HAPS(성층권 무선통신시스템)

손인수 | 명지대학교 통신공학과 조교수

1. 머리말

최근 ITU-R에서는 IMT-2000의 비전 및 상위 기술 요구사항을 정립한 후, IMT-2000 고도화와 4세대 이동통신의 비전 및 기초 요구사항 정립을 위해 WP8F(Working Party 8F)를 설립하였다. IMT-2000, IMT-2000 진화 시스템, Beyond IMT-2000의 비전 및 기초 요구사항을 제시하는 ITU-R 권고안 M.1645 에 의하면 IMT-2000 고도화 시스템은 2005년경에는 30Mbps의 데이터 전송이 가능하며, 2010년경에는 저속 이동 시 1Gbps, 고속 이동시 100Mbps의 데이터 전송이 가능한 4세대 이동통신 시스템 또는 Systems Beyond IMT-2000 시스템의 개발 완성을 전망하고 있다. 4세대 시스템의 중요한 요소로는 고속 데이터 전송 핵심기술 외에 셀룰러 시스템, 무선 네트워크, WLAN(Wireless Local Access Network), 그리고 PAN(Personal Access Network)과의 결합을 목표로 하는 기술적인 과제가 있으며 M.1645 에 의하면 성층권 무선통신시스템(High Altitude Platform Station: HAPS)을 그 과제를 해결할 수 있는 후보 기술 중 하나로 명시하고 있다.

예전부터 비행선을 사용하여 통신시스템을 구축하는 개념은 있었으나 이러한 HAPS 통신 시스템을 구축하는 데에는 여러 분야의 고난이도 기술이 필요하여 아직까지 실용화가 되지 않았다. 그러나 최근들어 성층권 환경에서 견딜 수 있는 재료기술, 장기간의 비행에 필요한 전력기술, 대규모 선체 구조기술, HAPS를 위한 무선전송 기술 등의 발전과 세계전파통신회의가 HAPS용 주파수를 분배함에 따라 다음 페이지의 그림 1에서와 같은 HAPS를 이용한 무선통신시스템 및 무선응용 서비스 개발을 위해 선진국을 중심으로 HAPS 시스템 상용화 개발이 활발히 진행되고 있다.

본 고에서는 HAPS 시스템의 기술개요와 요구사항을 살펴보며 HAPS 표준화 동향 및 국내외 기술동향을 소개한다.

2. HAPS 무선통신시스템 기술개요

성층권은 지구상공 약 8~20 km에서부터 시작하여 약 50~56km까지 형성되어 있으며 대류권에 비해 기상이 매우 안정적이어서 비행선을 장시간 체공시키기에 적합하다. 성층권에서 부는 바람의 속도는 평균 6-8 m/sec이며 공기의 밀도가 해수면 대비 14분의 1 정도이고 항공 관제 영역 위에 위치하여, 필요할 경우 비행선을 착륙시켜 유지보수할 수 있다는 장점을 보유하

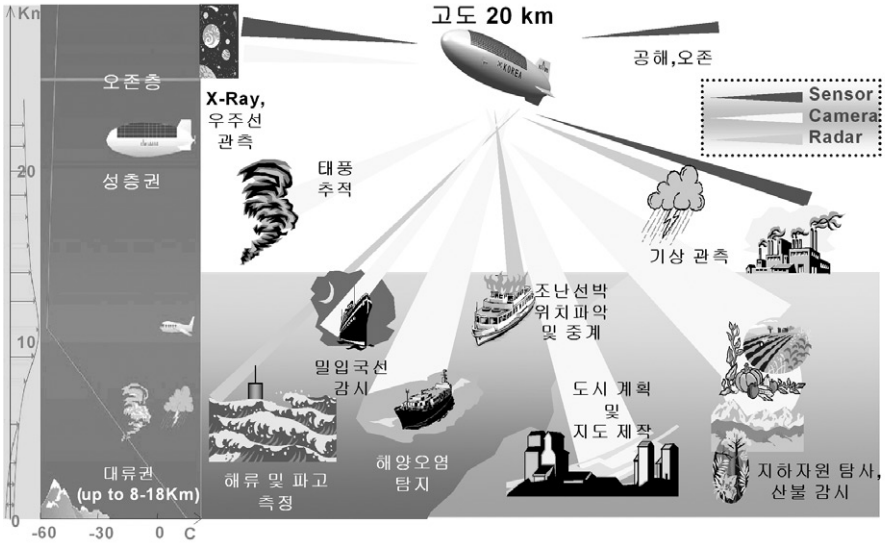


그림 1. HAPS 서비스 개념

여 통신 탑재체를 싣고 있는 비행선을 위해 이상적이다.

성층권 비행선은 그림 2와 같이 전장 약 150 ~ 250 m정도의 크기로 약 1 ton 정도의 탑재체를 실으며 217K 이하의 낮은 온도, 지상보다 강한 자외선, 낮은 기압의 성층권 환경에서 견딜 수 있는 재료, 충분한 부력과 체공능력, 장기간의 비행에 필요한 추진 및 전력 공급원을 필요로 한다. 다음 페이지의 그림 3에서 비행선 핵심기술을 보여주며 다음과 같이 정리 할 수 있다.

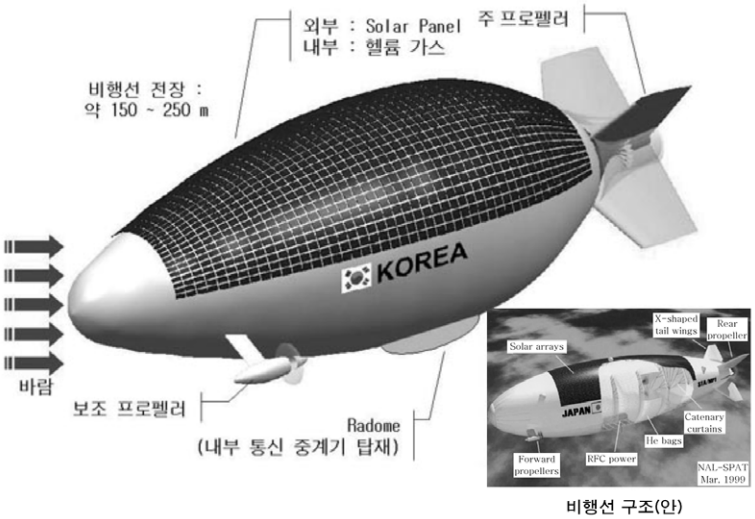


그림 2. HAPS 비행선

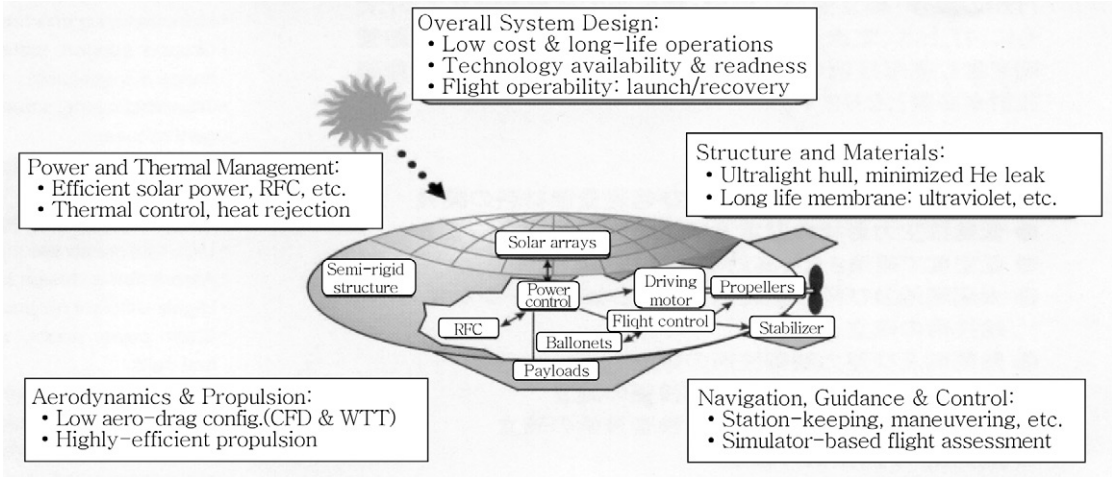
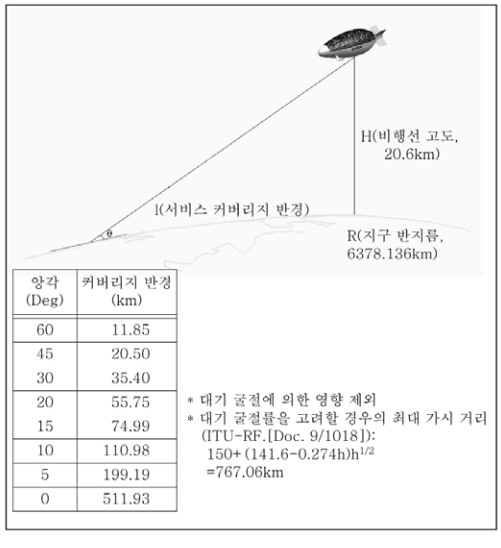


그림 3. HAPS 비행선 핵심기술

- ㅇ 대규모 선체 구조기술 및 막 재료기술
- ㅇ 저 저항 공력 형상의 선정 및 공력 설계기술
- ㅇ 낮은 공기 밀도 환경에서 운용되는 고효율 추진 기술
- ㅇ 태양전지 및 재생형 연료전지를 이용한 clean 에너지 공급 기술
- ㅇ 열 제어 및 부력 제어기술
- ㅇ 대규모 막 구조물의 비행 제어기술
- ㅇ 추적 관제기술

HAPS 시스템은 기존의 지상 통신망에 비해 비행선 한 기를 사용하여 수많은 기지국을 대체하여 경제적으로 광대역 서비스가 가능하며 망 구성의 유연성과 가시경로 통신의 장점을 가지고 있다. 그림 4에서 HAPS시스템의 서비스 반경을 나타내고 있다. 이러한 장점을 바탕으로 광대역 IMT-2000 서비스를 실현할 차세대 기술로 각광받고 있으며 세계전파통신회의(World Radio Conference: WRC) 2000에서, IMT-2000 주파수 대역에서 IMT-2000 서비스를 제공하는 지상국으로 HAPS의 이용이 검토되었다. HAPS 통신 시스템의 요소기술은 다음과 같다.

- ㅇ HAPS를 위한 다이버시티 기술
- ㅇ HAPS를 위한 적응변조 및 코딩 기술
- ㅇ HAPS를 위한 자원할당 및 프로토콜 기술
- ㅇ 48GHz RF 안테나 설계 기술
- ㅇ HAPS 간의 핸드오프 기술



앙각 (Deg)	커버리지 반경 (km)
60	11.85
45	20.50
30	35.40
20	55.75
15	74.99
10	110.98
5	199.19
0	511.93

* 대기 굴절에 의한 영향 제외
* 대기 굴절률을 고려할 경우의 최대 가시 거리 (ITU-RF.[Doc. 9/1018]):
150+ (141.6-0.274h)$h^{1/2}$
=767.06km

그림 4. HAPS 시스템 서비스 반경

3. 표준화 동향

국제전기통신연합(International Telecommunication Union : ITU)의 최고 의사결정 기관이며 세계 전파규칙을 제정하는 세계전파통신회의(World Radio Conference : WRC) 1997에서 처음으로 47.2~47.5GHz 및 47.9~48.2GHz의 주파수 대역을 HAPS용으로 분배하였으며 타 통신시스템과의 주파수 공유문제를 연구하도록 결의하였다.

2000년도에 개최된 WRC-2000 회의에서는 47GHz 대역이, 제3지역의 몇몇 지역에서는 강우감쇠에 더 민감하기 때문에, 추가적으로 분배가 가능한 18~32GHz 분배 검토 연구가 논의되었으며, 3GHz 이상의 지상 무선용으로만 분배된 주파수 대역에 대한 HAPS 활용 타당성 연구가 제안되었다. IMT-2000 서비스를 제공하는 지상국으로 HAPS의 이용에 대한 최종 결정사항은 다음과 같다.

- ㅇ HAPS를 IMT-2000 지상 기지국용으로 활용할 수 있다.
- ㅇ HAPS 활용가능 주파수 대역은 IMT-2000 지상용 분배 주파수 대역 중에서 유럽 및 아시아 지역(Region 1 & 3) 1885MHz~1980MHz, 2010~2025MHz, 2110~2170MHz와 미주 지역(Region 2) 1885~1980MHz, 2110~2160MHz이다.
- ㅇ 상기 주파수 대역에서 HAPS를 이용한 IMT-2000 서비스는 동 대역에 분배된 타 일차 서비스와 동등한 권한을 갖는다.
- ㅇ IMT-2000용 HAPS 기지국이 고도 약 20km 상공에 위치하고, 비교적 낮은 주파수를 사용하나 주변 국가와의 간섭 레벨에 대해 사전에 상호 조정한다.
- ㅇ 엄격한 안테나 요구 규격을 설정하고, 위성 이동서비스의 보호를 위한 대역의 PFD를 설정한다.

2003년도에 개최된 WRC-2003 회의에서는 우리나라가 HAPS용으로 27GHz 및 31GHz 대역에서 1차 업무와 비간섭 비보호 조건으로 추가 분배를 받았으며, 제2지역 국가들은 모든 업무와 비간섭 비보호 조건으로 사용할 수 있도록 결의하였다. 또한 HAPS를 IMT-2000 기지국용으로 이용하기 위하여 필요한 통고 기준과 절차를 정하였으며 8GHz 이상 대역에서 고정 및 이동업무 HAPS 활용 타당성 연구를 계속 수행하여 차기 WRC 회의에서 검토하기로 하였다.

4. 기술동향

4.1 국외 기술동향

미국에서는 SSI(Sky-Station Inc)사가 2002년 최초 상용 성층권 비행선 발사를 시작으로 2005년까지 250기의 비행선을 이용하여 범 국가적 광대역 이동통신망 구축을 목표로 하고 있다. SSI사에서 구상중인 HAPS 통신시스템의 비행선은 길이가 약 208m이며 수용가능한 가입자 수는 약 백만 명 정도로 예상하고 있다. 또한 Lockheed Martin사는 2003년부터 미 국방부의 지원을 받아 11개의 무인 비행선을 성층권에 체공시켜 미 남부 국경의 전체적인 보안 및 감시가 가능한 시스템 개발을 추진하고 있다.

일본은 우정성 및 과학기술청을 중심으로 1998년부터 HAPS 개발협의회를 발족하였으며 2002년 실용화 시험 및 2005년 상용서비스를 목표로 "Sky-Net" 이라는 저비용, 고효율, 광대역HAPS 통신시스템 구축을 추진하고 있다. 다음 페이지의 그림 5는 일본의 HAPS 연구개발 일정을 보여준다. 2002년에는 일본 국가연구기관인 CRL(Communications Research

Laboratory)이 미국 NASA가 개발한 무인 비행체 "Pathfinder Plus"와 일본 도코모의 IMT-2000 통신시스템을 이용하여 성층권에서 384kbps 데이터 송수신 실험을 하였다.

4.2 국내 기술동향

국내에서는 한국항공우주연구원 주관 하에 산업자원부 차세대 신기술 개발사업의 일환으로 2002년부터 차세대 통신중계 및 지구관측용 무인비행선 개발을 목

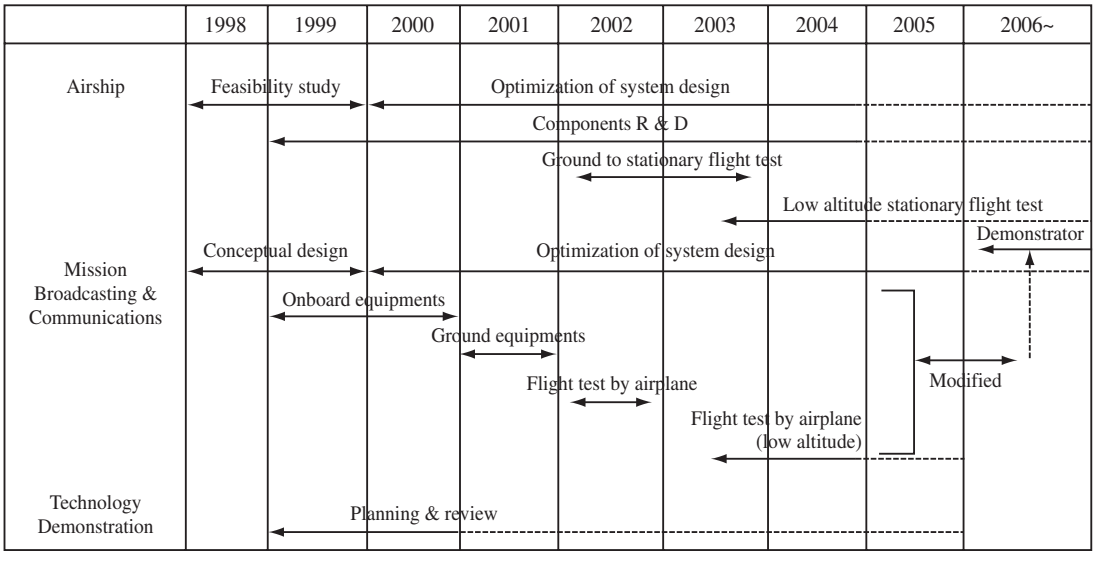


그림 5. 일본의 HAPS 연구개발 일정

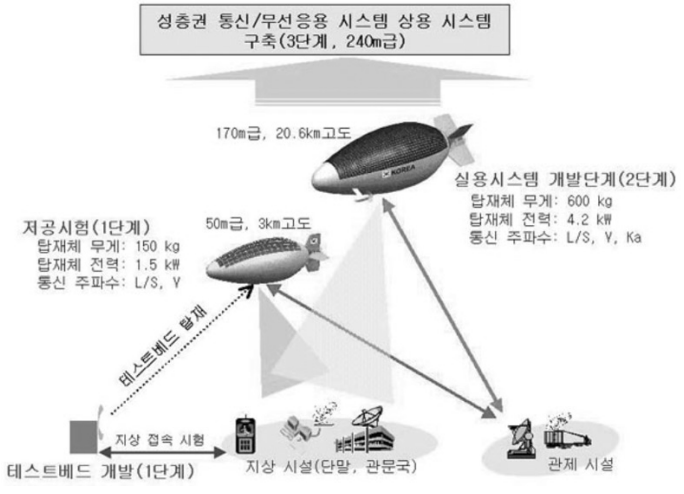


그림 6. HAPS 무선통신시스템 개발 목표

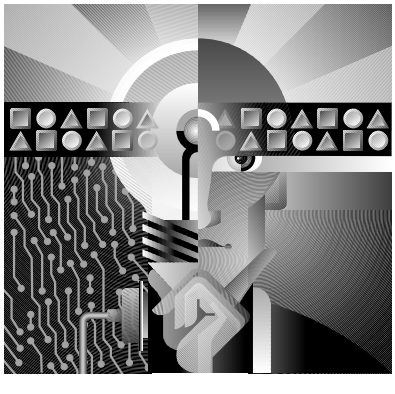
표로 하고 있으며, 2003년 10월에 개발 목표 1단계인 50m급 대형 무인비행선 개발에 성공하였다. 그림 6은 국내 HAPS상용 시스템 개발계획 목표를 보여준다. 그리고 차세대 HAPS 통신시스템 기술개발을 위해 1998년에 한국전자통신연구원 주관 하에 정보통신부 국책과제로 "성층권 비행선에 의한 전파통신 이용방안에 관한 연구"가 시작되었으며 현재 후속 과제로 한국항공우주연구원과 SK 텔레콤 등이 공동으로 참여하는 "성층권 통신기술 기준 및 핵심 요소기술 개발"에서 100Mbps급 초고속 데이터 통신이 가능한 HAPS 용 다중빔 통신탑재체 기술개발 및 HAPS 무선 정보통신 시험시스템 개발을 추진하고 있다.

참고문헌

[1] ITU-R Rec. M.1645, "Framework and overall objectives of the future development of IMT-2000 and systems beyond IMT-2000"

[2] ITU-R Rec. M.1456, " Minimum performance characteristics and operational conditions for high altitude platform stations providing IMT-2000 in the bands 1 885-1 980MHz, 2 010-2 025 MHz and 2 110-2 170MHz in Regions 1 and 3 and 1 885-1 980MHz and 2 110-2 160 MHz in Region 2"

[3] 구본준, 안도섭, "HAPS 국제표준화 및 기술 동향 분석," 전자통신동향분석 2000. 10.

[4] 박종민, 안도섭, "일본의 HAPS 개발 동향 분석," 전자통신동향분석 2001. 10.

[5] 류충상, 이경희, "2003 세계전파통신회의," TTA저널 88호, 2003. 7/8.