

AeroMACS 시스템의 기술동향

Technology Trends on AeroMACS System

손경열 (K.Y. Sohn) 클라우드기지국연구팀 책임연구원
박윤옥 (Y.O. Park) 클라우드기지국연구팀 팀장

차세대통신기술 특집

- I. 서론
- II. AeroMACS 시스템
- III. 표준화 동향 및 프로파일
- IV. 결론

세계가 하나로 이어지는 글로벌화 경향에 따라 항공교통량의 지속적인 성장과 그에 따라 보다 체계적이고 안전한 비행작업을 위하여 항공기에서 요구되는 데이터 트래픽이 증가함으로 인하여 높은 데이터 전송률과 안정적인 성능을 보이는 새롭고 더욱더 효율적인 고속 광대역 통신 시스템의 필요성이 부각되고 있다. 이와 관련하여 본고에서는 미래 고속 항공 데이터 통신 시스템에 대한 결정사항 중에서 airport 영역, 특히 고밀집 지역에서 사용되는 IEEE 802.16e-2009 규격을 기반으로 하는 무선통신 시스템인 AeroMACS 시스템 (Aeronautical Mobile Airport Communications System)에 대하여 살펴보고자 한다.

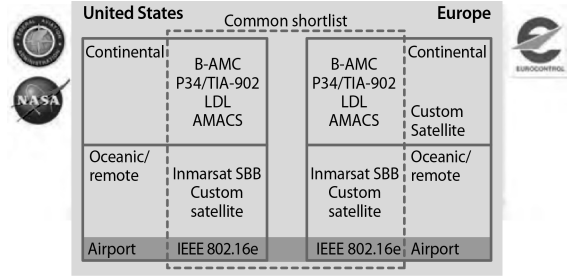
I. 서론

세계가 하나로 이어지는 글로벌화 경향에 따라 항공 교통량의 지속적인 성장과 그에 따라 보다 체계적이고 안전한 비행작업을 위하여 항공기에서 요구되는 데이터 트래픽이 증가함으로 인하여 높은 데이터 전송률과 안정적인 성능을 보이는 새롭고 더욱더 효율적인 고속 광대역 통신 시스템의 필요성이 부각되고 있다. 이는 현재까지 개발되어 표준화된 기술들이 미래의 교통수준에 적합한 궁극적인 해결책으로는 미진하다는 판단에 따른 것으로 날로 발전하고 있는 인터넷 기반의 상용기술 및 제품의 경제성과 진보성을 항공통신 기술에 적극적으로 도입하고 활용할 수 있는 방안을 모색하기 위한 시도라고 볼 수 있다[1].

이에, 미국의 연방항공국(FAA)과 유럽의 EUROCONTROL은 2005년부터 2020년 이후 공중과 지상에서 항공기의 안전운항을 보장하고 원활한 항공교통 흐름을 유지하게 하는 항공교통 관제업무(ATS)와 항공회사가 독자적으로 자기회사 항공기의 안전운항, 정시운항 및 효율성을 확보하기 위하여 사용하는 항공운항 관리통신(AOC)을 지원하는 미래의 end-to-end 항공통신 인프라에 대한 동작개념, 통신 요구사항, 그리고 통신기술의 식별 및 평가 등을 Future Communications Study (FCS)라는 이름으로 공동연구 작업을 추진하고 있다.

미래 고속 항공 데이터 통신 시스템에 대한 FCS 기술평가에서 미래 통신 인프라 요소기술로 continental, oceanic/remote, 그리고 airport의 3가지 비행영역이 고려되었으며, 상세기능 및 성능평가 기준에 대한 사전 기술심사, 후보기술에 대한 세부심사, 그리고 시뮬레이션 및 평가를 통한 3단계 과정을 거쳐 2008년 4월 국제민간항공기구(ICAO) 항공통신패널(ACP)의 WGW-2회의에서 승인된 기술을 살펴보면 (그림 1)과 같다[1].

L-DACS이라 명명된 air-to-ground 통신을 위하여 사용되는 L-Band(960~1,164MHz) 기반의 continental 영역에서는 B-AMC, P34/TIA902를 사용하는 L-DACS1과 LDL, AMACS를 사용하는 L-DACS2의 두



(그림 1) FCS의 승인 기술

가지 후보기술을 면밀히 검토하여 궁극적으로 하나의 시스템을 사용하기로 결정하였으며, oceanic/remote 영역에서는 위성을 활용하기로 결정하였다. 그리고, 마지막으로 공항 내 항공 관제통신을 위하여 사용되는 C-Band(5,091~ 5,150MHz) 기반의 airport 영역에서는 IEEE 802.16e-2009 규격에 기반한 시스템을 사용하기로 결정하였다. 이러한 결과는 모든 영역에 있어서 미래의 항공교통관리(ATM) 수요에 부합하는 단일 기술이 없고 항공교통과 공역의 안전성, 경제성, 그리고 효율성 향상이라는 목표를 만족시키기 위하여 서로 다른 환경에 최적인 기술들이 필요하다는 결론에 따른 것이다.

이와 관련하여 본고에서는 FCS의 결정사항 중에서 airport 영역, 특히 고밀집 지역에서 사용되는 IEEE 802.16e-2009 규격을 기반으로 하는 무선통신 시스템인 AeroMACS 시스템에 대하여 살펴보고자 한다.

II. AeroMACS 시스템

기존에 사용되던 공항 내 무선통신 시스템은 서비스 사업장에서 공급하는 전송망만으로 이를 제공받는 서비스 이용자 입장에서 제한적인 전송속도와 전송량에 따라 사용이 제한되어 왔다. 특히, 항공기, 공항관리지역(AMA)에 있는 모바일 사용자, 그리고 공항환경에서 작업하는 이해 당사자들 간의 정보교류에 있어서 방대한 데이터를 수용하기 위한 넓은 대역폭을 갖는 새로운

〈표 1〉 구현을 위한 IEEE 802.16e-2009의 특징

Feature	Advantages
Mobility	Supports vehicle speeds of up to 120km/hr, sufficient for aircraft taxiing and emergency surface vehicle speeds
Range	Covers up to ~10km in line-of-sight(LOS) communications, sufficient to cover most airports
Link Obstruction Tolerance	Exploits multipath to enable non line-of-site(NLOS) communications
Quality of Service(QoS)	Enables QoS based on throughput rate, packet error rate deletion, scheduling, time delay and jitter, resource management
Scalability	Includes flexible bandwidth and channelization options to enables network growth on demand
Security	Includes mechanisms for authentication, authorization, strong encryption, digital certificates, and fast handovers
Privacy	Supports private Virtual Local Area Networks(VLANs)
Open Sourced	Leverages modern communications technologies and supports modern Internet-based network protocols
Cost Efficiency	Via commercial standards and components, industry capabilities, and reduced physical infrastructure compared with buried cable

공항 내 air-to-ground 또는 ground-to-ground 무선 데이터 통신 시스템의 필요성이 제기되었다.

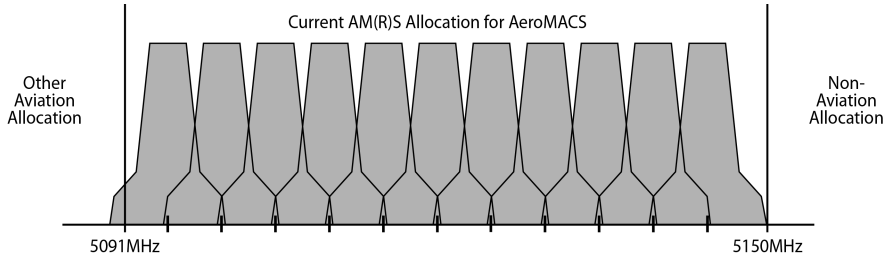
이에 따라 2007년 ITU-R의 세계전파통신회의(World Radiocommunication Conference)에서 취해진 조치를 통해서 AeroMACS라는 공항지상 통신시스템(Airport Surface Communication System)이 터미널 관제지역(TMA) 및 공항의 지상에서 항공통신 전용서비스에 대한 솔루션 제공을 위하여 C-Band 내의 5,091~5,150 MHz 대역을 사용하도록 규정되었다. 따라서 AeroMACS의 응용 분야로써 공항의 지상에 있는 mobile application으로 제한되며, 미국의 경우, 비행의 안전규칙을 지원하기 위하여 이동 AeroMACS 네트워크 하에 규정된 non-mobile(또는 고정) 애플리케이션들을 위한 통신을 포함하는 것으로 해석된다[2]. 또한 안전을 위하여 다양한 주요 서비스와 애플리케이션은 IEEE 802.16e 링크에 의하여 지원되게 하는 것으로 기존의 IEEE 802.16e-2009 규격을 기반으로 하는 항공표준 개발은 공항 지상 무선통신(ASWC)을 활성화하기 위한 저가의 대체 기술을 제공하게 되었다.

〈표 1〉은 AeroMACS 네트워크 구현을 위한 IEEE 802.16e-2009의 특징을 나타낸다[1].

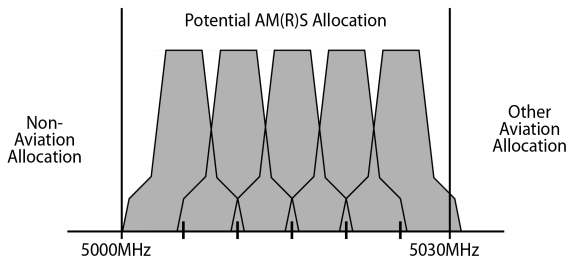
1. 채널 계획

제안된 AeroMACS 네트워크의 주된 목적 중의 하나는 통신 시스템의 용량을 증대시키는 것으로 AeroMACS 시스템의 채널계획은 현재 및 미래의 스펙트럼 할당을 위한 효율적 활용, out-of-band 방사전력을 제안하기 위한 보호대역, 예상되는 AeroMACS의 기지국 및 단말기 수, 주파수 스펙트럼 재활용에 있어서의 실질적 제한, 잠재적인 AeroMACS 애플리케이션의 대역폭 요구사항, 그리고 WiMAX Forum 표준 준수와 같은 여러 가지 요소가 고려되어 5MHz의 채널 대역폭이 초기에 제안되었다.

제안된 시스템은 전 세계적으로 원활한 운용을 제공하여 하며, 전체적으로 원활한 상호 운용성을 달성하기 위하여 개발되고 있으며, 이와 관련하여 AeroMACS 시스템의 채널 계획은 5,095~5,145MHz까지 중심주파수



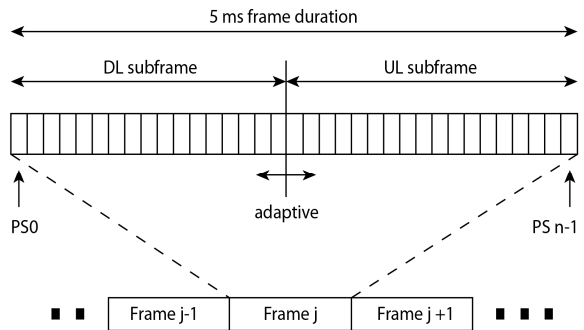
(그림 2) AeroMACS의 채널 계획(5,091~5,150MHz)



(그림 3) AeroMACS의 채널 계획(5,000~5,030MHz)

가 5MHz 간격으로 균등하게 배열되어 최대 11개까지 가능하며, 미래의 AeroMACS 서비스에 대한 요구가 높아질 것에 대한 할당을 위하여 5,000~5,030MHz 대역폭 내에서 추가적인 5MHz의 채널들을 고려하고 있다 [1],[3].

(그림 2)와 (그림 3)은 제안된 AeroMACS 시스템의 채널 계획을 각각 나타낸다.



(그림 4) AeroMACS의 프레임 구조

에 의하여 조절이 가능하여, 유효한 값은 WiMAX의 TDD 모드 관련 시스템 프로파일에서 얻을 수 있다.

〈표 2〉는 AeroMACS 시스템의 프로파일 중에서 물리계층에서 사용되는 주요 파라미터를 나타낸다[4].

이 외에도 사용자들 간에 시간 영역 및 주파수 영역에서 2차원적으로 자원을 분할하여 사용하고, 주파수

2. 주요 파라미터

AeroMACS 시스템의 물리계층은 5MHz의 채널 대역폭, 5ms의 프레임 길이를 갖는 IEEE 802.16 표준의 OFDMA 물리계층 규격을 기반으로 하고 있으며, TDD 모드 및 FDD 모드 중에서 비대칭 DL/UL 트래픽의 효율적인 지원을 위한 동적 할당 및 스펙트럼 문제 완화 등을 위하여 TDD 모드를 사용한다.

(그림 4)는 하향링크 및 상향링크 구간을 조절할 수 있는 AeroMACS 프레임의 구조를 나타낸다.

하향링크 및 상향링크 구간의 조절은 시스템 공급자

〈표 2〉 물리계층에서 사용되는 주요 파라미터

System Profile	Key Parameter
Frequency Band	5000~5150MHz (5145MHz is the reference frequency)
Channel Bandwidth	5MHz
Duplexing Mode	TDD
Mobility	Max, 50Knots(92.6Km/h) (1Knot = 1,852Km/h)
Modulation(M-QAM)	BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM
MIMO Support	STC
FEC	Conv. Code, Turbo Code, HARQ

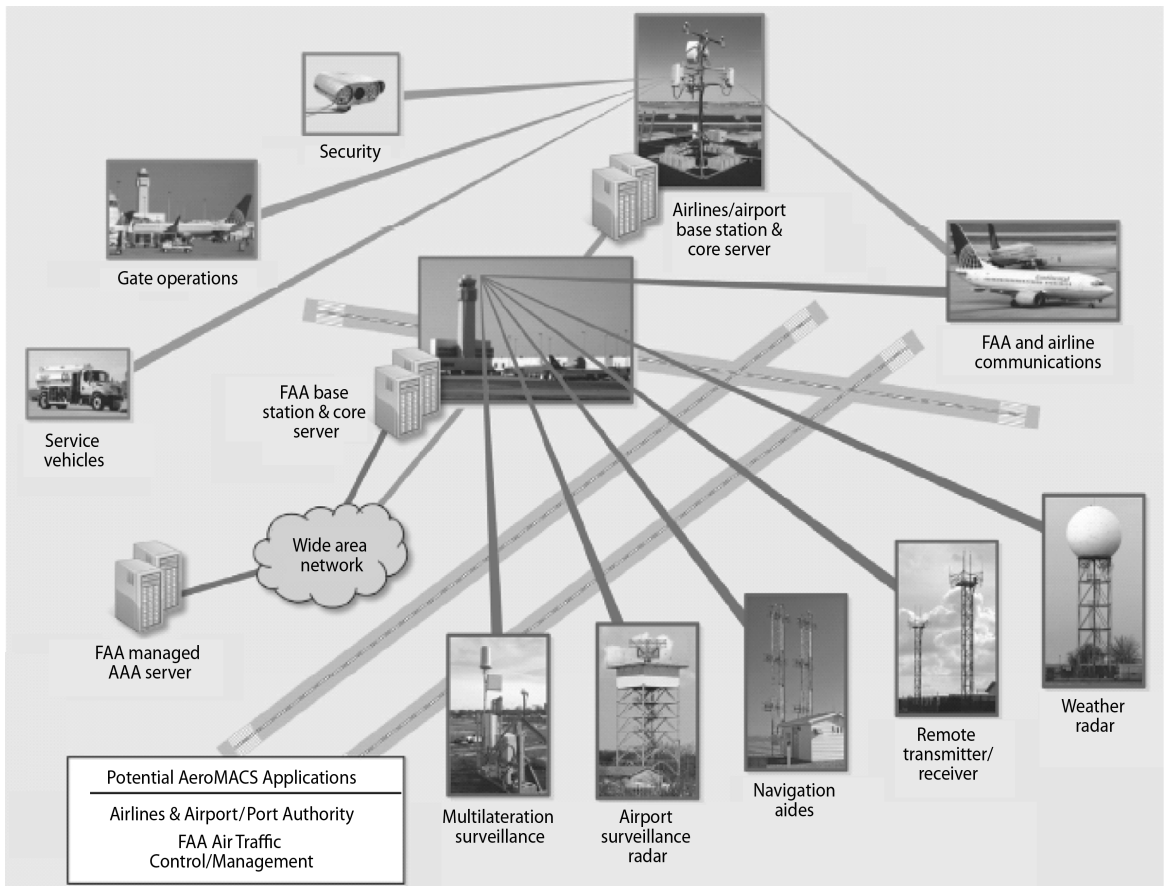
다이버시티를 얻기 위하여 Pseudo-random Permutation(즉, PUSC)을 사용하며, 변조차수 및 채널 부호율에 따라 다양한 데이터 처리속도를 얻는다.

3. 응용 애플리케이션 네트워크

(그림 5)는 AeroMACS 시스템을 이용해서 공항의 지상에서 이루어지는 응용 애플리케이션의 네트워크를 나타낸다[1].

위와 같은 애플리케이션 네트워크를 이용하여 제공하는 서비스로는 IEEE 802.16e의 광대역 근거리 통신망을 사용하여 공항의 지상을 움직이는 활주 가이드를 로드하거나 공항의 지상을 포함한 모든 비행단계에 있어서 운항의 예측 가능성과 정밀성을 획기적으로 향상시

키는 4차원 궤도 중심의 운항이 가능하도록 4차원 궤도 지침을 비행기의 비행관리시스템(FMS)에 로드할 수 있다. 또한, 다양한 항공정보(AIM) 및 기상 자료가 네트워크를 통하여 제공될 수 있으며, 개발된 네트워크 구조에 따라 항공기-항공기, 항공기-차량, 그리고 차량-차량 간의 데이터 교환도 다양한 상황인지 응용 프로그램에 따라 새로운 통신망을 통하여 지원될 수 있다. 마지막으로, 같은 ASWC 기능을 사용하여 감시, 조명, 통신 기반시설 같은 공항 표면에 있는 고정자산들 간의 통신에 이용할 수 있다. 이와 더불어 AeroMACS 시스템은 음성/영상/데이터를 모든 공항에서 안정적으로 전송하고, 이에 따른 시스템 전체를 통합 관리할 수 있는 “SWIM(System Wide Information Management)”을 적용함으로써, 기존 VHF 대역의 주파수 포화 문제 및



(그림 5) AeroMACS 시스템의 응용 애플리케이션 네트워크

기존 인프라의 문제점들을 해결할 수 있다. 또한 airport intranet 망을 중심으로 무선 망을 통해 공항 내에서 기존에 사용되는 항공전자시스템과 호환되어 사용될 수 있으며, 공항 감시레이더(ASR), ADS-B, 전방향 표지시설 시스템을 모두 지원하고, 공항 내 보안 시스템과 운용되는 서비스 차량에도 서비스를 제공 할 수 있다.

4. 서비스의 종류 및 QoS

AeroMACS가 제공하는 잠재적인 서비스와 응용 프로그램은 ATC/ATM 및 인프라, 항공사 운용, 공항 운용의 3가지 범주로 그룹화할 수 있으며, 이러한 광범위한 범주 내에서, 데이터 통신 서비스와 애플리케이션은 최종 사용자의 이동성에 따라 고정 또는 모바일 형식으로 나눌 수 있다. 그러나, AeroMACS에 할당된 국제 주파수 스펙트럼에서 운영 제약 때문에 비행의 안전과 규칙에 직접적으로 영향을 미칠 수 있는 서비스들 만이 AeroMACS의 이동 통신 네트워크 인프라로써 제공될 수 있다.

〈표 3〉은 AeroMACS 시스템의 잠재적인 서비스를 나타낸다[1].

〈표 3〉 AeroMACS 시스템의 잠재적인 서비스

FAA Air Traffic Control and Infrastructure Applications Examples	
Selected air traffic control(ATC) and air traffic management(ATM)	Mobile
Surface communications, navigation, surveillance(CNS), weather sensors	Fixed
Passenger and Cargo Airline Applications Examples	
Aeronautical operational control(AOC)	Mobile
Advisory information	Mobile
Aeronautical information services(AIS)	
Meteorological(MET) data services	
System wide information management(SWIM)	Mobile
Airline administrative communications(AAC)	
Airport Operator/Port Authority Applications Examples	
Security video	Fixed
Routine and emergency operations	Mobile
Aircraft de-icing and snow removal	Mobile

〈표 3〉에서 언급된 서비스들은 각각의 기능을 수행하기 위한 통신 서비스를 필요로 하며, 공항 애플리케이션의 예제 및 적용할 수 있는 QoS 부류에 따른 통신 서비스 요구사항이 〈표 4〉에 주어져 있다.

〈표 4〉 통신 서비스 요구사항

Communication Service	Example Airport Application	QoS Class	Performance Parameters	Typical Values	Supported by IEEE 802.16e-2009
Low-to-medium speed point-to-point data link	Backup for sensor cable link (i.e., weather sensor)	nrtPS	Data rate PER Delay Jitter	100kbps 1.0×10^{-3} 1sec 100μsec	Yes
High-speed point-to-point data link	Backbone-linking BS; link to relay gateway node in remote area	UGS	Data rate PER Delay Jitter	1Mbps 1.0×10^{-3} 100msec 100nsec	Yes
Point-to-multipoint broadcast data	Scheduled broadcast of weather info, NOTAM	nrtPS	Data rate PER Delay Jitter	200kbps 1.0×10^{-3} 1sec < 1μsec	Yes

(뒤에 계속)

(계속)

〈표 4〉 통신 서비스 요구사항

Communication Service	Example Airport Application	QoS Class	Performance Parameters	Typical Values	Supported by IEEE 802.16e-2009
Point-to-point command and control data	Remote operation of ADS-B ground station	nrtPS	Data rate PER Delay Jitter	200kbps 1.0×10^{-6} 100msec < 1μsec	Yes
Command and control network	Operation of surface devices at remote airport	Best effort	Data rate PER Delay Jitter	200kbps 1.0×10^{-4} 200msec < 10μsec	Yes
Digital voice network	Provide N circuits for ATC or AOC operations	rtPS; ERT-VR service	Data rate PER Delay Jitter	10kbps x N 1.0×10^{-3} 100msec < 100μsec	Yes
Point-to-point video link	Airport surveillance; robotic vehicle	UGS	Data rate PER Delay Jitter	600kbps 1.0×10^{-3} 200msec < 10μsec	Yes
Basic mobile	Handoff control for voice; low-speed data sessions	UGS	Data rate PER Delay Jitter	200kbps 1.0×10^{-3} 200msec < 10μsec	Yes
Multimedia	CDM	nrtPS	Data rate PER Delay Jitter	1Mbps 1.0×10^{-3} 100msec < 10μsec	Yes

III. 표준화 동향 및 프로파일

IEEE 802.16e 표준이 광범위한 애플리케이션 집합을 포함하도록 시스템 옵션에 대한 많은 요구사항을 규정하고 있다. 하지만, 이러한 모든 기능을 비용 효율이 높은 하드웨어로 구현하기에는 너무 광범위하게 되어 있으므로 선택된 애플리케이션에 적용할 수 있는 파라미터 집합의 프로파일을 개발하기 위하여 WiMAX Forum 산업 컨소시엄이 설립된 것과 비슷한 방법으로 미국 RTCA의 SC-223과 유럽 EUROCAE의 WG-82와 같은 항공 공동체가 IEEE 802.16e-2009 R1.0 표준 프로파일을 기반으로 AeroMACS 시스템 프로파일을 규정하고 있다.

미국의 경우, AeroMACS 프로파일 개발 및 최소 운영 성능 기준(MOPS) 개발을 위하여 2009년 7월에 공항 지상 무선통신에 관한 RTCA 특별위원회(SC-223)가 설립된 이후로 AeroMACS 표준개발과 관련된 다양한 업무가 진행되어 표준 프로파일에 대한 최종 초안은 2010년 말에 완료되고, 2011년 2월부터 진행된 MOPS 문서화 작업은 AeroMACS 표준 프로파일들에 대한 다양한 검증작업을 거쳐 2011년 말에 완료될 예정이다.

〈표 5〉는 RTCA SC-223 총회에서 논의된 사항을 기반으로 시스템 표준 프로파일의 타당성을 검증한 주요 milestone 항목을 나타낸다.

RTCA의 SC-223과 비슷한 취지로, 유럽의 EUROCONTROL에서도 WG-82라는 위원회를 제정하여

〈표 5〉 RTCA SC-223 주요 Milestone 항목

Year	Description
2009	<ul style="list-style-type: none"> - Concepts of use, preliminary requirements, and architecture - Prototype AeroMACS network in the NASA-CLE CNS Test Bed - Initial identification of potential security vulnerabilities - Recommended channelization methodology and channel plan
2010	<ul style="list-style-type: none"> - Draft AeroMACS Profile in joint RTCA SC-223/ EUROCAE WG-82 - Globalstar interference modeling and simulation
2011	<ul style="list-style-type: none"> - Assess technical issues to support Final AeroMACS Profile and Minimum Operational Performance Standards(MOPS) - Enhance AeroMACS propagation and interference modeling - Investigate network capabilities for AeroMACS to support AOC applications and Airborne Access to SWIM(AAoS)
2012	<ul style="list-style-type: none"> - Verify ATS and AOC Applications & NextGen surface scenarios - Support harmonization on parallel research via pending AP-30 - Support Newly Announced ICAO Working Group(S) -Surface - Conduct AeroMACS investment analyses

AeroMACS 시스템 표준 프로파일 개발 및 airborne/ground-equipment MOPS 및 시스템 레벨의 최소 항행시스템 운용표준(MASPS)에 대한 연구를 진행하고 있다[5].

이렇게 미국 RTCA의 SC-223과 유럽 EUROCON-TROL의 WG-82의 두 그룹은 각각 개발되던 AeroMACS 시스템 표준 프로파일의 단일화된 글로벌 표준을 위한 긴밀한 협력을 통하여 WiMAX 표준의 항공 분야의 프로파일 개발을 위하여 노력하고 있으며, 앞으로

MOPS와 MASPS와 같은 추가적인 자료 개발을 다룰 예정이다. 그 일환으로 2011년 3월에는 두 그룹에서 개발한 표준을 수렴하여 WiMAX Forum에 항공 분야의 프로파일을 위한 joint proposal을 제출한 상태이며, 이는 프로파일을 검증하고 필요한 표준 개발을 지원하기 위한 SESAR와 SANDRA 활동의 맥락에서 prototype 개발을 위한 기초가 되고 있다.

〈표 6〉은 IEEE 802.16e-2009에 정의되어 있는 5가지 프로파일 및 AeroMACS의 시스템 프로파일로 권고

〈표 6〉 Joint Proposal에 따른 파라미터들

Profile Area	Key Parameter Selections
RF/Radio Parameters - Frequency band - Channel BWs - Channel center freq.	5,091~5,150MHz 5 with 10MHz for future consideration Center frequencies at 5 MHz increments
Power Class - Max DL TX power - Max UL TX power	Unchanged from IEEE 802.16e-2009 Unchanged from IEEE 802.16e-2009
Duplex Mode - TDD/FDD	TDD
Physical Layer - M-ray QAM range - Coding options - MIMO	Performance profiles- Minimum performance defined in 802.16e

(뒤에 계속)

(계속)

〈표 6〉 Joint Proposal에 따른 파라미터들

Profile Area	Key Parameter Selections
MAC Layer - ARQ - Security protocols - Mobile protocols - QoS option - Mesh options	All parameters unchanged from IEEE 802.16e

되는 파라미터들을 나타낸다[6].

RTCA SC-223 내의 작업반에서는 AeroMACS 프로파일을 더욱 발전시켜 구현에 있어서 파라미터들을 mandatory 또는 optional으로 할 것인가를 결정할 예정이다. EUROCAE는 SESAR 및 SANDRA 프로젝트를 통하여 joint proposal에 대한 검증을 진행하고 2011년 말까지 final joint proposal을 개발 및 이것에 대한 유효성 검사를 2013년 말까지 완료할 예정이다.

한편, ICAO에서는 두 기관의 긴밀한 협력 속에서 AeroMACS 표준화 작업을 진행되도록 중재 및 관리를 하고 있다. 즉, EUROCAE와 RTCA는 제안된 시스템의 기술적인 세부사항을 다루는 반면 ICAO는 SARPs와 같은 높은 수준의 문서를 가지고 표준화 과정에 참여할 예정으로 전용 ICAO 실무그룹이 EUROCAE 및 RTCA 관련 작업을 기반으로 항공 통신 패널(ACP)에 설치되어 있다.

IV. 결론

본고에서는 미래 고속 항공 데이터 통신 시스템 개발을 위한 FCS의 결정사항 중에서 airport 영역, 특히 고밀집 지역에서 사용되는 IEEE 802.16e-2009 규격을 기반으로 하는 무선통신 시스템인 AeroMACS 시스템에 대하여 살펴보았다.

우리나라가 IEEE 802.16e WiMAX/WiBro 시스템 개발의 기술 중주국임을 감안할 때, 미국의 RTCA와 유럽

의 EUROCAE에서 개발중인 AeroMACS 시스템의 시스템 표준 프로파일을 적용한 시스템 연구 및 개발에 있어서 체계적인 방안 및 전략을 수립하여 접근함으로써 향후 급속히 성장하는 항공시장, 특히 새로운 공항 내 A/G 또는 G/G 무선 데이터 통신 시스템에 있어서 효율적으로 대처할 수 있을 것으로 사료된다.

용어해설

- ICAO** 국제 항공운송에 필요한 원칙과 기술 그리고 안전에 대해 연구하는 국제연합 산하의 전문기구
- EUROCAE** 항공 이해당사자, 서비스 제공업자, 국내의 항공당국 및 사용자로 구성된 비영리 단체
- EUROCONTROL** 범-유럽의 항공 교통관리 시스템 개발을 위한 국제 기구
- RTCA** 항공기와 항공기 전자 시스템과 관련된 기술의 발전 및 공익증진을 위한 비영리 법인
- SESAR** 유럽의 'Single Sky' 정책의 일환으로 추진 중인 항공 교통 연구 개발 프로그램
- WiMAX Forum** 무선 MAN 분야의 산업 촉진 및 관련 제품 간의 상호운용성 등에 대한 인증을 위하여 설립된 비영리 단체

약어 정리

- ACP Aeronautical Communications Panel
- ADS-B Automatic Dependent Surveillance-Broadcast
- AeroMACS Aeronautical Mobile Airport Communications System
- AIM Aeronautical Information
- AMA Airport Management Area
- AOC Airline Operational Communication
- ASR Airport Surveillance Radar

ASWC	Airport Surface Wireless Communication
ATM	Air Traffic Management
ATS	Air Traffic Service
EUROCAE	European Organization for Civil Aviation Equipment
FAA	Federal Aviation Administration
FCS	Future Communication Study
FMS	Flight Management System
ICAO	International Civil Aviation Organization
L-DACS	L-band Digital Aeronautical Communication System
MASPS	Minimum Aviation System Performance Standards
MOPS	Minimum Operational Performance Standards
RTCA	Radio Technical Commission for Aeronautics
SANDRA	Seamless Aeronautical Networking through integration of Data links, Radios and Antennas
SESAR	Single European Sky ATM Research
SWIM	System Wide Information Management

TMA Terminal Management Area

참고문헌

- [1] S. Plass, Future Aeronautical Communications, InTech, 2011.
- [2] E. Hall, J. Issacs, Steve Henriksen, and Natalie Zelkin, "C-Band Airport Surface Communications System Standards Development," NASA Technical Report Server (NTRS), vol. 1, Apr. 2011.
- [3] E. Hall et al., "Aeronautical Mobile Airport Communications System Development Status," *Integr. Commun. Navigation Surveillance Conf. (ICNS)*, May 11th-13th, 2010.
- [4] Harris Corporation, Ward Hall-ITT Corporation, Aeronautical Mobile Airport Communications System Profile, RTCA SC-223, 2011.
- [5] EUROCA, "WG-82 Mobile Radio Communication Systems: Airport Surface Radio Link (WIMAX Aero)," <http://www.eurocae.net/working-groups/wg-list/50-wg-82.html>
- [6] E. Hall, J. Magner, "C-Band Airport Surface Communications System Standards Development," NASA Technical Report Server (NTRS), vol. 2, Apr. 2011.