

論文

ADS-B가 적용된 조종석 디스플레이 기능 구현

홍교영*, 김영인**, 안동만***

The design and implementation of a cockpit display with ADS-B

Gyo-Young Hong*, Young-In Kim**, Dong-Man Ahn***

ABSTRACT

ADS-B(Automatic Dependent Surveillance-Broadcast) has been recognized as a key component of Surveillance and ATM in CNS/ATM System. In addition to providing surveillance for air traffic control(ATC), ADS-B also supports airborne applications such as enhanced traffic situational awareness through the display of other aircraft to pilots and flight crew. It provides the real-time and same air traffic information to pilots in the aircraft cockpit, air traffic controllers in tower and surface vehicles on the ground at the same time. Aircraft Cockpit Display Unit will display the given information precisely and accurately. This paper describes progress in the development of a Cockpit Display with ADS-B data that enable pilots to acquire, verify and maintain pre-defined spacing intervals from other aircraft for general aviation and small regional aircraft. The designed display provides analogous information in the form of traffic position, range, and ground speed, etc.

Key Words : CNS/ATM(위성항행시스템), ADS-B(자동종속감시시설-방송), Traffic Situation Awareness(비행상황인식), TIS-B(교통정보업무-방송), MFD(다기능시현기)

I. 서 론

국제민간항공기구(ICAO)는 21세기 항공교통량의 폭발적인 증가에 대비하기 위한 새로운 개념의 CNS/ATM(Communication Navigation Surveillance/Air Traffic Management) 시스템을 1980년대 초부터 연구를 시작하였다. 1991년 9월 몬트리올에서 개최된 제10차 ICAO항행회의에서 기존의 항공운항시설을 디지털 데이터 통신기술 및 위성항행시설 기반의 CNS/ATM으로의 전환계획을 수립하였는데 Table1은 기존과 새로운 CNS/ATM 시스템을 각 분야별로 비교한 것이다[1].

Table 1. 기존시스템과 CNS/ATM 시스템의 비교

분야	기존 시스템	CNS/ATM 시스템
통신 (Communication)	Voice(HF/VHF), AFIN ¹⁾	Data(HF/VHF), MODE S, AMSS ²⁾ , ATN ³⁾
항행 (Navigation)	ILS, VOR, DME	GNSS, SBAS ⁴⁾ , GBAS ⁵⁾
감시 (Surveillance)	PSR ⁶⁾ , SSR ⁷⁾ , Voice(HF)	SSR MODE S, ADS-B
관제 (ATM)	Local ATM	Global ATM

2010년 05월 01일 접수 ~ 2010년 6월 25일 심사완료

* 한서대학교 항공기술연구소

** 한서대학교 항공기술교육원

*** 한서대학교 항공전자시물레이션학과

교신저자, 김영인 E-mail : alad@hanseo.ac.kr

충남 태안군 남면 신온리 태안비행장

1) AFTN : Aeronautical Fixed Telecommunications Network

2) AMSS : Aeronautical Mobile Satellite Service

3) ATN : Aeronautical Telecommunication Network

4) SBAS : Satellite-Based Augmentation System

5) GBAS : Ground-Based Augmentation System

6) PSR : Primary Surveillance Radar

7) SSR : Second Surveillance Radar

CNS/ATM 시스템에서 ADS-B(Automatic Dependent Surveillance-Broadcast)는 감시(Surveillance) 및 관제(ATM) 분야에 적용되는 핵심구성이며 조종사, 지상의 항공교통관제사, 지상이동체의 운전자 등이 같은 항공교통정보를 실시간으로 동시에 수신할 수 있는 시스템이다[2]. 항공기에 수신된 정보는 Fig. 1과 같이 항공기 조종석 계기(Cockpit Display)에 시현된다.



Fig. 1 항공기 조종석 디스플레이 - CESSNA CITATION MUSTANG 에

이에, 본 논문은 CNS/ATM 시스템에 적합한 ADS-B 기능이 적용된 소형 상용 항공기의 조종석 다기능시현기(MFD) 구현에 대한 시현 연구이다. 따라서 ADS-B 시스템 분석, 입/출력 데이터 분석, 개발된 계기의 기능 분석 등에 대하여 기술한다. 개발된 그리고 기능이 구현된 디스플레이는 소형 민항기, 무인기, 초경량 항공기, 자동차 및 해양 분야 등의 디스플레이 장치에 응용 및 파급될 수 있다.

II. 본 론

2.1 ADS-B 개념

CNS/ATM 감시분야에 적용되는 ADS-B는 항공교통량 증가로 인한 조종사/관제사의 업무 과중 및 항행 안전사고의 위험성 문제, Radar의 통달거리가 미치지 못하는 또는 지상시설이 없는 지역의 항행 안전성 문제 등, 현재 대두되고 있는 감시 분야의 여러 문제들을 해결할 수 있는 기술로 알려져 있다. 기존의 음성 보고나 레이더 체계에 의존하던 항공감시체계와는 다르게 데이터 통신기반의 항공감시체계이다. 초기 ADS 시스템 개념은 지상 레이더가 설치되지 않은 지역

에서 항공기가 자신의 위치를 자동적으로 보고하는 시스템 구축을 위해 개발되었으며 ADS-B 개념은 일반항공기(GA : General Aviation)의 공중충돌회피시스템(ACAS : Airborne Collision Avoidance System)을 구현하기 위해 개발되었다. ADS-B 장비를 장착한 항공기는 디지털 데이터 링크를 통해 자신의 정확한 위치, ID, 항공기 형태, 비행속도, 고도, 비행지역 기상정보, 상승 또는 하강 등에 관한 정보를 불특정 다수를 향해 방송하며 ADS-B 장비를 장착한 모든 이용자(항공기, 지상작업 차량 등)는 기존의 레이더가 제공하였던 것보다 더욱 정밀하고 정확한 항공교통정보를 수신할 수 있다. ADS-B의 기대효과로써는 관제사에게 집중되었던 항공기 운항정보를 디스플레이 장치를 통해 조종사와 공유함으로써 조종사의 상황인식을 개선할 수 있으며 항공기 탑재장비만으로도 분리간격을 보장할 수 있고 관제사와 조종사, 양쪽이 개입되는 새로운 운영절차 개발이 가능하다. 시설 투자비용 측면에서는 1개소 당 1백만 달러~4백만 달러의 비용이 소요되는 레이더시설 대신, 매우 단순한 지상기반시설을 사용함으로써 투자비용을 절감할 수 있으며 감시적용 범위도, 항로는 물론 지상표면까지 가능하다. 또한 항공기가 의도하는 사항과 항공기의 상태정보를 지상에서 활용할 수 있으며 더욱 정확한 항행과 감시정보를 제공하기 때문에 항공교통관리(ATM)가 더욱 정교화 된다. 따라서 공역 전체의 항행 안전성을 증가시켜 잠재적인 위험성을 감소시킬 것으로 예상된다[3].

2.2 관련 기술기준

항공업무 관련 사항을 국제협약 부속서로 권고하고 있는 ICAO는 무선설비와 관련한 사항을 부속서(Annex) 10 항공통신에 명시하고 있다. 부속서 10은 5개의 문서로 구성되며 각각 무선험행 시설, 통신절차, 항공통신시스템, 감시 레이더 및 충돌회피시스템, 항공 무선주파수 스펙트럼 이용에 관한 사항을 규정하고 있다. 제 4권에는 2차 감시레이더(SSR), 항공기탑재 공중충돌회피시스템(ACAS), ADS-B 등에 대한 기술기준이 수록되어 있다. 또한 ADS-B와 관련한 기술기준으로 RTCA⁸⁾의 ADS-B MASPS DO-242 & DO-242A, ADS-B MOPS 1090MHz DO-260 & DO-260A, Mode S MOPS DO-181C(ADS-B DF17 메시지 포함), UAT MOPS DO-282가 있으며 AEEC⁹⁾의

8) RTCA : Radio Technical Commission for Aeronautics

9) AEEC : Airlines Electronic Engineering Committee

ARINC¹⁰⁾ 표준으로 718-A가 있다. FAA(Federal Aviation Administration)의 Mode S ADS-B 성능의 DO-181c가 있으며 EUROCAE¹¹⁾의 ED73A Mode S MOPS(ADS-B 1090ES 메시지를 포함), ED102 ADS-B for 1090MHz, ED-108 : Interim MOPS for VDL Mode 4 aircraft Transceiver for ADS-B, ED86 : Transponder Form Fit가 있다. 그 밖에 JAA¹²⁾의 Mode S 트랜스폰더 표준의 JAA TSO2C112a 등이 있다⁴⁾.

2.3 ADS-B 시스템

2.3.1 시스템 구성

ADS-B는 위성을 기반으로 하는 시스템으로 ADS-B 장치는 항공기의 정보를 일정한 시간에 한번 씩 방송하고 ADS-B 장비를 장착한 다른 항공기로부터 보고를 받는다. 이 방송은 GBTs¹³⁾에서도 수신된다. 항공기 타입, 속도, ID, 항공기 비행상태 등과 같은 정보는 디지털 코드로 변환하고 통신링크로 방송하며 다른 항공기 조종사, 지상 관제사, 지상국 등은 수신한 정보를 디스플레이 장치로 볼 수 있다. TIS-B¹⁴⁾는 2차 감시정보를 지상국으로부터 ADS-B 장비를 장착한 항공기에 방송하며 FIS-B¹⁵⁾는 실시간 및 문자방식으로 비행경로 날씨보고(METARs), 특별한 비행보고(SPECIs), 터미널 지역 날씨예보(TAFs) 등을 지상국으로부터 ADS-B 장비를 장착한 항공기에 방송한다.

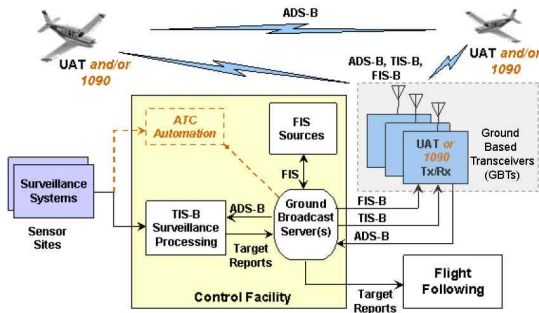


Fig. 2 ADS-B 시스템 구성도

10) ARINC : Aeronautical Radio Incorporated
 11) EUROCAE : European Organization for Civil Aviation Electronics

12) JAA : Joint Aviation Authorities
 13) GBT : Ground Based Transceivers
 14) TIS-B : Traffic Information Service-Broadcasting
 15) FIS-B : Flight Information Service-Broadcasting

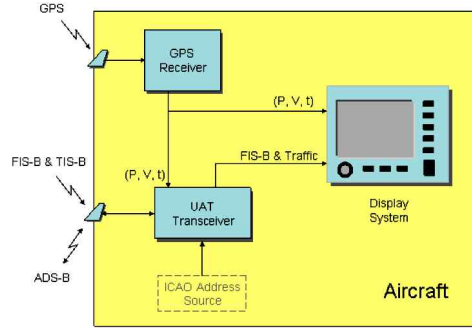


Fig. 3 항공기 탑재 ADS-B 시스템 구성도

ADS-B를 구현할 수 있는 통신링크로서는 미국 FAA에서 제안한 UAT¹⁶⁾, ICAO SICASP¹⁷⁾에서 제안한 Mode S ES(Extended Squitter), ICAO AMCP¹⁸⁾에서 제안한 VDL M4 등이 있다⁵⁾.

2.3.2 시스템 구성 장치

항공기의 ADS-B 시스템 구성 장치로는 SSR-mode S, VDL Mode 4나 UAT Antenna, GPS Antenna, Datalink Sensor System, Audio Alert, Maintenance Interface Port, Altitude Encoder, Control Panel/Transponder, MFD(Multi-Function Display)으로 구성될 수 있다.

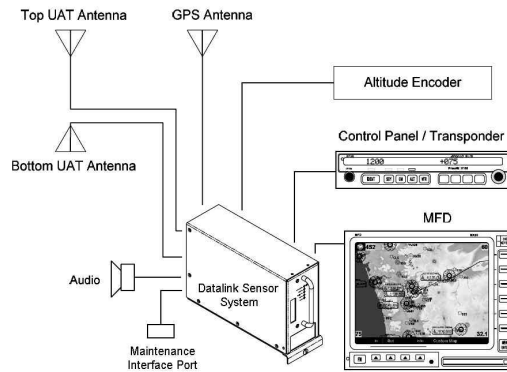


Fig. 4 UAT Datalink를 적용한 ADS-B 시스템 구성

항공기 내에 ARINC 429, MIL-STD-1553B 등과 같은 Data bus가 구성되어 있을 경우 더욱 다

16) UAT : Universal Access Transceiver
 17) SICASP : Secondary Surveillance Radar Improvement and Collision Avoidance System Panel
 18) AMCP : Aeronautical Mobile Communications Panel

양한 정보를 표시할 수 있다. Fig. 4는 Garmin사의 UAT Datalink를 적용한 GA급 항공기용 ADS-B 시스템 장치구성을 나타낸 것이다.

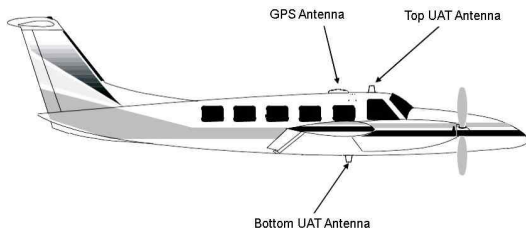


Fig. 5 ADS-B 시스템 안테나의 위치

Fig. 5는 Fig. 4의 시스템 구성에서 항공기에서의 안테나 위치를 나타내고 있다. 시스템에서 안테나는 그림과 같이 상부에 GPS 안테나와 UAT 안테나가 위치하고 하부에는 UAT 안테나가 위치해 있다. Audio Alert를 이용하여 Audio Panel에 연결함으로써 조종사에게 음성적 메시지를 제공할 수도 있으며 Maintenance Interface Port를 이용하여 Datalink Sensor System의 상태를 점검한다. 또한 Altitude Encoder를 통하여 고도 정보를 획득하며 Control Panel 장치와 연결하거나 Mode S Transponder 또는 Mode A/C Transponder와 연결할 수도 있다.

MFD는 칼라로 ADS-B 정보를 디스플레이하고 문자/그래픽 날씨정보, 지형, VFR(Visual Flight Rules)/IFR(Instrument Flight Rules) 차트, 항공로 등을 디스플레이 하는 등, 다양한 부가기능을 접목시킬 수 있다[6].

2.4. ADS-B 다기능시험기 패널 설계

2.4.1 개발 시스템 구성

ADS-B 기능이 탑재된 MFD 알고리즘 검증용 시스템은 크게 데이터 생성부(Data Emulator), 1553B를 이용한 데이터 전송부, CDTI를 포함하는 디스플레이부로 구성하였다. Fig. 6은 MFD 알고리즘 검증용 시스템의 구성도이다. 데이터 생성부는 Test용으로 Flight Simulator X를 이용하여 비행 및 엔진 관련 데이터를 확보하여 1553B를 이용한 데이터 전송부로 UDP(User Datagram Protocol)를 통해서 전달한다. 데이터 전송부는 1553B 송신단, 1553B Coupler, 1553B 수신단으로 구성되며 LabVIEW를 이용하여 전송 데이터 및 전송 상태를 모니터링할 수 있다. 디스플레이부는 1553B로부터 전송된 데이터를 Visual C++를 이용하여 PFD(Primary Flight Display), ED(Engine Display), ND(Navigation Display)를 디스플레이 한다. ADS-B 데이터는 Flight Simulator X에서 생성된 데이터를 Visual C++ 및 1553B Data bus를 이용하여 ND에서 디스플레이 한다.

2.4.2 Data 전송부 구성

본 개발 프로그램은 데이터 생성부에서 생성한 데이터를 MIL-STD-1553B 통신 규약을 이용하여 MFD에 전송하는 것을 목적으로 통신을 구현하는 프로그램은 LabVIEW 8.6을 기반으로 개발되었으며 MIL-STD-1553B 통신 프로그램 관련된 함수는 기본적으로 제공되는 함수를 사용하여 구현 되었다. 데이터의 흐름을 제어하는 Bus Control 프로그램과 Bus Control에서 명령을 받아 이 명령을 수행하는 Remote Terminal 프로그램으로 크게 두 가지로 구분하여 개발하였다.

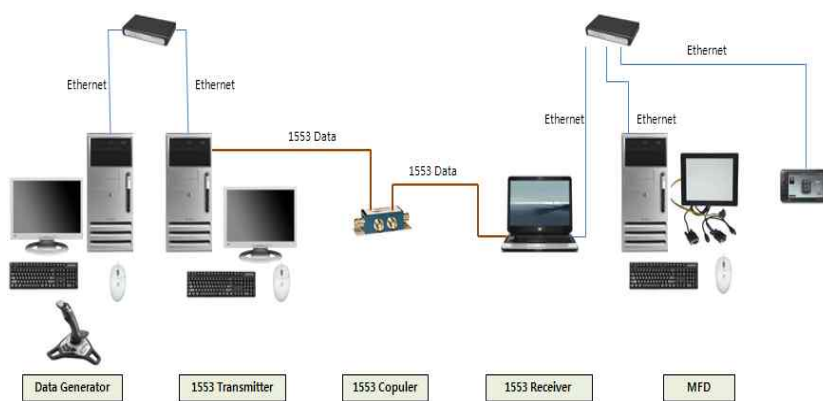


Fig. 6 개발 시스템 구성도

Bus Control 프로그램은 에플레이터에서 데이터를 UDP 통신을 이용하여 입력받고, 이 입력받은 데이터는 변환 과정을 거쳐 다시 MIL-STD-1553B 통신을 이용하여 Remote Terminal에 전송되게 된다. Remote Terminal 프로그램은 Bus Control로부터 받은 데이터 다시 변환과정을 통해 UDP 통신을 사용하여 MFD로 전송된다.



Fig. 7 PC용 1553B Data bus Interface Card

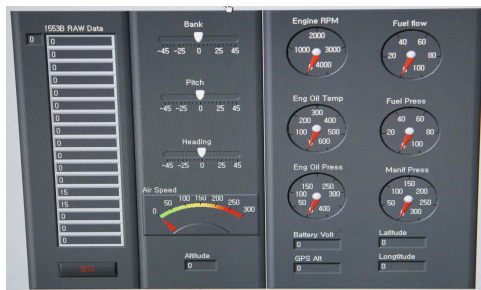


Fig. 8 RT Monitoring Panel

통신 데이터를 확인하기 위하여 본 개발시스템은 중간 단계에 통신 Monitoring 시스템을 구축하였으며 항공기용 Bus 시스템인 1553 Data bus 통신 결과 데이터와 상용 UDP 통신 결과 데이터가 동일함을 확인하였으며 실제 운용상에서 중간단계는 필요가 없다.

2.4.3 MFD Display 구성

디스플레이부는 아래 Fig. 10과 같이 크게 MainFrame, PFD, ED, ND/CDTI의 4부분으로 구성하였으며 ADS-B 데이터는 ND/CDTI 부분에서 Fig. 16과 같이 자항공기(My Aircraft), 타 항공기(Other Aircraft) 등을 디스플레이 한다. Fig. 11과 같이 MainFrame은 프로그램 종료, Mode 변경, 통신 주파수 변환 등, 기본 주요 동작을 수행하는 화면 주변부 노브, 스위치 등을 표현한다.

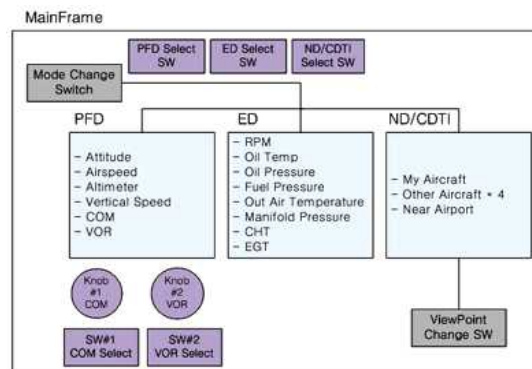


Fig. 10 Display Software 구성

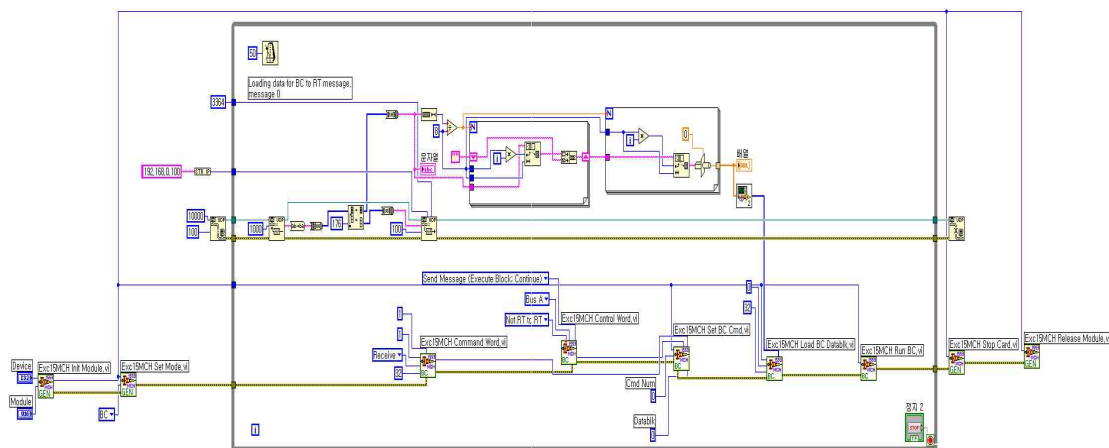


Fig. 9 Bus Control 프로그램 코드

PFD는 기존 항공기 자세계기를 표시하며 ED는 엔진 데이터를 표시한다. ND/CDTI는 일반적인 ND 기능 이외에 ADS-B 통신 채널을 통한 타 항공기 데이터가 Fig. 16과 같이 동시에 나타나게 구성하였다. 통상적으로 항공기 계기 표현과 동일하게 표시하였다.

점 등이 표시되며 또한 타항공기의 종류, 속도, 고도, 위치, 접근율 등의 정보가 표시된다.

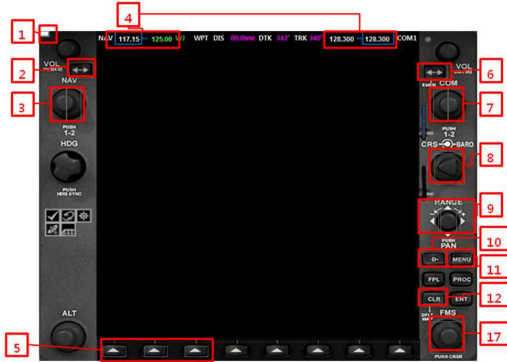


Fig. 11 Main Frame 구성

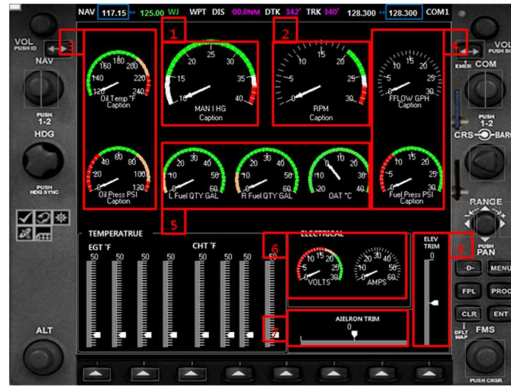


Fig. 14 ED 화면 구성

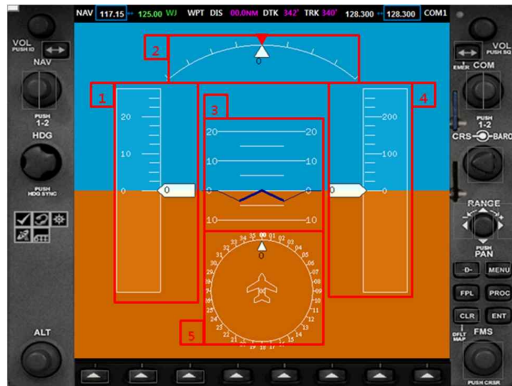


Fig. 12 PFD 화면 구성



Fig. 15 소형 Portable ED 화면 구성

View 배율 조정 버튼을 이용하여 x1, x2, x4, x5, x10의 배율로 전시 화면을 변경할 수 있으며 방향 표시는 북쪽방향과 자항공기 Heading 방향을 선택할 수 있다.



Fig. 13 소형 Portable PFD 화면 구성

자항공기의 속도/고도, Heading 및 각종 경로



Fig. 16 ADS-B Data 표시된 ND 화면 구성



Fig. 17 소형 Portable ND 화면 구성

자항공기의 위치를 중앙 전시와 하단 전시로 전환할 수 있으며 주변 지상국 정보 및 기상, 비행 정보 등을 도시할 수도 있게 구성하였다.

이와 같이 조종석 계기에 자기 항공기의 비행 데이터뿐만 아니라 동시에 주변 상황과 함께 기존의 레이더가 제공하였던 것보다 더욱 정밀하고 정확한 타 항공기의 정보 및 항공교통정보를 수신할 수 있게 되어, 관제사에게 집중되었던 항공기 운항정보를 디스플레이 장치를 통해 조종사가 공유함으로써 직접적인 비행상황인식을 개선할 수 있게 되며 ADS-B의 또 다른 장점인 항공기 탑재장비만으로도 분리간격을 보장할 수 있고 관제사와 조종사 양쪽이 개입되는 새로운 운영절차 개발도 가능해지게 된다.

III. 결 론

본 논문은 CNS/ATM에서 감시(Surveillance) 분야의 핵심시스템이 될 ADS-B의 시스템 구성, 입/출력 데이터, 디스플레이 정보 및 표현 데이터를 기존 계기 Data와 연계시켜 하나의 화면에 표현하는 MFD 화면 개발에 대하여 기술하였다. 이는 ADS-B를 통하여 현재 사용되고 있는 MFD에 주변 항공기의 정보를 동시에 시현함으로써 많은 위험 요소와 기존 감시분야의 단점을 개선할 수 있게 됨을 보여준다. 현재, ADS-B 기술은 그 필요성에 의해 국제적으로 많은 연구, 실험, 분석 등이 진행 중이며 ICAO 부속서(Annex) 10, RTCA ADS-B MASPS DO-242 & DO-242A, AEEC 718-A 등과 같은 관련 기술기준들도 속속 정해지고 있다. 따라서 국제적 추세에 부합하도록 ADS-B 기술 및 관련 기술기준에 대한 더욱 다양하고 많은 연구가 필요하다. 특히, 독립적으로 사용되는 ADS-B 디스플레이 장치인 CDTI (Cockpit Display Traffic Information)나 기존

MFD에 ADS-B를 구성하는 방법으로 Target 형상 정보, Target 색깔 정보, Target과 자기 항공기의 상대적 위치 정보, ID, 항공기 타입, 거리, 속도, 고도 등에 대한 각종 항공교통정보를 어떻게 다양하고, 합리적으로 표현할 것인가도 중요한 문제로 대두되고 있다. 이에, 국내에서도 군용에 적용되는 MFD Hardware를 국산화하는 노력 등은 많이 시도되고 있다. 그러나 이와 더불어 국제 표준시스템 및 국내실정에 적합하며 소형 GA급 항공기나 Ultra-Light급의 각종 비행 장치에 적용할 수 있는 통합적 LCD 계기시스템 또는 휴대용 (Portable) 시스템에 적합한 항공기용 디스플레이 장치(Unit) 및 시현 모델 개발에 대한 연구 및 이와 관련된 다양한 분야에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] 오경륜, 김종철, 남기욱, "차세대 위성항행시스템(CNS/ATM) 기술개발동향", 항공우주산업기술동향, 제2권 제1호, 2004, pp.51-63.
- [2] 김도현, 홍교영, "지상운영시험을 통한 ADS-B 효과에 관한 연구", 한국항공학회, 제15권 제2호, 2007.
- [3] 홍교영, 김도현, "비행시험을 통한 ADS-B 운영상의 효과에 관한 연구", 한국항공학회, 제11권 제2호, 2007.
- [4] 전파연구소, "항공업무용 기술기준 개정방안 연구", 2007.
- [5] Edward A. Lester, R. John Hansman, "Benefits and Incentives for ADS-B Equipage in the National Airspace System", MIT ICAT, Report No. ICAT-2007-2, Aug. 2007.
- [6] Garmin Ltd., "GDL 90 UAT Data Link Sensor Installation Manual", 2004.