

고고도 통신 시스템(HAPS) 기술 표준화 동향

Status of Standardization for HAPS Technology

<p style="text-align: center;">목 차</p> <p style="text-align: center;">.....</p> <p>I . 서론</p> <p>II . HAPS 표준화 현황</p> <p>III . WRC-11 의제 1.20 주요 내용</p> <p>IV . 결론</p>	<table border="1"> <tr> <td>구본준 (B.J. Ku)</td> <td>광역무선전송연구팀 선임연구원</td> </tr> <tr> <td>박종민 (J.M. Park)</td> <td>광역무선전송연구팀 선임연구원</td> </tr> <tr> <td>오대섭 (D.S. Oh)</td> <td>광역무선전송연구팀 선임연구원</td> </tr> <tr> <td>안도섭 (D.S. Ahn)</td> <td>광역무선전송연구팀 팀장</td> </tr> </table>	구본준 (B.J. Ku)	광역무선전송연구팀 선임연구원	박종민 (J.M. Park)	광역무선전송연구팀 선임연구원	오대섭 (D.S. Oh)	광역무선전송연구팀 선임연구원	안도섭 (D.S. Ahn)	광역무선전송연구팀 팀장
구본준 (B.J. Ku)	광역무선전송연구팀 선임연구원								
박종민 (J.M. Park)	광역무선전송연구팀 선임연구원								
오대섭 (D.S. Oh)	광역무선전송연구팀 선임연구원								
안도섭 (D.S. Ahn)	광역무선전송연구팀 팀장								
	<p>* 본 연구는 방송통신위원회 및 정보통신연구진흥원의 IT 원천기술개발사업의 일환으로 수행하였음.[2008-F-013-01, 스펙트럼공학 및 밀리미터파대 전파자원 이용기술 개발]</p>								

WRC-97에서 고고도 통신 시스템(HAPS)을 위한 U 대역의 주파수가 분배된 후, WRC-07을 통하여 HAPS 운용을 위한 기술적, 규정적 연구 내용의 결과가 검토되고, HAPS를 게이트웨이로 이용하기 위한 주파수 공유 연구 관련 WRC-11 신규 의제가 도출되기까지의 HAPS 표준개발 동향을 살펴보고자 한다. 지금까지 고고도 통신 관련 WRC 의제 및 결의서에 따라서 HAPS와 고정업무 및 고정위성업무와의 공유 연구 결과를 포함하는 많은 권고서가 개발되었으며, WRC 회의를 통하여 그 결과가 검토되었다. 본 고에서는 HAPS 관련 WRC-07 회의 주요 결과와 권고서의 주요 내용을 살펴보고 향후 추진되어질 WRC-11 의제 1.20의 내용을 분석하고자 한다.

I. 서론

고고도 통신 시스템(HAPS)은 광역성, 동보성, 망 구성의 유연성, 광대역성 등 위성 통신의 장점을 보유하면서 수요에 따른 적기 공급, 시설의 유지 보수 용이, 짧은 전송 거리로 인한 단말의 소형화/저전력화, 짧은 전송 지연 시간 등 지상 이동 통신의 장점도 함께 보유한 환경친화적이면서도 경제성이 우수한 차세대 무선통신 인프라이다.

국제표준기구인 ITU-R에서는 WRC-97 회의를 시작으로 고고도 통신용으로 U 대역인 48/47GHz 대역의 이용을 분배하여 그 활용 가능성에 대한 연구가 추진되었으며, WRC-2000 회의를 통하여 지상 IMT-2000 주파수 대역을 이용한 기지국 활용이 결정됨에 따라 친환경적인 이동기지국 인프라로서의 운용 가능성에 대한 연구가 활발히 진행되었다. 또한, WRC-03 및 WRC-07 회의를 통하여 U 대역의 극심한 강우감쇄로 인하여 Ka 대역 주파수를 이용한 HAPS 활용에 대한 관심도 커지게 되었다 [1],[2].

지금까지 고고도 통신 인프라의 운용과 관련해서는 전파규칙 제5조의 주석 5.388A, 5.388B, 5.537A, 5.543A 및 5.552A에 따라 해당 주파수 대역에서 HAPS의 이용을 허용하고 있다. 또한, 각 주파수 대역별로 결의서 122, 734, 145 및 221이 적용된다. 27.9~28.2GHz/31~31.3GHz 대역(Ka 대역)에서는 전파규칙 주석 5.537A 및 5.543A 그리고 결의서 145[3]가 적용되고, 47.2~47.5GHz/47.9~

48.2GHz 대역(U 대역)에서는 전파규칙 주석 5.552A와 결의서 122[4]가 적용된다. 2007년에 개정된 결의서 734[5]에 따라 주파수 대역 6GHz에서의 HAPS 게이트웨이 사용에 따른 간섭 및 공유 연구를 추가적으로 진행하게 된다. 이와 관련한 ITU-R 활동은 우리나라를 비롯한 호주, 일본 등의 국가를 중심으로 전개되었고, 그 결과로 간섭 및 공유 기술 연구를 위한 신규 권고서가 다수 개발되었다.

본 고에서는 WRC-97에서 HAPS를 위한 U 대역의 주파수가 분배된 후, WRC-07을 통하여 HAPS 운용을 위한 기술적, 규정적 연구 내용의 결과가 검토되고, HAPS를 게이트웨이로 이용하기 위한 주파수 공유 연구 관련 WRC-11 신규 의제가 도출되기까지의 HAPS 표준개발 동향을 살펴보고자 한다.

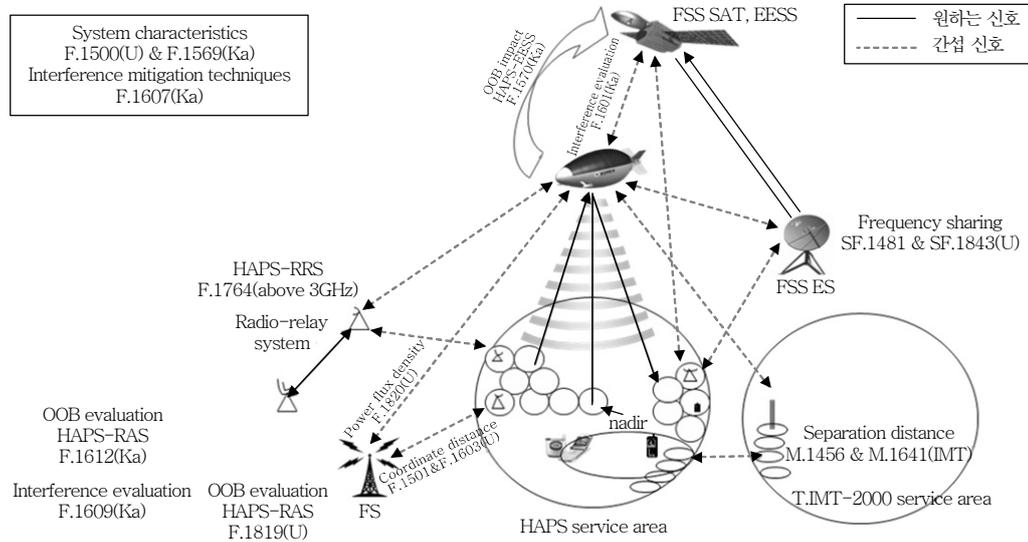
II. HAPS 표준화 현황

1. 권고서 개발 현황

HAPS와 관련된 권고서는 이동업무 분야에서 2건, 고정업무 분야에서 11건, 위성-고정업무 분야에서 3건 등 총 16건이 개발되어 있다. 대부분 HAPS와 기존 업무와의 주파수 공유를 위한 간섭 분석 방법과 운용 방법에 대한 내용들로 구성되어 있다. <표 1>은 개발된 권고서의 리스트이며, (그림 1)은 그 권고서의 내용을 개략적으로 보여주는 개념도이다. 각 주파수별로 관련 결의와 공유 대상 업무로 나눠 해당되는 권고서를 나열하였다. 지금까지 4개의

<표 1> 주파수 대역별 HAPS 관련 결의서 및 권고서

주파수 대역	U 대역		Ka 대역		IMT-2000 대역	기타 대역
관련 결의서	결의서 122[4]		결의서 145[3]		결의서 221[6]	결의서 734[5]
공유대상	고정업무	고정위성업무	고정업무	고정위성업무	지상 IMT-2000	3GHz 이상
관련 권고서 번호	Rec. F.1500 Rec. F.1501 Rec. F.1608 Rec. F.1819 (HAPS-RAS) Rec. F.1820	Rec. SF.1481 Rec. SF.1843	Rec. F.1569 Rec. F.1570 (HAPS-EESS) Rec. F.1607 Rec. F.1609 Rec. F.1612 (HAPS-RAS)	Rec. SF.1601	Rec. M.1456 Rec. M.1641	Rec. F.1764



(그림 1) HAPS 권고서 개념도

결의서가 있으며, 이 중 결의서 734와 관련된 연구는 WRC-11 의제 1.20과 더불어 향후 연구가 진행될 예정이고, 그 외 결의서와 관련된 연구는 WRC-07 회의를 통해 검토가 완료되었다.

U 대역(48/47GHz)의 경우, HAPS를 이용하는 고정업무(FS)와 기존 고정업무(FS)간 및 고정위성업무(FSS)간의 공유 연구가 진행되었다.

지상 고정업무와 HAPS를 이용하는 고정업무와의 공유 연구시 필요한 HAPS 시스템 파라미터는 권고서 ITU-R F.1500을 참조한다. 본 권고서는 간섭 분석시 적용될 HAPS 플랫폼의 EIRP, 서비스 영역, 사용자 단말의 EIRP 등 모든 HAPS 시스템의 파라미터를 정의하고 있다. 권고서 ITU-R F.1501은 위 권고서에서 정의된 파라미터들을 이용하여 동일 주파수 대역을 사용하는 다른 고정업무와 HAPS 시스템간의 조정거리를 분석하였다. 특히 권고서 ITU-R F.1608은 상향링크에서의 간섭 분석 방법을 제안하여 기존 고정업무와의 조정거리를 통한 주파수 공유 결과를 보였으며, 권고서 ITU-R F.1820은 기존 고정 업무를 보호하기 위해 국경지대에서의 HAPS 플랫폼에 의한 pfd 제한치를 권고한다. 한편 권고서 ITU-R F.1819는 동대역에서의 HAPS와 전파천문업무(RAS)와의 공유 이슈를 다룬 것으로 전파천문업무의 보호를 위한 내용을 담고 있다.

권고서 ITU-R F.1500에 정의된 HAPS 시스템 파라미터들은 또한, 고정위성업무와의 공유 연구를 위해서 권고서 ITU-R SF.1481에도 적용되었다. 이 권고서에는 HAPS를 이용하는 고정업무와 고정위성업무와의 공유를 위한 모든 연구 결과가 정성적으로 기술되어 있다. 권고서 ITU-R SF.1843은 그 중에서 HAPS 사용자 터미널과 위성수신기와의 공유를 위해 필요한 HAPS 사용자 터미널의 적정 전력레벨을 도출하였다.

Ka 대역(31/28GHz)의 경우도, 관련 결의에 따라서 HAPS를 이용하는 고정업무와 기존 고정업무간 및 고정위성업무간의 공유 연구가 진행되었다.

동 대역에서 HAPS 시스템의 특성 파라미터는 권고서 ITU-R F.1569에 정의되었다. 그 파라미터를 이용한 공유 연구 결과가 기존 고정업무와의 경우, 권고서 ITU-R F.1607 및 F.1609에 제시되었으며, 고정위성업무와의 경우, 권고서 ITU-R SF.1601에 제시되었다. 한편 권고서 ITU-R F.1570은 인접대역에서의 HAPS 상향링크로부터 지구탐사위성업무(EESS)로의 간섭 영향을 분석하였으며, 권고서 ITU-R F.1612는 인접대역에서의 HAPS 시스템으로부터 전파천문업무(RAS)로의 간섭 영향을 평가하였다.

IMT-2000 주파수 대역의 경우, HAPS를 이용

하는 IMT-2000 업무와 지상 IMT-2000 업무간의 공유 연구가 진행되었다.

권고서 ITU-R M.1456은 동 대역에서의 HAPS 시스템의 최소 성능 특성과 운용 상태에 대해서 권고되었으며, 권고서 ITU-R M.1641은 HAPS와 지상망간의 공유를 위해 필요한 이격거리를 구하는 방법론을 제시하였다.

결의 734에 따라 지상용으로 분배된 3GHz 이상 주파수 대역에서 HAPS 활용 가능성에 대한 연구가 진행되었다. 권고서 ITU-R F.1764는 동 대역에서 HAPS를 이용하는 고정업무와 고정무선업무(FWS)로의 간섭 영향을 평가하기 위한 방법론을 포함하고 있다.

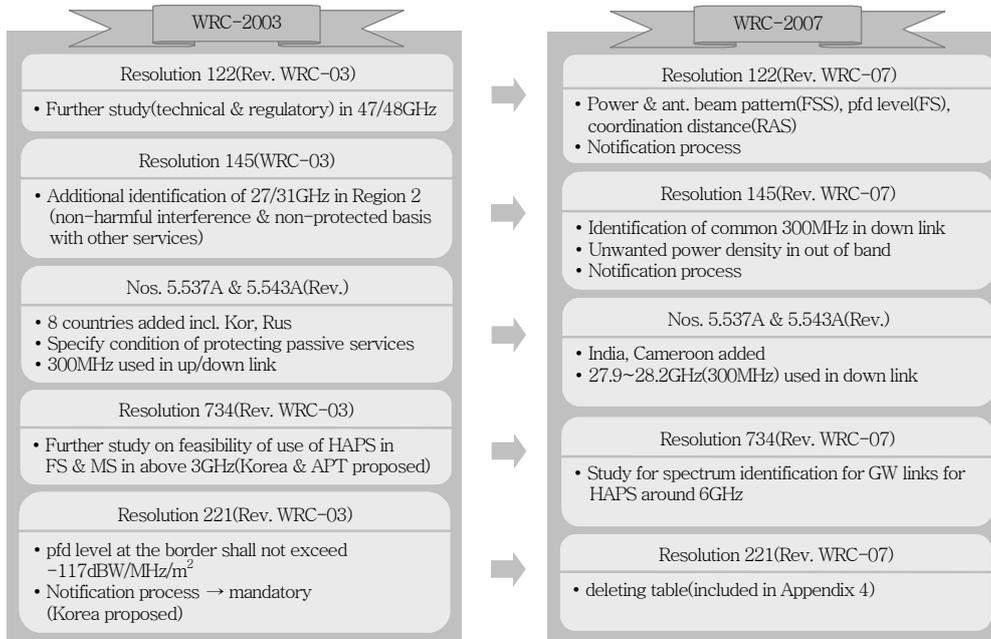
2. WRC-07 주요 내용 및 결과[7]

WRC-07 의제 1.8은 Ka(27.5~28.35/31.0~31.3GHz) 대역, U(47.2~47.5/47.9~48.2GHz) 대역에서 고정업무용 HAPS의 이용을 위한 규정을 검토하는 것이 주된 내용이다. 구체적으로 27.5~28.35GHz 대역 내에서 공통 이용 300MHz 대역

분배와 47.2~47.5/47.9~48.2GHz 대역 관련 결의의 개정/유지 또는 삭제/대체에 관한 내용을 포함하고 있다.

주요 회의 결과는 다음과 같다(그림 2) 참조).

- 27.5~28.35GHz 대역 내에서 HAPS용 전세계 공통 300MHz 대역으로 27.9~28.2GHz 대역 합의 및 관련 주석(5.537A, 5.543A), 결의 145 개정
 - 전파규칙 주석 5.537A 및 5.543A: 하향링크 주파수 27.9~28.2GHz 대역으로 수정 및 인도, 카메룬 등 사용 국가 추가
 - 결의 145: Ka 대역에서의 HAPS 운용 관련 결의로 공통 300MHz 대역 반영 수정 및 운용시 필요한 통고절차 의무화 포함
- U 대역 HAPS 운용조건(안테나 패턴, 전력제한 값 등)을 규정하고 단순한 통고 절차를 의무화하도록 결의 122 개정
 - 결의 122: U 대역에서의 HAPS 운용 관련 결의로 연구결과에 따른 HAPS 운용 조건을 규정, 운용시 필요한 통고절차 의무화 포함



(그림 2) WRC-2007 회의 주요 결과(WRC-2003 회의 대비)

이로써 Ka 대역의 전세계 공통 300MHz 분배 및 HAPS 운용 규정 수립에 따른 HAPS 활용 기반이 마련되었다.

이 외에 WRC-07 의제 1.8과 관련은 없지만, HAPS와 관련된 WRC-07 회의 결과는 다음과 같다(그림 2) 참조).

- 6GHz 대역에서 HAPS용 2개의 80MHz 추가 할당을 위한 공유 연구 추진 합의, 결의 734 개정
 - 결의 734: 6GHz 대역에서의 HAPS 운용 관련 결의로 차기 의제 내용 포함
- 결의 221 내에 포함된 시스템 파라미터 리스트를 삭제하고 그 내용을 전파규칙 부록 4로 이동 (내용수정 없이 편집수정)
 - 결의 221: IMT-2000 대역에서의 HAPS 운용 관련 결의로 HAPS를 기지국으로 활용 가능

III. WRC-11 의제 1.20 주요 내용

WRC-2007 회의에서는 기존 주파수 대역에서의 공유 및 간섭 연구 결과, 규정적 연구 결과를 검

토하고 관련 전파규칙 및 관련 결의서의 개정을 통하여 그 동안 HAPS 운용과 관련된 미진한 사항에 대해서 보완이 이루어졌다. 이와 더불어 아프리카 국가를 중심으로 6GHz 대역 중 새로운 주파수 대역에서 HAPS 게이트웨이 활용의 가능성에 대해서 논의가 있었으며 그 결과 WRC-2011 의제 1.20이 결의되었다. 이것은 결의 734(WRC-2007 개정)에 따른 고정 및 이동 업무 운용을 지원하기 위한 HAPS 게이트웨이용 주파수 할당에 대한 ITU-R의 연구 결과를 검토할 것을 주요 내용으로 하고 있다. 특히, ITU-R은 HAPS 게이트웨이용으로 2개의 채널(각 채널 당 80MHz) 할당에 대한 공유 연구를 수행할 것을 요청하였다.

본 주파수대역에서는 이미 지상에서 우주로의 링크에서 통신 업무가 제공되고 있으며, 160개 이상의 정지궤도 위성이 운용중에 있다. 또한 고정위성 업무의 상향링크로 계획된 대역이 포함되어 있다. 또한, 우리나라에서는 최근 마이크로웨이브 중계 시스템의 이용 주파수 대역의 재배치가 추진되었는데, 본 의제에서 검토되는 주파수 대역을 포함하고 있다. WRC-2011 회의에서 의제 1.20과 관련된 주요

〈표 2〉 주파수 분배표[8]

국제(밀출: 2차업무)			국내(2008.5.19. 고시)	
1지역(유럽/아프리카)	2지역(북남미)	3지역(아시아/오세아니아)	분배	용도
5850~5925 고정 고정위성(지구대우주) 이동	5850~5925 고정 고정위성(지구대우주) 이동 아마추어 무선표정	5850~5925 고정 고정위성(지구대우주) 이동 무선표정	5850~5925 고정 고정위성(지구대우주) 이동 무선표정	방송중계
5.150 5925~6700	5.150 고정 고정위성(지구대우주) 이동	5.150 5.457A 5.457B	5.150 5925~6700 고정 고정위성(지구대우주) 이동	개정 K151 고정 M/W 중계
6700~7075	5.149 5.440 5.458 고정 고정위성(지구대우주)(우주대지구) 이동	5.441	5.440 6700~7075 고정 고정위성(지구대우주) (우주대지구) 5.441	개정 K151A 고정 M/W 중계 개정 K151A 신설 K151D
	5.458 5.458A 5.458B 5.458C		5.458B	방송중계 개정 K151

연구 결과는 위에 기술된 업무와의 공유 연구가 주요 내용이 될 것으로 예상된다. 이에 따라서 우리나라에서 동 주파수 대역에서 운용중인 무선통신망에 대한 간섭 및 공유 연구가 필수적이라 할 수 있다.

본 의제와 관련하여 ITU-R에서의 연구방향은 우선 기존 권고서를 참조하여 HAPS 게이트웨이 시스템을 정의하고, 그 게이트웨이에 대한 시스템 파라미터를 도출한 후, 공유연구에 필요한 시스템 파라미터에 대한 검토가 이루어져야 할 것이다. <표 2>는 검토 대상 주파수대역에서의 전파통신업무의 분배 현황을 정리한 것이다. 동 주파수 대역에서는 고정, 이동, 고정위성업무가 공동 1차 업무로 분배되어 유해 혼신 없이 공유되어야 될 것임을 보여준다.

IV. 결론

지금까지 HAPS와 관련된 표준개발현황을 국제 표준기구인 ITU-R에서의 활동을 중심으로 살펴보았다. HAPS는 광역의 영역에 초고속 멀티미디어 서비스 제공이 가능한 위성 통신망의 장점과 짧은 전송 지연 및 낮은 경로 손실을 갖는 지상 통신망의 장점으로 인해 ITU-R을 중심으로 그 활용성에 대한 연구가 지속적으로 추진되고 검토되었다. HAPS 용으로 사용 가능한 주파수 대역으로 WRC-97 회의를 시작으로 지금까지 U, Ka 및 IMT-2000 대역이 분배되었으며, 이들 대역은 HAPS를 이용하는 고정업무와 기존 고정업무 및 고정위성업무공간, 전파천문업무 및 지구탐사위성업무망간의 공유 연구를 필요로 하였다.

이러한 공유 연구 방법과 그 결과는 관련 결의에 따라서 권고서 형태로 개발되었고 WRC 회의를 통하여 검토되었다. 검토 결과, 기술적 사항뿐만 아니라 분배된 주파수대역에서의 HAPS 운용시 필요한 규제적 절차 및 규정과 제출되어야 할 데이터요소들이 정의되었다. 또한 WRC-07 회의를 통하여 고고도 통신 시스템을 게이트웨이로 활용하고자 관련 공유 연구 결과를 검토하는 것을 주요 내용으로 하는 WRC-11 의제 1.20이 결의되기도 했다. 그러므로

우리나라에서도 관련 ITU-R 연구반 활동을 통하여 우리나라의 기존 무선망을 보호하면서 HAPS 활성화 위한 공유 연구를 지속적으로 추진할 필요가 있다.

● 용어해설 ●

HAPS: 고도 약 20km의 성층권 영역에 유무인 비행기, 무인 비행체 또는 비행선과 같은 플랫폼을 채공시켜 그것에 무선 중계기를 탑재함으로써 다양한 무선 응용 서비스를 제공할 수 있는 성층권 무선중계시스템을 말함. ITU의 전파규칙 1.66A에 High Altitude Platform Station이 정의됨

WRC(World Radiocommunication Conference): 세계전파통신회의. ITU-R의 최고 의사결정기구로 2~3년마다 개최되며 국가 및 국제기구 대표 등이 참석하여 국제법적 효력을 갖는 전파규칙을 개정하고 국제 주파수 이용 계획 수립과 위성궤도 분배, 기술기준 제 개정 등 국제적인 전파통신분야 현안을 논의하며 해결함

WRC-07 의제 1.8: 결의서 145에 따른 27.5~28.35 GHz 및 31.0~31.3GHz 대역과 결의서 122(WRC-2003 개정)에 따른 47.2~47.5GHz 및 47.9~48.2GHz 대역에서 운용되는 HAPS에 대한 기술적 공유와 규제적 규정에 관한 ITU-R의 연구결과를 검토할 것

WRC-11 의제 1.20: 5 850~7 075MHz 대역 HAPS 게이트웨이 링크용 주파수 지정 검토

RAS(Radio Astronomy Service): 전파천문업무. 우주로부터 오는 전파를 수신하여 천문학을 연구하는 분야인 전파천문의 이용을 포함하는 업무

EES(Earth Exploration-Satellite Service): 지구탐사 위성업무. 지구국과 하나 이상의 우주국간에 지구의 특성 및 그 자연 현상에 관한 정보를 획득(능동감지기 또는 수동감지기) 및 지상에 있는 중계기로부터 수집하고 지구국에 배포하는 것을 행하는 전파통신업무

약어정리

EESS	Earth Exploration-Satellite Service
EIRP	Effective Isotropically Radiated Power
FS	Fixed Service
FSS	Fixed-Satellite Service
FWS	Fixed Wireless Station
HAPS	High Altitude Platform Station

IMT	International Mobile Telecommunication
ITU	International Telecommunication Union
OOB	Out of Band
pdf	power flux density
RAS	Radio Astronomy Service
RRS	Radio-Relay Station
T. IMT-2000	Terrestrial IMT-2000
WRC	World Radiocommunication Conference

참 고 문 헌

- [1] 이승민, 박종민, 구본준, 안도섭, “성층권 통신시스템(HAPS) 규정 연구 현황,” ETRI, 전자통신동향분석, 통권 105호, 제12권 제3호, 2007. 6., pp.166-173.
- [2] 박종민, 구본준, 안도섭, “고정업무용 HAPS 관련 WRC-07 의제에 대한 아/태지역 준비그룹 최종회의 결과 및 대응 방향 분석,” IITA, 주간기술동향, 통권 1319호, 2007. 10., pp.14-21.
- [3] ITU-R Resolution 145(Rev.WRC-07), “Potential Use of the Bands 27.5-28.35GHz and 31-31.3GHz by High Altitude Platform Stations(HAPS) in the Fixed Service,” 2007.
- [4] ITU-R Resolution 122(Rev.WRC-07), “Use of the Bands 47.2-47.5GHz and 47.9-48.2GHz by High Altitude Platform Stations(HAPS) in the Fixed Service and by Other Services,” 2007.
- [5] ITU-R Resolution 734(Rev.WRC-07), “Studies for Spectrum Identification for Gateway Links for High-Altitude Platform Stations in the Range from 5 850 to 7 500MHz,” 2007.
- [6] ITU-R Resolution 221(Rev.WRC-07), “Use of High Altitude Platform Stations Providing IMT-2000 in the Bands 1 885-1 980MHz, 2 010-2 025MHz and 2 110-2 170MHz in Regions 1 and 3 and 1 885-1 980MHz and 2 110-2 160MHz in Region 2,” 2007.
- [7] WRC(World Radiocommunication Conference) Final Acts, ITU, 2007.
- [8] Radio Regulations, ITU, 2004.