**Assignment4**

20221153 컴퓨터공학과 김현수

**< Assignment3과 비교하여 수정된 사항과 그 이유>**

현재의 GA와 Assignment3을 비교해보면 selection, cross-over, mutation, replace의 연산 방식은 크게 바뀌지 않았다. 뿐만 아니라 해의 표현 방식 또한 이전과 동일하다. 그러나 이번 과제에서는 섬 모델을 도입하여 여러 개의 인구 집단에서 독립적으로 진화를 수행한 후 일정 주기마다 최적해를 교환하는 방법을 사용했다. 이는 탐색 공간의 다양성을 유지하고, 병렬적으로 탐색을 수행함으로써 전역 최적해를 더 잘 찾을 수 있도록 한다. 이에 맞춰 각 세대에서 최상위 개체들을 그대로 다음 세대로 전달하는 엘리티즘 방식 또한 각 섬마다 독립적으로 적용되게 하였다. 또한 일정 주기마다 각 섬의 최적해를 다른 섬으로 이동시켜 정보 교환을 통해 전역 최적해를 찾을 확률을 높이기 위해 노력하였다. 또한 이전 과제와 동일한 방식으로 적합도를 계산하긴 하나, 효율성을 높이기 위해 델타를 계산하여 빠르게 적합도를 갱신하게끔 하였다. 그로 인해 180초 라는 제한 시간 내에 더 많은 세대의 진화를 거듭할 수 있다. 위와 같은 수정을 거듭하여 전체적으로 탐색 공간의 다양성을 유지하며 빠르게 전역 최적해를 찾을 수 있도록 하여 전반적인 알고리즘의 성능이 향상되도록 하였다.

**<본인이 제시한 가장 좋은 GA를 선택한 과정과 연산자에 대한 설명>**

이전 과제에서 수행했던 GA에 섬 모델과 지역 최적화 과정을 도입한 후 섬의 개수와 지역 최적화의 주기를 여러 조합으로 조정하며 현재의 GA를 선택하게 되었다. 이 과정에서 연산자들 또한 여러 방면으로 변경해보았으며 가장 좋은 결과값을 도출하는 조합을 선택하게 되었다. selection연산으로 토너먼트 방식을 채택하였는데 이는 무작위로 선택된 개체들 중에서 가장 적합한 개체를 선택하는 방식이다. 토너먼트 방식은 해당 과제의 GA에서 탐색 공간의 다양한 부분을 골고루 탐색할 수 있도록 도와주며 특히 섬 모델에서 다양한 섬 간의 교류를 통해 더욱 다양한 해를 탐색할 수 있도록 한다. 교차연산에는 uniform crossover방식을 사용했다. 이는 각 유전자의 위치에서 무작위로 부모 중 하나의 유전자를 선택하여 자손을 생성하는 방식이다. 이 방식을 통해 각 섬에서 독립적으로 다양한 자손을 생성하여 빠르게 최적해에 수렴할 수 있도록 하여 전역 최적해를 찾을 확률을 높였다. 돌연변이 연산에는 uniform 연산을 사용하였는데 이는 일정 확률로 유전자의 값을 반전시키는 방식이다. 마지막으로 엘리티즘을 도입하였는데 이는 각 세대에서 최상위 개체들을 그대로 다음 세대로 전달하여 좋은 해를 유지하는 방식이다. 이는 각 세대에서 가장 적합한 개체를 보존하여 최적해를 유지하고 빠르게 전역 최적해에 수렴할 수 있도록 한다. 앞서 말한 과정들을 통해 선택한 섬 모델 기반의 GA는 탐색 공간의 다양성을 유지하면서도 빠르게 전역 최적해를 찾을 수 있게 된다.

텍스트, 라인, 그래프, 도표이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명**<문제 공간 도시와 해석>  
- (weighted\_500)**

**라인, 텍스트, 도표, 그래프이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명**

**(chimera\_946)**

Weighted\_500 데이터를 넣은 그래프를 보면 초기 지역 최적화 단계에서 각 섬의 비용이 급격히 감소함을 볼 수 있다. 이를 통해 초기 해에서 많은 진화가 이루어졌음을 의미한다. Chimera\_946데이터에서도 앞서 말한 것과 같은 양상이 보이나 weighted\_500데이터에 비해서 변화가 덜 급격하게 이뤄짐을 알 수 있다. Weighted\_500 그래프와 chimera\_946 그래프를 보면 공통적으로 섬 간 교류가 가능해진 이후에는 cost가 더 완만하게 감소하며, 최적화가 안정화되는 모습을 보여주고 있다. 두 그래프 모두 섬 0과 섬1의 cost감소가 가장 두드러지게 나타나고 있다.

두 그래프에서 보여주는 그래프의 전체적인 양상은 비슷하게 나타나며 두 그래프를 통해 지역 최적화와 글로벌 최적화가 초기 비용 감소에 효과적임을 알 수 있다. 섬 간 교류는 cost를 증가시키는 경향이 있으나 이는 더 넓은 탐색 공간에서 새로운 최적점을 찾기 위한 과정으로 볼 수 있다.

정리해보자면, 두 데이터셋 모두에서 초기 지역 최적화 단계에서 비용이 급격히 감소하며, 섬 간 교류가 가능한 시점 이후에는 비용이 다소 증가하는 경향을 보인다. 이는 섬 간 교류를 통해 더 넓은 탐색 공간을 탐색하게 되어 발생하는 일시적인 비용 증가로 볼 수 있다. 최종적으로 비용은 일정 수준에서 안정화되며 이는 최적화가 안정된 결과를 나타낸다는 것으로 볼 수 있다.

**<Discussion>**

섬 모델을 사용한 분산 탐색이 큰 문제 공간에서 매우 효과적임을 확인할 수 있었다. 각각의 섬이 병렬적이게 독립적으로 탐색을 수행하고 이후 교류를 통해 다양한 해를 결합하는 방식이 더 좋은 결과값을 도출하도록 최적화를 빠르게 진행할 수 있게 함을 알게 되었다. 뿐만 아니라 좋은 초기 해를 서정하면 초기 비용 감소가 더 빠르게 이뤄질 수 있기에 초기 해의 품질이 전체 최적화 과정에 큰 영향을 미침을 다시 한 번 확인할 수 있었다. 그러나 섬 간 교류 이후 비용이 증가하는 현상이 발생했는데, 이는 새로운 탐색 경로를 통해 비용이 일시적으로 증가함을 나타내지만 이와 같은 현상이 최종적으로 더 좋은 해를 찾아가는 과정임을 깨닫는 데 시간이 오래 걸렸다. 두 데이터셋 모두에서 이러한 현상이 관찰되었는데 이 현상을 통해 섬 간 교류의 타이밍과 빈도를 조절하는 것이 중요함을 알게 되었다. 이번 과제를 통해 섬을 만들고 각 섬에서 독립적으로 진화 시킨 후 전역적인 GA를 수행하는 것이 생각보다도 더 큰 결과를 가져옴을 알게 되었다. 이전 과제에 비해 해당 과제의 GA가 훨씬 더 좋은 결과값을 도출해서 정말 놀라웠다.