika w posortowanej liście
     5. 15 – krotny wybór do krzyżowania losowo osobnika (każdy osobnik z populacji wejściowej jest krzyżowany z losowo wybranym – w każdym przypadku prawdopodobieństwo wybrania osobnika i-tego jest równe
     6. Mutacja, polegająca na przestawieniu losowego BTSa (w ramach osobnika) w losowe miejsce. Prawdopodobieństwo mutacji wynosi 1,5% dla każdego osobnika

Wynikiem jest osobnik o najlepszym przystosowaniu w ramach 10 iteracji.

* 1. Zachłanny – umiejscawia BTSa w położeniu, w którym aktualnie jest najwyższy poziom zapotrzebowania
  2. Mieszany – dopasowuje BTSa do centrów subskrybentów – niech *m* będzie liczbą BTSów, a *n* liczbą centrów subskrybentów. Algorytm działa tylko, jeśli m =< n (jeśli warunek ten nie jest spełniony, nadmiarowe BTSy są rozlokowywane metodą zachłanną). Najpierw centra subskrybentów są sortowane od tego o najwyższym zapotrzebowaniu (całościowym) do tego o najniższym. Następnie dla każdego centrum dopasowywany jest BTS w taki sposób, aby zminimalizować funkcję

, gdzie:

r – promień zasięgu subskrybentów

k – maksymalna moc BTSa

z – gęstością zapotrzebowania na sygnał

Wartość dla nadmiarowego sygnału została dobrana w sposób arbitralny.

W obliczeniach pierwsza całka (po kącie) jest ignorowana, ponieważ jest tylko przemnożeniem przez stałą wartość, natomiast druga jest wyliczana w sposób numeryczny

## Porównanie algorytmów

Do oceny działania algorytmu przyjęta została następująca funkcja:

,gdzie:

r – macierz zapotrzebowania na danym obszarze

s – macierz mocy sygnału na danym obszarze

W celu oceny algorytmów testowane były 3 sytuacje:

* 1. Liczba BTSów jest większa od liczby centrów subskrybentów:

Losowy:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Wartość funkcji oceny | Maksymalny niedobór sygnału |
| Test 1 | 55777520,36447 | 8058,15558 |
| Test 2 | 36796398,38001 | 4420,27159 |
| Test 3 | 137178797,32034 | 7667,03974 |

Zachłanny:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Wartość funkcji oceny | Maksymalny niedobór sygnału |
| Test 1 | 2906955,21744 | 2113,02360 |
| Test 2 | 12346736,33752 | 2308,16011 |
| Test 3 | 108673600,72052 | 5273,38265 |

Ewolucyjny:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Wartość funkcji oceny | Maksymalny niedobór sygnału |
| Test 1 | 137133147,75449 | 6749,34609 |
| Test 2 | 127999247,16166 | 10497,82858 |
| Test 3 | 238447302,79997 | 9896,44133 |

Mieszany:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Wartość funkcji oceny | Maksymalny niedobór sygnału |
| Test 1 | 6200448,20097 | 924,07522 |
| Test 2 | 16823916,76536 | 2458,77151 |
| Test 3 | 99134811,51630 | 6184,34317 |

* 1. Liczba BTSów jest równa liczbie centrów subskrybentów:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Wartość funkcji oceny | Maksymalny niedobór sygnału |
| Test 1 | 1087597573,17165 | 36709,18235 |
| Test 2 | 742812790,81577 | 27982,99510 |
| Test 3 | 343487558,19819 | 9801,55162 |

Zachłanny:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Wartość funkcji oceny | Maksymalny niedobór sygnału |
| Test 1 | 883209465,36244 | 23507,85880 |
| Test 2 | 644599473,90919 | 17494,88057 |
| Test 3 | 319188736,08265 | 8829,04313 |

Ewolucyjny:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Wartość funkcji oceny | Maksymalny niedobór sygnału |
| Test 1 | 1087770333,53485 | 3777,55360 |
| Test 2 | 796288791,61069 | 8327,65842 |
| Test 3 | 363199195,09256 | 9801,55162 |

Mieszany:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Wartość funkcji oceny | Maksymalny niedobór sygnału |
| Test 1 | 969283947,98910 | 29367,86209 |
| Test 2 | 693881144,47352 | 914,45622 |
| Test 3 | 327582827,77606 | 9801,55162 |

1. Liczba BTSów jest mniejsza od liczby centrów subskrybentów:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Wartość funkcji oceny | Maksymalny niedobór sygnału |
| Test 1 | 484540460,24990 | 14563,13376 |
| Test 2 | 713849120,52446 | 19042,68919 |
| Test 3 | 948006813,09175 | 26739,91021 |

Zachłanny:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Wartość funkcji oceny | Maksymalny niedobór sygnału |
| Test 1 | 464589221,76677 | 13706,59862 |
| Test 2 | 711856729,83863 | 17412,90135 |
| Test 3 | 938525364,17830 | 24906,08137 |

Ewolucyjny:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Wartość funkcji oceny | Maksymalny niedobór sygnału |
| Test 1 | 506999831,31857 | 14563,13376 |
| Test 2 | 804612632,71073 | 21007,07505 |
| Test 3 | 990835056,12606 | 1915,17337 |

Mieszany:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Wartość funkcji oceny | Maksymalny niedobór sygnału |
| Test 1 | 476569842,18410 | 14506,29820 |
| Test 2 | 726431767,90996 | 19084,28004 |
| Test 3 | 946071302,97601 | 27588,99410 |

1. Wnioski