

### 데이터 기반 항공 안전 연구

이학태\* 박배선, 류재영, 남홍수, 한성민, 황현수, 이석환, 강진혁, 이현웅  
인하대학교

### Data-Driven Aviation Safety Research

Hak-Tae Lee\*, Bae-Seon Park, Jaeyoung Ryu, Hong-Su Nam, Seong-Min Han, Hyeon-Su Hwang, Seok-Hwan Lee, Jinhyeok Kang, Hyeonwoong Lee

**Key Words** : Trajectory Data (항적 데이터), Master Data Set (마스터 데이터 셋), Aviation Safety (항공 안전), Precursor (전조 징후), Clustering (클러스터링)

### 서론

국내에서는 실제 운항 데이터를 이용하여 항공 안전 관련 현황을 파악하고 이에 대한 복합적인 원인을 분석한 연구가 진행되지 못했다. 본 논문에서는 국토교통부의 지원으로 2020년에 시작하여 현재 진행되고 있는 “빅데이터 기반 항공안전관리 기술개발 및 플랫폼 구축”의 연구 성과 전반을 소개한다.

### 본론

#### 1. 데이터 수집

항적 데이터는 ADS-B 데이터를 사용하였다. 교통량이 정상이었던 마지막 해인 2019년 데이터를 FlightAware사로부터 구매하여 연구를 시작하였으며, 자체적으로 ADS-B 수신 시설을 확충하여 현재 인천 (2), 옥천, 광주, 김해, 부산, 제주에 총 7개의 수신기에서 항적데이터를 실시간으로 수집하여 정제 및 저장하고 있다.

기상 데이터는 공간상의 격자에서의 바람장이 필요하기 때문에 기상청 예보 데이터 중 초단기 예보 모델(KLAPS)을 사용하였다.

지형데이터는 DEM 데이터를 사용하였으며, 구역, 항로, 절차 등의 정보는 국토교통부에서 발간하는 AIP를 주기적으로 저장한 DB를 구축하였다.

#### 2. 데이터 전처리

수집된 항적, 기상, 지형, AIP 데이터의 경우 각각의 데이터를 확인하여 오류를 수정하고 누락된 부분을 파악해야 하며, 궁극적으로는 이를 하나의 데이터 구조로 결합하여 항적 상의 각 점에서 그 특정하나 시간과 위치에 해당하는 항공기의 상태, 풍향, 풍속, 주변 지형과의 거리, 구역, 항로 정보 등을

통합하였다. 이렇게 통합된 데이터를 Master Dataset이라고 명명하였다. Figure 1은 데이터를 통합하여 Master Dataset을 만드는 과정을 보여준다.

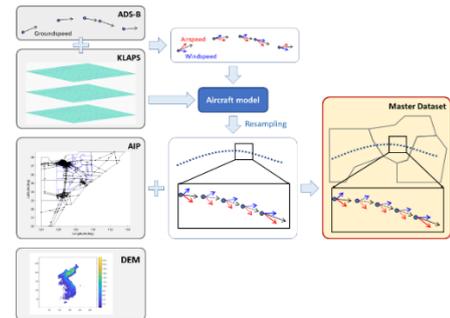


Fig. 1. Master dataset building process

#### 3. 기초 연구

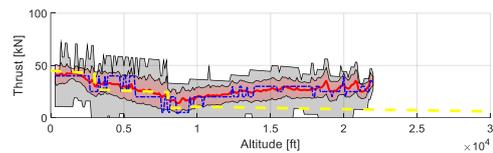


Fig. 2. Boeing 737-800 descent thrust

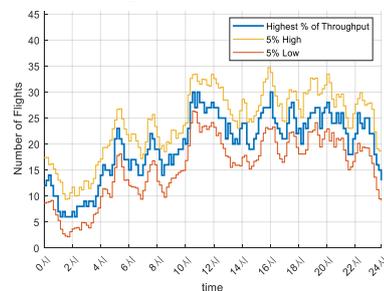


Fig. 3. Traffic volume in Jeju Area Sector

Master Dataset을 구성하는 과정에서 항공기 운동모델을 튜닝하고, 성능모델을 추출하였으며, 구역 및 공항의 이용 현황 분석과 같은 기초적인 분석들이

수행되었다. Figure 2는 김해공항과 제주공항간 운항한 Boeing 737-800 기종의 고도에 따른 하강 시 추력을 보여준다. 일반적으로 사용되는 BADA의 추력과 차이를 볼 수 있다. Figure 3은 제주 Area 섹터내의 교통량을 통계적으로 분석한 결과를 보여준다. 모든 섹터와 TMA에 대하여 교통량을 분석하고 클러스터링을 통하여 몇 가지 패턴을 찾아낸 연구도 진행되었다.

**4. 공중 충돌 위험도 연구**

항공 안전의 가장 기본이 되는 공중 충돌 위험도에 관한 연구를 수행하였다. TCAS 경보가 울릴 정도로 위험한 상황은 실제 운항에서 자주 발생하지 않기 때문에, 무인항공기의 탐지회피 시스템(DAA)을 위하여 개발된 Well Clear라는 지표<sup>(1)</sup>를 적용하여 위험도의 범위를 확대하고, 4단계로 구분할 수 있도록 하였다. Figure 4는 2018년 항적데이터와 Well Clear 지표를 통하여 분석한 2018년의 전체의 상대적인 공중 충돌 위험도를 보여준다.

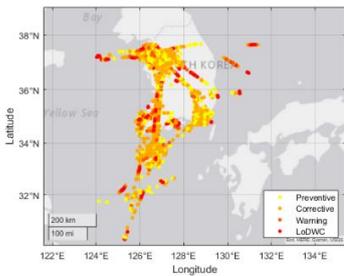


Fig. 4. Collision risk in 2018

**5. 전조 징후 탐지 및 이벤트 트리**

현재 항공안전 관리는 사후 관리로서 실제로 사고와 이에 준하는 이벤트에 한하여 집계하고 관리하는 방식이다. 데이터를 이용하여 분석할 때에는 이보다 앞선 단계에서 직접적으로 안전을 위협한 상황은 아니지만 더 심각한 문제를 초래할 수 있는 상황들을 파악하고 이들을 전조징후라고 명명하였다. Figure 5는 접근 구간에서 발생하는 다양한 전조징후를 보여준다.

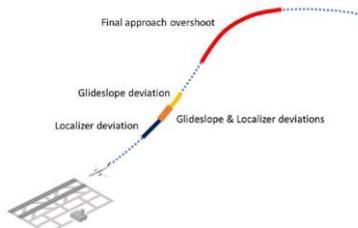


Fig. 5. Precursors during approach

전조 징후들을 분석하여 Figure 6와 같은 event tree를 생성할 수 있다. 즉 특정 활주로 접근 항공기 중 특정 전조징후가 발생할 확률을 도출하고 이로부터 추가적으로 문제가 발생할 확률을 도출하여 조건부

확률로 전조징후 발생확률을 정량화 할 수 있다.

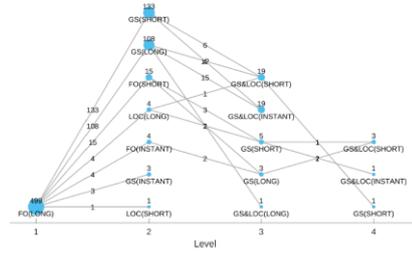


Fig. 6. Event tree

**6. 클러스터링**

빅데이터 분석 기법으로서는 클러스터링이 많이 사용되었다. 특히 인천, 김포, 김해, 제주 공항으로 접근하는 교통에 대하여 다양한 클러스터링을 실시한 결과 표준 절차인 SID와 STAR를 따르지 않고 레이더 벡터링이 매우 빈번하게 일어나는 것이 데이터로서 확인되었다. 이를 통해 레이더 벡터링의 정형화된 패턴을 찾고 패턴에 따른 위험도 분석, 개정된 절차의 제안 등의 연구로 이어질 전망이다. Figure 7은 제주국제공항으로 착륙하는 항공기들의 궤적을 클러스터링하여 얻은 41개의 클러스터 중 8개를 보여준다. 또한 클러스터링 연구는 국제 공동연구로서 미국의 퍼듀대학교 협업으로 진행되고 있다.

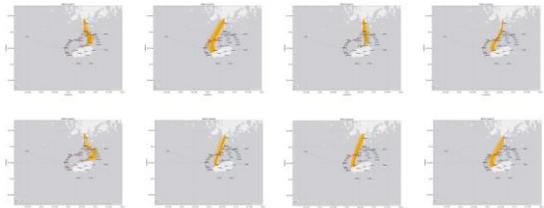


Fig. 7. Selected clusters of RKPC arrivals in 2018

**결론**

항적을 기반으로 한 항공안전 연구의 전반적인 진행 상황을 요약하였다.

**후기**

본 연구는 국토교통부의 ‘빅데이터 기반 항공안전관리 기술개발 및 플랫폼 구축 (RS-2020-KA158275)’ 연구의 지원에 의하여 이루어진 연구로, 관계 부처에 감사드립니다.

**참고문헌**

1) DO-365A: Minimum operational performance standards (mops) for detect and Avoid (daa) systems, RTCA Special Committee 228, 2020.