

ASDE 데이터를 활용한 경로 중심 궤적 추출 및 선회 특성 분석

곽도훈· 박민균· 김태영· 이학태[†]

인하대학교 항공우주공학과

Extraction of Reference Ground Trajectories and Analysis of Turn Characteristics Using ASDE Data

DoHun Kwak, Minkyun Park, Tae Young Kim, and Hak-Tae Lee[†]

Department of Aerospace Engineering, Inha University

Abstract : 본 논문에서는 2022년 인천국제공항의 Airport Surface Detection Equipment (ASDE) 데이터 중 다양한 선회 각을 갖는 출도착 경로들에 Dynamic Time Warping (DTW) 알고리즘을 활용하여 실제 궤적들의 중심 궤적을 도출하였다. 중심 궤적을 바탕으로 선회 시작점, 선회 반경 등의 특성을 파악하였다.

Key Words : 공항 지상 이동 시뮬레이션, Dynamic Time Warping (DTW), Airport Surface Detection Equipment (ASDE) 데이터, 지상 이동 궤적 전처리

Acknowledgement : 본 연구는 국토교통부의 '데이터 기반 항공교통관리 기술 개발 (RS-2021-KA163373)' 연구의 지원에 의하여 이루어진 연구로, 관계 부처에 감사드립니다.

1. 서론

효율적인 출도착 운동을 위해 지상 이동 시간 예측의 중요성이 증대되고 있어 이에 대한 데이터 분석이 진행되고 있다[1].

본 논문에서는 2022년 인천국제공항 Airport Surface Detection Equipment (ASDE) 데이터를 활용하여 다양한 선회 각을 갖는 경로를 선정하고 이 경로를 지난 다수의 지상 항적을 선별하였다. Dynamic Time Warping (DTW) 알고리즘을 적용하여 같은 경로를 지난 다수의 궤적의 중심 궤적을 도출하여 선회 특성을 분석할 수 있도록 하였다.

2. 본론

출발 경로는 Pushback 직후 노드부터 활주로 진입까지, 도착 경로는 활주로 탈출 후 게이트 진입 직전 노드까지의 ASDE 데이터를 사용하였다.

선정된 2개의 경로를 지나간 각각의 항적을 500 개의 등간격으로 보간 후 DTW 알고리즘을 적용하여 중심 궤적을 추출하였다. 각 경로의 링크별 평균 이동 시간으로 중심 궤적을 1초 간격으로 보간하였고, Fig. 1에 도시하였다.

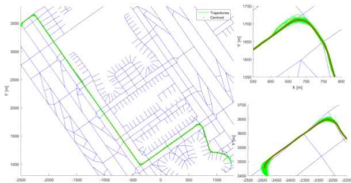


Fig. 1 ASDE 데이터(g) & 중심 궤적(r)

지상 운동 모델의 Waypoint가 다음 노드로 바뀌는 지점을 선회 시작점으로 정의하였다. 추출된 중심 궤적을 이용하여 선회율이 초당 2도 이상인 구간을 선회 구간으로 설정하여 선회 시작점과 선회 반경을 산출하였다. 현재 링크와 다음 링크의 외각을 선회 각, θ 로 정의하였으며, 선회 각에 따른 선회 반경과 시작점의 관계를 분석하였다.

3. 결론

Taxiway에서는 선회 각이 $88^\circ \sim 102^\circ$ 의 비교적 좁은 범위이며 선회 시작점은 평균 35.3m이다. 반면 Ramp 구간에서의 선회 각은 $51^\circ \sim 97^\circ$ 의 상대적으로 넓은 범위에 분포되어 있다. 따라서, θ 와 선회 시작점의 관계를 1차 선형 피팅을 통해 식(1)과 같은 관계를 도출하였으며, Fig. 2에 도식하였다.

$$\text{Waypoint Boundary} = 0.289 \times \theta + 4.38 \quad (1)$$

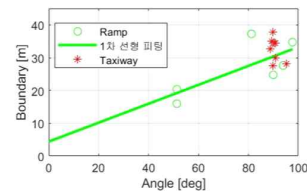


Fig. 2 Taxi 및 Ramp 구간의 선회 시작거리 분포

참고문헌

[1] Minkyun Park, Seokhwan Lee, Hyeon-su Hwang, Seong-Min Han, and Hak-Tae Lee (2023-11-15). Analysis of Taxi Time Distribution between Runway and Gate Using Surface Movement Data of Gimhae International Airport. 한국항공우주학회 학술발표회 초록집

[†]교신저자 (Corresponding Author)

E-mail: haktae.lee@inha.ac.kr

Copyright © The Society for Aerospace System Engineering