

ASDE 데이터를 활용한 항공기 지상 운동 모델 튜닝 및 성능 개선

김태영 · 곽도훈 · 이학태[†]

인하대학교 항공우주공학과

Aircraft Surface Dynamics Models Tuning Using ASDE Data

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

Department of Aerospace Engineering, Inha University

Abstract : 동역학 모델에 기반한 지상 이동 시뮬레이션의 경우 성능 파라미터의 영향을 많이 받게 된다. 본 논문에서는 2022년 인천국제공항의 Airport Surface Detection Equipment (ASDE) 데이터와 Dynamic Time Warping (DTW) 알고리즘을 적용해 도출된 중심 궤적 특성을 활용하여 실제 주행 궤적과 유사한 궤적을 생성할 수 있는 노즈 기어 최대 조향각과 각속도 등의 성능 파라미터를 도출하였다.

Key Words : 공항 지상 이동 시뮬레이션, 항공기 지상 운동 모델, 최대 조향각, Dynamic Time Warping (DTW), Jaccard 유사도, Airport Surface Detection Equipment (ASDE) 데이터

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

1. 서론

효율적인 공항 운영을 위해 전 구역 배속 시뮬레이터가 개발되고 있으나[1], 시뮬레이터의 지상 이동 모델과 실제 항공기 궤적 간 차이로 인해 시뮬레이션 결과의 신뢰성이 저하되는 문제가 존재한다.

본 논문에서는 2022년 인천국제공항의 Airport Surface Detection Equipment (ASDE) 데이터를 기반으로 도출된 중심 궤적을 활용하여 항공기 지상 이동 모델과 비교하여 유사도를 분석하여 항공기 지상 운동 모델을 튜닝하였다.

2. 본론

항공기 지상 운동 모델의 파라미터 중 최대 조향각, 각속도를 튜닝하기 위해 중심 궤적으로부터 산출된 선회 시작점, 선회 반경을 활용하였다.

중심 궤적과 지상 운동 모델의 궤적의 유사도를 수치화하기 위해 Jaccard 유사도와 DTW 알고리즘을 사용하였다. 이후 선회 특성에 맞추어 파라미터값을 반복적으로 변경하며 두 궤적이 더 높은 유사도를 갖도록 개선하였다.

3. 결론

선회 시작점은 각속도와 밀접한 상관관계를 가지며, 선회 반경은 최대 조향각과 연관이 있다. 두 파라미터 값을 반복적으로 조정하는 과정을 통해 개선된 값을 도출하였다.

Table 1. 튜닝 전후 파라미터값 비교

	Base Model	Refined Model
최대 조향각 [deg]	50	45
최대 각속도 [rad/s]	10	25

튜닝 전후 파라미터값을 Table 1에 정리하였으며, Fig. 1에 궤적을 비교하였다.

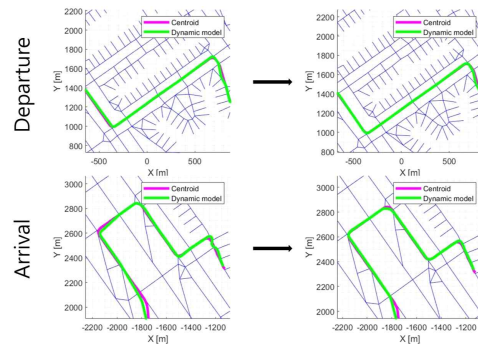


Fig. 1 출도착 경로에 대한 튜닝 전후 궤적 비교

Table 2에서는 Jaccard 유사도와 DTW 알고리즘을 사용하여 튜닝 전후 유사도 값을 비교하였으며, 두 알고리즘 모두 유사성이 증가함을 확인하였다. Ramp 구간은 전 구역이 포함되어 있어 항공기가 중심선을 이탈하는 경우가 빈번하므로, 개선 이후에도 운동 모델이 실제 궤적을 완전히 재현하는 데에는 한계가 존재한다.

Table 2. 튜닝 전후 유사도 비교

	출발 경로		도착 경로	
	Base	Refined	Base	Refined
Jaccard	0.665	0.725	0.494	0.649
DTW	0.722	0.780	0.590	0.711

참고문헌

[1] Kim, Tae Young, Park, Bae-Seon, Lee, Hyeonwoong, and Lee, Hak-Tae (2019). Development of Fast-Time Simulator for Aircraft Surface Operation. Journal of advanced navigation technology, 23(1), 1-7.

[†]교신저자 (Corresponding Author)

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

Copyright © The Society for Aerospace System Engineering