

주파수 지정 알고리즘을 위한 그래프 변환 방법

임형용*, 박재돈
국방과학연구소

*hylim@add.re.kr

A Graph Transformation Method for Frequency Assignment Algorithms

Hyeongyong Lim*, Jaedon Park
Agency for Defense Development

요약

주파수 지정 알고리즘은 NP-hard 문제로서 차원이 커질수록 알고리즘의 복잡도가 기하급수적으로 증가하게 되며 이에 따라 복잡도를 줄이기 위한 연구가 많이 이루어져 왔다. 본 논문은 주파수 지정 알고리즘을 위해 그래프를 변환하는 방법에 대해 살펴보고, 주파수 지정 알고리즘이 가지고 있는 특성을 반영하여 변환된 그래프에 형태에 따른 장단점을 분석한다.

I. 서론

주파수 할당 문제 (Frequency Assignment Problem, FAP)는 그래프 색칠 문제와 밀접하게 관련되어 있어 NP-hard 문제입니다. 따라서 FAP에 관한 대부분의 논문에서는 좋은 해결책을 찾기 위해 휴리스틱 방법을 제안하고 있다.[1] 이 때 Primal Integer Feasible Solution을 찾는 방법이 Linear Programming Relaxation을 통해 무수히 많이 제안되어 왔고 이는 주파수 할당 문제의 상한선에 해당하는 정답이 될 수 있다. 따라서 풀기 어려운 문제의 경우 풀기 쉬운 문제로 변환해 줄 수 있다면 주파수 지정 알고리즘의 효율이 증가 할 수 있을 것이다. 본 논문에서는 주파수 지정 알고리즘에서 찾을 수 있는 정답의 하한값에 해당될 수 그래프 변환 방법에 대해 살펴보고 이를 알고리즘에 적용할 방안에 대해 분석한다.

II. 본론

본 논문에서는 주파수 지정 알고리즘에서 정답을 찾을 때 정답의 하한값이 될 수 있는 그래프 변환 방법을 살펴본다. 먼저 주파수 지정 알고리즘을 이용해 풀고자하는 그래프를 그림 1과 같이 나타내었다.

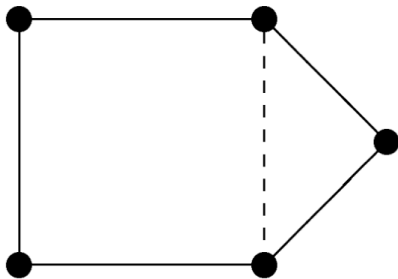


그림 1. 주파수 지정 알고리즘 대상 그래프

여기서 점선은 연결되지 않은 선이며 변환을 고려하는 두 꼭지점을 나타낸 선이다.

두 점에 대해 고려할 수 있는 그래프 변환 방법으로는 두 개의 링크 i 와 j 에 특정되지 않은 동일한 주파수를 할당받도록 강제하는 것과, 링크 i 와 j 에 서로 동일한 주파수가 할당되지 않도록 거리 제한 $d_{ij}=1$ 을 추가하는 것이다. 두 가지 방법에 의해 변환된 그래프는 그림 2와 같이 표현될 수 있다.

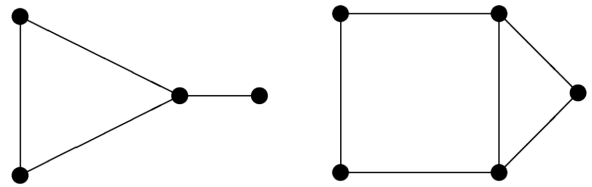


그림 2. 두 방법으로 변환된 그래프

앞서 설명한 그래프 변환은 현재의 가능한 해 집합을 두 개의 더 작은 집합으로 나누는 방법으로 볼 수 있다. 첫 번째 변환 방법은 빠르게 가능한 해를 찾을 수 있도록 설계될 수 있으므로, 깊이 우선 탐색 (Depth-First Search)을 활용한다. 두 번째 변환 방법은 정답의 좋은 하한값을 생성하는 데 사용될 수 있으므로, 최선 경계 탐색(Best-Bound Search)을 활용한다.

III. 결론

본 논문에서는 주파수 지정 알고리즘에서 정답을 찾을 때 정답의 하한값이 될 수 있는 그래프 변환 방법을 살펴보았으며 예시를 통해 그래프의 변환 결과를 확인하였다. 두 가지 변환된 그래프는 각각 주파수 지정 알고리즘 적용에 있어 다르게 기여하는데 빠르게 가능한 해를 찾을 수 있도록 그래프 변환이 되거나, 정답의 하한값을 도출할 수 있는 형태의 그래프로 변환이 된 것을 살펴보았고 이를 잘 활용하여 주파수 지정 알고리즘의 복잡도를 획기적으로 줄일 수 있을 것이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 대한민국 정부(국방부 및 방위사업청) 재원으로 민군협력진흥원에서 수행하는 민군기술협력사업의 연구비 지원으로 수행되었습니다. (22-CM-TN-39)

참고 문헌

- [1] S. Tiourine, and C. Hurkens, and J.K. Lenstra, "An overview of algorithmic approaches to frequency assignment problems," COSOR Memorandum, Eindhoven University of Technology, 1995.