

김해국제공항 지상 데이터를 이용한 활주로-게이트 간 이동시간 분포 분석

박민균*, 이석환, 황현수, 한성민, 이학태

인하대학교

Analysis of Taxi Time Distribution between Runway and Gate Using Surface Movement Data of Gimhae International Airport

Minkyun Park*, Seokhwan Lee, Hyeon-su Hwang, Seong-Min Han, Hak-Tae Lee

Key Words : ADS-B, Taxi Time, Runway(활주로), Gate(게이트), Gimhae International Airport

서론

항공기는 21세기의 핵심적인 교통수단으로, 항공 교통량이 증가함에 따라 항공운항관리는 지속적으로 연구되어왔다. 항공운항관리는 보다 효율적이고 안전한 운항을 위한 관리체계를 목적으로 하며, 현재 다양한 방법으로 연구되고 있다. [1]은 공항에서 항공기의 출도착 관리에 대한 논문으로, 선입 선처리 스케줄링 알고리즘을 소개하고 있다. [2]는 Variable Taxi Time (VTT)에 대한 논문으로, VTT는 공항의 실제 상황을 반영한 지상활주 시간을 산정함으로써 보다 정확한 항공기 접이현시간 및 이륙시간을 예측하는 연구이다. 이처럼 공항은 모든 항공기들이 사용하는 곳이기 때문에 항공운항관리에 있어 다양한 연구가 진행되고 있다.

본 논문은 인하대학교에서 수집한 Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B) 데이터 중 김해국제공항에 이착륙한 항공기 데이터를 이용하여 활주로-게이트 조합에 대해 많이 사용되는 조합과 Taxi Time의 분포를 분석하였다.

본론

1. 김해공항 노드 좌표 전 처리

계기비행을 하는 항공기들은 일반적으로 Aeronautical Information Publication (AIP)에 기재된 절차를 바탕으로 이착륙을 진행한다. [3]에서는 국내 공역에서의 항공기 운항 관리를 위해 AIP를 데이터를 최신화 하였으며 본 논문에서는 [3]에서 제시한 AIP 데이터를 기반으로 연구를 진행하였다. AIP에 기재된 김해공항의 노드는 총 131개로, 이를 연결한 링크는 152개이다. 김해공항은 평행 활주로 15L, 15R, 36L, 36R의 네 개의 활주와 53개의 게이트가 있다.

해당 데이터를 바탕으로 김해국제공항의 노드 좌표를 람베르트 정각원추도법을 이용해 투영하여 x, y 좌표계로 변환하였다. 정각원추도법에 사용된 반지름은 김해국제공항 노드의 최대, 최소를 평균하여 사용하였다. 투영된 링크에 대하여 링크를 포함한 사각형 폴리곤을 생성하였다.

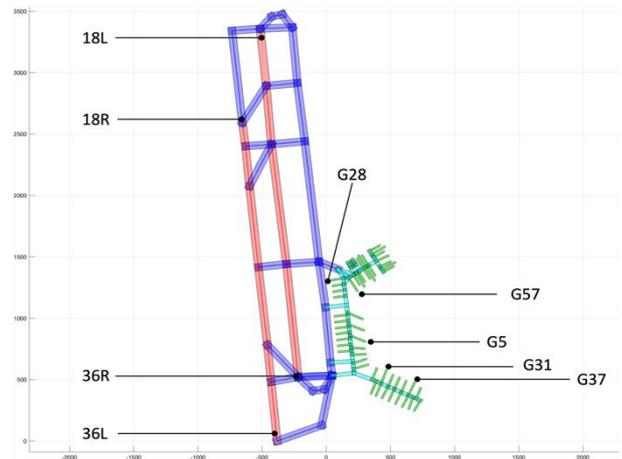


Fig. 1. Polygons containing Links on x, y coordinate

이 때 각각의 링크를 활주로, 유도로, 램프, 게이트 네 개의 유형으로 분류하였으며, 링크의 유형별로 폴리곤의 전후좌우 폭을 달리하였는데 본 연구에서는 수차례 실험을 통해 경험적으로 활주와 유도로는 30 m, 램프는 15 m, 게이트는 7.5 m 로 설정하였다. 또한 폴리곤이 겹치는 지점은 최인접 노드를 기준으로 Junction 으로 분류하였다.

2. 활주로-게이트 조합 및 Taxi Time 비교

본 논문에 2022년 3월부터 12월까지 인하대에서 수집한 ADS-B 데이터와 [2]에서 제시한 AIP 데이터를 이용하여 연구를 진행하였다. 데이터 중 항공기 게이트 판별이 안되는 경우를 제외하고, 이륙 데이터 13347개와 착륙 데이터 13931개를 이용하였다. 또한 이상치라고 판단되는 데이터를 고려해, 조합별 총 소요시간의 하위 1%와 상위 1%를 제외하여 분석하였다. 본 논문의 Taxi Time은 항공기의 Taxi-out 시 소요시간과 Taxi-in 시 소요시간을 기준으로 하였다.

Table 1. Counts of Departure and Arrival according to Runway

Runway	Departure	Arrival
18L	1731	159
18R	42	1443
36L	602	12151
36R	10972	178

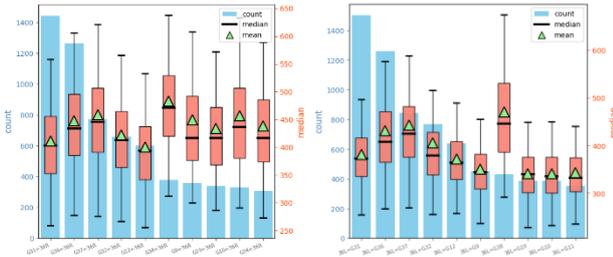


Fig. 2. Box Plot of Taxi Time with Bar Chart about Count sorted by the number of Trajectories

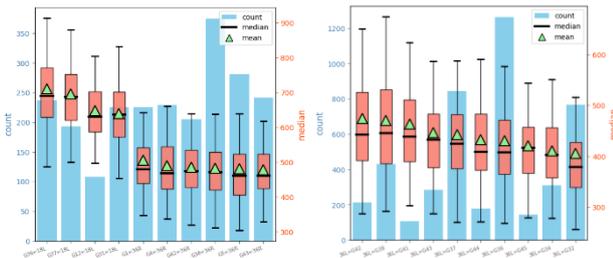


Fig. 3. Box Plot of Taxi Time with Bar Chart about Count sorted by Taxi Time

Fig. 2, Fig. 3은 항적의 수를 막대그래프, Taxi Time을 상자수염그림으로 나타낸 것으로 좌측이 이륙, 우측이 착륙에 해당하는 그래프이다. Fig. 2은 활주로-게이트 조합 중 가장 많이 사용되는 10개의 조합에 대한 그림이며, Fig. 3은 100개 이상의 데이터가 있는 조합 중 Taxi Time이 가장 긴 10개의 조합에 대한 그림이다.

Fig. 2에서, Table 1.의 결과와 같이 이륙 시 가장 많이 사용되는 조합은 모두 활주로 36R과의 조합이며 착륙 시 가장 많이 사용되는 조합은 모두 활주로 36L과의 조합이다. 또한 Fig. 3에서, 이륙 시 가장 긴 Taxi Time을 가지는 조합은 활주로 36R의 반대방향에 위치한 활주로 18L과의 조합인데 반해, 착륙시 Taxi Time이 긴 조합들은 이륙 시와 마찬가지로 활주로 36L과의 조합이다. Fig. 1을 참고하면 항공기가 활주로 18R을 통하여 착륙했을 시, Taxi-in 에서 Ramp-in 까지의 거리가 더 짧기 때문으로 예상된다.

Table 2. Counts and Taxi Time from Gates to 36R

Gate	Count	Traxi Time(mean)
G37	770	7.64 min
G57	287	7.53 min
G5	281	8.01 min

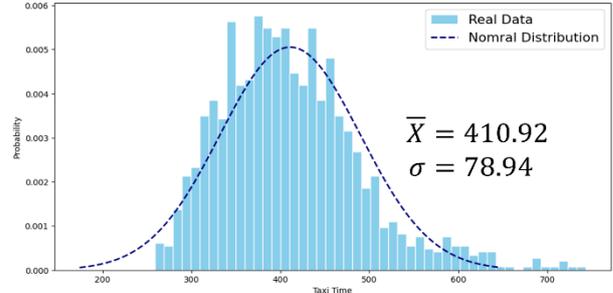


Fig. 4. Distribution of Taxi Time from Gate 31 to Runway 36R with PDF of Normal Distribution

Fig.1과 Table 2.를 분석 했을 때, Table 2.에서 활주로 36R에 가장 가까운 게이트 5가 Taxi Time은 가장 긴데, 이는 활주로-게이트 간의 거리는 Taxi Time을 예측하는데 유용한 지표가 아닌 것을 알 수 있다. 또한 Fig. 4는 이륙 시 가장 많이 사용된 조합의 Taxi Time 분포이다. Taxi Time의 분포를 분석하면 Fig. 4를 포함, 100대 이상의 항공기가 이용한 조합 대부분이 정규분포의 개형과 유사한 것을 확인하였다.

결론

본 논문에서는 2022년 김해공항 지상 데이터와 AIP 데이터를 이용하여 항공기 이착륙에 따라, 많이 사용되는 조합과 해당 조합의 Taxi Time을 산출하였다.

Taxi Time은 공항 스케줄링에 있어 매우 유용한 데이터로, 본 논문의 연구결과가 차후 진행될 연구에 참고되어 유의미한 논문이 되길 기대한다.

후기

본 연구는 ‘데이터 기반 항공교통관리 기술개발’ (과제번호: RS-2021-KA163373) 연구의 지원에 의하여 이루어진 연구로서, 관계 부처에 감사드립니다.

참고문헌

- 1) Park, B.S., Lee, H.T., “A Study on Scheduling Algorithms based on the First-Come First-Served Approach for Airport Surface Operation”
- 2) Jung, J.A., Baik, H. J., “Estimation of Variable Taxi Time for Departing Aircraft”
- 3) Hwang, H.S., Lee, H.T., “Introduction to AIP and Proposed Data Structure for Utilizing AIP”