|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Sprawozdanie z ćwiczenia nr 12  Podstawy sztucznej inteligencji – Laboratorium 2013L | | | |
| Autorzy: | Nr grupy: | Data: | Ocena: |
| Tomasz Cudziło  Robert Wróblewski | 2 | 2013-04-24 |  |

# Cel ćwiczenia

Podczas ćwiczenia mieliśmy znaleźć optymalne parametry dla algorytmu ewolucyjnego minimalizującego koszt budowy sieci energetycznej.

# Przebieg ćwiczenia

Optymalizowany koszt budowy sieci w naszym modelu jest funkcją jej długości. Odległości w modelu mierzyliśmy metryką prostokątną. Przeprowadziliśmy serię optymalizacji dla iloczynu kartezjańskiego zbiorów wybranych wartości parametrów:

|  |  |
| --- | --- |
| Parametr algorytmu ewolucyjnego | Wybrane wartości |
| Prawdopodobieństwo krzyżowania |  |
| Prawdopodobieństwo mutacji |  |
| Liczba osobników |  |
| Liczba pokoleń |  |
| Skalowanie |  |
| Elitaryzm |  |

Tabela 1 Zbiory wybranych wartości parametrów algorytmu ewolucyjnego,  
służące do wygenerowania zbioru wariantów wszystkich parametrów do zbadania.

Dało to zbiór 288 wariantów parametrów. Następnie wybraliśmy do dalszej analizy:

1. Dwa warianty, które wykazały się najlepszymi wynikami.
2. Jeden wariant, który zakładaliśmy, że sprawdzi się najlepiej według analizy przeprowadzonej w sekcji 3.

Jak opisaliśmy w sekcji 3.3, nie byliśmy w stanie wyznaczyć korelacji pomiędzy użyciem skalowania a uzyskanym wynikiem optymalizacji. Dlatego do dwóch pierwszych wariantów wybranych powyżej, przetestowaliśmy identyczne warianty z przeciwną wartością parametru Użycie skalowania.

Dla każdego wariantu z tej grupy przeprowadziliśmy cztery kolejne próby optymalizacji, zmieniając punkt startowy generatora liczb losowych. Pozwoliło to odróżnić stabilne rozwiązania od rozwiązań przypadkowych.

# Otrzymane wyniki – globalne

Posiadając wyniki optymalizacji dla każdego wariantu parametrów, wykonaliśmy na nich podstawową analizę statystyczną. Zdajemy sobie sprawę, że nie są to w pełni miarodajne wyniki. Część z nich powinna zostać odrzucona, ponieważ nie są rozwiązaniami stabilnymi. Jednak pewne korelacje są wyraźnie zauważalne i warte zauważenia.

## Wpływ prawdopodobieństwa krzyżowania i mutacji

Wyznaczyliśmy średnią wartość funkcji celu najlepszych osobników uzyskanych podczas optymalizacji w zależności od dobrych prawdopodobieństw krzyżowania i mutacji.

Średnio najlepsze wyniki daje kombinacja 0,30 i 0,30 odpowiednio dla prawdopodobieństwa krzyżowania i mutacji. Ponadto odznacza się niskim odchyleniem standardowym. W naszym przypadku testowym oznacza to, że ta kombinacja daje dobre, skupione wyniki, niezależnie od wartości pozostałych parametrów. Wysoka wartość prawdopodobieństwa mutacji trochę nas zaskoczyła.

Najgorsze wyniki, o największym zróżnicowaniu, daje kombinacja 0,70 i 0,07. Jest to dla nas zaskoczeniem, ponieważ spodziewaliśmy się najgorszych wyników dla parametrów promujących tworzenie kolejnych populacji w sposób możliwie najbardziej losowy to znaczy przy kombinacji 0,70 i 0,30.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Średnia wart. funkcji celu najlepszego osobnika** | | |
|
| **Prawd. krzyżowania** | **Prawd. mutacji** | |
| 0,07 | 0,30 |
| 0,30 | 19,015 | 19,132 |
| 0,50 | 19,415 | 19,381 |
| 0,70 | 19,905 | 19,441 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Odchylenie stand. śr. wart. funkcji celu najlepszego osobnika** | | |
|
| **Prawd. krzyżowania** | **Prawd. mutacji** | |
| 0,07 | 0,30 |
| 0,30 | 0,862 | 0,710 |
| 0,50 | 1,619 | 1,321 |
| 0,70 | 1,788 | 1,321 |

## Wpływ rozmiaru populacji i liczby pokoleń

Najlepszymi wynikami wykazały się warianty o największej populacji. Niezależnie od liczby pokoleń, wyniki uzyskane z parametrem Liczba osobników o największej wartości 250 dały najlepsze wyniki.

Liczba pokoleń z kolei nie posiada jednoznacznej korelacji z jakością rezultatów. Dla najmniejszej możliwej populacji, wydłużenie pracy algorytmu poprawiało wyniki. Z kolei dla populacji o rozmiarach 100 i 250, w miarę zwiększania liczby pokoleń wyniki polepszały się do pewnej granicy. Powyżej liczby pokoleń otrzymywane wyniki pogarszały się.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Średnia wart. funkcji celu najlepszego osobnika** | | | |
|
| **Liczba pokoleń** | **Liczba osobników** | | |
| 50 | 100 | 250 |
| 600 | 20,010 | 19,911 | 19,029 |
| 3000 | 19,715 | 19,407 | 18,868 |
| 9000 | 19,678 | 19,235 | 18,886 |
| 36000 | 19,425 | 19,488 | 18,927 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Odchylenie standardowe wart. funkcji celu najlepszego osobnika** | | | |
|
| **Liczba pokoleń** | **Liczba osobników** | | |
| 50 | 100 | 250 |
| 600 | 1,690 | 1,805 | 0,619 |
| 3000 | 1,585 | 1,408 | 0,608 |
| 9000 | 1,434 | 1,280 | 0,603 |
| 36000 | 1,228 | 1,599 | 0,910 |

## Wpływ skalowania

Wyraźnym wpływem użycia skalowania podczas optymalizacji jest mniejsze rozproszenie wyników. Skalowanie zdaje się nie wpływać znacznie na jakość wyników, z przewagą dla wyników uzyskanych z użyciem skalowania. Jest to zgodne z naszymi oczekiwaniami.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Użycie skalowania** | **Śr. wart. funkcji celu najlepszego osobnika** | **Odchylenie standardowe śr. wart. funkcji celu najlepszego osobnika** |
| 0 | 19,689 | 1,604 |
| 1 | 19,073 | 0,957 |

## Wpływ elitaryzmu

Wpływ użycia elitaryzmu na jakość wyników jest wyraźny i przewidywalny. Zakładając, że w procesie ewolucji w wyniku krzyżowania lub mutacji powstanie osobnik wyjątkowo dobrze przystosowany, to dzięki użyciu elitaryzmu będzie on miał znaczący wpływ następujące po nim pokolenia i tym samym na ostateczny wynik optymalizacji. Wyniki optymalizacji z użyciem elitaryzmu są drastycznie lepsze i mniej rozproszone od wyników uzyskanych przez algorytm niestosujący elitaryzmu.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Użycie elitaryzmu** | **Śr. wart. funkcji celu najlepszego osobnika** | **Odchylenie standardowe śr. wart. funkcji celu najlepszego osobnika** |
| 0 | 20,112 | 1,572 |
| 1 | 18,651 | 0,372 |

# Otrzymane wyniki – wybrane

W Tabela 2 znajduje się zestawienie wartości parametrów wybranych wariantów. Warianty uszeregowaliśmy sortując wszystkie wariantów malejąco po otrzymanych:

1. Wartości przystosowania osobnika najlepszego.
2. Średniej wartości przystosowania całej populacji.

Wariant W3 jest kombinacją parametrów wybraną ręcznie. Kombinacja składa się z parametrów obiecujących najlepsze wyniki zgodnie z naszą analizą z sekcji 3.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **WID** | **Prawd. krzyżowania** | **Prawd. mutacji** | **Liczba osobników** | **Liczba pokoleń** | **Użycie skalowania** | **Użycie elitaryzmu** |
| **W1.0** | 0,30 | 0,07 | 100 | 9000 | 0 | 1 |
| **W1.1** | 0,30 | 0,07 | 100 | 9000 | 1 | 1 |
| **W2.0** | 0,70 | 0,07 | 100 | 9000 | 0 | 1 |
| **W2.1** | 0,70 | 0,07 | 100 | 9000 | 1 | 1 |
| **W3.0** | 0,30 | 0,30 | 250 | 36000 | 0 | 1 |
| **W3.1** | 0,30 | 0,30 | 250 | 36000 | 1 | 1 |

Tabela 2 Wartości parametrów z wariantów dających najlepsze wyniki, wybranych do przetestowania stabilności ich rozwiązań.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **WID** | **Wart. funkcji celu najlepszego osobnika** | **Wart. śr. funkcji celu osobników** |
| **W1.0** | 18,048 | 21,192 |
| **W1.1** | 18,328 | 19,216 |
| **W2.0** | 18,840 | 23,274 |
| **W2.1** | 18,048 | 21,487 |
| **W3.0** | 18,096 | 22,268 |
| **W3.1** | 18,096 | 20,806 |

Tabela 3 Kontynuacja Tabela 2.

Dla każdego z sześciu wariantów uruchomiliśmy algorytm z różnymi wartościami dla punktu startowego generatora liczb losowych spośród wartości . Dla każdego zestawu wywołań różniących się punktem startowym generatora liczb losowych wyznaczyliśmy odchylenie standardowe dla wartości funkcji celu najlepszego osobnika. Warianty, których średnie odchylenie stanowiło więcej niż 3% wartości średniej zostały uznane za rozwiązania niestabilne i odrzucone. Szczegółowe wartości i algorytm wyznaczenia wariantów rozwiązań stabilnych znajduje się w zakładce Sprawdzone w załączonym skoroszycie.

W rezultacie jako stabilne zostały uznane warianty **W1.1**, **W2.0** oraz zgodnie z wcześniejszą analizą **W3.1**. Należy zauważyć, że wariantem dającym najlepsze rozwiązanie jest wariant **W3.1**. Jest to wariant z wartościami parametrów wyznaczonych ręcznie, na podstawie całościowej analizy wyników z sekcji 3.