

## 1. Problem Statement

Max-cut 문제로 문제의 정의는 Assignment 02와 동일하다.

병렬 GA를 구성하여 지역 최적화 과정을 추가하고, 문제 공간을 도시한다.

## 2. Local optimization

해  $x$ 에서 정점 하나를 선택하여 반대편 집합으로 옮겨서 얻을 수 있는 해들의 집합을  $N(x)$ 라 하고(1-bit flip)  $N(x)$ 의 원소는 ' $x$ 에 이웃한 해'라 부르자. 이 때 임의의 해  $x$ 에 이웃한 해의 개수  $|N(x)|$ 는 항상  $|N(x)|=|V|$ 를 만족한다. 아래의 알고리즘은 시작점으로 주어진 해  $x$ 에서 출발하여, 이웃한 해들 중 더 좋은 해로 이동하는 과정을 반복한다. 도중에 더 좋은 이웃해가 없다면 이 알고리즘 local optimum에 도달한 것을 의미하고, 이 때 알고리즘은 종료된다.

Input: initial solution $x$	
1	generate a random permutation $\sigma$ of $\{1, \dots,  V \}$ ;
2	$improved \leftarrow \text{true}$ ;
3	<b>while</b> $improved$ <b>do</b>
4	$improved \leftarrow \text{false}$ ;
5	<b>for</b> $i \leftarrow 1$ to $ V $ <b>do</b>
6	<b>if</b> $\Delta f_x(\sigma[i]) > 0$ <b>then</b>
7	$x[\sigma[i]] \leftarrow 1 - x[\sigma[i]]$ ;
8	$improved \leftarrow \text{true}$ ;
9	<b>end if</b>
10	<b>end for</b>
11	<b>end while</b>

Line 6의  $\Delta f_x(v)$ 는 현재 해  $x$ 에서 정점  $v$ 를 반대편 집합으로 옮겼을 때 목적함수 값(가중치 합)의 변화량을 의미한다. 즉, 이 알고리즘은 이웃한 해들 중 개선되는 방향으로만 이동한다. Line 5-6에서 임의의 순서()로 정점을 순회하는 이유는 정점 순서에 따른 잠재적인 편향을 제거하기 위함이다. Line 7에서는 해  $x$ 가 binary string  $\{0, 1\}^{|V|}$ 로 표현되었음을 가정하고 있다. 만약 다른 표현형을 사용한다면 그에 맞게 Line 7을 바꾸면 된다.

## 3. Restriction

이번 과제에서는 섬식(island method) GA를 사용한다. 섬식 GA는 몇 개의 섬을 병렬 GA의 한 방법이다. 몇 개의 해집합에서 독립적으로 알고리즘을 수행하고, 일정 세대가 흐른 뒤 서로 간에 교배를 시작하는 방법이다. 이번 과제에서 사용할 수 있는 연산자와 하이퍼파라미터는 아래와 같이

제한한다.

- Selection: Roulette wheel, tournament, rank-based
- Cross-over:  $k$ -point cross-over, uniform cross-over, cycle cross-over, PMX
- Mutation: Uniform or non-uniform mutation
- Replace: any replacement covered in class

지역 최적화는 스스로 필요하다고 판단하는 곳에서 필요한 만큼 수행한다.

이번 과제를 포함, 알고리즘 강좌의 모든 숙제에서 제출할 프로그램은 반드시 CPU 상에서 single thread로 수행되어야 한다. 멀티코어 혹은 멀티쓰레드 컴퓨팅은 허용하지 않으며, gpu 활용 역시 허용하지 않는다. 프로그램은 외부와 통신 없이 단독으로 수행되어야 한다. 앞의 제약을 위배한 경우 큰 패널티를 받는다.

#### 4. Language

프로그램 언어는 C++, JAVA, 파이썬 중 하나를 사용한다. 시간 제약이 있는 이번 문제의 경우 속도가 빠른 C++, 또는 JAVA를 권장한다. 기본적으로 제공하는 라이브러리 이외의 다른 라이브러리를 사용하는 경우에는 미리 교수와 상의해야 한다. 교수와 상의 없이 다른 언어나 라이브러리를 사용하는 경우(특히 소스 코드 내에 특정 라이브러리를 설치하려는 시도가 보일 경우), 큰 패널티를 받을 수 있다.

#### 5. Compilation and Execution

Assignment 2와 동일하다.

#### 6. Submission

Assignment 2와 동일하다.

#### 6. Team

Assignment 2와 동일하다.

## 7. Report

프로젝트에 대해 중간고사 대체 보고서를 작성하여 제출한다. 분량은 A4 4페이지 이하이다. 보고서는 논문 형식으로 작성한다. 보고서 내에 소스 코드를 그대로 포함해서는 안된다. 포함 시 큰 패널티를 받는다. 보고서 본문에는 최소한 다음 내용을 포함시킨다.

1. Assignment 3와 비교해 본인의 알고리즘, 해의 표현 방법, 연산자 등 수정 사항과 이유
2. 본인이 제시한 가장 좋은 GA를 선택한 과정과 사용한 연산자에 대한 설명
3. 문제 공간 도시와 해석
4. Discussion(느낀 점, 잘 안 되는 점, 의외의 현상, 예상대로 된 점 등)

문제 공간 도시할 때, Assignment 2의 'weighted\_500.txt', Assignment 3의 'chimera\_946.txt'을 이용한다. x축은 distance이며, 2. Local optimization에 정의한 '이웃(neighbor)'한 해의 distance는 1이다. y축은 cost다. 그림으로 표현해야 하는 내용은 여러개의 섬에서 섬간 교류가 가능한 시점 이전의 지역최적화 과정에 따른 costs 변화와 섬간 교류가 가능해진 시점 이후의 cost 변화다. 보고서 한 페이지 상단에는 'weighted\_500.txt' 인스턴스에 대한 그림, 하단에는 'chimera\_946.txt'에 대한 그림을 그린다.

## 8. Grading

프로그램이 동작할 경우, 보고서와 프로그램이 1:1 비율로 평가한다. 프로그램이 동작하지 않을 경우 평가하지 않는다. 제출한 모든 파일은 점수와 함께 LMS에 공개된다. 지각 제출은 불허하며, 제출 형식을 지키지 않을 경우 0점 처리한다. 지역 최적화 알고리즘에 대해서는 추가 설명하지 않으며, 제출 마감일 일주일전부터 과제와 관련한 어떠한 질문도 받지 않는다.