ADS-B 개념기반의 지대지 감시 Test bed 성능평가

오경륜*, 김인규**, 송재훈***

Performance Evaluation of the Ground-to-Ground Surveillance Test bed Based on ADS-B Concept

Kyung-Ryoon Oh*, In-Kyu Kim**, Jae-Hoon Song***

Abstract

In this study, the function of TIS-B(Traffic Information Service-Broadcasting), Runway incursion prevention, conflict warning, way-point assignment were evaluated using ground-to-ground surveillance test bed of KARI which was based on ADS-B(Automatic Dependant Surveillance-Broadcasting) concept. VDL(VHF Data Link) based on STDMA protocol was used as a data link, and an UAT(Universal Access Transceiver) was included to get the TIS-B information, and four ground vehicles and two aircraft were included as rover units.

The main purpose of this test bed was to realize the ADS-B concept for the application of ground surveillance and to evaluate its performance.

초 록

본 연구에서는, ADS-B 개념을 기반으로 한국항공우주연구원에서 개발한 지대지 감시 test bed를 통한 TIS-B, 활주로 침입방지, 충돌경고, 경로지정 등의 기능에 대한 평가가 이루어졌다. STDMA 프로토콜을 채용한 VDL과, TIS-B 정보를 얻기 위해 UAT가 사용되었으며, 이동체로서 4대의 지상차량과 2대의 항공기가 포함되었다.

본 연구의 주목적은 지대지 감시에서의 ADS-B 개념을 구현하고 그 성능을 평가하는 것이다.

키워드 : 지대지 감시(ground-to-ground surveillance), 자동항행감시방송시스템(ADS-B), 충돌경고(conflict warning), 항공교통정보방송(TIS-B), VHF 데이터 링크(VDL)

1. 서 론

1980년대 초, 민간항공부분에서는 날로 증가하는 항공교통량의 증대로 인해 기존의 통신, 항법, 감시 및 관제시스템으로는 가까운 미래의 항공교통량을 감당하지 못할 것이라는 우려가 제기되었고, 국제민간항공기구(ICAO)는 이러한 문제점을 해결하기 위해 1983년 FANS(Future Air Navigation System) 특별위원회를 설치하고, FANS 특별위원회의 연구결과에 의해 1991년 9월, 캐나다 몬트리올에서 개최된 제10차 ICAO 항행회의에서 기존의 항공운항시설을 디지털데이터통신기술과 위성항행시스템(Global Navigation Satellite System)을 기반으로 하는 새로

* 차세대항행팀/bigoh@kari.re.kr
** 차세대항행팀/timber@kari.re.kr
*** 차세대항행팀/jhsong@kari.re.kr

운 개념의 CNS/ATM (Communication, Navigation, Surveillance / Air Traffic Management)으로의 전환 계획(2010년 이후 실행)을 수립하게 되었다.[1]

차세대 CNS/ATM의 핵심요소기술들은 기존의 CNS/ATM과는 달리 각 요소기술들이 통합하여 새로운 응용기술을 창출하는 특징을 가지고 있다. 새로운 CNS/ATM을 이해함에 있어 통합적인 사고를 기반으로 한 접근방식이 필요한 이유이다.

본 연구에서는 데이터통신링크와 위성항법시스템(GNSS[1])를 기반으로 하는 차세대 감시개념인 ADS-B[2] 개념을 기반으로 구축한 지대지 감시 test bed를 통한 TIS-B, 활주로 침입방지, 충돌경고, 경로지정 등의 기능에 대한 평가가 이루어졌다.

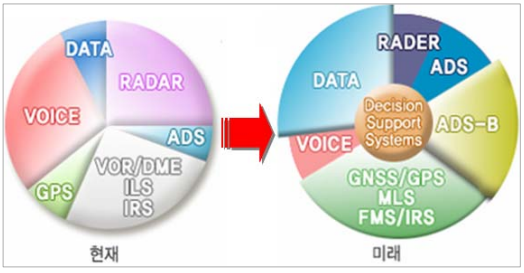


그림 1. CNS./ATM 핵심구성요소 변화 추이

2. 항공감시기능의 변화

2.1 ADS-B 개념

기존의 레이더 체계에 의존하던 항공감시기능은, 데이터 통신기반에 의한 항공감시구현을 위한 연구가 진척됨에 따라, 레이더를 백업으로 하는 새로운 개념의 항공감시체계로의 전환을 준비하고 있다. 그 대표적인 예가 ADS-B이다.

초기 ADS 시스템 개념은 지상 레이더가 설치되지 않은 지역에서 항공기가 자신의 위치를 자동적으로 보고하는 시스템 구축을 위해 개발되었으며, ADS-B 개념은 일반항공기(GA)의 ACAS(Airborne Collision Avoidance System)를 구현하기 위해 개발되었다.

ADS-B는 조종실 내의 조종사와 지상의 항공교통관제사가 예전에 비해 정밀하게 항공교통상황을 볼 수 있게 해주는 시스템으로, 미국 FAA(Federal Aviation Administration)에서는 ADS-B의 비행안정성 증대, 공역의 효율성 증대의 관점에서 분석을 실시한 바 있다.

ADS-B 장비를 장착한 항공기는 디지털 데이터 링크를 통해 자신의 정확한 위치, 항공기 형태, 비행속도, 비행번호, 고도, 비행지역 기상정보, 상승 또는 하강에 등에 관한 정보를 불특정 다수를 향해 방송하게 되며, 모든 이용자(항공기, 지상작업 차량 등)가 ADS-B 장비를 장착하게 되면 기존의 레이더가 제공하였던 것보다 더욱 정밀하고 정확한 항공교통 정보의 교환이 가능하게 된다. 단, 자신의 정확한 위치를 보고하기 위해 GNSS에 의존하게 된다.

2.2 ADS-B 도입에 따른 기대효과

기존의 레이더 기능을 대신할 수 있는 ADS-B 채용 시 항공기 측면에서 예상되는 이점은 그 동안 관제사에게 집중되었던 항공기 운항정보를 CDTI(Cockpit Display of Traffic Information)를 통해 조종사와 공유할 수 있게 됨으로써, 조종사의 상황인식을 개선할 수 있으며, 항공기 탑재장비만으로도 분리간격을 보장할 수 있고, 관제사와 조종사 양쪽이 개입되는 새로운 운영절차 개발이 가능하다는 것이다.

지상 운용 측면에서의 이점을 살펴보면, 1개소당 1백만$~4백만$의 비용이 소요되는 레이더 대신, 해당 통신링크 및 데이터 분배시스템의 구축으로 구현이 가능한 ADS-B 도입으로 항공기 감시용 기반시설이 매우 단순하게 되어 지상기반시설에 대한 투자비용을 절감할 수 있으며, 감시적용 범위가 항로는 물론 지상표면까지 가능하다는

1) Global Navigation Satellite System : 위성항행시스템

2) Automatic Dependance Surveillance - Broadcasting : 불특정 다수에게 자신의 운항정보를 방송을 통해 제공

점이다. 또한 항공기가 의도하는 사항과 항공기의 상태정보를 지상에서 활용할 수 있으며, 더욱 정확한 항행과 감시정보를 제공하기 때문에 항공교통관리(ATM : Air Traffic Management)가 더욱 정교화 될 수 있다. 이를 통해 공역 전체의 안전성을 증가시킬 수 있으며, 전체 항행안전시스템의 잠재적인 위험성을 감소시킬 수 있을 것으로 예상된다.[2]

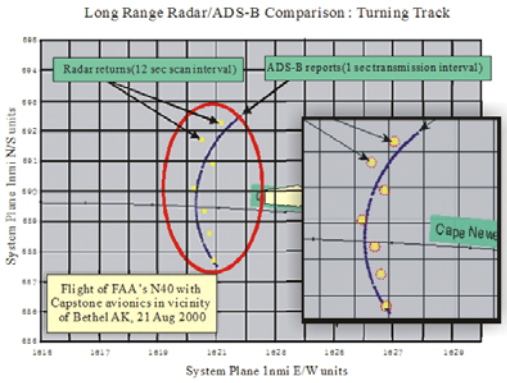


그림 2. 감시 레이더와 ADS-B 데이터 비교

미국 FAA는 알래스카 지역에 ADS-B 기반 시스템을 도입함으로서, 알래스카 항공기 사고율을 40% 이상 감소시켰으며, 미국 의회로부터 관련 예산을 증액배정 받은 바 있다.

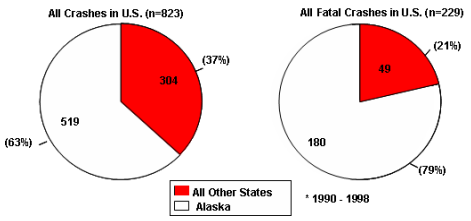


그림 3. ADS-B 도입 전 알래스카 지역의 항공기 사고율
(자료출처 : http://www.faa.gov)

2.3 ADS-B 도입 현황

국제민간항공기구(ICAO)는 국제민간항공기에 대해 2010년부터 1090ES(Mode-S Extended Squitter) 기반의 ADS-B 장비장착 의무화를 추진하고 있으며, 이에 대해 국제항공운송협회(IATA)는 제 10차 ICAO CNS/MET[3] 회의에서 지지를 표명하였다. 2006년 말 기준으로 40% 이상의 국제 민간항공기가 1090ES 기반의 ADS-B 장비를 장착하고 있다.

세계 각 ICAO 지역사무소에서는 단기적 측면에서의 해당지역 ADS-B 데이터 링크로서 1090ES 선정하였으나, 장기적인 측면에서 미국과 유럽은 각각 고유의 ADS-B 데이터링크를 개발 중[4]에 있다.

미국과 유럽은 2012년 완성을 목표로 ADS-B 데이터의 수집/가공/분배를 위한 지상시스템 구축을 진행 중에 있다.[3]

3. 지대지 감시 test bed 구성

지대지 감시 test bed 설계 시 국내 여건을 감안하여 다음의 몇 가지 사항을 고려하였다.

지상시스템은 1차 감시레이더, 2차 감시레이더, 조종사의 음성보고, 데이터통신링크에 의한 정보 등 각종 감시정보를 취합하여 신뢰도가 높은 감시정보를 가공하는 기능이 있어야 하나, 국내 여건 상 감시레이더 정보의 접속이 용이하지 않고 조종사의 음성보고에 의한 정보획득도 현실적이지 못하다. Test bed 설계는 연구를 위한 설계이므로 test bed에서 주로 사용한 STDMA 데이터통신링크와 통신되지 않는 UAT[5] 장비에 의한 감시정보만을 사용하여 TIS-B[6] 기능을 구현하였다.

지상시스템은 이외에도 FIS-B[7] 기능과

3) Communication Navigation Surveillance / meteorology : 항공통신/항행/감시 및 기상회의

4) 미국은 UAT(Universal Access Transceiver)를 개발 중에 있으며, 유럽은 STDMA 프로토콜 기반의 VDL Mode 4를 개발 중에 있음.

5) UAT : 미국에서 GA용 ADS-B 링크로 선정한 데이터 링크

6) TIS-B : Traffic Information Service-Broadcasting의 약자로 가공된 2차 감시정보를 제공한다.

7) FIS-B: Flight Information Service-Broadcasting의 약자로 기상정보 등을 제공한다.

DGNSS 보정정보 제공기능을 가져야 하나, 다채널 VHF 채널을 확보해야 하는 번거로움을 피하고 연구의 목적에 충실하기 위해 ADS-B 데이터만을 다루는 구조로 지상시스템을 설계하였다.

DGNSS 보정정보 제공은 GNSS에 의존한 ADS-B 위치정보의 정확도 확보를 위해 필수적이나 아직 국내에서는 항공용 GBAS 서비스가 제공되지 않으므로 RTCM 표준에 의해 200bps로 방송되는 해상용 DGPS 서비스를 이용하여 ADS-B 위치정보의 정확성을 확보한다.

일본이 MSAS 신호가 수신가능하나, test bed 설계 당시 MSAS는 시험방송 중이였으므로, 설계에는 반영하지 않았다.

지대지 감시시스템(A-SMGCS: Advanced-Surface Movement Guidance & Control System)에서 요구되는 위치정확도는 7.5m이므로 RTCM 보정정보를 이용하더라도 요구되는 위치정확도를 충족시킬 수 있다.[4]

1090ES, UAT, VDL Mode 4 등 ICAO에서 고려되고 있는 3가지 후보 데이터 링크 중 본 연구에서는 자율적인 공대공 감시기능 구현이 가능한 STDMA 기반의 데이터 링크를 채택하였다. VDL Mode 4 장비의 표준이 완전히 완료되지 않아 일반구매가 용이하지 않아 국내에서 생산되고 있는 해상용 AIS 데이터 통신링크를 사용하였다.

3.1 지대지 감시시스템 test bed 설계

3.1.1 지상시스템

지상시스템은 본래 레이더, 1090ES, ADS-B 등 각종 감시센서로부터 전달되는 정보를 가공하여 신뢰성 높은 감시정보를 재생성하는 기능이 구현되어야 하나, 본 연구에서 사용가능한 감시센서는 제한적인 관계로 감시정보 재생성 부분은 생략하고, UAT 장비에 의한 감시정보만을 이용하였다. 비록 간략화 된 지상시스템이기는 하나 주변교통상황정보 공유라는 ADS-B 기능의 본래 취지를 구현함에는 부족함이 없다. 지상시스템의 구체적인 세부구성 내용은 다음과 같다.

- **ADS-B Rx** : STDMA 프로토콜의 데이터통신링크로 구성되며 주변 이동체로부터 ADS-B OUT 메시지를 수신한다.
- **ADS-B Tx** : STDMA 프로토콜의 데이터통신링크로 구성된다. 본래 지상기준국은 자신의 위치정보를 방송하지 않으나, 특정 이동체의 way-point 지정 등의 기능을 수행할 수 있도록 구성하였다.
- **지상 감시정보처리부** : ADS-B Rx로부터 전달받은 각 이동체의 감시정보를 취합하여 주변교통정보를 재생성하게 된다. (본 test bed에서는 UAT 장비에서 제공하는 감시정보만을 사용함)재생성 된 정보를 TIS-B 감시정보처리 및 배포부로 전달한다.
- **TIS-B 감시정보처리/배포부** : 지상감시정보처리부에서 전달받은 주변교통정보를 TIS-B 형식으로 포맷하게 된다. TIS-B 형식으로 포맷된 정보는 TIS-B Tx부로 전달된다.
- **TIS-B Tx부** : STDMA 프로토콜의 데이터통신링크를 이용하여 TIS-B 감시정보처리/배포부에서 전달된 TIS-B 정보를 이동체에 전달하게 된다.

3.1.2 이동체 시스템

- **ADS-B Rx부** : 지상시스템과 동일
- **ADS-B Tx부** : STDMA 프로토콜의 데이터통신링크를 이용하여 자신의 ID, 위치, 속도, 고도(항공기의 경우), 의도한 목적지(방향정보 포함)를 불특정 다수에게 방송하게 된다.
- **TIS-B Rx부** : STDMA 프로토콜의 데이터통신링크로 구성되며 지상시스템으로부터 전달된 주변교통상황정보를 수신하게 된다. 수신된 주변교통상황정보는 데이터처리부로 전달된다.
- **DGPS부** : 중파 MSK 복조모듈로 구성되며, RTCM 형식의 DGPS 신호를 수신한다. 수신된 DGPS 정보는 GPS부로 전달된다.
- **GPS부** : GNSS 위성으로부터 신호를 수신하여 자신의 위치를 결정한다. DGPS부로부터 전달된 보정정보를 이용하여 위치해를 보정하여 더욱 정밀한 자신의 위치를 결정하게 된다. 보정된 위치는 데이터처리부로 전달된다.

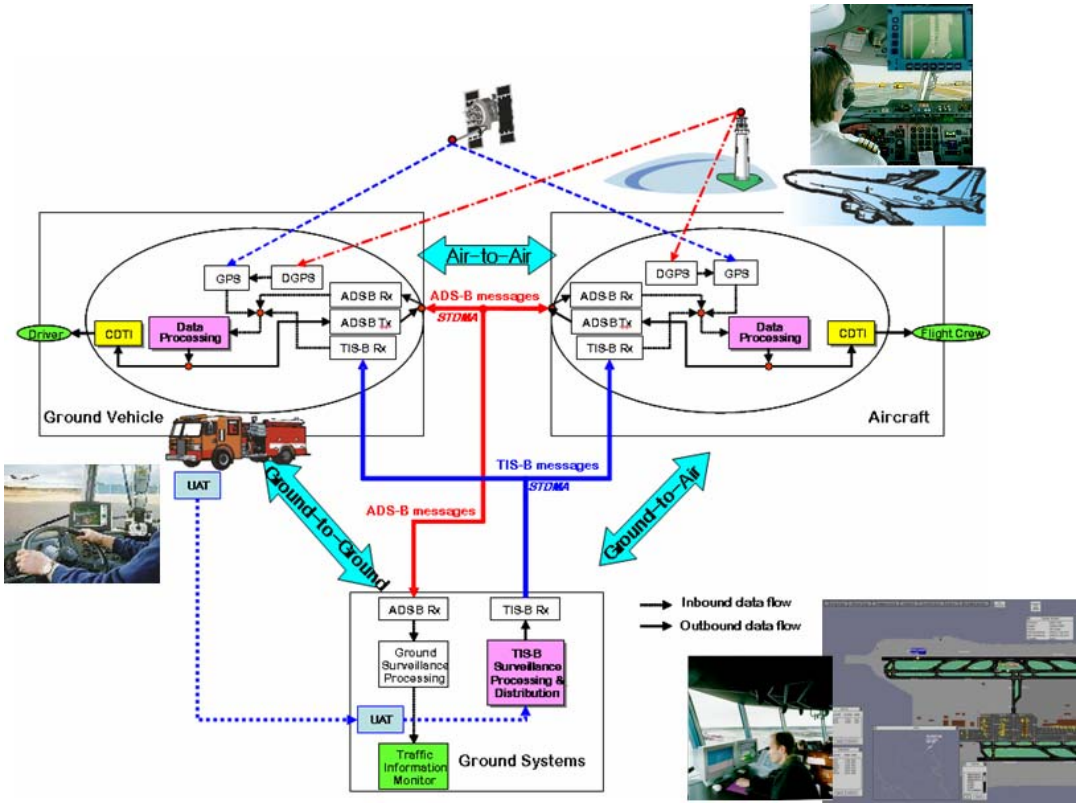


그림 4. 지대지 감시 test bed 구성도

- **데이터처리부** : ADS-B Rx부, TIS-B Rx부, GPS부로부터 들어온 정보를 종합하여 자신을 포함한 주변의 교통상황정보를 종합하는 역할을 한다. 종합된 주변교통상황정보는 CDTI부로 전달되게 된다. 데이터처리부에는 다른 이동체의 운항정보를 이용하여 자신과의 충돌위험을 감지하는 알고리즘이 구현되어 있으며 이러한 상황이 발생하면 경고를 발생하는 기능이 구현되어 있다. 또한 데이터처리부는 자신의 ID, 위치, 속도, 고도(항공기의 경우), 의도한 목적지(방향정보 포함) 정보를 ADS-B 메시지 형식으로 포맷하여 ADS-B Tx부로 전달한다.
- **CDTI부** : 데이터처리부에서 전달되어 온 정보를 운전자(항공기는 조종사)에게 전달하여 운전자의 주변교통상황인식을 강화하는 역할을 한다. 운전자는 CDTI에서 전달되는 내용을 파악하여 적절한 조치를 취하게 된다.

3.2 CDTI 설계

지상 이동체 및 항공기용 CDTI 설계는 이동체 헤딩방향을 중심으로 시현되도록 설계하였다. 기본적으로 방위각 정보를 확인할 수 있도록 구현하였으며, 이동방향에 따라 moving map이 연동되도록 하였으며, 항공기의 경우 부여받은 way-point 정보를 표시하는 기능도 구현하였다. 지상이동체 중 활주로 진입이 허용되지 않는 일반 차량이 활주로에 접근하면 시각적인 경고를 주도록 하였으며, 이동체 간 근접할 경우 충돌경고를 주는 기능을 구현하였다.

그림 5. 지상 이동체 CDTI 화면

그림 6. 항공기 CDTI 화면

지상 기준국 모니터링 화면은 공항지도와 각 이동체 감시정보 시현 두 부분으로 구성된다. 기본적으로 지상기준국 모터링 화면에서 공항지도는 고정되어 있으며, 확대 축소 기능만 허용하였다. 지상 기준국 모니터링 화면에서도 이동체 간 충돌경고 및 허가되지 않은 이동체이 활주로 접근 시 경고를 발생하는 기능을 구현하였다.

그림 7. 지상기준국 모니터링 CDTI 화면

3.3 Moving map 작성

지대지 감시 test bed인 한서대학교 태안비행자의 moving map을 작성하기 위해, 태안비행장 건설시 사용되었던 cad 파일을 근간으로, 2cm급의 정밀도를 얻을 수 있는 RTK 보정정보를 이용하여, 주요 지점의 좌표를 획득하고, 전체 활주로 및 taxing-way 등의 경계선 획득을 위해 차량을 이용한 측량을 실시하였다.

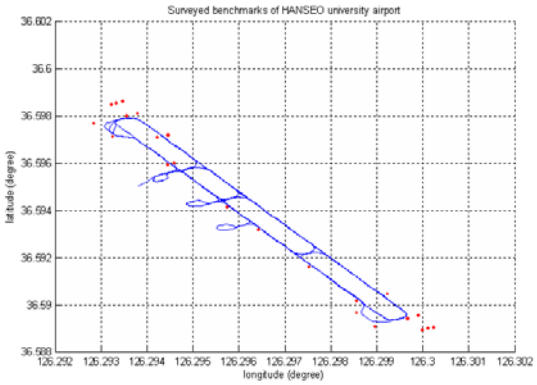


그림 8. Moving map 작성을 위한 측량 결과

4. 지상 및 비행시험 결과

4.1 성능평가 시나리오

ADS-B 개념을 사용한 감시기능의 정량적인 성능평가를 위하여 시나리오를 구성하였다. 지상 및 비행 시험 시나리오의 목적은 기존의 음성통신 기반의 관제기능과 ADS-B 개념 기반의 감시기능의 비교하여 상황 인식 (situational awareness)의 개선을 하는 것이다. 항공기 및 모든 이동차량에는 관제탑과의 음성 통신을 위한 장비이외에 ADS-B 트랜스폰더가 장착되며, 조종사에게 감시정보를 시현하기 위한 CDTI가 제공된다.

지상시험에 대한 시나리오는 1대의 항공기를 포함한 3대의 이동차량을 사용하였다. 항공기를 이동차량으로 대체하되 실제 조종사가 탑승하여 운항할 때와 같은 조건이 되도록 구성하였다. ADS-B 기반의 감시 기능과 기존의 음성 통신 기

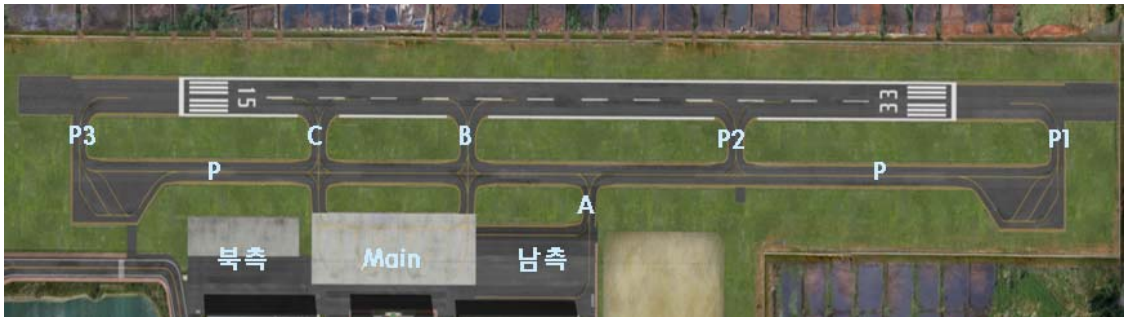


그림 9. 태안비행장의 활주로, 유도로 및 계류장의 배치

능과의 상대적인 비교를 위해 실제 항공기 운항에 사용되는 VHF 음성통신장비를 사용하여 관제탑과의 정상적인 교신이 가능하도록 하고, 모든 교신내용을 기록하였다. 지상시험에 대한 조건으로서 실험을 수행하는 태안비행장의 저시정 상태(low visibility condition)를 가정하여, 모든 관제지시는 저시정 상태에서 항공기가 이동하는 것으로 하였다. 태안비행장의 활주로, 유도로 및 계류장의 배치는 그림8과 같다.

시험항공기가 활주로에 착륙하여 계류장으로 이동하는 과정에서 발생할 수 있는 상황을 4가지 경우로 나누어 지상시험에 대한 시나리오를 구성하였으며, 시험항공기와 다른 항공기가 조우할 경우에 CDTI를 사용하여 조종사에게 감시정보의 시현과 함께 자동관제 기능구현이 가능하도록 하였다. 즉, 그림 10의 상황과 같이 시험항공기가 다른 항공기와 조우할 경우에 정해진 우선순위에 따라 진행과 정지를 지시할 수 있도록 하였으며, CDTI에서 다른 항공기에 대한 정보를 시각적으로 확인이 가능하도록 하였다.

비행시험에 대한 시나리오에서는 2대의 항공기와 1대의 이동차량을 사용하였다. 비행시험 시나리오의 목적은 항공기에서 감시정보 획득과 그로 인한 상황인식의 개선을 확인하는 것이다. 기존의 관제에 사용되는 항공기의 부호, 위치, 속도 등의 항공기 정보와 더불어 지상국에서 생성하는 각각의 항공기에 대한 way-point 정보를 CDTI에 저장된 데이터를 통해 확인하고, 실제의 항적, 음성통신기록 등과의 비교분석을 통해 시스템의 성능을 평가할 수 있다.

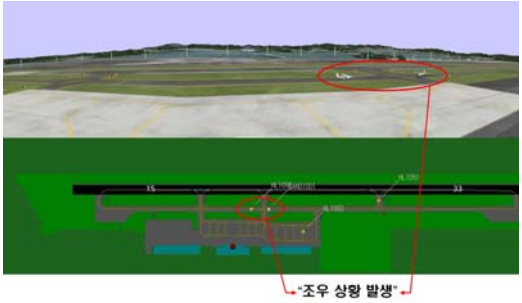


그림 10. 지상시험 중 항공기간의 조우 상황 발생 시나리오

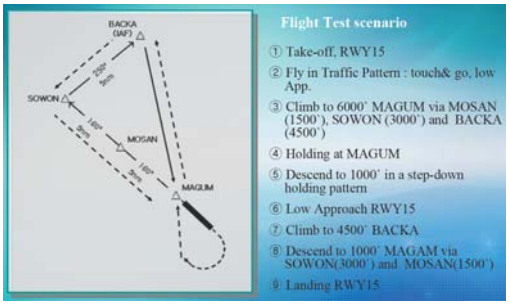


그림 11. 비행시험 절차 및 시나리오

4.2 지상시험

ADS-B 트랜스폰더를 통해 획득한 항공기의 정보들은 지상국에 설치된 모니터(그림 7 참조)를 통해 실시간으로 관찰할 수 있다. 정밀측량을 통해 구성한 태안비행장의 지도에 지상시험에 사용된 항공기의 정보들을 확인할 수 있으며, 이 정보들은 CDTI가 부착된 PC에 저장되어 후처리

분석이 가능하다.

이동체용 CDTI는 지상국 모니터링 CDTI(그림 5 참조)와 마찬가지로 다른 항공기의 정보를 실시간으로 관찰할 수 있다.

그림 12는 CDTI로부터 획득한 모든 이동체의 진행경로이다. 가로축은 경도를 나타내며, 세로축은 위도를 나타낸다. 시나리오에 설정된 이동경로를 따라 감시정보의 송수신 성공률을 정량적으로 평가할 수 있다.

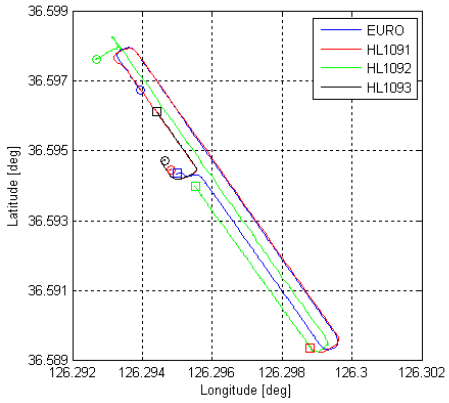
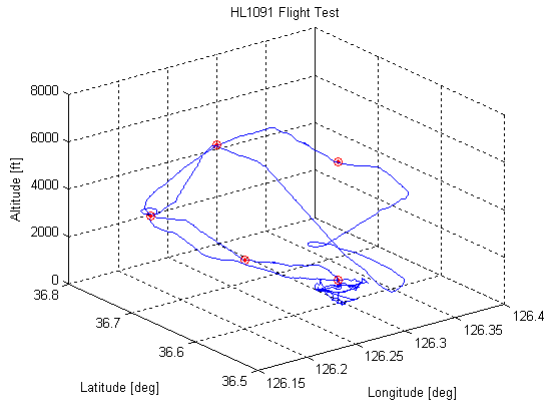


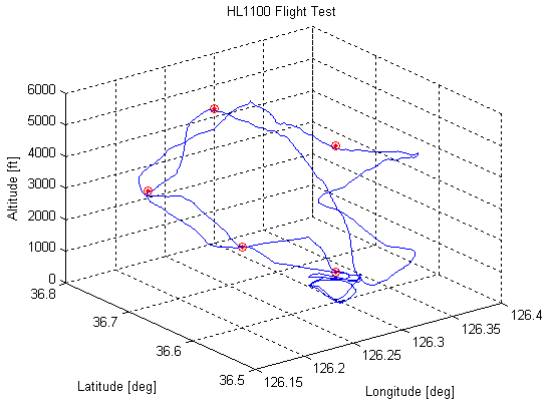
그림 12. CDTI로부터 획득한 이동체의 진행 경로

4.3 비행시험

비행시험에 사용된 항공기는 2대의 Cessna로서 HL1091, HL1100의 ID를 부여받았다. 그림 13은 각각의 항공기가 비행시험 절차에 따라 운항한 3차원 이동경로를 나타내고 있다.



(a) HL1091의 3차원 이동경로



(b) HL1100의 3차원 이동경로

그림 13. 비행시험 중 획득한 시험 항공기의 이동경로

그림 13의 이동경로는 각각의 시험항공기에서도 얻을 수 있지만, 지상국에서도 ADS-B 트랜스폰더를 통해 획득이 가능하다. 각각의 항공기 및 지상국에서 획득한 정보를 분석함으로써 ADS-B 통신성능에 대한 비교가 가능하다. 그림 14는 비행시험을 통해 획득한 HL1100, HL1091 항공기의 고도정보를 나타내고 있다. 약 80분의 비행시간 동안 2대의 시험항공기에 대한 고도정보를 확인할 수 있으며, 시간정보가 표시되어 있으므로 ADS-B 기반의 감시정보와 기존 음성통신기반의 관제정보에 대한 비교 분석이 가능하다.

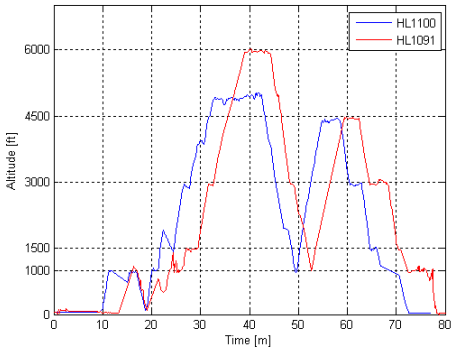


그림 14. 비행시험 시간에 대한 시험 항공기의 고도 변화

그림 15는 항공기의 수평위치정보 이외에 지상국에서 생성한 way-point 정보를 2차원으로 나타내고 있다. 시간에 따라 way-point에 대한 오차를 확인할 수 있고, 관제탑과 조종사 사이의 교신정보도 확인할 수 있으므로 항법정보에 대한 조종사의 이행성능도 평가할 수 있다.

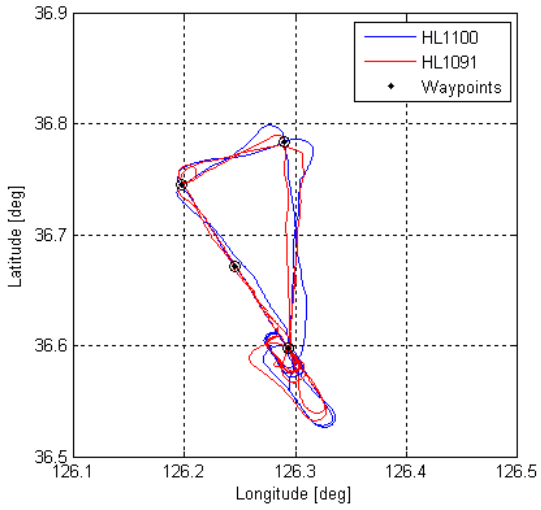


그림 15. 비행시험 중 획득한 항공기의 이동경로

5. 평가 결과

데이터링크에 의한 ADS-B 통달거리는 200NM로 알려져 있으나, 본 실험이 태안비행장 허가공역 내에서의 비행시험인 관계로 13NM 내에서 ADS-B 통달거리를 확인하였다.

조종사와 관제탑 간의 음성통신시간과 ADS-B 감시정보를 사용하였을 경우 통신시간을 표 1, 2에 각각 정리하였다. 비행시험의 경우 조종사 쪽의 통신시간은 2대의 항공기 통신시간을 각각 나타내었으며, 지상시험은 모든 이동체 통신시간을 합하여 기록하였다.

표 1. 음성통신만을 사용하였을 경우 평균 통신시간

평균 통신 시간 (초)	비행시험			지상시험(시나리오별)			
	상승	유지	하강	#1	#2	#3	#4
관제사	66	83	31	52	85	68	62
조종사	42/38	47/33	23/22	57	76	63	62

비행시험은 상승, 유지, 하강의 세 단계로 나누었으며, 지상시험도 네 가지의 시나리오별로 나누어 음성통신 시간을 초 단위로 나타내었다.

표 2는 ADS-B 감시정보를 사용하였을 경우, VDL 간 평균 통신시간을 나타낸 것이다. 기존의 음성통신만을 사용한 경우와 ADS-B 감시정보를 사용한 경우를 비교하였을 때, 통신시간 측면에서 관제사(기준국)의 경우 평균 45.9%, 조종사(이동체)의 경우 평균 35.1% 정도 통신시간이 줄어드는 것을 관찰할 수 있다. 이것은 단순히 통신 점유율이 줄어든다는 의미뿐만 아니라 음성통신 방식이 가지고 있는 인적요소(human factor)를 ADS-B 감시정보를 활용하여 극복할 수 있다는 적극적인 의미를 내포하고 있다.

표 2. ADS-B 감시정보를 사용하였을 경우 평균 통신시간

평균 통신 시간 (초)	비행시험			지상시험(시나리오별)			
	상승	유지	하강	#1	#2	#3	#4
관제사	22	32	16	40	48	43	41
조종사	14/18	18/19	13/13	47	56	53	51

6. 결 론

본 연구를 수행하며 국내 최초의 ADS-B 비행시험을 수행하였으며, 관제탑 및 조종사 간에 감시데이터의 실시간 공유를 구현하였고, 활주로 침입방지, way-point 부여, 충돌감시 등의 기능

등을 구현하였다.

이러한 기능 구현에 따른 ADS-B의 이득에 대해서는 기존 음성데이터 통신에 의한 항공기 운영 상황과 비교분석하여 제시하였으며, 관제사 및 조종사 모두에게 이득이 됨을 제시하였다.

모든 항공기가 ADS-B 장비를 장착하는 시기는 지금으로서는 단정할 수는 없지만 free flight를 구현할 수 있는 핵심개념임을 본 연구를 통해 확인하였고, 향후 이 분야에 대한 지속적인 관심과 연구개발 노력이 필요할 것이다.

참 고 문 헌

1. 김종철 외 8인, 위성항법시스템 개발 3차년도 사업, 한국항공우주연구소, 최종보고서, 2000.11.
2. 공무국외여행 귀국보고서-(ICAO 아·태지역 사무소 주관 데이터링크/위성통신 실행 세미나 참석결과), 2003. 11(http://btis.mogaha.go.kr/).
3. http://www.faa.gov/news/updates/ADS-B/
4. ICAO, Advanced Surface Movement Guidance and Control Systems(A-SMGCS)Manual, DOC 9830.