

# 효율적인 승무 운영을 위한 최적 알고리즘

## An Optimized Algorithm for Efficient Crew Operation

이재희\*, 박상미\*, 윤형석\*, 강인석\*†

Jae-Hee Lee\*, Sang-Mi Park\*, Hyeong-Seok Yoon\*, Leen-Seok Kang\*†

**초 록** 철도운영기관에서는 보유하고 있는 수송수요를 예측하고, 보유하고 있는 수송 장비의 수송 능력을 토대로 열차운행계획을 작성한다. 작성된 열차운행계획에 따라 열차를 운용하기 위해서는 승무일정계획을 수립하여야 한다. 승무일정계획은 크게 승무다이어 작성과 승무교번 작성 두 가지로 구분할 수 있다. 승무일정계획의 작성은 철도운영기관의 내규, 노사 합의, 근로기준법 및 다양한 제약조건들에 의해 매우 복잡하여 오늘날 까지 전문가들이 많은 시간을 소요하여 직접 작성하고 있음에도 불구하고 제약조건을 만족하지 못하거나 미할당되는 열차와 승무다이어가 발생하고 있다. 본 연구에서는 승무일정계획 최적화 알고리즘을 제시하고, 이를 통해 승무일정계획을 작성하여 기존 승무일정계획의 문제점을 해결하고 개선 결과를 검증하고자 한다.

**주요어** : 승무일정계획, 승무다이어, 승무교번, 유전 알고리즘

### 1. 서 론

승무일정계획은 승무다이어(Crew Diagram) 작성과 승무교번(Crew Roster)작성으로 나눌 수 있다. 승무다이어는 승무원 1인이 출근해서 퇴근할 때까지 운행하는 열차의 순서를 지정하는 작업이며, 승무교번은 승무다이어를 어떠한 순서에 따라 운용할지 결정하는 작업이다.

승무일정계획을 작성하기 위해서는 근로기준법, 철도운영기관의 내규 및 노사합의에 따른 근무의 형태, 승무다이어 및 교번 작성기준 등 수많은 제약조건이 따르게 된다. 승무일정계획을 작성하기 위해 관련업무 전문가들이 경험적 지식을 동원하여 작성하고 있지만 작성과정에 시간이 많이 소요되며, 제약조건을 만족하지 못하는 승무일정계획을 운영하고 있는 실정이다.

그렇기 때문에 작성된 승무일정계획이 최적의 해인지 판단하기 힘들다. 본 연구에서는 철도운영기관에서 효율적인 승무다이어와 승무교번을 작성하기 위한 최적 알고리즘을 제시하고 그 결과를 검증하고자 한다.

### 2. 승무일정계획 작성

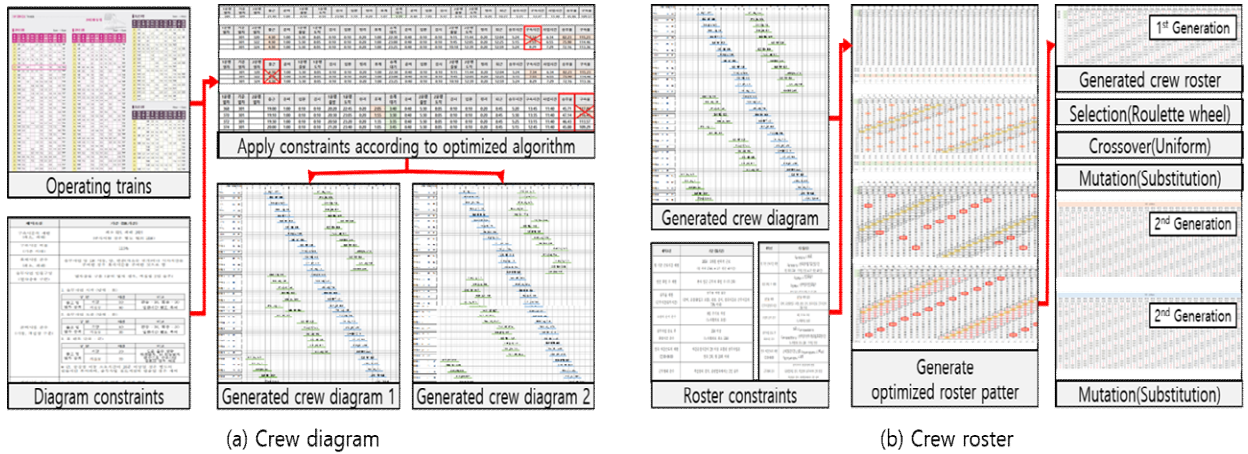
#### 2.1 승무다이어 작성

승무다이어는 승무원이 소속 승무센터에서 출근 및 퇴근할 수 있도록 근무시간 동안 운행해야할 열차와 열차를 조합해 나가는 과정이다. 승무다이어를 작성하기 위해서는 Fig.1 의 (a)와 같이 철도운영기관에서 운행하는 모든 열차와 승무다이어를 작성하기 위해 고려해야하는 제약조건들을 파악해야 한다.

열차의 출고 및 승계, 승무원의 출퇴근시간, 휴계시간, 사업시간 및 구속시간 등 승무다이어 작성에 필요한 제약조건들을 최적화 알고리즘 순서에 따라 적용하여 서로 대응할 수 있는 열차의 조합을 찾아 승무다이어를 지정한다.

† 교신저자: 국립경상대학교 공과대학 토목공학과의 (lskang@gnu.ac.kr)

\* 국립경상대학교 공과대학 토목공학과



**Fig. 1** Creation of crew scheduling applying optimized algorithm

철도운영기관에서 운행하는 모든 열차들이 서로 잘 조합되어야 미할당된 열차가 발생하지 않으며, 조합된 승무다이아 간 근무시간의 편차가 크지 않아야 한다.

## 2.2 승무교번 작성

승무원에게 작성된 승무다이를 할당하여 한 달 동안 근무해야하는 순서를 결정하는 과정이 승무교번 작성이다.

승무교번을 작성하기 위해서는 Fig.1의 (b)와 같이 승무 센터별 근무인원을 파악하고, 요일별로 어떠한 다이가 운영되어야 하는지, 근무 순환 패턴은 어떻게 이루어져 있는지, 승무다이를 배치하기 위한 제약조건은 어떠한 것들이 있는지 파악해야한다.

이후 유전알고리즘(Genetic Algorithm)을 적용하여 설정한 인구수만큼 첫 번째 세대의 해를 생성하고, 선택(Selection), 교차(Crossover), 변이(Mutation) 연산을 수행하여 다음세대의 해를 생성한다. 해당 과정을 사용자가 설정한 결과 혹은 지정한 세대수를 도달할 때까지 반복한다.

## 3. 결론

본 연구에서 제시한 승무일정계획 작성 최적화 알고리즘을 제시하고 이를 통해 승무다이아 및 승무교번을 작성할 수 있었다.

최적화 알고리즘을 통해서 기존 승무다이아에서 제약조건을 만족하지 못하는

경우와 근무, 승계시간 편차값들을 소폭 개선할 수 있었으며, 승무교번에서는 세대를 거듭할 수 록 작성된 교번의 사업시간 및 승무다이아 간 휴양시간이 개선되었다.

## 감사의 글

본 연구는 2020년 국토교통과학기술진흥원 연구비 지원사업(20RTRP-C148789-03)으로 이루어졌음

## 참고문헌

- [1] J.H. Park (2008) A Case study on optimizing train crew schedules, MS Thesis, Hanyang University
- [2] Y.H. Kim, J.P. Kim (2006) A study on the crew roster scheduling, *Conference Proceedings of Korean Society for Railway*, Republic of Korea, pp. 86-92
- [3] S.M. Park, H.S. Kim, L.S. Kang (2019) Application of Genetic Algorithm for Railway Crew Rostering, *Journal of the Korea Academia-Industrial*, 20(9), pp. 133-141
- [4] B.R. Moon (2008) Easy to learn genetic algorithm, HANBIT Media
- [5] E. Khmeleva, A. Hopgood, L. Tipi and M. Shahidan (2014) Rail-Freight crew scheduling with a genetic algorithm, *Research and Development in Intelligent System*. 31, pp. 211-223