

論文

UAT ADS-B의 국내 적용방안

김경호*, 최성호*, 백호종*, 이금진*, 문우춘**

Application of UAT ADS-B

Kyung Ho Kim*, Sung Ho Choi*, Ho Jong Baik*, Keum Jin Lee*, Woo Chun Moon**

ABSTRACT

A new operational concept for the CNS/ATM using the digital data communication technology and satellite navigation system is being implemented globally and the United States is the first country to apply UAT ADS-B system for general aviation. Korea also has plan to build ADS-B system for aeronautical surveillance to monitor low altitude flight of light aircraft and ultra-light flying device and the research to develop UAT ADS-B equipment is being carried out. This paper presents the application method of UAT ADS-B to support test operation with case study of foreign UAT ADS-B operation and survey of domestic environment.

Key Words : ADS-B(Automatic Dependent Surveillance -Broadcast), UAT ADS-B, General Aviation(일반항공), Aeronautical Surveillance(항공감시)

1. 서 론

국제민간항공기구(ICAO; International Civil Aviation Organization)는 기존의 항공감시, 항행, 관제, 통신 시스템이 증가하는 항공교통량을 수용하지 못할 것으로 판단하고, 이에 대한 대책을 연구하기 위하여 1983년 FANS(Future Air Navigation System) 특별위원회를 설치하였다.[1] 1991년 9월 캐나다 몬트리올에서 개최된 제10차 ICAO 항행회의에서는 FANS 특별위원회의 연구 결과를 바탕으로 디지털 데이터 통신기술과 위성 항행시스템(GNSS; Global Navigation Satellite System)을 활용한 새로운 개념의 차세대 CNS/ATM(Communication, Navigation, Surveillance/Air Traffic Management)으로 전환하는 계획을 수립하였다.[2] 차세대 시스템으로의 전환 범위,

기술적 검증절차 등으로 인하여 전환이 다소 지연되고 있으나, 각국은 기존의 음성 보고와 레이더 기반의 항공감시 체계에서 디지털 데이터 통신과 위성항행시스템 기반의 항공감시 체계로의 전환을 준비하고 있으며, 그 중에서 미국, 유럽, 호주, 중국 등에서 운영을 추진 중인 대표적인 시스템이 ADS-B(Automatic Dependent Surveillance -Broadcast)이다.

ICAO는 2015년을 기준으로 CNS/ATM 전환 계획을 수립하여 2020년까지 ADS-B 탑재장비 장착 의무화를 추진 중에 있으며, 미국 연방항공청(FAA; Federal Aviation Administration)은 2020년 1월부터 특정 공역을 비행하는 항공기에 대해 ADS-B 탑재장비 장착을 의무화 하도록 항공법을 개정하였고, 호주 민간항공안전청(CASA; Civil Aviation Safety Authority)도 2013년 12월부터 특정고도 이상을 비행하는 항공기에 대해 ADS-B 탑재장비 장착을 의무화 하는 등 각국이 ADS-B 연구개발 및 구축계획을 적극적으로 추진하고 있다.[3] 우리나라도 항공교통량 증가에 따라 기존의 레이더 기반의 항공감시 및 관제 시스템만으로는 늘어나는 항공교통량을 수용하기 어려울 것

2012년 05월 30일 접수 ~ 2012년 06월 04일 심사완료
논문심사일 (2012.05.31 1차), (2012.06.04, 2차)

* 한국항공대학교

** 한국교통대학교

연락처, E-mail : choish618@kau.ac.kr

으로 예측되며, 저고도 시계비행 항공기의 비행 안전을 위한 항공감시 성능 보완이 필요하고, 전세계적으로 ADS-B 시스템 구축이 현실화 되고 있어 국토해양부의 항공선진화 연구개발사업 계획에 따라 ADS-B 시스템 개발이 진행되고 있다.

2014년까지 개발되는 ADS-B 시스템은 항공감시를 위한 1090ES 및 UAT 지상장비와 경량항공기와 지상조업 차량에 장착될 탑재장비, 그리고 항공기 위치정보, 기상정보, 운항정보 등을 수신, 처리, 방송하는 ADS-B 서버, TIS-B(Traffic Information Service-Broadcast) 서버, FIS-B(Flight Information Service-Broadcast) 서버 등을 포함한다.

본 논문에서는 UAT ADS-B 시스템의 개발 완료 후 경량항공기 및 초경량비행장치의 저고도 시계비행 감시를 위한 시범운영에 대비하여 해외의 UAT ADS-B 구축 운용 사례를 연구하고, 개발된 시스템 적용을 위한 국내 환경 조사를 통하여 UAT ADS-B 시스템 적용방안을 제시하였다.

2. 본 론

2.1 UAT ADS-B 기술의 개요

ADS-B 시스템은 탑재장비와 지상장비 그리고 데이터 링크로 구성되는데, 데이터 링크로는 1090ES(1090MHz Extended Squitter), UAT(Universal Access Transceiver), VDL Mode 4(VHF Data Link Mode 4)가 있으며, 이들에 대한 표준 및 권고안(SARPs; Standard and Recommended Practices)이 ICAO에 의해 승인이 되었으나, 최근 ICAO에서 VDL Mode 4가 주파수 혼잡이 발생하는 VHF를 사용하고 있는 등의 제약으로 Doc 9816(Manual on VHF Data Link(VDL) Mode 4)을 삭제하였다. 이들 중 UAT ADS-B 기술은 미국 FAA가 일반항공(General Aviation)용 데이터 링크로 채택한 것으로 1.041667Mbps의 변조율로 978MHz에서 작동되며, 단일 채널을 사용하지만 ADS-B 외에도 TIS-B와 FIS-B를 포함하는 다중 방송서비스를 지원한다. UAT 방송메시지는 ADS-B 메시지와 지상 업링크 메시지로 구분되며, ADS-B 메시지는 항공기의 운항상태 정보를 전송하기 위하여 각 항공기로부터 1초에 한 번씩 방송되는 메시지이고, 지상 업링크 메시지는 지상국의 서비스 범위 내에 있는 항공기에게 항적 정보, 기상 정보, 공항 정보 등을 전송하는 메시지이다.

2.2 해외 UAT ADS-B 운용 현황

2.2.1 UAT ADS-B 운용 국가

UAT ADS-B 운용을 추진 중인 국가는 미국으로 미국 일반항공생산협회(GAMA; General Aviation Manufacturers Association)의 2010년 보고서에 의하면 전 세계의 일반항공용 항공기는 약 320,000대이며, 이 중 약 3/4인 228,000대가 미국에서 운영되고 있다.¹⁴⁾ 그러므로 향후 일반항공용 데이터 링크의 표준으로 미국이 추진 중인 UAT ADS-B 시스템이 채택될 가능성이 매우 높을 것으로 판단된다.

미국 FAA는 2007년 10월에 ADS-B Out*에 관한 법규 제정안을 고시하였으며, 2010년 5월에 기존의 규정에 ADS-B Out과 관련된 규정을 추가한 14 CFR Part 91을 공표하였다. 이 법규에서는 ADS-B 데이터 링크를 이원화하는 것으로 규정하였는데, 이는 항공운송산업 분야에서 사용 중인 1090ES와 일반항공 분야에서 사용 중인 UAT 중 하나의 데이터 링크 방식을 선정하는 경우 한 쪽이 일방적으로 비용을 많이 부담하게 되기 때문이다. 따라서 미국은 두 가지 방식을 모두 사용하되 해발고도 18,000ft를 기준으로 그 이상을 비행하는 항공기는 1090ES, 그 이하를 비행하는 항공기는 UAT를 데이터 링크로 사용하는 규정을 마련하였다.

2.2.2 UAT ADS-B 운용관련 규정

2.2.2.1 14 CFR Part 91, ADS-B Out Performance Requirements To Support ATC Service

14 CFR Part 91은 UAT ADS-B와 관련하여 적용대상, 적용시기, 성능기준 등을 규정하고 있으며, 주요 내용은 다음과 같다.

- 적용대상 장비: UAT ADS-B Out**
- 적용대상 항공기: Class A, Class B, Class C, Class E, 겔프만 12NM 이내의 공역을 운항하는 항공기는 UAT 또는 1090ES ADS-B 장착
- 미장착 항공기 규제시기: 2020년 1월부터

2.2.3 UAT ADS-B 기술관련 규정

2.2.3.1 ICAO Annex 10, Volume III, Chapter 12,

* ADS-B Out은 ADS-B 메시지를 생성하여 송신하는 것을 의미하며, 타 항공기나 지상국으로부터 ADS-B 메시지를 수신하는 것은 ADS-B In이라 한다.

** FAA는 ADS-B In에 대한 요구조건 및 성능기준을 2012년까지 마련하고자 관련 산업계와 연구를 진행 중이다.

Universal Access Transceiver (UAT)

UAT ADS-B에 대한 정의와 전체적인 시스템 특성에 대한 부분을 규정하고 있는데, 주파수, 출력, 메시지의 구조, 지상장비와 탑재장비의 특성 등에 대해 규정하고 있으나, 적용대상, 운영방법 또는 설치방법에 대해서는 규정하고 있지 않으며, 세부적인 사항들은 ICAO Doc 9861에서 다루고 있다.

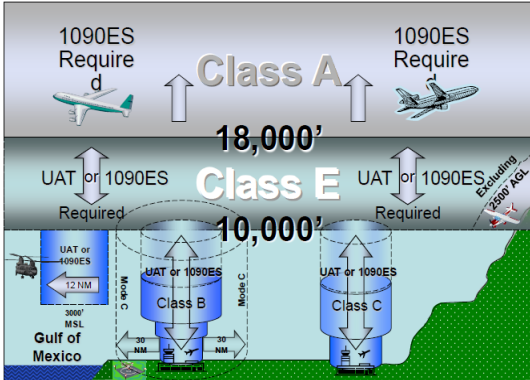


그림 1. 미국의 ADS-B 장비 장착 의무 구역

2.2.3.2 ICAO Doc 9861, Manual on the Universal Access Transceiver (UAT)

Part I에서는 ICAO Annex 10, Volume III의 표준 및 권고안 이행과 관련한 세부적인 기술 규격을 규정하고 있으며, 주요 내용은 다음과 같다.

- UAT ADS-B 메시지 데이터 블록 및 포맷에 대한 세부 규격
- 타이밍 및 전송절차를 포함한 탑재장비와 지상장비에 대한 규격
- 메시지 수신 성공 기준
- 탑재장비의 인터페이스 요구조건

Part II에서는 UAT 시행과 관련한 정보와 지침을 제공하고 있으며, 주요 내용은 다음과 같다.

- UAT에 의한 어플리케이션, UAT ADS-B 시스템 운영 구조, 탑재장비 등급 분류
- UAT ADS-B 메시지 전송 순서에 대한 기준
- UAT ADS-B 송신기에 입력되는 데이터에 대한 기준
- UAT ADS-B 탑재장비 장착에 대한 기준
- 지상장비에 대한 하부구조에 대한 기준
- UAT ADS-B 주파수 계획 기준
- 스푸리어스 방사에 관한 기준
- UAT DAS-B에 의해 향후 제공 가능한 서비스

2.2.3.3 RTCA DO-282B, Minimum Operational

Performance Standards of Universal Access Transceiver (UAT) Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B)

UAT ADS-B 장비의 최소 운영성능 표준에 대하여 규정하고 있다.

2.2.3.4 FAA TSO-C154C, UAT ADS-B Equipment Operating on Frequency of 978MHz

UAT ADS-B의 TSO 인증 또는 설계 승인 신청을 하고자 하는 제작자를 위한 FAA 기술표준을 제시하고 있다.

2.2.3.5 FAA AC 20-165, Airworthiness Approval of Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B) Out Systems

ADS-B Out 시스템의 장착 및 감항증명에 관한 규정으로, ADS-B 장착을 위해서는 TSO 인증 여부와 관계없이 TC(Type Certificate) 또는 STC(Supplemental Type Certificate)를 반드시 인증받도록 규정하고 있다.

2.3 국내 경량항공기 및 초경량비행장치 현황

2.3.1 경량항공기 및 초경량비행장치 등록현황

2000년대 이후 국민소득 및 다양한 레저 활동의 증가로 경량항공기 및 초경량비행장치의 이용이 급증하였으며, 2009년 9월 개정된 항공법에 의해 초경량비행장치 중 고성능의 비행장치를 경량항공기로 분류하여 안전요건을 강화하고, 비행가능 고도를 500ft에서 3,000ft로 확대하였다.

표 3. 경량항공기/초경량비행장치 등록대수 추이

연도	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10
증가	30	46	43	23	57	40	17	83	111	79
대수	185	231	274	297	354	394	411	494	605 (12)	684 (48)

주: 2010년 말 기준, ()는 경량항공기 등록대수
자료: 교통안전공단, 2011

2.3.2 경량항공기 및 초경량비행장치 관련 법규

항공법 시행규칙 제13조의2와 제14조에서는 경량항공기와 초경량비행장치의 기준과 범위를 규정하고 있으며, 항공법 제23조와 제24조에서는 초경량비행장치와 경량항공기는 비행안전을 위한 기술상의 기준에 적합하다는 안전성인증을 받아야함을 규정하고 있다. 이는 UAT ADS-B 장비를 경량항공기 또는 초경량비행장치에 탑재하는 경우 교통안전공단의 안전성인증 검사업무 운영세

칙에 따라 수시검사를 받아야함을 의미한다.

또한, 경량항공기의 경우 항공기 식별을 위해 항공법 제40조의2 및 항공법 시행규칙 제123조의 규정에 의해 2차 감시 항공교통관제 레이더용 트랜스폰더(Mode3/A 및 ModeC SSR transponder) 장착이 의무화되어 있으며, 초경량비행장치의 경우 신속한 구조활동을 위하여 항공법 제23조 및 항공법 시행규칙 제68조의2 규정에 의거 위치추적이 가능한 표시기나 단말기 또는 조난구조용 장비 장착 또는 휴대가 의무화되어 있다.

2.3.3 경량항공기 및 초경량비행장치 안전대책

경량항공기 및 초경량비행장치의 대수가 증가하고 있어 사고예방을 위한 종합대책 마련이 필요하며, 특히 경량항공기의 비행공역이 확대됨에 따라 안전운항을 위한 감시체계 구축이 필요한 상황이다. 회전익항공기, 경량항공기, 초경량비행장치 등 소형항공기는 조종사가 육안으로 지형지물을 참조하며 비행하는 시계비행규칙에 의해 비행하므로 시계 제한시 비행안전에 취약하다. 최근 초경량비행장치의 경우 지정공역을 이탈하여 무단비행을 하거나 비행 중 추락사고 등의 사례가 증가하여 비행안전 관리에 문제점으로 부각되고 있으며, 군 훈련공역 주변을 비행하는 시계비행 소형항공기에 즉각적인 비행정보 전달체계가 미흡하고 소형항공기의 비행고도가 낮아 레이더로 감시하는데 어려움이 있다.

표 4. 경량항공기/초경량비행장치 사고현황

구분	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	계
사고건수	4	3	8	9	4	1	6	2	6	2	45
사망자수	3	2	5	7	2	1	4	1	8	0	33
부상자수	0	5	4	2	3	0	1	2	1	1	19

자료: 교통안전공단, 2011

이에 따라 데이터통신망을 이용한 항공네비게이션 시스템 개발, 다중감시시스템(MLAT) 구축 등 여러 가지 대책들이 수립되고 있으나, 일반항공이 가장 발달된 미국이 이미 도입하여 운영 중에 있는 UAT ADS-B 시스템을 구축하는 것이 운용 표준화 측면에서 가장 효율적이다. 뿐만 아니라, UAT ADS-B 시스템은 주변의 항적정보를 제공하는 TIS-B 서비스와 기상정보 제공과 같은 FIS-B 서비스 제공도 가능하므로 소형항공기 비행안전을 위한 최적의 안전대책이 될 수 있을 것이다.

2.4 UAT ADS-B 관련 국내 법규

UAT ADS-B 운용과 관련된 법규는 미국의 사례에서 볼 때 운용 규정과 기술 규정으로 구분된다. 우리나라는 아직 UAT ADS-B 시스템을 도입하지 않아 이에 대한 별도의 규정이 아직 마련되어 있지 않으나, 항행안전시설의 설치 및 기술기준, 항행안전무선시설의 설치 및 기술기준, 항공정보통신시설의 설치 및 기술기준 등에 ADS-B 또는 UAT에 대한 정의 또는 기술기준이 부분적으로 언급이 되어 있다. 국토해양부 고시 제2010-829호에는 자동종속감시 방송시설(ADS/ADS-B/TIS/FIS)에 대한 정의, 기술기준, 기능 등에 대해 규정되어 있고, 국토해양부 고시 제2010-1140호에는 범용 접속데이터 통신시설(UAT)에 대한 정의, 시스템 특성, 물리계층 특성 등이 규정되어 있다.

항공기 장비품 또는 부품의 제작과 관련해서는 항공법 제20조의 기술표준품 형식승인과 제20조의2 부품제작자 증명 절차에 규정되어 있으며, 장비품 또는 부품의 장착과 관련해서는 항공법 제17조의 부가적인 형식증명 절차에 규정되어 있다.

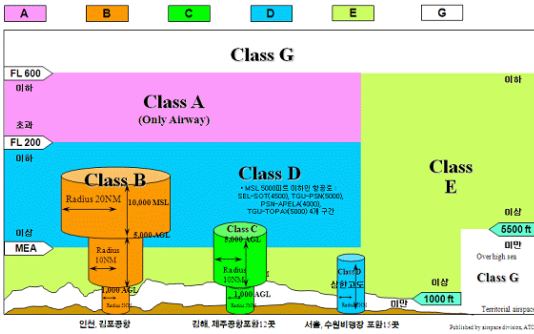
2.5 UAT ADS-B 적용방안

2.5.1 UAT ADS-B 운용기준

미국의 경우 상업항공운송의 경우 대체적으로 ICAO의 규정을 따르고 있으나, 일반항공 분야의 경우는 대부분 FAA의 규정을 준용하고 있으므로 14 CFR Part 91을 준용하여 우리나라의 실정에 맞게 적용하는 것이 효율적이다. 운용기준의 적용은 미국의 경우처럼 운용 및 기술기준이 확립된 장비를 대상으로 해야 하며, 적용시기는 경제적 파급효과를 고려하여 결정하여야 한다.

1차적으로는 ADS-B Out과 관련된 운용기준을 먼저 수립하고, ADS-B In의 경우는 최소 운영성능 표준(MOPS; Minimum Operational Performance Standards)이 반영된 FAA의 기술표준서(TSO; Technical Standard Order)가 공표된 후 이를 검토하여 준용하는 것이 타당하며, 적용시기 및 규제시기는 경량항공기 또는 초경량비행장치 소유자의 부담을 고려하여 일정기간의 예고기간을 두는 것이 필요할 것이다.

적용대상 항공기는 그림 1의 미국의 ADS-B 장착 의무 공역처럼 우리나라도 항공기가 비행하는 공역의 등급에 따라 UAT ADS-B 장착대상을 선정하되, 구체적인 기준에 대해서는 추가적인 연구가 필요하다.



자료: 항공교통센터 홈페이지(<http://acc.mltm.go.kr>)

그림 2. 우리나라의 공역 등급

표 5. 제공하는 항공교통업무에 따른 공역 구분

구분	내용
관제공역	A 등급: 모든 항공기가 계기비행을 하여야 하는 공역
	B 등급: 계기비행 및 시계비행을 하는 항공기가 비행가능하고, 모든 항공기에 분리를 포함한 항공교통관제업무가 제공되는 공역
	C 등급: 모든 항공기에 항공교통관제업무가 제공되나, 시계비행을 하는 항공기간에는 비행정보업무만 제공되는 공역
	D 등급: 모든 항공기에 항공교통관제업무가 제공되나, 계기비행을 하는 항공기와 시계비행을 하는 항공기간에는 비행정보업무만 제공되는 공역
	E 등급: 계기비행을 하는 항공기에 항공교통관제업무가 제공되고, 시계비행을 하는 항공기에 비행정보업무가 제공되는 공역
비관제공역	G 등급: 모든 항공기에 비행정보업무만 제공되는 공역

자료: 항공법 시행규칙 [별표 20] 공역의 구분

초경량비행장치의 경우 AGL 500ft 미만으로 비행고도가 제한되고, 초경량비행장치 비행공역으로 비행범위를 제한하고 있지만, 최근 초경량비행장치의 지정공역 이탈 사례 및 사고가 증가하고 있으며, 저고도 비행항적에 대한 레이더 감시가 어려우므로 비행안전성을 위해 초경량비행장치의 UAT ADS-B 장비 장착 의무화에 대한 검토가 필요하다. 경량항공기와 초경량비행장치의 UAT ADS-B 장착 의무화는 항공기 식별 및 신속한 구조활동을 위하여 각각 트랜스ponder와 위치표시기 장착을 의무화하는 항공법규의 취지에 부합한다.

2.5.2 UAT ADS-B 기술기준

현재 UAT ADS-B는 미국에서만 운용되고 있으므로 국내 기술기준 수립을 위해서는 FAA의 TSO-C154c 기준을 준용하여야 할 것이며, 항공기의 위치정보는 비행안전에 중요한 요소이므로 TSO 기준에 따른 인증을 통한 품질 확보가 필요하다. 우리나라 항공법에서는 기술표준품 형식승인 및 부품제작자 증명제도를 규정하고 있으므로 이에 따른 개발장비의 형식승인이 가능하다. 다만, ADS-B 장비에 대한 기술기준으로 항행안전시설의 설치 및 기술기준, 항행안전무선시설의 설치 및 기술기준, 항공정보통신시설의 설치 및 기술 등에서 규정하고 있는 여러 기준들을 통합하여 TSO-C154c에 준하는 별도의 기준을 수립하는 것이 필요하다. 또한, 장비의 장착에 있어 FAA는 제품 자체에 대한 TSO 인증 외에 STC를 요구하고 있고, 우리나라의 경우도 장비품 또는 부품 장착과 관련하여 부가 형식증명을 받도록 항공법에 규정되어 있으므로 이에 근거한 UAT ADS-B 장비 장착시 감항성 확보를 할 수 있는 기술기준 수립이 필요하다. 다만, UAT ADS-B 장비를 휴대형으로 개발하는 경우 해당 장비가 항공기에 전파 간섭 등의 영향을 주지지에 대한 연구가 선행되어야 하며, 이에 따른 세부적인 기술기준도 필요하다. 미국은 FAA AC 120-76B, Guidelines for the Certification, Airworthiness, and Operational Use of Electronics Flight Bag(EFB)에서 휴대용 EFB를 1, 2, 3등급으로 구분하여 감항인증 대상을 규정하고 있으므로 이 규정을 세밀하게 검토하여 휴대형 UAT ADS-B 장비에 대한 기술기준이 수립되도록 해야 한다.

2.5.3 주파수 배정

UAT ADS-B 운용주파수인 978MHz±3MHz의 확보를 위해서는 국제적인 표준과 더불어 해당 주파수 대역이 공통적으로 적용되도록 하기 위한 국제협력이 필요하다. UAT ADS-B 주파수 대역을 사용하는 시스템 운용을 위해 운용주파수를 인접 국가 뿐만 아니라, 전 세계적으로 광범위하게 적용할 필요가 있으며, ICAO에서 결의한 바와 같이 인프라 조기 구축 등을 통하여 실용화 시기를 앞당겨야 한다.

3. 결론

전 세계적으로 디지털 데이터 통신기술과 위성항행시스템을 활용한 새로운 개념의 차세대

CNS/ATM으로의 전환을 추진하고 있으며, 일반 항공 분야에서는 미국이 가장 먼저 UAT ADS-B 시스템을 적용하여 운용하고 있다. 향후 UAT가 ADS-B 데이터 링크의 표준으로 채택될 가능성이 높으므로, 우리나라의 IT 기술을 활용하여 UAT ADS-B 장비 개발에 성공한다면 독자적인 ADS-B 시스템 구축과 더불어 해외시장 진출의 기회도 얻을 수 있을 것이다.

UAT ADS-B 개발 이후 상용화를 위해서는 운용기준 및 기술기준 수립이 필요하며, 기본적으로 현재 운용 국가인 미국의 사례를 연구하여 우리나라의 실정에 맞게 적용하는 것이 효과적이다. 운용기준에 있어 적용 대상을 선정하는 것과 기술기준에 있어 UAT ADS-B 시스템 장착 또는 휴대시 감항성 및 안전성을 인증하는 기준이 적용방안 수립시 우선적으로 고려되어야 할 사안이다. 또한, UAT ADS-B 운용주파수인 $978\text{MHz}\pm 3\text{MHz}$ 의 주파수 대역 사용에 문제가 없도록 주변국과 국제기구를 통한 긴밀한 협조가 필요하다.

후 기

본 연구는 국토해양부의 “항공감시용 ADS-B 핵심기술 개발”과제의 일환으로 수행되었으며 지원에 감사드립니다.

참고문헌

- [1] 김태식, 엄찬홍, 김동민, “자동종속감시-방송(ADS-B)시스템 국내개발 방안 연구”, 한국항공학회 논문집 Vol. 14, No. 1, 2010년
- [2] 오경륜, 김인규, 송재훈, “ADS-B 개념기반의 지대지 감시 Test bed 성능평가”, 항공우주기술 제6권 1호, 2007년 7월
- [3] ICAO APAC, Outcome of ADS-B STIF/10, SEA ADS-B WG/6 and APANPIRG/22 on ADS-B planning and implementation by States, SEA/BOB ADS-B WG/7, Nov. 2011
- [4] General Aviation Manufacturers Association, “2010 GAMA Statistical Databook & Industry Outlook”, 2011