Laboratorium Inteligentnych Systemów Decyzyjnych nr 3

Ćwiczenie 6-7: Algorytmy genetyczne

Mateusz Miler 171577

Daniel Gogoliński 171555

03.04.2020

Podczas laboratorium testowano algorytmy genetyczne. Pierwszym zadaniem było zbadanie wpływu dwóch parametrów – prawdopodobieństwa mutacji oraz prawdopodobieństwa krzyżowania - na działanie algorytmów. Wyniki eksperymentów przedstawiono w tabeli. Badania przeprowadzono na kodzie „genetyczne.r”. Dla ułatwienia testowania i zwiększenia wiarygodności wyników, program zmodyfikowano w taki sposób, aby dla każdej możliwej pary prawdopodobieństw mutacji i krzyżowania z wektorów:

prawdopMutacji= c(0, 0.01, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 0.99, 1)

prawdopKrzyz= c(0, 0.01, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 0.99, 1)

wykonano test obliczający średnią liczbę potrzebnych generacji do osiągnięcia sukcesu (średnia wyciągana na podstawie 100 powtórzeń algorytmu dla każdej testowanej pary parametrów reprodukcji).

```
[1] "Test: 1 Prawd Mut: 0.000000 Prawd Krzyz: 0.000000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 98.000000"
[1] "Test: 2 Prawd Mut: 0.000000 Prawd Krzyz: 0.010000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 96.870000"
[1] "Test: 3 Prawd Mut: 0.000000 Prawd Krzyz: 0.100000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 91.830000"
[1] "Test: 4 Prawd Mut: 0.000000 Prawd Krzyz: 0.200000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 94.130000"
[1] "Test: 5 Prawd Mut: 0.000000 Prawd Krzyz: 0.300000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 87.240000"
[1] "Test: 6 Prawd Mut: 0.000000 Prawd Krzyz: 0.400000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 94.080000"
[1] "Test: 7 Prawd Mut: 0.000000 Prawd Krzyz: 0.500000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 95.040000"
[1] "Test: 8 Prawd Mut: 0.000000 Prawd Krzyz: 0.600000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 93.040000"
[1] "Test: 9 Prawd Mut: 0.000000 Prawd Krzyz: 0.700000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 93.060000"
[1] "Test: 10 Prawd Mut: 0.000000 Prawd Krzyz: 0.800000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 96.060000"
[1] "Test: 11 Prawd Mut: 0.000000 Prawd Krzyz: 0.900000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 100.000000"
[1] "Test: 12 Prawd Mut: 0.000000 Prawd Krzyz: 0.990000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 97.000000"
[1] "Test: 13 Prawd Mut: 0.000000 Prawd Krzyz: 1.000000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 97.000000"
[1] "Test: 14 Prawd Mut: 0.010000 Prawd Krzyz: 0.000000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 97.740000"
[1] "Test: 15 Prawd Mut: 0.010000 Prawd Krzyz: 0.010000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 95.520000"
[1] "Test: 16 Prawd Mut: 0.010000 Prawd Krzyz: 0.100000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 81.170000"
[1] "Test: 17 Prawd Mut: 0.010000 Prawd Krzyz: 0.200000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 83.650000"
[1] "Test: 18 Prawd Mut: 0.010000 Prawd Krzyz: 0.300000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 80.340000"
[1] "Test: 19 Prawd Mut: 0.010000 Prawd Krzyz: 0.400000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 71.640000"
[1] "Test: 20 Prawd Mut: 0.010000 Prawd Krzyz: 0.500000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 75.340000"
[1] "Test: 21 Prawd Mut: 0.010000 Prawd Krzyz: 0.600000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 83.090000"
[1] "Test: 22 Prawd Mut: 0.010000 Prawd Krzyz: 0.700000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 82.270000"
[1] "Test: 23 Prawd Mut: 0.010000 Prawd Krzyz: 0.800000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 76.480000"
[1] "Test: 24 Prawd Mut: 0.010000 Prawd Krzyz: 0.900000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 85.450000"
[1] "Test: 25 Prawd Mut: 0.010000 Prawd Krzyz: 0.990000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 86.430000"
[1] "Test: 26 Prawd Mut: 0.010000 Prawd Krzyz: 1.000000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 82.050000"
[1] "Test: 27 Prawd Mut: 0.100000 Prawd Krzyz: 0.000000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 88.300000"
[1] "Test: 28 Prawd Mut: 0.100000 Prawd Krzyz: 0.010000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 80.990000"
[1] "Test: 29 Prawd Mut: 0.100000 Prawd Krzyz: 0.100000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 44.230000"
[1] "Test: 30 Prawd Mut: 0.100000 Prawd Krzyz: 0.200000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 30.620000"
[1] "Test: 31 Prawd Mut: 0.100000 Prawd Krzyz: 0.300000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 28.600000"
[1] "Test: 32 Prawd Mut: 0.100000 Prawd Krzyz: 0.400000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 23.560000"
[1] "Test: 33 Prawd Mut: 0.100000 Prawd Krzyz: 0.500000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 25.750000"
[1] "Test: 34 Prawd Mut: 0.100000 Prawd Krzyz: 0.600000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 20.590000"
[1] "Test: 35 Prawd Mut: 0.100000 Prawd Krzyz: 0.700000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 24.030000"
[1] "Test: 36 Prawd Mut: 0.100000 Prawd Krzyz: 0.800000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 22.430000"
[1] "Test: 37 Prawd Mut: 0.100000 Prawd Krzyz: 0.900000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 21.190000"
[1] "Test: 38 Prawd Mut: 0.100000 Prawd Krzyz: 0.990000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 22.320000"
[1] "Test: 39 Prawd Mut: 0.100000 Prawd Krzyz: 1.000000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 19.920000"
[1] "Test: 40 Prawd Mut: 0.200000 Prawd Krzyz: 0.000000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 76.490000"
```

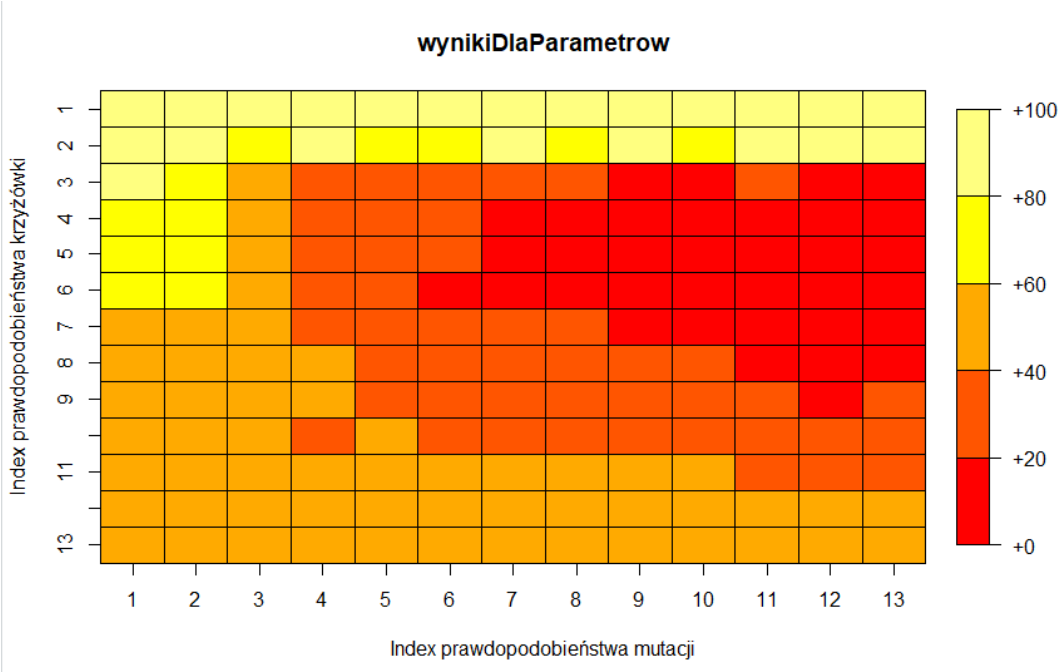
```
[1] "Test: 41 Prawd Mut: 0.200000 Prawd Krzyz: 0.010000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 69.320000"
[1] "Test: 42 Prawd Mut: 0.200000 Prawd Krzyz: 0.100000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 45.800000"
[1] "Test: 43 Prawd Mut: 0.200000 Prawd Krzyz: 0.200000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 30.370000"
[1] "Test: 44 Prawd Mut: 0.200000 Prawd Krzyz: 0.300000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 22.780000"
[1] "Test: 45 Prawd Mut: 0.200000 Prawd Krzyz: 0.400000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 18.530000"
[1] "Test: 46 Prawd Mut: 0.200000 Prawd Krzyz: 0.500000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 18.010000"
[1] "Test: 47 Prawd Mut: 0.200000 Prawd Krzyz: 0.600000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 17.470000"
[1] "Test: 48 Prawd Mut: 0.200000 Prawd Krzyz: 0.700000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 13.930000"
[1] "Test: 49 Prawd Mut: 0.200000 Prawd Krzyz: 0.800000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 14.080000"
[1] "Test: 50 Prawd Mut: 0.200000 Prawd Krzyz: 0.900000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 14.750000"
[1] "Test: 51 Prawd Mut: 0.200000 Prawd Krzyz: 0.990000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 16.290000"
[1] "Test: 52 Prawd Mut: 0.200000 Prawd Krzyz: 1.000000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 15.690000"
[1] "Test: 53 Prawd Mut: 0.300000 Prawd Krzyz: 0.000000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 61.140000"
[1] "Test: 54 Prawd Mut: 0.300000 Prawd Krzyz: 0.010000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 57.880000"
[1] "Test: 55 Prawd Mut: 0.300000 Prawd Krzyz: 0.100000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 42.670000"
[1] "Test: 56 Prawd Mut: 0.300000 Prawd Krzyz: 0.200000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 30.560000"
[1] "Test: 57 Prawd Mut: 0.300000 Prawd Krzyz: 0.300000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 23.350000"
[1] "Test: 58 Prawd Mut: 0.300000 Prawd Krzyz: 0.400000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 19.590000"
[1] "Test: 59 Prawd Mut: 0.300000 Prawd Krzyz: 0.500000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 17.860000"
[1] "Test: 60 Prawd Mut: 0.300000 Prawd Krzyz: 0.600000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 16.290000"
[1] "Test: 61 Prawd Mut: 0.300000 Prawd Krzyz: 0.700000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 14.040000"
[1] "Test: 62 Prawd Mut: 0.300000 Prawd Krzyz: 0.800000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 13.490000"
[1] "Test: 63 Prawd Mut: 0.300000 Prawd Krzyz: 0.900000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 13.910000"
[1] "Test: 64 Prawd Mut: 0.300000 Prawd Krzyz: 0.990000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 10.920000"
[1] "Test: 65 Prawd Mut: 0.300000 Prawd Krzyz: 1.000000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 13.160000"
[1] "Test: 66 Prawd Mut: 0.400000 Prawd Krzyz: 0.000000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 63.580000"
[1] "Test: 67 Prawd Mut: 0.400000 Prawd Krzyz: 0.010000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 62.670000"
[1] "Test: 68 Prawd Mut: 0.400000 Prawd Krzyz: 0.100000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 38.240000"
[1] "Test: 69 Prawd Mut: 0.400000 Prawd Krzyz: 0.200000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 28.870000"
[1] "Test: 70 Prawd Mut: 0.400000 Prawd Krzyz: 0.300000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 26.020000"
[1] "Test: 71 Prawd Mut: 0.400000 Prawd Krzyz: 0.400000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 22.290000"
[1] "Test: 72 Prawd Mut: 0.400000 Prawd Krzyz: 0.500000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 20.990000"
[1] "Test: 73 Prawd Mut: 0.400000 Prawd Krzyz: 0.600000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 16.900000"
[1] "Test: 74 Prawd Mut: 0.400000 Prawd Krzyz: 0.700000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 15.820000"
[1] "Test: 75 Prawd Mut: 0.400000 Prawd Krzyz: 0.800000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 14.620000"
[1] "Test: 76 Prawd Mut: 0.400000 Prawd Krzyz: 0.900000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 15.570000"
[1] "Test: 77 Prawd Mut: 0.400000 Prawd Krzyz: 0.990000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 12.540000"
[1] "Test: 78 Prawd Mut: 0.400000 Prawd Krzyz: 1.000000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 12.580000"
[1] "Test: 79 Prawd Mut: 0.500000 Prawd Krzyz: 0.000000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 64.970000"
[1] "Test: 80 Prawd Mut: 0.500000 Prawd Krzyz: 0.010000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 54.420000"
[1] "Test: 81 Prawd Mut: 0.500000 Prawd Krzyz: 0.100000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 42.860000"
[1] "Test: 82 Prawd Mut: 0.500000 Prawd Krzyz: 0.200000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 37.590000"
[1] "Test: 83 Prawd Mut: 0.500000 Prawd Krzyz: 0.300000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 26.690000"
[1] "Test: 84 Prawd Mut: 0.500000 Prawd Krzyz: 0.400000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 21.320000"
[1] "Test: 85 Prawd Mut: 0.500000 Prawd Krzyz: 0.500000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 19.970000"
[1] "Test: 86 Prawd Mut: 0.500000 Prawd Krzyz: 0.600000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 21.560000"
[1] "Test: 87 Prawd Mut: 0.500000 Prawd Krzyz: 0.700000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 16.750000"
[1] "Test: 88 Prawd Mut: 0.500000 Prawd Krzyz: 0.800000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 16.430000"
[1] "Test: 89 Prawd Mut: 0.500000 Prawd Krzyz: 0.900000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 14.800000"
[1] "Test: 90 Prawd Mut: 0.500000 Prawd Krzyz: 0.990000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 12.790000"
[1] "Test: 91 Prawd Mut: 0.500000 Prawd Krzyz: 1.000000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 13.890000"
[1] "Test: 92 Prawd Mut: 0.600000 Prawd Krzyz: 0.000000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 56.860000"
[1] "Test: 93 Prawd Mut: 0.600000 Prawd Krzyz: 0.010000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 47.400000"
[1] "Test: 94 Prawd Mut: 0.600000 Prawd Krzyz: 0.100000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 48.880000"
[1] "Test: 95 Prawd Mut: 0.600000 Prawd Krzyz: 0.200000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 38.060000"
[1] "Test: 96 Prawd Mut: 0.600000 Prawd Krzyz: 0.300000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 31.470000"
[1] "Test: 97 Prawd Mut: 0.600000 Prawd Krzyz: 0.400000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 24.620000"
[1] "Test: 98 Prawd Mut: 0.600000 Prawd Krzyz: 0.500000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 19.900000"
[1] "Test: 99 Prawd Mut: 0.600000 Prawd Krzyz: 0.600000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 24.860000"
[1] "Test: 100 Prawd Mut: 0.600000 Prawd Krzyz: 0.700000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 22.950000"
[1] "Test: 101 Prawd Mut: 0.600000 Prawd Krzyz: 0.800000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 18.750000"
[1] "Test: 102 Prawd Mut: 0.600000 Prawd Krzyz: 0.900000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 16.700000"
[1] "Test: 103 Prawd Mut: 0.600000 Prawd Krzyz: 0.990000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 16.340000"
[1] "Test: 104 Prawd Mut: 0.600000 Prawd Krzyz: 1.000000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 18.750000"
[1] "Test: 105 Prawd Mut: 0.700000 Prawd Krzyz: 0.000000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 50.590000"
[1] "Test: 106 Prawd Mut: 0.700000 Prawd Krzyz: 0.010000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 48.620000"
[1] "Test: 107 Prawd Mut: 0.700000 Prawd Krzyz: 0.100000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 45.660000"
[1] "Test: 108 Prawd Mut: 0.700000 Prawd Krzyz: 0.200000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 46.350000"
[1] "Test: 109 Prawd Mut: 0.700000 Prawd Krzyz: 0.300000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 35.200000"
[1] "Test: 110 Prawd Mut: 0.700000 Prawd Krzyz: 0.400000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 35.020000"
[1] "Test: 111 Prawd Mut: 0.700000 Prawd Krzyz: 0.500000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 32.980000"
[1] "Test: 112 Prawd Mut: 0.700000 Prawd Krzyz: 0.600000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 26.980000"
[1] "Test: 113 Prawd Mut: 0.700000 Prawd Krzyz: 0.700000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 25.860000"
[1] "Test: 114 Prawd Mut: 0.700000 Prawd Krzyz: 0.800000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 25.340000"
[1] "Test: 115 Prawd Mut: 0.700000 Prawd Krzyz: 0.900000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 19.270000"
[1] "Test: 116 Prawd Mut: 0.700000 Prawd Krzyz: 0.990000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 20.870000"
[1] "Test: 117 Prawd Mut: 0.700000 Prawd Krzyz: 1.000000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 20.940000"
[1] "Test: 118 Prawd Mut: 0.800000 Prawd Krzyz: 0.000000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 51.360000"
[1] "Test: 119 Prawd Mut: 0.800000 Prawd Krzyz: 0.010000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 45.730000"
[1] "Test: 120 Prawd Mut: 0.800000 Prawd Krzyz: 0.100000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 53.190000"
```

```
[1] "Test: 121 Prawd Mut: 0.800000 Prawd Krzyz: 0.200000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 44.440000"
[1] "Test: 122 Prawd Mut: 0.800000 Prawd Krzyz: 0.300000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 45.770000"
[1] "Test: 123 Prawd Mut: 0.800000 Prawd Krzyz: 0.400000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 40.910000"
[1] "Test: 124 Prawd Mut: 0.800000 Prawd Krzyz: 0.500000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 34.370000"
[1] "Test: 125 Prawd Mut: 0.800000 Prawd Krzyz: 0.600000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 32.300000"
[1] "Test: 126 Prawd Mut: 0.800000 Prawd Krzyz: 0.700000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 35.520000"
[1] "Test: 127 Prawd Mut: 0.800000 Prawd Krzyz: 0.800000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 32.060000"
[1] "Test: 128 Prawd Mut: 0.800000 Prawd Krzyz: 0.900000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 26.840000"
[1] "Test: 129 Prawd Mut: 0.800000 Prawd Krzyz: 0.990000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 28.830000"
[1] "Test: 130 Prawd Mut: 0.800000 Prawd Krzyz: 1.000000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 26.290000"
[1] "Test: 131 Prawd Mut: 0.900000 Prawd Krzyz: 0.000000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 48.960000"
[1] "Test: 132 Prawd Mut: 0.900000 Prawd Krzyz: 0.010000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 46.410000"
[1] "Test: 133 Prawd Mut: 0.900000 Prawd Krzyz: 0.100000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 46.010000"
[1] "Test: 134 Prawd Mut: 0.900000 Prawd Krzyz: 0.200000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 44.390000"
[1] "Test: 135 Prawd Mut: 0.900000 Prawd Krzyz: 0.300000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 47.850000"
[1] "Test: 136 Prawd Mut: 0.900000 Prawd Krzyz: 0.400000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 41.680000"
[1] "Test: 137 Prawd Mut: 0.900000 Prawd Krzyz: 0.500000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 42.430000"
[1] "Test: 138 Prawd Mut: 0.900000 Prawd Krzyz: 0.600000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 38.320000"
[1] "Test: 139 Prawd Mut: 0.900000 Prawd Krzyz: 0.700000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 42.710000"
[1] "Test: 140 Prawd Mut: 0.900000 Prawd Krzyz: 0.800000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 34.880000"
[1] "Test: 141 Prawd Mut: 0.900000 Prawd Krzyz: 0.900000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 38.560000"
[1] "Test: 142 Prawd Mut: 0.900000 Prawd Krzyz: 0.990000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 33.920000"
[1] "Test: 143 Prawd Mut: 0.900000 Prawd Krzyz: 1.000000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 35.040000"
[1] "Test: 144 Prawd Mut: 0.990000 Prawd Krzyz: 0.000000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 54.130000"
[1] "Test: 145 Prawd Mut: 0.990000 Prawd Krzyz: 0.010000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 48.840000"
[1] "Test: 146 Prawd Mut: 0.990000 Prawd Krzyz: 0.100000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 42.840000"
[1] "Test: 147 Prawd Mut: 0.990000 Prawd Krzyz: 0.200000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 47.880000"
[1] "Test: 148 Prawd Mut: 0.990000 Prawd Krzyz: 0.300000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 49.270000"
[1] "Test: 149 Prawd Mut: 0.990000 Prawd Krzyz: 0.400000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 46.440000"
[1] "Test: 150 Prawd Mut: 0.990000 Prawd Krzyz: 0.500000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 54.550000"
[1] "Test: 151 Prawd Mut: 0.990000 Prawd Krzyz: 0.600000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 51.360000"
[1] "Test: 152 Prawd Mut: 0.990000 Prawd Krzyz: 0.700000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 51.920000"
[1] "Test: 153 Prawd Mut: 0.990000 Prawd Krzyz: 0.800000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 53.540000"
[1] "Test: 154 Prawd Mut: 0.990000 Prawd Krzyz: 0.900000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 48.800000"
[1] "Test: 155 Prawd Mut: 0.990000 Prawd Krzyz: 0.990000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 45.480000"
[1] "Test: 156 Prawd Mut: 0.990000 Prawd Krzyz: 1.000000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 51.240000"
[1] "Test: 157 Prawd Mut: 1.000000 Prawd Krzyz: 0.000000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 51.180000"
[1] "Test: 158 Prawd Mut: 1.000000 Prawd Krzyz: 0.010000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 53.870000"
[1] "Test: 159 Prawd Mut: 1.000000 Prawd Krzyz: 0.100000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 40.540000"
[1] "Test: 160 Prawd Mut: 1.000000 Prawd Krzyz: 0.200000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 49.180000"
[1] "Test: 161 Prawd Mut: 1.000000 Prawd Krzyz: 0.300000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 48.370000"
[1] "Test: 162 Prawd Mut: 1.000000 Prawd Krzyz: 0.400000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 49.420000"
[1] "Test: 163 Prawd Mut: 1.000000 Prawd Krzyz: 0.500000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 49.760000"
[1] "Test: 164 Prawd Mut: 1.000000 Prawd Krzyz: 0.600000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 53.030000"
[1] "Test: 165 Prawd Mut: 1.000000 Prawd Krzyz: 0.700000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 52.050000"
[1] "Test: 166 Prawd Mut: 1.000000 Prawd Krzyz: 0.800000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 50.700000"
[1] "Test: 167 Prawd Mut: 1.000000 Prawd Krzyz: 0.900000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 55.890000"
[1] "Test: 168 Prawd Mut: 1.000000 Prawd Krzyz: 0.990000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 53.170000"
[1] "Test: 169 Prawd Mut: 1.000000 Prawd Krzyz: 1.000000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 51.270000"
```

Zdj.1 Wynik działania zmodyfikowanego programu (analizującego)

Tab.1 Wybrane wartości nr generacji, w której osiągnięto najlepsze dopasowanie, w zależności od prawdopodobieństwa mutacji i prawdopodobieństwa krzyżowania w kodzie „genetyczne.r”

	Prawdopodobieństwo krzyżowania					
Prawdopodobieństwo mutacji		0,1	0,3	0,5	0,7	0,99
	0,1	42,00	26,51	20,63	19,45	19,97
	0,3	46,76	22,3	16,24	14,77	14,46
	0,5	47,01	24,9	21,31	17,70	16,23
	0,7	48,02	33,75	32,39	24,96	18,26
	0,99	42,84	52,71	42,24	49,89	50,39



Wyk. 1 Wyniki przedstawione graficznie

prawdopMutacji= c(0, 0.01, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 0.99, 1)

prawdopKrzyz= c(0, 0.01, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 0.99, 1)

Najlepsze wyniki (średnio 10,92 generacji) osiągnięto dla prawdopodobieństwa mutacji 0,3 oraz prawdopodobieństwa krzyżowania 0,99. Szybkość osiągania wyników szybko wzrasta wraz z prawdopodobieństwem krzyżówki. W najlepszym przypadku nie jest jednak ono równe jedności. Taka wartość spowodowałaby, że za każdym razem cała generacja najpierw upodabniałaby się do najlepszego osobnika z poprzedniej generacji, co zmniejszyłoby różnorodność poszukiwań. Aby nie polegać wyłącznie na „kopiowaniu" cech z dobrego osobnika, prawdopodobieństwo mutacji powinno być większe od zera. Zbyt wysokie prawdopodobieństwo mutacji spowodowałoby, że proces poszukiwań stałby się zbyt losowy. Należy pamiętać, że uzyskana wartość 0,3 jest tak naprawdę prawdopodobieństwem 0,15 na zmianę genu, gdyż algorytm zezwala na mutowanie w ten sam gen.

Najlepsze dopasowanie do reguły w przykładzie da wynik funkcji oceny=3, ponieważ tak został skonstruowany jej kod – dodajemy 3 wartości i odejmujemy 4, a każda z nich ma wartość 0 lub 1. Programista z góry znał rozwiązanie problemu. Interpretacja jest taka, że aby uzyskać lemoniadę, potrzebujemy dokładnie 3 właściwe składniki: wodę, cytrynę i cukier.

Część II – Wykorzystanie algorytmu genetycznego do przechodzenia prostej gry „Małpa i diamenty”

W drugiej części laboratorium postanowiono napisać prostą grę konsolową i zmusić komputer do jej przejścia. Funkcja gry jako dane wejściowe przyjmuje wektor ruchu (genom). Każda pozycja w wektorze odpowiada jednemu przesunięciu małpy ‘@’ w labiryncie. Kolejne cyfry [1, 2, 3, 4] odpowiadają kierunkom ruchu małpy [góra, prawo, dół, lewo]. Zadaniem małpy jest dotarcie do mety ‘M’ w jak najkrótszej liczbie ruchów. Jako dodatkowe utrudnienie na mapie rozsypano 4 diamenty, które nie są po drodze do mety, a za których zebranie zdobywa się dodatkowe punkty. Gra kończy się, gdy małpa wpadnie na ścianę, dojdzie do mety lub skończą się ruchy. Liczbę ruchów ograniczono do 22.

```
     [,1] [,2] [,3] [,4] [,5] [,6] [,7] [,8] [,9] [,10] [,11] [,12] [,13]
[1,] "#"  "#"  "#"  "#"  "#"  "#"  "#"  "#"  "#"  "#"   "#"   "#"   "#"
[2,] "#"  " "  " "  " "  "#"  " "  " "  " "  " "  " "   "D"   " "   "#"
[3,] "#"  " "  "D"  " "  "#"  " "  " "  " "  " "  " "   " "   " "   "#"
[4,] "#"  "@"  " "  " "  "#"  " "  " "  " "  "#"  " "   " "   "M"   "#"
[5,] "#"  " "  " "  " "  " "  " "  " "  " "  "#"  " "   " "   " "   "#"
[6,] "#"  " "  " "  " "  " "  " "  "D"  " "  "#"  "D"   " "   " "   "#"
[7,] "#"  "#"  "#"  "#"  "#"  "#"  "#"  "#"  "#"  "#"   "#"   "#"   "#"
```

Zdj. 2 Plansza gry

Po skończonej grze liczone są zdobyte punkty i zwracane przez funkcję fitness jako ocena genomu (wektora ruchu). Początkowo funkcja oceny była liczona w następujący sposób:

*Punkty = limit ruchów – wykonane ruchy + 3*liczba zebranych diamentów + 10 – odległość od mety w poziomie + 50 (w przypadku osiągnięcia mety)*

Nie była jednak ona wystarczająco dobra, skutkiem czego algorytm nie był w stanie się do niej „dotrenować” nawet w 10000 generacji. Aby poprawić wynik, zaczęto nagradzać małpę za przejście do kolejnych sektorów (po przekroczeniu 5 i 9 pozycji w osi x) dając jej za każdy etap kolejne 50 punktów:

*Punkty = limit ruchów – wykonane ruchy + 3*liczba zebranych diamentów + 10 – odległość od mety w poziomie + 50 (w przypadku osiągnięcia mety) + 50 (w przypadku wejścia do drugiego sektora) + 50 (w przypadku wejścia do 3 sektora)*

Tak sformułowana funkcja oceny okazała się wystarczająca. Ruchy małpy można przeanalizować z zobrazowaniem krok po kroku dla dowolnego wektora w skrypcie „gra.r”.

Minimalna liczba ruchów potrzebna do przejścia gry: 14 (168 punktów)

Maksymalna możliwa liczba punktów do uzyskania: 171 (20 ruchów)

Jak wspomniano wcześniej, genom zaprojektowano jako wektor o długości 22. Każdy gen w tym wektorze reprezentować może allel w postaci cyfry z zakresu <1;4>. W wyniku przeprowadzonych eksperymentów przyjęto 80 obiektów w każdej nowej generacji oraz 1000 jako graniczną liczbę generacji. Testy doboru optymalnych wartości prawdopodobieństw

mutacji i krzyżowania przedstawiono w tabeli poniżej. Podobnie jak wcześniej użyto odpowiednie pętle. Tym razem jednak ze względu na złożoność obliczeń ograniczono liczbę testów do 25 (2 wektory prawdopodobieństw długości 5), a średnią wyciągano na podstawie 10 powtórzeń.

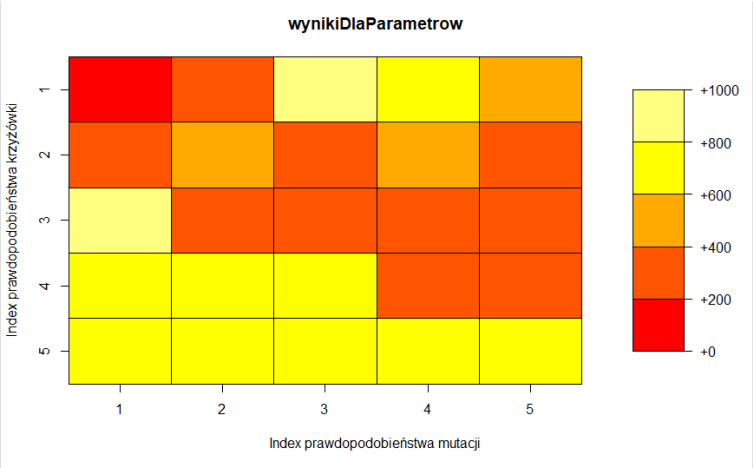
```
[1] "Test: 1 Prawd Mut: 0.100000 Prawd Krzyz: 0.100000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 196.100000"
[1] "Test: 2 Prawd Mut: 0.100000 Prawd Krzyz: 0.300000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 241.300000"
[1] "Test: 3 Prawd Mut: 0.100000 Prawd Krzyz: 0.500000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 923.500000"
[1] "Test: 4 Prawd Mut: 0.100000 Prawd Krzyz: 0.700000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 784.400000"
[1] "Test: 5 Prawd Mut: 0.100000 Prawd Krzyz: 0.900000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 592.100000"
[1] "Test: 6 Prawd Mut: 0.300000 Prawd Krzyz: 0.100000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 354.600000"
[1] "Test: 7 Prawd Mut: 0.300000 Prawd Krzyz: 0.300000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 406.200000"
[1] "Test: 8 Prawd Mut: 0.300000 Prawd Krzyz: 0.500000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 253.300000"
[1] "Test: 9 Prawd Mut: 0.300000 Prawd Krzyz: 0.700000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 486.200000"
[1] "Test: 10 Prawd Mut: 0.300000 Prawd Krzyz: 0.900000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 380.800000"
[1] "Test: 11 Prawd Mut: 0.500000 Prawd Krzyz: 0.100000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 805.700000"
[1] "Test: 12 Prawd Mut: 0.500000 Prawd Krzyz: 0.300000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 354.700000"
[1] "Test: 13 Prawd Mut: 0.500000 Prawd Krzyz: 0.500000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 376.800000"
[1] "Test: 14 Prawd Mut: 0.500000 Prawd Krzyz: 0.700000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 279.000000"
[1] "Test: 15 Prawd Mut: 0.500000 Prawd Krzyz: 0.900000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 246.600000"
[1] "Test: 16 Prawd Mut: 0.700000 Prawd Krzyz: 0.100000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 663.300000"
[1] "Test: 17 Prawd Mut: 0.700000 Prawd Krzyz: 0.300000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 639.400000"
[1] "Test: 18 Prawd Mut: 0.700000 Prawd Krzyz: 0.500000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 621.300000"
[1] "Test: 19 Prawd Mut: 0.700000 Prawd Krzyz: 0.700000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 347.400000"
[1] "Test: 20 Prawd Mut: 0.700000 Prawd Krzyz: 0.900000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 389.200000"
[1] "Test: 21 Prawd Mut: 0.900000 Prawd Krzyz: 0.100000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 795.100000"
[1] "Test: 22 Prawd Mut: 0.900000 Prawd Krzyz: 0.300000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 631.400000"
[1] "Test: 23 Prawd Mut: 0.900000 Prawd Krzyz: 0.500000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 707.600000"
[1] "Test: 24 Prawd Mut: 0.900000 Prawd Krzyz: 0.700000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 634.300000"
[1] "Test: 25 Prawd Mut: 0.900000 Prawd Krzyz: 0.900000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 667.600000"

> print(sprintf("Najlepsze wyniki (%f generacji) osiągnięto dla Prawd Mut: %f Prawd Krzyz: %f",najmniejszaSrednia, prawdopMut
acji[najlepszaPara[1]], p ... [TRUNCATED]
[1] "Najlepsze wyniki (196.100000 generacji) osiągnięto dla Prawd Mut: 0.100000 Prawd Krzyz: 0.100000"
```

Zdj. 3 Wynik działania programu analizującego

Tab. 2 Średnie liczby potrzebnych generacji do osiągnięcia sukcesu (małpa osiąga metę)

	Prawdopodobieństwo krzyżowania					
Prawdopodobieństwo mutacji		0,1	0,3	0,5	0,7	0,9
	0,1	196,1	241,3	923,5	784,4	592,1
	0,3	354,6	406,2	253,3	486,2	380,8
	0,5	805,7	354,7	376,8	279	246,6
	0,7	663,3	639,4	621,3	347,4	389,2
	0,9	795,1	631,4	707,6	634,3	667,6



Wyk. 2 Wyniki przedstawione graficznie

prawdopMutacji= c(0, 0.01, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 0.99, 1)
prawdopKrzyz= c(0, 0.01, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 0.99, 1)

Najlepsze wyniki (196.1 - średnia liczba potrzebnych generacji) osiągnięto dla prawdopodobieństwa mutacji 0.1 oraz prawdopodobieństwa krzyżowania 0.1. Są to wartości zupełnie inne niż w zadaniu przykładowym. Jak widać, każda funkcja działa optymalnie dla zupełnie innych wartości tych parametrów.

Na koniec zmodyfikowano program, zmieniając metodę reprodukcji. Zmodyfikowano ją tak, aby wraz z otrzymywaniem wysokiej oceny przez funkcję fitness, mutacje i krzyżowania zaczynały się od późniejszego genu. Dodatkowo krzyżowanie zmieniono w taki sposób, aby z pewnym prawdopodobieństwem podmieniano od razu większy wycinek chromosomu z najlepszym osobnikiem. W przypadku mutacji wprowadzono zmianę, która z pewnym prawdopodobieństwem może zmienić wymienianie zawartości genu na zupełnie nowy allel na skopiowanie allelu z pozycji go poprzedzającej.

```
#jeśli dużo punktów, to znaczy, że początek jest dobrze
zacznij=1
if (oceny[i]>=100) zacznij=8
else if (oceny[i]>=50) zacznij=4

for(j in c(zacznij:liczbagenow))
{
  #krzyzowanie - losowo podmieniaj gen j na gen z objektu najlepszego
  if(runif(1)<=prawdopKrzyz[krzyzTest])
  {
    obiekty[i,j]=obiekty[best,j]
    if (j+1 <= liczbagenow && runif(1)<=0.2)
      obiekty[i,j+1]=obiekty[best,j+1]
  }

  #Mutacja losowa
  if(runif(1)<=prawdopMutacji[mutTest]) #ten zapis oznacza, ze XX genow sa zmieniane
  {
    if (j+1 <= liczbagenow && runif(1)<=0.2)
      obiekty[i,j] = obiekty[i,j+1]
    else
      obiekty[i,j]=floor(4*runif(1))+1
  }
}
```

Zdj. 4 Zmieniony fragment programu

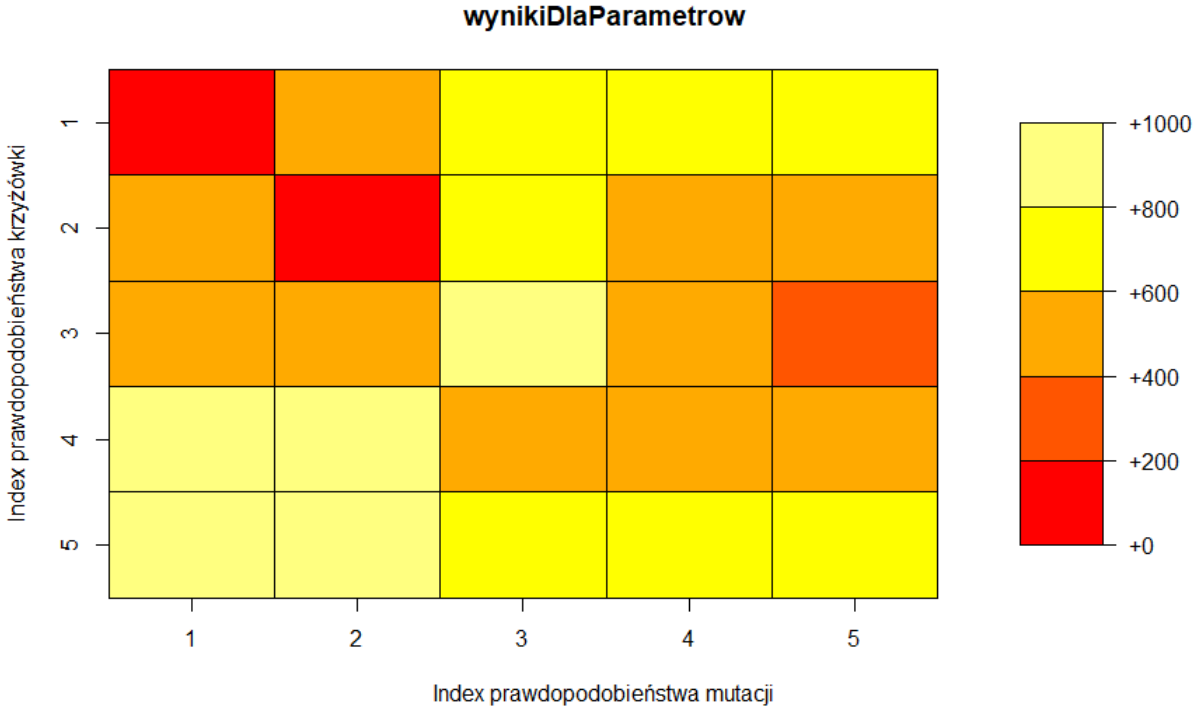
```
[1] "Test: 1 Prawd Mut: 0.100000 Prawd Krzyz: 0.100000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 80.400000"
[1] "Test: 2 Prawd Mut: 0.100000 Prawd Krzyz: 0.300000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 517.200000"
[1] "Test: 3 Prawd Mut: 0.100000 Prawd Krzyz: 0.500000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 608.800000"
[1] "Test: 4 Prawd Mut: 0.100000 Prawd Krzyz: 0.700000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 702.700000"
[1] "Test: 5 Prawd Mut: 0.100000 Prawd Krzyz: 0.900000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 626.800000"
[1] "Test: 6 Prawd Mut: 0.300000 Prawd Krzyz: 0.100000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 454.300000"
[1] "Test: 7 Prawd Mut: 0.300000 Prawd Krzyz: 0.300000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 96.000000"
[1] "Test: 8 Prawd Mut: 0.300000 Prawd Krzyz: 0.500000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 625.900000"
[1] "Test: 9 Prawd Mut: 0.300000 Prawd Krzyz: 0.700000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 421.700000"
[1] "Test: 10 Prawd Mut: 0.300000 Prawd Krzyz: 0.900000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 447.300000"
[1] "Test: 11 Prawd Mut: 0.500000 Prawd Krzyz: 0.100000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 429.600000"
[1] "Test: 12 Prawd Mut: 0.500000 Prawd Krzyz: 0.300000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 423.700000"
[1] "Test: 13 Prawd Mut: 0.500000 Prawd Krzyz: 0.500000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 807.000000"
[1] "Test: 14 Prawd Mut: 0.500000 Prawd Krzyz: 0.700000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 419.900000"
[1] "Test: 15 Prawd Mut: 0.500000 Prawd Krzyz: 0.900000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 336.700000"
[1] "Test: 16 Prawd Mut: 0.700000 Prawd Krzyz: 0.100000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 912.900000"
[1] "Test: 17 Prawd Mut: 0.700000 Prawd Krzyz: 0.300000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 803.100000"
[1] "Test: 18 Prawd Mut: 0.700000 Prawd Krzyz: 0.500000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 535.600000"
[1] "Test: 19 Prawd Mut: 0.700000 Prawd Krzyz: 0.700000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 445.000000"
[1] "Test: 20 Prawd Mut: 0.700000 Prawd Krzyz: 0.900000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 524.600000"
[1] "Test: 21 Prawd Mut: 0.900000 Prawd Krzyz: 0.100000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 822.300000"
[1] "Test: 22 Prawd Mut: 0.900000 Prawd Krzyz: 0.300000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 907.400000"
[1] "Test: 23 Prawd Mut: 0.900000 Prawd Krzyz: 0.500000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 625.400000"
[1] "Test: 24 Prawd Mut: 0.900000 Prawd Krzyz: 0.700000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 717.500000"
[1] "Test: 25 Prawd Mut: 0.900000 Prawd Krzyz: 0.900000 Średnia liczba potrzebnych generacji: 625.100000"

> print(sprintf("Najlepsze wyniki (%f generacji) osiągnięto dla Prawd Mut: %f Prawd Krzyz: %f",najmniejszaSrednia, prawdopMut
acji[najlepszaPara[1]], p .... [TRUNCATED]
[1] "Najlepsze wyniki (80.400000 generacji) osiągnięto dla Prawd Mut: 0.100000 Prawd Krzyz: 0.100000"
```

Zdj. 5 Wynik działania programu analizującego

Tab. 3 Średnie liczby potrzebnych generacji do osiągnięcia sukcesu (małpa osiąga metę) dla nowych metod reprodukcji. Kolorem zielonym zaznaczono testy, w których udało się uzyskać niższe wartości niż poprzednimi metodami reprodukcji.

	Prawdopodobieństwo krzyżowania					
Prawdopodobieństwo mutacji		0,1	0,3	0,5	0,7	0,9
	0,1	80,4	517,2	608,8	702,7	626,8
	0,3	454,3	96,0	625,9	421,7	447,3
	0,5	429,6	423,7	807,0	419,9	336,7
	0,7	912,9	803,1	535,6	445,0	524,6
	0,9	822,3	907,4	625,4	717,5	625,1



Wyk. 3 Wyniki przedstawione graficznie

Wnioski

Nauczenie algorytmu przechodzenia labiryntu nie jest łatwym zadaniem. Złożone problemy wymagają dokładniejszych funkcji oceny, tak, aby lepiej nakierowywać maszynę ku skutecznemu rozwiązaniu. W zaproponowanym przez nas przykładzie, geny były zależne od siebie, to znaczy ruchy wykonane przez maszynę na początku gry zmieniały oczekiwane wartości na kolejnych pozycjach chromosomu. Zdecydowanie spowolniło to proces znajdywania rozwiązania. Na pogorszenie wyników mogły mieć wpływ również „diamenty", które mogły wprowadzić algorytm w pułapkę maksimum lokalnego.

Zmiana metody reprodukcji i blokowanie zmiany najmłodszych genów wraz z uzyskiwaniem lepszego wyniku funkcji fitness, zmieniły średnią ilość potrzebnych generacji do osiągnięcia sukcesu. Zmiany są jednak zbyt mało wyraźne, aby dało je się odróżnić od błędu statystycznego

przy tak małej próbie badawczej. Można postawić hipotezę, że blokada zmiany najmłodszych genów pozwoliła na zabezpieczenie prawidłowo już utworzonego fragmentu drogi (nie psucie go).

Załączniki

analizaPetle.r – skrypt przykładowy opakowany pętlami ułatwiającymi analizję

genetyczneWlasne.r – skrypt z własną implementacją funkcji fitness i nowym genomem

genetyczneWlasnePetle.r - skrypt z własną implementacją funkcji fitness i nowym genomem opakowany pętlami ułatwiającymi analizję

genetyczneWlasneRep.r – skrypt z własną implementacją funkcji fitness i nowym genomem oraz zmienioną metodą mutacji i krzyżowania

genetyczneWlasnePetleRep.r - skrypt z własną implementacją funkcji fitness i nowym genomem oraz zmienioną metodą mutacji i krzyżowania, opakowany pętlami ułatwiającymi analizję

gra.r – skrypt z algorytmem gry „Małpa i diamenty”