

# ADS-B 기반 항적 데이터를 활용한 항공기 경로점 추출 기법

이 현 응 · 박 배 선 · 이 학 태

인하대학교 항공우주공학과

## Waypoint Extraction from Recorded ADS-B Trajectory Data

Hyeon-Woong Lee · Bae-Seon Park · Hak-Tae Lee

Department of Aerospace Engineering, Inha University

### Abstract

For air traffic management related research, it is often necessary to perform simulations based on recorded flight trajectories. In this paper, a process was developed to collect trajectories using an ADS-B receiver, and to post process the data to generate flight plans that include waypoints as well as altitudes and speeds assigned to those waypoints.

### 1. 서 론

전 세계적으로 항공 수요의 증가로 인한 항공 교통량의 급증과, 무인기의 발달에 따른 유·무인기 관제 통합 운용에 있어 기존 관제 시스템의 변화가 요구되고 있다. 특히 통신, 항법, 감시 분야에서 개선을 통한 기존 관제 시스템의 효율 증대 방안 및 데이터 통신과 위성 항법을 이용한 새로운 개념의 관제 시스템 개발이 진행되고 있다[1]. 또한 이러한 시스템을 검증하기 위한 방법으로 다양한 시나리오를 이용한 시뮬레이션 연구들도 활발히 진행되고 있다. 그 예로 최근 차세대 항공관제 시스템으로 불리는 ‘방송형-자동 중속 감시(Automatic Dependent Surveillance-Broadcast, ADS-B)’를 활용한 항공관제 시뮬레이션 연구가 진행된 바 있다[2].

본 논문에서는 ADS-B를 이용한 관제 기반 조성을 위해 항적 데이터를 구축하고, 이를 단순화하여 최적의 항공기 경로점을 추출하는 기법을 제시한다. 또한 추출된 경로점을 바탕으로 시뮬레이션을 수행하였다.

### II. ADS-B를 이용한 경로점 추출

#### 1. 데이터의 수집 및 분석

항공기에서 송출되는 ADS-B 데이터는 수신 장비를 통해 데이터를 받아오게 된다. 본 연구에서 ADS-B 데이터의 수

집을 위한 수신기로 독일 Planevision Systems사의 PlaneTRack-19 " Professional ADS-B Receiver가 사용되었으며, 이 장비는 설치 장소로부터 200NMI 내의 ADS-B 트랜스폰더가 장착된 항공기들의 항적 데이터를 받아온다. 더불어 데이터 저장을 위한 서버를 구축하여 TCP (Transmission Control Protocol) 통신을 통해 수신된 데이터를 전달받고 내용과 종류에 따라 분류되어 저장한다. 이 분류는 데이터베이스 구축을 위한 방법으로 항공기의 편명과 시간을 기준으로 한다.

ADS-B 수신기를 통해 얻는 데이터는 항공기의 Call Sign과 GPS를 통한 위치와 속도에 대한 정보가 포함되어 있으며 기수방향(Heading)과 이착륙 시 상승/하강률(Vertical Rate) 및 현재 상태를 확인할 수 있다.

그림 1. 수신된 메시지 종류에 따른 데이터의 분류

그림 1은 ADS-B 수신기를 통해 저장되는 메시지 종류에 따라 담고 있는 내용을 나타낸다[3]. 이를 통해 항공기의 항적을 추출해 낼 수 있지만, 하나의 신호에 모든 데이터가 포함되어 있지 않고 그림 1에서 보는 바와 같이 한 행에 대한 데이터가 하나의 신호로 나뉘어 송출된다. 또한 메시지가 순서에 상관없이 수신되며, 종류별 수신 횟수가 다르기 때문에 나누어진 신호를 하나의 경로점으로 표현하기 위한 기법이 요구되며, 신호의 수신율로 인한 필수 데이터의 누락으로 항적의 오류를 해결하기 위한 방안이 요구된다.

## 2. 항적 데이터의 단순화

주기적으로 수신되는 ADS-B 데이터는 항공기별 시간당 평균 18,000개 정도이다. 이를 모두 이용하기에는 너무 많은 연산이 요구되며, 데이터 처리의 효율을 높이기 위한 단순화 작업이 필요하다. 본 연구에서는 ‘Ramer-Douglas-Peucker (RDP)’ 알고리즘을 이용한 데이터 단순화 기법을 사용하였다. 이는 2차원 데이터의 단순화를 위해 설정한 ‘임계값 ( $\epsilon$ )’에 따라 특이점을 찾고 불필요한 상세함을 제거하여 근사화하는 기법이다[3]. 그림 2는 RDP의 데이터 단순화 과정을 나타낸다. 이 알고리즘에 사용되는 임계값은 값의 변화에 따라 경로점의 수가 결정되며 이는 단순화의 정도를 나타낸다.

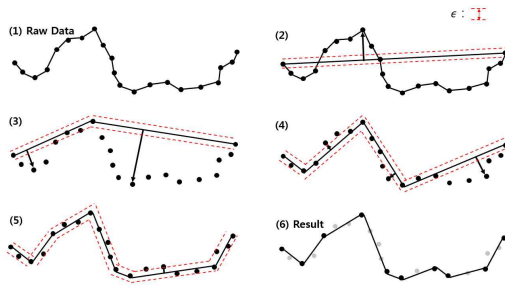


그림 2. Ramer-Douglas-Peucker 알고리즘의 데이터 단순화

RDP를 이용한 데이터 단순화는 임계값의 선정이 매우 중요하다[4]. 임계값의 크기에 따라 단순화된 데이터의 수는 크게 변화하며, 최적 임계값은 대상 데이터에 따라 다르다.

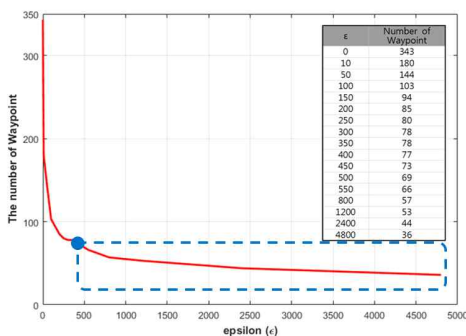


그림 3. 임계값( $\epsilon$ )에 따른 데이터 수의 변화 예시

그림 3은 임계값에 따른 데이터 수 변화의 예시이다. 임계값이 250 이상일 때 추출되는 데이터 수의 변화가 급격히 줄어드는 것을 확인할 수 있다. 이와 같이 임계값이 증가할수록 데이터 감소폭은 크게 줄어들며, 이를 통해 최적의 임계값을 결정할 수 있다.

그래프를 바탕으로 임계값을 250으로 선정한다면 343개의 경로점으로 이루어진 항적이 80개의 경로점으로 이루어진 단순화된 항적을 얻을 수 있다.

## 3. 경로점 추출

항적을 표현하기 위한 경로점은 일반적으로 (위도, 경도, 고도, 속도) 형태로, 위치를 나타내는 위도와 경도, 고도가 있으며 속도도 포함된다. 따라서 경로점 단순화에는 위도, 경도만이 아닌 고도와 속도가 모두 고려되어야 한다. 본 연구에서는 위도, 경도와 고도, 속도 3가지를 각각 단순화한 뒤 종합하여 최종 경로점을 추출하였다. 이때, 2차원으로 적용되는 (위도, 경도)와 달리 고도와 속도는 1차원 데이터이다. 따라서 본 연구에서는 각 경로점간의 거리를 누적 계산하여 고도와 속도를 각각 (거리, 고도), (거리, 속도)의 2차원 데이터로 처리하였다.

## III. 시뮬레이션 수행

### 1. 인천국제공항 → 상하이 푸둥 국제공항

2016년 10월 5일 인천국제공항을 출발하여 상하이 푸둥 국제공항으로 향하는 KAL897편의 ADS-B 항적 데이터를 이용하여 시뮬레이션을 수행하였다.

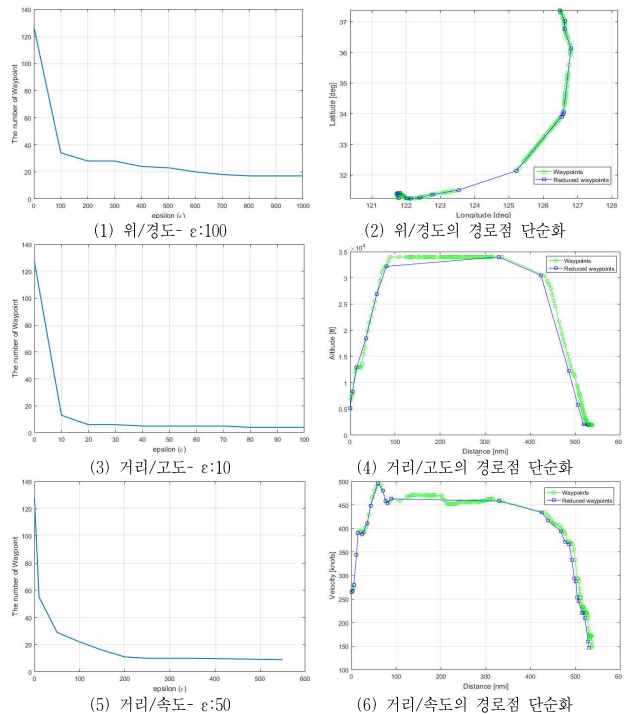


그림 4. 각 조건별 임계값에 설정을 통한 경로점 추출 - 1

그림 4와 같이 각 조건별 데이터를 바탕으로 임계값을 설정하고 추출된 경로점 데이터를 종합하여 나타낸 결과는 그림 5와 같다. 기존 항적 데이터의 경로점 수는 127개이며 RDP를 이용한 데이터 단순화를 통해 얻은 경로점의 수는 50개로 추출되었다.

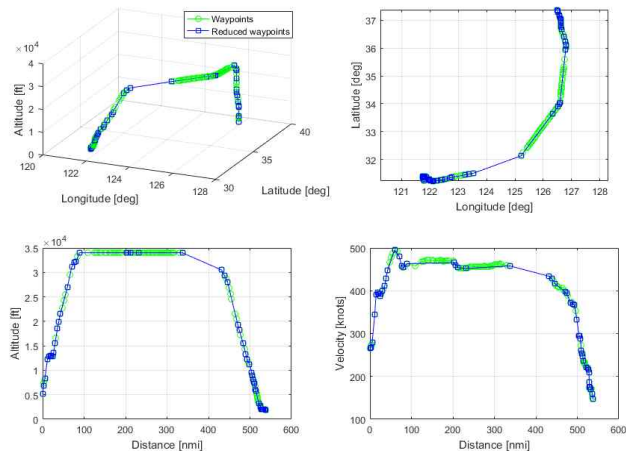


그림 5. 최종 경로점 추출 - 1

## 2. 인천국제공항 → 프랑크푸르트 국제공항

그림 6와 7은 2016년 9월 3일 인천국제공항을 출발하여 프랑크푸르트 국제공항으로 향하는 KAL905편의 ADS-B 항적 데이터를 이용한 시뮬레이션 결과이다.

기존 항적 데이터의 경로점 수는 758개, 추출된 경로점의 수는 189개로 추출되었다. 그 결과 그림 6-(4)에서 이동거리 4200nm 부근에서 속도가 갑자기 290 knots로 감소하는데, 이는 일본 데이터에 의한 것으로 데이터의 전처리 또는 후처리가 요구된다.

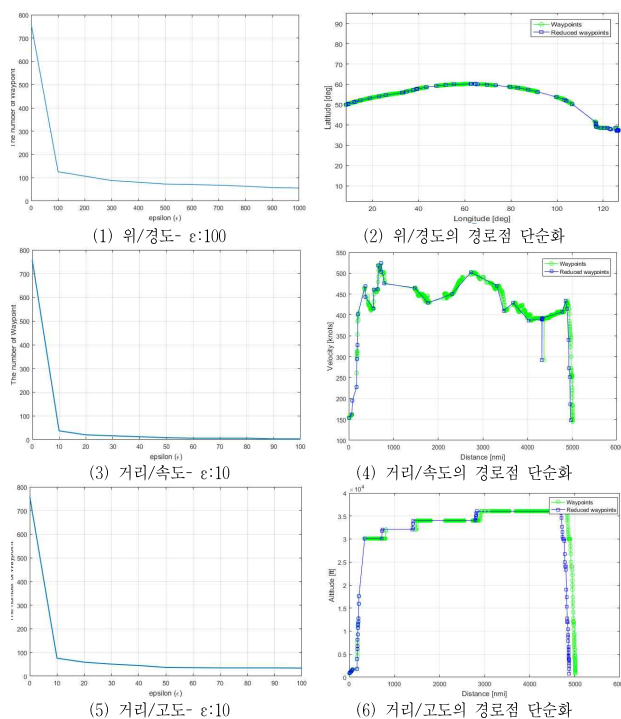


그림 6. 각 조건별 임계값에 설정을 통한 경로점 추출 - 2

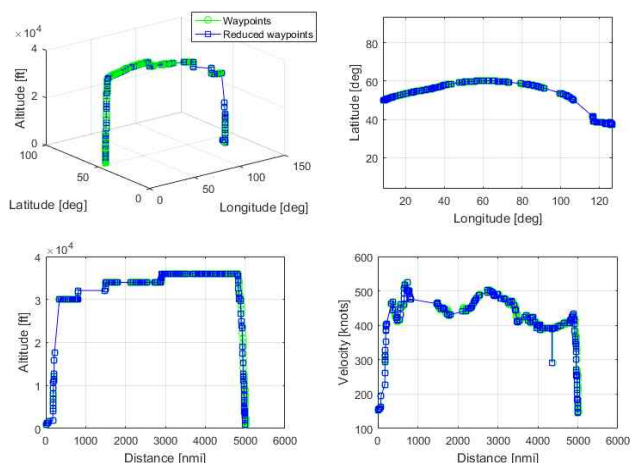


그림 7. 최종 경로점 추출 - 2

## IV. 결 론

본 논문에서는 ADS-B 기반의 항적데이터를 대상으로, Ramer-Douglas-Peucker 알고리즘을 이용하여 항공기 경로점을 추출하였다. 경로점 추출 과정에는 위도, 경도, 속도, 고도를 모두 고려하였으며, 시뮬레이션 결과와 같이 기존 항적이 단순화된 최적의 경로점이 추출되었음을 확인하였다.

## 후 기

본 연구는 국토교통부의 ‘무인항공기 안전운항기술 개발 및 통합 시범운용(과제번호: 15ATRP-C108186-01)’에 의해 수행되었습니다.

## 참고 문헌

- [1] 유창선. "ADS-B 기반의 무인항공기 충돌회피 기술동향," 항공우주산업기술동향, 13(2), 2015.12, 63-71.
- [2] 강지수, 오혜주, 최기영, 이학태. "ADS-B 수신기가 결합된 항공관제시뮬레이터 활용방안 연구," 한국항공우주학회 학술발표회 논문집, 2015.11, 2132-2135
- [3] Planevision Systems - PlaneTrack Operating Manual
- [4] 황철수. "Douglas-Peucker 단순화 알고리즘 개선에 관한 연구," 한국측량학회지, 17(2), 1999.6, 117-128.