

3~4 GHz 대 주파수 공동사용을 위한 스펙트럼 액세스 모델 제안

Spectrum Access Model Proposal for Frequency Sharing in 3~4 GHz

강 영 흥 · 이 대 영 · 박 덕 규*

Young-Heung Kang · Dae-Young Lee · Duk-Kyu Park*

요 약

최근의 주파수 부족현상을 해결하면서 간섭 없이 스펙트럼을 효율적으로 사용하는 주파수 공동 사용에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다. 또한, 이와 더불어 급증하는 모바일 데이터 수요에 대처하기 위한 주요 스펙트럼 정책으로서 ASA/LSA(Authorized Shared Access/Licensed Shared Access) 개념을 많은 나라에서 도입하고 있는데, 이는 모바일 트래픽 증가를 해결하기 위한 스몰셀(small cell) 기술을 적용하는데 가장 적합한 스펙트럼 액세스 모델이다. ASA/LSA 주파수로 3.5 GHz 대역이 고려되고 있는 바, 본 논문에서는 가능한 ASA/LSA 대역을 발굴하고, 나아가 면허 없는 대역을 확장하기 위해 국내 3~4 GHz 대역에 대한 SAM(Spectrum Access Model)을 제안하고, 그 결과는 향후 스몰셀 수용 및 개방 주파수 확보를 위한 SAM을 개발하는데 필요한 데이터를 제공하게 될 것이다.

Abstract

Many researches on the usage of shared spectrum have continuously been carried out to solve the recent frequency shortage problem and to use efficiently the spectrum without interference. Also, exponential mobile data growth and the solutions needed to address this challenge are parallel key objectives addressed in many countries. Spectrum policy innovation to meet this challenge is the ASA/LSA (Authorized Shared Access/Licensed Shared Access), which is the best access model to employ the small cell technology to meet this mobile traffic growth. Because 3.5 GHz bands is considered as the ASA/LSA frequency, in this paper, we propose the SAM(Spectrum Access Model) in 3~4 GHz bands to estimate the available ASA/LSA bands and to open more free spectrum. These results are utilized as the data to develop the SAM for the small cell and the open frequency in future.

Key words: Spectrum Sharing, ASA/LSA, Small Cell

I. 서 론

향후 모바일 트래픽 수요에 대처하기 위하여 핫스팟(hotspot) 지역에서의 수요에 따른 스몰셀을 필요한 장소마다 설치하여 광대역 서비스를 제공할 필요가 있으며, 세계 각국은 모바일 트래픽(mobile traffic)이 폭증함에 따라 이를 대처하기 위한 추가 주파수 확보에 총력을 기울이

고 있다. 미국 오바마 정부는 스펙트럼 용량과 효율을 증대시키기 위한 한 방법으로 스펙트럼 공동 사용(sharing)을 적극 도입하고 있으며, 연방정부와 상용 서비스 제공자간의 공동 사용 액세스를 통하여 1,000 MHz의 추가 스펙트럼 용량을 확보할 수 있을 것으로 전망하고 있다^[1]. 또한, 기술적으로 매크로셀과 스몰셀 간의 주파수 분리에 의한 운용이 필요하고, 스몰셀의 주파수를 3.5 GHz 대역

군산대학교 정보통신공학과(Dept. of Information & Telecommunication Engineering, Kunsan University)

*목원대학교 정보통신공학과(Dept. of Information & Telecommunication Engineering, Mokwon University)

· Manuscript received June 25, 2014 ; Revised July 30, 2014 ; Accepted August 12, 2014. (ID No. 20140625-02S)

· Corresponding Author: Young-Heung Kang (e-mail: yhkang@kunsan.ac.kr)

으로 가져가는 것이 국제적인 추세이며, 이를 위한 ASA/LSA(Authorized Shared Access/Licensed Shared Access) 개념을 도입하고 있다^{[2][3]}.

주파수 이용권은 면허를 받고 개별적으로 사용하는 개별 승인, 면허 없이 누구나 사용하는 일반적 권한, 그리고 다수의 사용자가 면허 없이 사용하지만, 간섭을 줄이기 위한 간이 면허로 분류된다^[4]. 1차 공동사용 면허는 지역이나 공간적 공동사용을 전제로 복수의 이용자에게 1차 주파수 이용권을 주는 것이며, 2차 공동사용 면허는 1차 사용자가 있으나, 지역이나 공간, 또는 시간적으로 이용률이 낮은 경우에 2차 이용권자를 정하는 것으로 ASA/LSA 개념이 여기에 속한다. 예로 미국 FCC NPRM(Notice of Proposed Rulemaking)은 CBS(Citizens Broadband Service) 대역을 스펙트럼 액세스 시스템에 기반한 3-Tier ASA 시스템을 제안하고 있다^[5].

현재의 트래픽 요구현상에 따라 사업자들은 대역 확장, 고밀도망, 무선 인터페이스 효율을 포함한 세 가지 측면을 해결책으로 보고 있다. 3.5 GHz는 향후 FSS(Fixed Satellite Service)와 같은 서비스가 중지되거나, 다른 대역으로 이전된다든지, IMT(International Mobile Telecommunication) 주파수 대역과 공동사용이 가능하다면, 3.4~4.2 GHz의 800 MHz 스펙트럼 대역이 가능하다^[6]. 또한, 황금 주파수 대역으로 알려진 국내 1~4.5 GHz 주파수 대역에서 무선국 위치 등을 조사 분석하여 약 900 MHz 대역폭의 공동사용이 가능할 것으로 조사되고 있다^[7].

따라서 본 논문에서는 국제적 전파 정책 추이에 따라 급증하는 향후 국내 모바일 트래픽 수요에 대처하기 위해 ASA/LSA는 물론 공동사용 가능한 주파수를 개방하여 새로운 창조경제를 창출할 수 있도록 국내 주파수 분배표^[8]에 의한 3~4 GHz 대역을 후보 대역으로 선정하여 스펙트럼 액세스 모델 적용방안을 연구하였다.

II. 3 GHz 주파수 이용현황 및 SAM

2-1 주파수 2.9~3.1 GHz 대역

본 대역은 그림 1과 같이 선박에 위치, 거리, 방위 등 항해 정보를 제공하기 위하여 해안에 설치하는 무선 표지설비(레이더 비콘)용 및 해상 무선 항행 업무를 하는

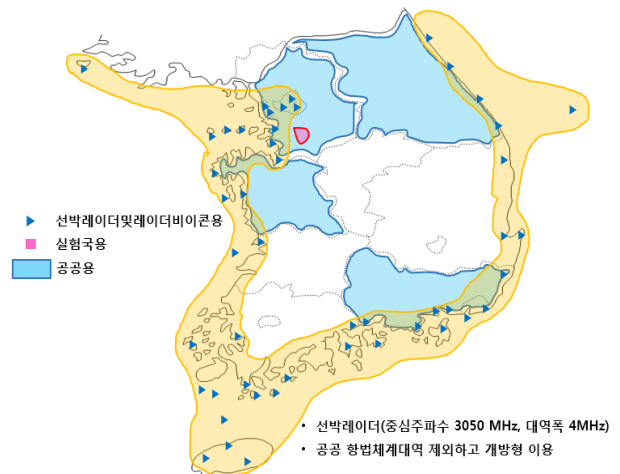


그림 1. 2.9~3.1 GHz 대역의 무선국 지역분포
Fig. 1. Regional locations of the radio stations in 2.9~3.1 GHz.

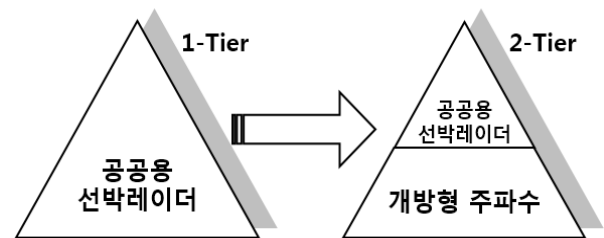


그림 2. 2.9~3.1 GHz 대역의 SAM
Fig. 2. SAM for 2.9~3.1 GHz.

선박의 레이더용으로 용도 지정되어 있으며, 민간용으로 현재 해안선을 따라 중심주파수 3,050 MHz, 대역폭 4 MHz의 선박 레이더 및 레이더 비콘이 주로 사용하고 있다. 또한, 공공용으로는 경기, 강원, 충남, 경남지역에서 일부 사용하고 있다.

본 대역은 공공주파수 사용이 전국적으로 많아 일부 지역을 위한 LSA 모델 적용이 사업성면에서 타당성이 부족하지만, 일부 지역에서는 개방형 주파수로 활용하는 것이 바람직하다. 따라서 제안된 SAM(Spectrum Access Model) 모델은 현재의 공공용 및 선박 레이더의 1-Tier에서 그림 2와 같이 일부 지역에서의 개방형 주파수를 사용할 수 있는 2-Tier 모델이 바람직하다.

2-2 주파수 3.1~3.4 GHz 대역



그림 3. 3.1~3.4 GHz 대역의 무선국 지역 분포
Fig. 3. Regional locations of the radio stations in 3.1~3.4 GHz.

본 대역은 민간용 표정 업무가 우선하며, 간섭 회피 기술(DAA: Detection and Avoid)을 적용한 UWB(Ultra Wide Band)로 용도 지정되어 있지만, 현재 민간용으로 현재 중심주파수 3,235 MHz, 대역폭 3 kHz인 아마추어 1국 및 중심주파수 3,400 MHz, 대역폭 10 MHz의 실험국용으로 사용하고 있다. 한편, 공공용으로는 그림 3과 같이 전국에서 사용되고 있는 실정이다.

본 대역은 전국적으로 공공용 주파수를 전 대역에서 사용하고 있어 LSA 모델 적용이 불가능하다. 현재 SAM은 공공용 및 무선 표정을 1차 업무로 UWB를 2차 업무로 하는 2-Tier로 되어 있어, 현행 SAM의 2-Tier 구조를 그대로 유지하는 것이 바람직하다.

2-3 주파수 3.4~4.2 GHz 대역

본 대역은 민간용 탐지 업무가 우선하며, 3,450 MHz 아마추어국, DDA를 적용한 UWB로 용도 지정되어 있지만, 현재 그림 4와 같이 민간용으로 중심 주파수 3,412.5 MHz, 3,425 MHz, 3,437.5 MHz, 3,450 MHz, 3,462.5 MHz, 3,475 MHz, 3,487.5 MHz, 3,500 MHz, 대역폭 15~25 MHz인 방송보조 무선국용, 중심주파수 3,420 MHz, 대역폭 40 MHz인 실험국용, 중심주파수 3,550 MHz, 대역폭 6~25 MHz 아마추어국용으로 사용하고 있으며, 국간 중계(M/W)용

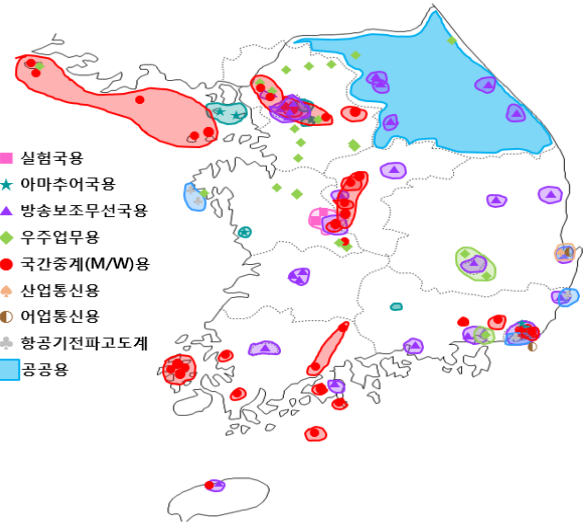


그림 4. 3.4~4.2 GHz 대역의 무선국 지역 분포
Fig. 4. Regional locations of the radio stations in 3.4~4.2 GHz.

및 TV 방송 이동중계용, 우주업무용으로 사용되고 있으며, 공공용으로는 강원지역에서 일부 사용되고 있는 실정이다. 향후 IMT 이동통신용으로 사용될 예정이어서 LSA 모델 적용이 가능하다. 한편, 공공용으로는 거의 사용되고 있지 않고 있으며, 본 대역은 1순위 업무로 항공이동 업무를 제외한 이동 업무에 분배(WRC-2000)되어 있고, 본 대역을 포함한 3,400~3,600 MHz의 주파수 대역은 TV 방송 이동 중계 업무의 신규 허가를 중지하고, 기사용 중인 시설은 아날로그 방송 종료 시까지 사용을 허용하고 있다.

본 대역은 공공용 주파수 이용이 없고, TV 방송 이동 중계업무 신규허가가 중지되며, 향후 이동통신용으로 사용될 예정이어서 LSA 모델 적용이 가능하다. 현재 SAM

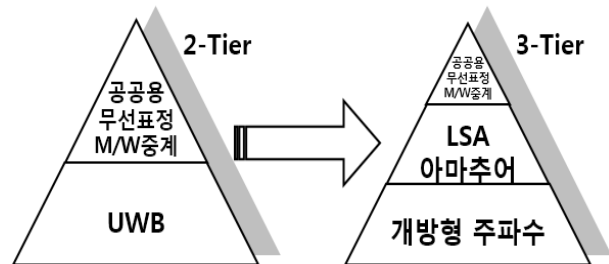


그림 5. 3.4~4.2 GHz 대역의 SAM
Fig. 5. SAM for 3.4~4.2 GHz.

표 1. 3 GHz 대역의 현행 및 제안된 SAM 비교
Table 1. Comparison of the current and the proposed SAM in 3 GHz band.

주파수 대역 [MHz]	현행 SAM	제안 SAM	내용
2,900~3,100	1-Tier	2-Tier	<ul style="list-style-type: none"> · 해안 중심 선박 레이더 및 레이더 비콘 주로 사용 · 공공용으로 경기, 강원, 충남, 경남지역 사용 · 개방형 주파수 제안
3,100~3,400	2-Tier	2-Tier	<ul style="list-style-type: none"> · 1순위 고정업무/이동업무 사용 · 민간용 표정업무 우선, DAA 적용 UWB용도 지정 · 전국적으로 공공용 주파수 사용
3,400~4,200 ¹⁾	2-Tier	3-Tier	<ul style="list-style-type: none"> · 민간용 표정업무 우선, DAA 적용 UWB용도 지정 · 공공용 주파수 사용 적고, 대부분이 M/W 국간중계용 사용(UWB) · TV 이동중계업무 신규허가 중지 · 향후 이동통신용으로 사용 고려 · 개방형 주파수 및 LSA 모델 적용 제안 · IMT 이동통신용 용도 지정 · 항공기용 전파고도계가 있으나, 협대역 · 산업통신용 무선국(1국) 재배치 필요

1) 현재 ASA/LSA 후보 주파수 대역은 2.2 GHz 대역에서 연구가 많이 진행된 상태이다. 특히 유럽은 2.3 GHz, 미국은 3.5 GHz 대역을 주로 고려하는 상태이다.

은 현재의 공공용 및 무선표정을 1차 업무로 아마추어국과 UWB를 2차 업무로 하는 2-Tier로 되어 있지만, 그림 5와 같이 1차 업무를 공공용 및 무선 표정, 2차 업무로 LSA 및 아마추어국, 3차 업무로 개방형 주파수로 이용하는 3-Tier SAM을 제안한다.

2-4 3 GHz 대역 SAM 제안

본 절에서는 주파수 대역별 이용현황 분석을 통해 표 1과 같이 3 GHz 대역의 SAM을 제안한다.

Ⅲ. 4 GHz 주파수 이용현황 및 SAM

3-1 주파수 4.2~4.4 GHz 대역

본 대역은 전국적으로 항공기 안전 및 운항 일반 업무에 사용되는 항공기 전파 고도계를 사용하여 공공용 주파수를 사용 불가로 판단된다. 그래서 항공 무선 항행 및 공공 레이더를 1차 업무로 UWB를 2차 업무로 하는 2-Tier SAM을 유지하는 것이 바람직하다.

3-2 주파수 4.4~4.8 GHz 대역

본 대역은 대부분 M/W를 중심으로 하는 고정 통신으로 사용되고 있으며, 그림 6과 같이 지역에 따라 사용 가능한 주파수 대역이 폭넓게 분포되어 있다. 주파수 분배표에는 방송중계용(이동, K151)으로 지정되어 있으나, 현재 무선국이 없는 상황이며, 부산지역에 2개국의 항공기 전파고도계가 설치되어 있어 이 무선국의 주파수 이전이 필요한 상황이다. 따라서 LSA를 사용한 공동사용이 가능할 것으로 판단되며, 현재 UWB 용도로 사용되는 이 대역을 개방형 용도로 확대 사용이 가능할 것으로 판단된다.

본 대역의 주파수 분배는 3.7~4.2 GHz 대역과 같이 외국의 경우에는 고정, 고정위성, 이동으로 분배되어 있으나, 우리나라 주파수 분배표에서는 고정과 고정위성만으로 분배되어 있다. 따라서 LSA 도입을 위해서는 주파수 분배에 “이동”을 추가하는 것이 필요하며, 경우에 따라서는 회수·재배치를 통한 이동통신 전용 주파수로 확보하는 것도 고려될 수 있을 것이다. 따라서 그림 7과 같이 1차 업무가 고정 및 이동/공공레이더, 2차 업무를 LSA, 3차

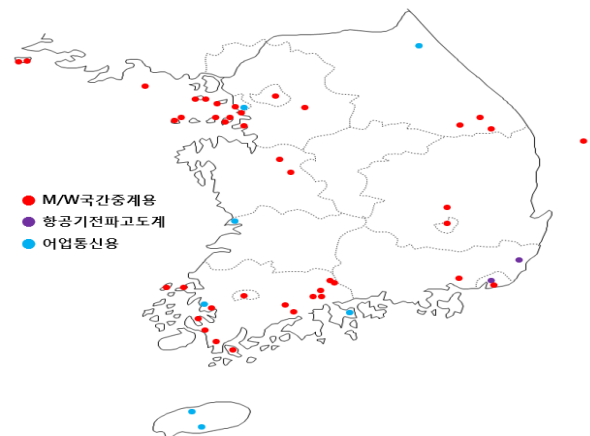


그림 6. 4.4~4.8 GHz 대역의 무선국 지역 분포
Fig. 6. Regional locations of the radio stations in 4.4~4.8 GHz.

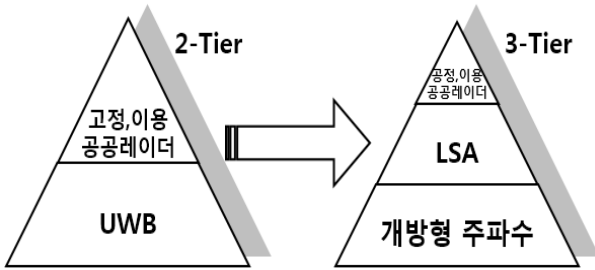


그림 7. 4.4~4.8 GHz 대역의 SAM
Fig. 7. SAM for 4.4~4.8 GHz.

업무를 개방형 주파수로 이용하는 3-Tier SAM을 제안한다.

3-3 주파수 4.8~5.0 GHz 대역

본 대역은 대부분의 주파수 사용 용도가 M/W를 중심으로 하는 고정통신으로 사용되고 있으며, 그림 8에 나타난 바와 같이 지역에 따라 사용 가능한 주파수 대역이 폭넓게 분포되어 있다. 현재 이 대역은 4.5~4.8 GHz 대역과 동일하게 고정 M/W 이외에는 다른 용도로 사용되고 있지 않다. 따라서 LSA를 사용한 공동사용이 가능할 것으로 판단되며, 현재 고정 M/W 중계와 공공 레이더 용도로만 사용하고 있는 이 대역을 개방형 용도로 확대 사용이

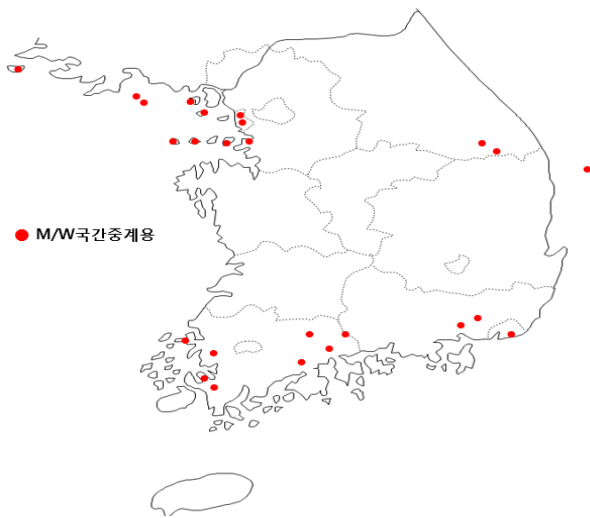


그림 8. 4.8~5.0 GHz 대역의 무선국 지역 분포
Fig. 8. Regional locations of the radio stations in 4.8~5.0 GHz.

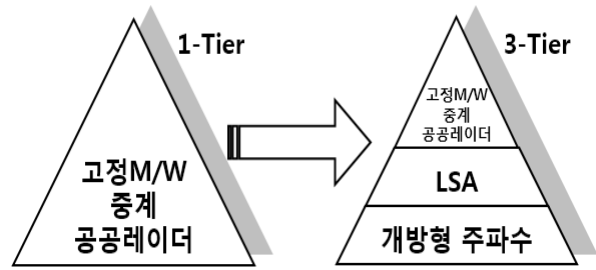


그림 9. 4.8~5.0 GHz 대역의 SAM
Fig. 9. SAM for 4.8~5.0 GHz.

가능할 것으로 판단된다. 그러나 현재 이 대역에서 4.8~4.99 GHz 대역의 주파수 분배는 외국의 경우에는 고정, 이동(항공이동 제외), 전파천문으로 분배되어 있으나, 우리나라 주파수 분배표에서는 고정과 전파 천문으로 분배되어 있다. 따라서 이동을 위한 이동에 사용할 수 있는 LSA 도입을 위해서는 주파수 분배에 “이동”을 추가하는 것이 필요하며, 경우에 따라서는 회수·재배치를 통한 이동통신 전용 주파수로 확보하는 것도 고려될 수 있을 것으로 예상된다.

본 대역은 현재 모든 무선국이 고정 M/W 국간중계용으로 사용되고 있고, 이외의 용도는 없는 1-Tier를 이용한 주파수 이용이 사용되고 있어, 일부 대역에 대해서 지역별로 LSA를 사용 가능할 것으로 판단됨에 따라 본 대역에서는 그림 9와 같이 1차 업무를 고정 M/W 중계 및 공공레이더, 2차 업무를 LSA, 3차 업무를 개방형 주파수로 이용하는 3-Tier SAM을 제안한다.

3-4 4 GHz 대역 SAM 제안

본 절에서는 주파수 대역별 이용현황 분석을 통해 표 2와 같이 SAM을 제안한다.

IV. 결 론

본 논문은 국내 3~4 GHz 대역을 후보 대역으로 선정하여 각 대역별 이용현황 분석 및 전과정책에 기반하여 SAM을 제안한다. 3~4 GHz 대역은 많은 주파수 대역이 고정 M/W 국간중계용으로 사용하고 있으며, 대부분의 대역이 UWB의 underlay 방식을 이용하여 공동사용을 하고 있는 상황이다. 특히 고정 M/W 국간 중계기의 경우,

표 2. 4 GHz 대역의 현행 및 제안된 SAM 비교
 Table 2. Comparison of the current and the proposed SAM in 4 GHz band.

주파수 대역 [MHz]	현행 SAM	제안 SAM	내용
4,200~4,400	2-Tier	2-Tier	<ul style="list-style-type: none"> · 공공레이더, 항공무선항행에 사용(인명 관련) · DAA 적용 UWB 용도 지정 · 전국적으로 공공용 주파수 사용
4,400~4,800	2-Tier	3-Tier	<ul style="list-style-type: none"> · 대부분이 M/W 국간중계용 사용(UWB) · 부산 지역의 항공기 전파고도계 이전 필요 · 개방형 주파수 및 LSA 모델 적용 제안 · 모든 무선국이 고정 M/W 국간 중계용(UWB) · 공공용 주파수 사용이 있으나, 일부 대역·지역 활용 가능 · 일본의 경우 4.4~4.9 GHz 대역 이동통신용 제안
4,800~5,000	1-Tier	3-Tier	<ul style="list-style-type: none"> · 고정M/W, 공공레이더 · 모든 무선국이 고정 M/W 국간 중계용 · 일본의 경우 4.4~4.9 GHz 대역 이동통신용 제안 · 개방형 주파수 및 LSA 모델 적용 제안

대역폭을 좁게 선정하여(예를 들면 40 MHz 단위) 사용분포를 검토하면 많은 지역에서 사용되지 않고 있으며, 일부 지역에 집중되는 현상을 검출할 수 있었으며, 공공용 주파수의 사용도 일부 주파수 대역에 집중되어 있는 것으로 파악되었다. 따라서 많은 지역에서 공동사용이 가능한 LSA의 사용이 가능할 것으로 판단되었다. 앞에서 언급한 바와 같이 일본의 경우에는 3.4~4.2 GHz, 4.4~4.9 GHz 대역에 대하여는 WRC-07에서 이미 이동통신용으로 제안한 상태로 이동통신용의 사용이 가능할 것으로 예측된다. 또한, 현재 UWB로 사용되고 있는 주파수 대역에 대하여도 인명에 관련되지 않는 주파수 대역에 대하여는 개방형 주파수 대역으로 확대하여 사용하는 것이 가능하다. 한편, 국내 공공 및 상업용 주파수 이용현황을 분석한

결과, 3.1~3.4 GHz와 4.2~4.4 GHz 대역은 전국적으로 공공용 주파수로 사용되고 있어, 개방형 주파수 확보가 불가능하지만, 3.4~4.2 GHz 대역은 공공용 주파수 사용이 미미하고, 4.5~4.8 GHz 대역은 지역별 LSA 사용이 가능할 것으로 판단된다. 이에 따라 전국적으로 주파수 대역별 정확한 이용 형태를 조사하여 미사용 대역에 대해서는 과감히 개방형 주파수로 확대할 필요성이 있으며, 특히 3.6~4.2 GHz 대역은 국내외 IMT 후보 대역으로 검토하고 있는 바 이를 고려하여 개방형 주파수 발굴에 노력해야 할 것이다.

References

- [1] Recommendations of the President's Council of Advisors on Science and Technology, Realizing the Full Potential of Government-Held Spectrum to Spur Economic Growth, released Jul. 2012.
- [2] 3GPP TR 36.872 V0.21.0, Small Cell Enhancements for E-UTRA and E-UTRAN, Physical Aspects, (Release 12), May, 2013.
- [3] QUALCOMM Report, Rising to Meet the 1000x mobile Data Challenge, 2012.
- [4] 김창주, 강영홍, 계경문, 김영수, 박덕규, 박석지, 배정기, 윤현보, "주파수 공동사용 정책 및 주파수 이용권 분석", 한국전자과학회논문지, 24(8), pp. 805-819, 2013년 8월.
- [5] 4G Americas, Meeting the 1,000x Challenge: The Need for Spectrum, Technology and Policy Innovation, Oct. 2013.
- [6] Huawei Investment & Holding Co., Ltd., 2013 Annual Report-About Huawei, White on Spectrum, 2013.
- [7] 오세준, 강영홍, 배정기, 박덕규, "1~4.5 GHz 대역 내의 공동사용 후보 주파수 대역 발굴", 한국전자과학회논문지, 24(8), pp. 820-830, 2013년 8월.
- [8] 미래창조과학부, 대한민국 주파수 분배표, 2013년 7월.

강 영 흥



1984년 2월: 한국항공대학교 통신공학과 (공학사)
1986년 2월: 한국항공대학교 전자공학과 (공학석사)
1993년 2월: 한국항공대학교 전자공학과 (공학박사)
1988년 3월~1990년 2월: 한국항공대학교

통신공학과 조교

1995년 8월~1996년 8월: 일본 오사카대학 개원교수
2003년 8월~2005년 2월: 영국 York 대학 방문교수
1990년 4월~현재: 군산대학교 전자정보공학부 교수
[주 관심분야] 위성통신공학, 통신공학, 이동통신공학, 정보통신 표준화, USN

박 덕 규



1984년 2월: 인천대학교 전자공학과 (공학사)
1986년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학석사)
1992년 4월: 일본 게이오대학교 전기공학과 전기공학 (공학박사)
1992년~1995년: 일본 우정성 통신총합연

구소

1995년~현재: 목원대학교 정보통신공학과 교수
2002년: 일본 전자정보통신학회(IEICE) 우수 논문상 수상
[주 관심분야] 무선통신, 주파수분배, 소출력, 무선설비 기술기준

이 대 영



2013년 2월: 군산대학교 정보통신공학과 (공학사)
2013년 2월~현재: 군산대학교 전자공학과 석사과정
[주 관심분야] 위성통신공학, 이동통신공학, 컴퓨터프로그래밍, 모바일프로그래밍 등