AI프로그래밍 Homework #11

201645825 이승윤

완성한 프로그램은 4개의 Hill climbing 알고리즘 Steepest-Ascent, First Choice, Stochastic, Gradient Descent와 2개의 Metaheuristic 알고리즘 Simulated Annealing, Genetic Algorithm으로 Numerical Optimization과 TSP 타입의 문제를 해결할 수 있다. 이 보고서에서는 각 문제 타입에 대해 주어진 문제를 이용하여 알고리즘의 성능을 비교해본다.

먼저 Convex는 GA를 제외한 나머지 알고리즘에서 모두 0이 나왔다. Hill climbing 방법 중에서는 Gradient descent가 7838번으로 가장 빠르게 문제를 해결하였다. Stochastic 알고리즘은 evaluation이 207025회 실행되어 가장 느렸다. Metaheuristic 방법 중에서는 GA가 더 빨리 local minimum을 찾았지만 3.307로 약간의 오차를 보였다.

Griewank 문제에서는 Convex와 달리 GA가 가장 좋은 목표 값을 찾았다. 다른 방법들이 0.1 ~ 0.2 사이의 값을 도출해낸 것에 비해 GA는 0.019를 찾아내었다. Evaluation 횟수는 First-Choice, Steepest-Ascent, Stochastic, Gradient Descent 순서로 Convex에서와 달리 이번에는 Gradient Descent가 가장 오랜 시간이 소요되었다.

Ackley에서는 GA가 다른 알고리즘에 비해 월등히 우수한 결과를 나타낸다. 다른 알고리즘은 17이상의 local minimum을 찾았는데 GA만이 0.220 값을 찾았다. 실행 속도는 First choice와 Gradient descent가 500여회로 매우 빨랐고 Simulated Annealing은 앞선 2문제 보다 빠른 3166번의 iteration 후에 최적 값을 찾았다. GA만이 다른 알고리즘과 달리 solution을 찾기 위한 iteration이 더 많이 필요하였다.

3가지 TSP 문제에서는 Simulated Annealing 알고리즘이 가장 좋은 결과를 나타내었다. TSP30과 TSP50 에서는 Simulated Annealing, Stochastic, First-Choice, Steepest-Ascent, GA 순서였고 TSP100에서는 Steepest Ascent가 First-Choice보다 근소하게 빨랐다. Evaluation 횟수는 방문 도시 수가 증가할수록 Stochastic이 Steepest Ascent, First-Choice 보다 최대 26배, 41배, 116배 많아졌다. Simulated Annealing은 local minimum을 찾기까지 29795, 43288, 48197로 iteration이 점차 증가하였고 GA는 큰 증가를 보이지 않았다.

정리해보면 Numerical optimization 문제의 경우 식이 여러 개의 local minimum을 가질 것이라 예상된다면 GA가 식의 최솟값을 탐색하는데 유용하다. 식이 비교적 단순한 형태로 적은 수의 local minimum을 가진다면 Gradient descent가 유리하다. 문제에서는 식이 주어져 있어 식의 분석이 가능하였지만 일반적인 경우 식의 형태를 알 수 없기 때문에 2가지 알고리즘을 모두 시도해보는 것이 타당해 보인다.

TSP 문제의 경우 Simulated Annealing을 적용하는 것이 유리하다. 빠른 시간 내에 경로를 구해야 하는 경우 First-Choice와 Steepest-Ascent를 사용할 수 있다. GA는 결과가 정확하지 않고 Stochastic은 도시 수가 증가할수록 실행시간이 매우 증가하므로 권장되지 않는다.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Numerical | GA | 복잡한 수식에서 최적 값 |
| Gradient descent | 간단한 수식에서 최적 값 |
| TSP | Simulated Annealing | 최적 값, 도시 증가할수록 큰 성능차 |
| First-Choice, Steeoest-Ascent | 빠른 시간내 값 도출 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 문제별 알고리즘 성능 정리 | | | Numerical | | | TSP | | |
|  |  |  | Convex | Griewank | Ackley | tsp30 | tsp50 | tsp100 |
| Hill Climbing | Steepest-Ascent | average objective value | 0.000 | 0.150 | 17.128 | 527 | 761 | 1262 |
| best objective value | 0.000 | 0.089 | 12.451 | 484 | 720 | 1207 |
| average number of evaluation | 86861 | 5033 | 1487 | 739 | 1704 | 8889 |
| First-Choice | average objective value | 0.000 | 0.150 | 18.026 | 457 | 727 | 1330 |
| best objective value | 0.000 | 0.101 | 16.509 | 433 | 692 | 1250 |
| average number of evaluation | 27063 | 2798 | 531 | 758 | 1180 | 2153 |
| Stochastic | average objective value | 0.000 | 0.144 | 18.644 | 432 | 651 | 1098 |
| best objective value | 0.000 | 0.096 | 18.139 | 421 | 626 | 1026 |
| average number of evaluation | 207025 | 30403 | 4939 | 19630 | 48686 | 250259 |
| Gradient Descent | average objective value | 0.000 | 0.103 | 18.212 |  |  |  |
| best objective value | 0.000 | 0.030 | 17.433 |  |  |  |
| average number of evaluation | 7838 | 44372 | 552 |  |  |  |
| Metaheuristic | Simulated Annealing | average objective value | 0.001 | 0.518 | 19.341 | 412 | 573 | 858 |
| best objective value | 0.000 | 0.209 | 18.685 | 408 | 561 | 843 |
| average number of evaluation | 50000 | 50000 | 50000 | 50000 | 50000 | 50000 |
| average iteration of finding the best solution | 47568 | 13132 | 3166 | 29795 | 43288 | 48197 |
| GA | average objective value | 32.109 | 0.108 | 0.474 | 827 | 1580 | 3571 |
| best objective value | 3.307 | 0.019 | 0.220 | 815 | 1510 | 3451 |
| average number of evaluation | 50000 | 50000 | 50000 | 50000 | 50000 | 50000 |
| average iteration of finding the best solution | 26410 | 34526 | 39685 | 30865 | 21269 | 30372 |