

저자 (Authors)	박배선, 강선영, 이학태 Bae-Seon Park, Seon-Young Kang, Hak-Tae Lee
출처 (Source)	<a href="#">한국항공우주학회 학술발표회 초록집</a> , 2016.11, 622-623(2 pages)
발행처 (Publisher)	<a href="#">한국항공우주학회</a> The Korean Society for Aeronautical & Space Sciences
URL	<a href="http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE07090635">http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE07090635</a>
APA Style	박배선, 강선영, 이학태 (2016). 선입-선처리 알고리즘을 이용한 항공기 지상 이동 스케줄링. 한국항공우주학회 학술발표회 초록집, 622-623
이용정보 (Accessed)	인하대학교 165.246.75.*** 2020/03/31 20:57 (KST)

---

### 저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

### Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

# 선입-선처리 알고리즘을 이용한 항공기 지상 이동 스케줄링

박배선\*, 강선영, 이학태  
인하대학교

## Airport Surface Movement Scheduling Using a First-Come First-Served Algorithm

Bae-Seon Park\*, Seon-Young Kang, and Hak-Tae Lee

**Key Words** : Scheduling, Airport Surface, First-Come First-Served, Node-Link Structure

### 서론

항공 수요가 증가하면서, 공역과 항로 이외에도, 공항에서의 효율적인 출도착 관리 또한 중요해졌다. 따라서 공항 내 항공기 지상 주행 경로 도출 및 스케줄링에 관한 다양한 연구들이 진행되고 있다.

[1]은 동적 프로그래밍(Dynamic programming)을 일반화하여, 공항의 항공기 대기 구역을 구속 조건으로 적용해 도착 스케줄 문제를 최적으로 해결할 수 있음을 보였다. [2]는 항공기 분리 간격 등을 고려한 혼합 정수 선형 프로그램 기법(Mixed Integer Linear Program, MILP)을 이용하였다. [3]은 균일 분포를 가정한 결정론적 활주로 스케줄링을 선입-선처리 방식(First-Come First-Served, FCFS)과 비교하였다.

본 논문에서는 일반적인 노드-링크 구조(Node-link structure)에서의 선입-선처리 알고리즘을 기반으로, 교차로 및 유도로(taxiway)의 방향성을 고려하여 지연을 최소화하는 스케줄링 기법에 대해 설명한다.

### 본론

공항 표면의 항공기 이동로는 Fig. 1과 같이 노드-링크 구조로 단순화할 수 있다..

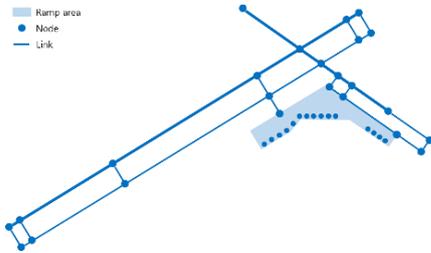


Fig. 1. Simple node-link model of Jeju airport

### 교차로 처리

항공기가 공역을 이동하는 경우, 공역 경계면에

해당하는 노드에서의 이동 시간은 0이기 때문에 제약 조건이 순간적으로 적용되며, 링크 제약 조건은 유한한 시간 간격으로 적용된다[4].

교차로에 진입하는 항공기의 경우 Fig. 2와 같이 움직이며, 다른 항공기는 이 과정이 끝날 때까지 진입이 불가능하다. 따라서 교차로를 노드로 처리하지 않고 최대 수용량이 1인 새로운 링크로 가정할 수 있다.

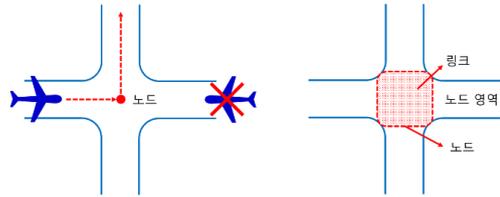


Fig. 2 Crossing taxiway node

### 방향성 처리

공역과 같은 일반적인 링크와 달리, 유도로는 Fig. 3과 같이 고유한 방향, 즉, 정방향(+)과 역방향(-)을 가지고 있다.

Fig. 4은 방향에 따른 링크 내 항공기 수 변화를 보여주는데, 이 때 링크의 가용 여부 판단은 공역과 유사하다[4]. Fig. 4의 색칠된 영역은 항공기가 지나갈 수 있는 슬롯을 표시한 것이다.

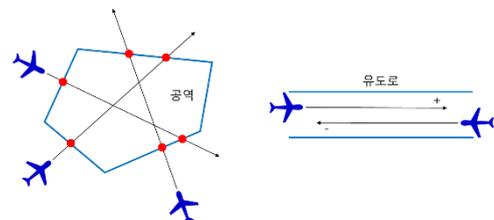


Fig. 3 Aircraft in sector and taxiway

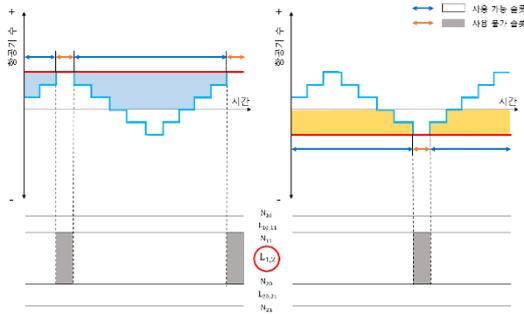


Fig. 4. Available and unavailable slots in a link determined by direction

교차로 노드는 직선 구간 링크에 비해 방향성이 뚜렷하지 않다. 따라서 방향성을 고려하지 않고, Fig. 5와 같이 최대 수용량이 1인 절대값 영역으로 가정한다.



Fig. 5. Crossing taxiway capacity

Fig. 6은 일반적인 항공기 스케줄링 기법[4]에 교차로 처리와 링크 방향성 처리를 적용한 예이다.

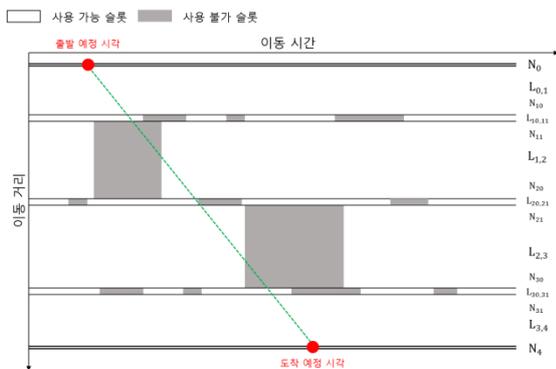


Fig. 6. Example of scheduling algorithm

시뮬레이션 결과

구글 어스를 이용해 간단한 제주 공항 모델을 생성하여 스케줄링 시뮬레이션을 수행하였다. 항공기 452대가 모두 동일한 시간에 출발하는 것으로 초기 조건을 설정하였고, 모든 링크의 최대 수용량은 항공기 10대로 설정해 알고리즘의 타당성을 확인하였다. Fig. 7은 링크 P2에서의 항공기 수 변화를 그래프로 나타낸 것이며, 제약 조건을 만족하는 것을

확인할 수 있다.

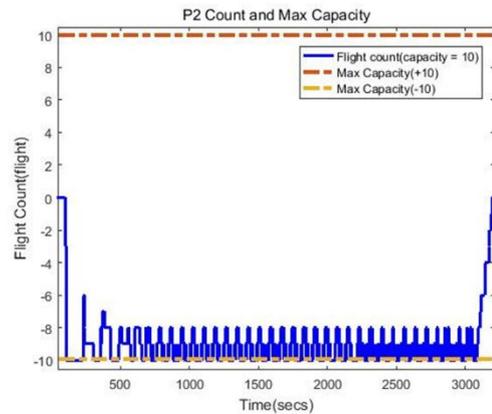


Fig. 7. Change of number of flights in Link P2

후 기

본 연구는 국토교통부의 ‘항공기 출발 및 도착 통합 관리 연구 (과제번호: 15ATRP-C088155-02)’에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- 1) Rathinam, S., Wood, Z., Sridhar, B., and Jung, Y., “A Generalized Dynamic Programming Approach for a Departure Scheduling Problem,” AIAA-2009-6250, *AIAA Guidance, Navigation, and Control Conference*, Chicago, IL, 10-13 Aug. 2009.
- 2) Gupta, G., Malik, W., and Jung, Y. C., “A Mixed Integer Linear Program for Airport Departure Scheduling,” AIAA-2009-6933, *AIAA Aviation, Technology, Integration, and Operations (ATIO) Conference and Aircraft Noise and Emissions Reduction Symposium (ANERS)*, Hilton Head, SC, Sep. 21-23, 2009.
- 3) Gupta, G., Malik, W., and Jung, Y., “Effect of Uncertainty on deterministic Runway Scheduling,” AIAA-2011-6924, *11th American Institute of Aeronautics and Astronautics (AIAA) Aviation Technology, Integration, and Operations (ATIO) Conference*, Virginia Beach, VA, 20-22 Sep. 2011.
- 4) Park, B., and Lee, H., “Development of a First-Come First-Served Departure Scheduler,” *7th Asia-Pacific International Symposium on Aerospace Technology (APISAT)*, Cairns, Australia, 25-27 Nov. 2015.