

# AI 프로그래밍 Homework #11

201645825 이승윤

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

먼저 Convex 는 GA 를 제외한 나머지 알고리즘에서 모두 0 이 나왔다. Hill climbing 방법 중에서는 Gradient descent 가 7838 번으로 가장 빠르게 문제를 해결하였다. Stochastic 알고리즘은 evaluation 이 207025 회 실행되어 가장 느렸다. Metaheuristic 방법 중에서는 GA 가 더 빨리 local minimum 을 찾았지만 3.307 로 약간의 오차를 보였다.

Griewank 문제에서는 Convex 와 달리 GA 가 가장 좋은 목표 값을 찾았다. 다른 방법들이 0.1 ~ 0.2 사이의 값을 도출해낸 것에 비해 GA 는 0.019 를 찾아내었다. Evaluation 횟수는 First-Choice, Steepest-Ascent, Stochastic, Gradient Descent 순서로 Convex 에서와 달리 이번에는 Gradient Descent 가 가장 오랜 시간이 소요되었다.

Ackley 에서는 GA 가 다른 알고리즘에 비해 월등히 우수한 결과를 나타낸다. 다른 알고리즘은 17 이상의 local minimum 을 찾았는데 GA 만이 0.220 값을 찾았다. 실행 속도는 First choice 와 Gradient descent 가 500 여회로 매우 빨랐고 Simulated Annealing 은 앞선 2 문제 보다 빠른 3166 번의 iteration 후에 최적 값을 찾았다. GA 만이 다른 알고리즘과 달리 solution 을 찾기 위한 iteration 이 더 많이 필요하였다.

3 가지 TSP 문제에서는 Simulated Annealing 알고리즘이 가장 좋은 결과를 나타내었다. TSP30 과 TSP50 에서는 Simulated Annealing, Stochastic, First-Choice, Steepest-Ascent, GA 순서였고 TSP100 에서는 Steepest Ascent 가 First-Choice 보다 근소하게 빨랐다. Evaluation 횟수는 방문 도시 수가 증가할수록 Stochastic 이 Steepest Ascent, First-Choice 보다 최대 26 배, 41 배, 116 배 많아졌다. Simulated Annealing 은 local minimum 을 찾기까지 29795, 43288, 48197 로 iteration 이 점차 증가하였고 GA 는 큰 증가를 보이지 않았다.

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

TSP 문제의 경우 Simulated Annealing 을 적용하는 것이 유리하다. 빠른 시간 내에 경로를 구해야 하는 경우 First-Choice 와 Steepest-Ascent 를 사용할 수 있다. GA 는 결과가 정확하지 않고 Stochastic 은 도시 수가 증가할수록 실행시간이 매우 증가하므로 권장되지 않는다.

<b>Numerical</b>	GA	복잡한 수식에서 최적 값
	Gradient descent	간단한 수식에서 최적 값
<b>TSP</b>	Simulated Annealing	최적 값, 도시 증가할수록 큰 성능차
	First-Choice, Steepest-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