

공동사용주파수의 사회경제적 가치분석

A Socio-Economic Value Analysis of Sharing Spectrum in Korea

박 석 지 · 김 창 주* · 박 덕 규**

Seok-Ji Park · Chang-Joo Kim* · Duk-Kyu Park**

요 약

본 논문에서는 주파수의 공동 사용을 위한 서비스 및 그 사회경제적 가치를 분석하였다. 이를 위해 주파수 공동 사용의 개념과 방식을 제시하고, 공동 사용 주파수의 사회경제적 가치분석을 위해 전문가 조사를 실시하였다. 국내에서 이용할 수 있는 1.4~4.5 GHz 대역에서 도출된 910 MHz의 후보 대역별로 적용 가능한 서비스의 경제적 가치와 사회적 파급 효과를 분석하였다. 이 분석 결과를 토대로 공동사용 주파수 대역에 적합한 주파수를 많이 필요로 하는 서비스로서, 이동 통신, WiFi(이동 통신 off-loading 포함), ASA, 공공서비스, M2M, smart home/factory 서비스를 제시하였다.

Abstract

In this paper, we analyze the telecom services and their socio-economic value for sharing spectrum, which is suitable to access. For this, we suggest a concept and a classification model of sharing spectrum and make a survey for analyzing the socio-economic value of spectrum, 910 MHz which is candidate for sharing between 1.4~4.5 GHz in Korea. Also, we propose mobile telecom service, WiFi, ASA, public service, M2M, and smart home and factory service as service for suitable to sharing spectrum.

Key words : Socio-Economic Value, Value Analysis, Sharing Spectrum, Telecom Services Classification

I. 서 론

본 논문에서는 주파수의 공동사용을 위해 발굴된 후보 대역에서 공동사용이 가능한 서비스 분류 및 사회경제적 가치 분석을 다룬다. 이는 다양한 새로운 서비스의 등장과 급증하는 주파수 이용에 따라 기존에 다양하게 사용하던 주파수의 경우에도 그 이

용을 증가)에 따라 지역적, 시간적, 공간적으로 공동 사용할 수 있는 기반이 마련되고 있는데 근거하고 있다. 즉, 모바일 인터넷 및 SNS²⁾ 이용 급증에 따른 트래픽 부하 해소를 위한 요구, 모바일 데이터 처리를 위한 트래픽의 offloading 요구, 방송-통신 사업자간 전략적 제휴에 의한 주파수 공동사용을 통한 새로운 서비스 출현 가능성 증대에 따른 새로운 주

- 1) 뉴욕시의 경우 가장 전파 특성이 좋은 UHF 주파수의 이용률이 약 15 % 이하, 30 MHz~3 GHz 대역의 이용률은 13 % 정도로 보고되고 있으며¹⁾, 유럽의 측정 결과는 파리에서 7.7 % 정도로 나타나고 있다²⁾.
- 2) SNS(Social Networking Service) 온라인 상에서 불특정 타인과 관계를 맺을 수 있는 서비스.

「본연구는 방송통신위원회 “주파수 이용효율 확대를 위한 공유대역발굴 및 활용방안 연구(2012-020)” 과제로 수행되었음.」

한국전자통신연구원 창의미래연구소(Creative Future Research Lab., ETRI)

*한국전자통신연구원(Spectrum Engineering Lab., ETRI)

**목원대학교 정보통신공학과(Department of Information Communication Eng., Mokwon University)

· Manuscript received June 11, 2013 ; Revised July 18, 2013 ; Accepted July 19, 2013. (ID No. 20130611-07S)

· Corresponding Author : Duk-Kyu Park (e-mail : parkdk@mokwon.ac.kr)

파수 분배 요구가 증가하고 있는 현상에 근거하고 있다. 또한, 방재, 교통, 의료, 산업 분야의 특수한 목적을 위하여 개발된 주파수 이용기기에서 보는 바와 같이 주파수의 지역적, 시간적, 공간적 한도 내에서의 특수한 이용을 위한 전파이용 기기의 사용이 증가하는 현상에서 볼 수 있는 바와 같다.

이러한 다양한 전파이용 기기의 주파수를 효율적으로 사용하기 위해서는 동일 주파수 대역에서의 공동사용을 통한 효율성 증대가 필요한 실정이다. 주파수 공동사용에는 다양한 서비스의 특성에 따라 지역적, 시간적, 공간적인 적용이 가능해지고, 이들을 평가함으로써 가장 적절한 서비스를 도출해 낼 수 있을 것으로 판단된다. 이 연구에서는 주파수의 지역적, 시간적, 공간적 공동 사용에 가장 적합한 서비스의 평가를 위해 사용하는 가치분석의 방법을 도출하고, 국내 환경에 적용하고자 한다. 이를 위해 해외 사회경제적 가치분석 사례로서 SCF Associates가 유럽위원회(European Commission)의 정보사회미디어부³⁾에 제출한 보고서(제목: ‘Perspectives on the value of shared spectrum access’)⁴⁾의 내용을 분석하고, 국내의 경우를 분석하기 위해 도출된 1.4~4.5 GHz 대역에서의 공동사용 주파수 대역별 적용 서비스의 주파수 공동사용에 따른 경제적 가치와 사회적 과급 효과를 분석 제시하였다. 본 논문에서는 서론에 이어 제2장에서는 주파수 공동사용의 개념 및 방식 분류, 제3장에서는 분석에 적용할 공동사용 주파수의 사회경제적 가치분석 방법에 대하여 기술한다. 제4장에서는 주파수 공동 사용을 위한 후보 대역별 가치분석 결과를 분석하고, 이 연구의 결과를 토대로 적합한 서비스를 제안하고, 제5장에서 결론을 맺는다.

II. 주파수 공동사용의 개념 및 방식 분류

스마트폰, 태블릿 PC 등의 보급과 기기의 고성능화로 인해 모바일 트래픽은 급증하게 되었으며, 이로 인해 주파수에 대한 수요도 증가하게 되었다. 따

라서 주파수를 효율적이고 생산적으로 사용할 필요성이 증대되고 있으며, 그 방법 중의 하나로, 주파수 이용제도(authorization scheme)를 혁신적(innovative)이고 유연(flexible)하게 변경하는 방안이 대두되고 있다. 이를 위해 등장한 개념이 타 사용자 또는 타 서비스가 동일한 주파수를 공유하는 주파수의 공동사용⁵⁾이며, 현재 미국, 유럽 등 주요국에서 한정된 전파자원을 효율적으로 활용하기 위한 방안으로서 검토되고 있다. EU에서는 주파수의 공동사용을 통칭하여 ‘Shared spectrum access’라고 부르는데, 이는 둘 이상의 사용자(users) 또는 무선서비스(wireless applications)가 동일한 범위의 주파수(same span of frequencies)를 정해진 조건(defined sharing arrangement) 하에서 상호 배제하지 않고(non-exclusive basis) 사용하는 상태를 의미한다⁶⁾.

주파수의 공동사용 방식은 당사자 간의 법적 지위(누가 우선적으로 주파수를 사용할 수 있는지), 주파수를 공동 사용하는 방식이 어떠한지 등에 따라

표 1. 주파수 공동사용 방식 분류(Peha의 분류)^[2]
Table 1. Classification of spectrum sharing form.

	동등공유 (Sharing among equals)	차등공유 (Sharing among unequals)
공존	- 비면허 주파수의 공유 - 1차 이용권자(primary)가 사용하고 있지 않을 때 비면허권자간의 공유 - 분산된(distributed) trunking	- 1차 이용권자(primary)를 피해 2차 이용권자(secondaries)가 센싱이나 인지무선 기술을 이용하여 공유 - 면허권자의 이용을 방해하지 않는 유도방식 또는 UWB 기기 이용
협력	- 메쉬 네트워크 - 지역 공공안전 기관간의 채널 공유 - 중앙집중(centralized) trunking	- 1차 이용권자(primary)로부터 임대(rent)하여 사용하는 2차 이용권자(secondaries) - 1차 이용권자인 국방부가 해당 주파수를 이용하기 전까지 2차 이용권자인 상업용 사용자가 자유롭게 사용

3) Information Society and Media Directorate-General, 2012년 7월부터 Directorate General for Communications Networks, Content and Technology로 변경됨.

4) SCF Associates Ltd., Perspectives on the value of shared spectrum access, 2012년 2월^[1].

5) 우리나라 전파법 6조 1항 4호에서는 ‘주파수의 공동사용’으로 표현하고 있으며, 외국에서는 통상 ‘Spectrum sharing’으로 표현.

6) 이러한 정의는 유럽위원회 산하 RSPG(Radio Spectrum Policy Group)가 2011년 11월 발행한 문서인 ‘Report on Collective Use of Spectrum(CUS) and Other Spectrum Sharing Approaches(RSPG11-392)’에 나타난 내용을 인용한 것이다.

여러 가지로 분류할 수 있다. Peha는 표 1에서 보는 바와 같이 주파수를 공동 사용하는 당사자 간의 관계에 따라 크게 4가지로 분류하였다²⁾. 먼저, 공유 당사자 간 지위에 따라 동등공유(sharing among equals) 및 차등공유(sharing among unequals)로 분류하였으며, 주파수 자원을 점유하는 방식에 따라 공존(co-existent, 서로 경쟁하면서 자원을 점유하는 경우) 및 협력(co-operative, 동일 목적을 위해 서로 협력하면서 자원을 점유하는 경우)으로 분류하였다. 이러한 분류 방식은 주파수 공동사용의 개념을 정립하는 데는 도움을 줄 수 있으나, 어떤 서비스가 어떤 조합으로 주파수를 공동 사용하는 것이 적합한지에 대해서는 명확한 해답을 제공하지 않는다. 이러한 문제를 해결하기 위해 영국 Ofcom은 Roke Manor Research 사에 의뢰하여, 각각의 무선서비스별로 조합가능한 공동사용 가능성을 분석하였다. 먼저, 무선서비스를 셀룰러 이동 통신, 지상파 방송, 위성방송, 사설 무선통신(PMR: Private Mobile Radio), 무선 랜, 고정 점

표 2. 무선서비스 조합별 주파수 공동사용 적합성 분석 사례³⁾

Table 2. A case of spectrum sharing suitability analysis of wireless services.

구분	지상파 방송	위성 방송	PMR	무선 랜	P2P	P2M P	소출력	일시적 링크
GSM	불가	제한적(상향)	불가	가능(상향)	제한적(하향)	불가	불가	불가
GSM/GPRS	불가	불가	불가	불가	제한적(하향)	불가	불가	불가
UMTS	불가	불가	불가	불가	제한적(하향)	불가	불가	불가
지상파 방송		가능	불가	제한적	불가	불가	불가	불가
위성 방송			불가	제한적	가능	가능	제한적	불가
PMR				가능	제한적(제한)	불가	가능	제한적(조정)
무선랜					가능	가능	가능	불가
P2P						불가	불가	제한적(조정)
P2MP							불가	불가
소출력								제한적

표 3. 면허권에 따른 주파수 공동사용 방식 분류
Table 3. Classification of spectrum sharing by licensing regime.

면허	주파수 이용권	이용권형태	사례
면허 필요 (Licensed Individual Authorization)	1차 이용권	배타적(Exclusive) 1차 공동사용면허(Shared Primary Access)	이동 통신 TRS WAPECS, TV 방송과 PLMR(미국)
	2차 이용권	2차 공동사용면허(Shared Secondary Access)	ASA7) (Authorized Shared Access)
Light Licensing	FCFS	1차 공동사용 간이면허	Maritime VHF Amateur
	FCFS	2차 공동사용 간이면허	3.65 GHz WiMax(16h) & WiFi(11y) GPR, WPR, IEEEWRAN
면허불요 (Unlicensed, License-Exempt General Authorization)	개방형 이용권	면허 불요 2차 공동사용(Horizontal shared secondary access)	Unlicensed TVBD DFS WiFi UWB
		면허 불요 1차 공동사용(Horizontal shared access)	FACS MICS RFID

대점(P2P: Point-to-Point) 링크, 고정 점대다(P2MP: Point-to-Multipoint) 링크, 일시적인 점대점 링크, 소출력기기(short-range devices) 등 9가지로 구분하였다. 그리고 각 서비스별 조합이 주파수 공동사용에 적합한지 판단하였으며, 그 결과를 표 2와 같이 제시하였다³⁾.

이 논문에서는 주파수 이용 면허권에 따른 공동사용 분류로서, 표 3에서 보는 바와 같이 면허를 받고 개별적으로 사용하는 면허 필요(licensed individual authorization), 면허 없이 누구나 사용하는 면허 불요(license-exempt general authorization), 그리고 다수가 사용자가 면허없이 사용하지만 간섭을 줄이기 위한 light licensing으로 분류하여 분석하였다⁶⁾.

III. 사회경제적 가치분석 방법

표 4. 주파수 공동사용 후보 대역⁷⁾

Table 4. Candidate bands for spectrum sharing.

후보 대역 (GHz)	가능 대역폭 (MHz)	현재이용현황
1.44~1.526	75	공공사용(지역적/공대공으로 사용)
1.695~1.71	15	기상용, 위성용, 방송중계용
1.71~1.745	35	지역적으로 공공사용
2.9~3.1	186	지역적, 일부 전국적으로 공공사용
3.6~3.8	200	마이크로웨이브 중계용, 위성 실험국, 방송보조용, 우주업무용, 아마추어실험국용
3.8~4.0	200	우주업무용, 방송보조용, 마이크로웨이브 중계용, 아마추어 실험국용
4.0~4.145	145	마이크로웨이브중계용, 우주업무용, 항공기 전파고도계, 산업통신용, 어업통신용
4.455~4.50	45	마이크로웨이브중계용, 어업통신용
합 계	901	

3-1 적용대상

주파수 공동사용의 가치 분석을 위한 적용대상 대역은 표 4에서 보는 바와 같이 후보 대역으로 도출된 1.44~1.52 GHz 대역의 75 MHz, 1.695~1.71 GHz 대역의 15 MHz, 1.71~1.745 GHz 대역의 35 MHz, 2.9~3.1 GHz 대역의 186 MHz, 3.6~3.8 GHz 대역의 200 MHz, 3.8~4.0 GHz 대역의 200 MHz, 4.0~4.145 GHz 대역의 145 MHz, 4.455~4.50 GHz 대역의 45 MHz 대역폭 등 총 901 MHz 대역을 대상으로 하였다. 이들 후보 대역은 공공사용, 항공기 전파고도계, 기상, 위성, 마이크로웨이브 중계, 산업통신, 방송보조/중계용, 우주업무, 실험국 및 아마추어 무선국으로 사용하고 있어, 지역적, 공간적, 시간적인 면에서 제한적으로 사용되고 있는 대역이다⁷⁾.

이들 후보 대역별 가능한 공동사용 형태는 지역적, 시간적 공간적 형태로 구분하여 적용하도록 하였다.

표 5. 2차 공동사용 후보 대역

Table 5. Candidate bands for shared secondary access.

후보 대역 (GHz)	가능 대역폭 (MHz)	현재이용 현황	공동 사용 방식	이용권 형태
1.44~1.526	75	공공사용(지역적/공대공으로 사용)	지역적 시간적	면허필요 /불요 2차공동사용
1.695~1.710	15	기상 위성, 방송중계용	공간적	면허불요 2차공동사용
1.71~1.745	35	지역적으로 공공사용	지역적 시간적	면허불요 2차공동사용
2.9~3.1	186	지역적, 일부 전국적으로 공공사용	지역적 시간적	면허불요 2차공동사용
3.6~3.8	200	M/W 중계, 위성실험국, 방송보조용, 우주업무용, 아마추어	공간적	면허불요 2차공동사용
3.8~4.0	200	우주업무, 방송보조, M/W 중계, 아마추어	지역적 시간적	면허불요 2차공동사용
4.0~4.145	145	M/W 중계, 우주업무, 항공기 전파고도계, 산업통신, 어업통신	지역적 시간적	면허불요 2차공동사용
4.455~4.50	45	M/W 중계, 어업통신	지역적, 시간적	면허불요 2차공동사용
계	901	-	-	-

또한, 이용권 형태는 후보 대역에 따라 아래와 같이 면허 필요 대역과 면허 불요 대역, 1차 사용과 2차 사용으로 구분하여 적용하였다. 이들 이용권 형태는 제공하는 서비스에 따라 그 특성이 결정되는 특징이 있다. 예를 들어 이동 통신서비스의 경우 광대역 서비스 및 전국적 서비스 제공이 필수적인 특성이 있으며, 이용자에게 보편적으로 모두 적용될 수 있어야 하므로 면허 필요 1차 사용이 필수적인 특징을 보인다. 반면에 재난, 안전, 교통사고 예방을 위한

7) ASA(Authorized Secondary Access): 유럽에서 사례로 제시되고 있는 면허가 필요한 2차 공동사용 이용권 형태로서, 주파수 이용이 저조한 주파수 대역에 타 사업자의 2차 사용을 목적으로 면허를 부여하는 형태.

발생탐지 정보 서비스의 경우, 저 출력의 소폭의 주파수를 필요로 하나 안전에 필수적이므로, 일반인에게 보편적으로 적용할 필요가 있으므로 면허 필요, 1차 사용이 보장될 필요가 있다. 반면에 WiFi 서비스와 같이 Hot Spot 지역에서 서비스를 필요로 하는 경우에는 지역적으로 구분되어 서비스를 제공할 수 있으므로 면허 필요 또는 면허 불요 모두 가능하며, 2차 사용도 가능한 서비스 특징을 보인다. 이와 같이 제공하는 서비스 특성에 따른 공동사용의 이용권 형태를 분석할 필요가 있다.

분석 대상으로 하는 발굴된 후보 대역을 1차, 2차 공동사용의 이용권 형태에 따라 가능한 대역을 구분하여 2차 공동사용 후보 대역을 도출하면 표 5와 같다. 여기에서 면허 필요 1차 공동사용의 경우, 발굴된 주파수 대역에서 5개 지역 이상의 지역에서 사용 가능한 주파수 대역을 후보 대역으로 설정하였다. 이는 주파수 사용이 극히 일부 지역에만 사용될 경우, 서비스 제공 대상으로서 가치가 극도로 상실될 수 있으며, 서비스의 보편적 성향을 만족시키지 못하기 때문이다. 반면에 면허 불요 2차 공동사용의 경우에는 발굴된 모든 대역이 후보 대역으로 설정될 수 있다⁸⁾.

3-2 분석 방법

대역별 공동사용에 따른 사회경제적 가치분석 방법은 표 6의 조사표에서 보는 바와 같이, 공동사용 후보 대역 별로 공동사용의 이용권 형태와 공동사용 유형별 가능한 서비스 군을 대상으로 서비스 시장, 기기 시장에 대한 경제성 분석과 사회적 파급 효과 분석 결과를 종합하는 방법을 적용하였다.

이 때 경제성 분석에서는 가능한 서비스 유형별로 창출되는 서비스 시장과 기기 시장의 크기를 판단하여 상(H), 중(M), 하(L) 3등급으로 구분하여 적용하도록 하였다. 사회적 파급 효과 분석에서는 서비스 제공에 따른 재난 예방, 소비자 후생 등 파급 효과의 크기를 상(H), 중(M), 하(L) 3등급으로 구분하여 적용하였다. 이들의 결과를 종합하여 다시 상(H), 중(M), 하(L) 3등급으로 구분하되, + 또는 -를 적용

표 6. 후보 대역 유형별 공동사용분석(조사표)

Table 6. Survey table of spectrum sharing analysis.

후보 대역 (GHz)	가능 대역 폭 (MHz)	공동 사용 형태	이용권 형태	서비스 시장 유형	장비 시장 유형	경제적 가치				비고
						서비스 시장	장비 시장	파급 효과	총합	
1.44~1.526	75	R	Authorized Secondary Access	ASA서비스	E1,E2					지역서비스 불국면
			Horizontal Shared Secondary Access	스마트홈	E1,E2					지역서비스 불국면
1.695~1.71	15	S	Shared Primary Access	공공서비스	E1,E2					지역서비스 불국면
			Horizontal Shared Secondary Access	M2M서비스	E2,E3					지역서비스 불국면
1.71~1.745	35	T,R	Shared Primary Access	M2M서비스	E2,E3					지역서비스 불국면
			Horizontal Shared Secondary Access	스마트홈	E1,E2					
2.9~3.1	186	T,R	Shared Primary Access	이동통신	E1,E2					
			Horizontal Shared Secondary Access	공공서비스	E1,E2					
3.6~3.8	200	S,R	Shared Primary Access	M2M서비스	E2,E3					지역서비스 불국면
			Horizontal Shared Secondary Access	스마트홈	E1,E2					
3.8~3.9	100	S,R	Shared Primary Access	이동통신	E1,E2					지역서비스 불국면
			Horizontal Shared Secondary Access	스마트홈	E1,E2					
3.9~4.0	100	S,R	Shared Primary Access	M2M서비스	E2,E3					지역서비스 불국면
			Horizontal Shared Secondary Access	스마트홈	E1,E2					
4.0~4.145	145	T,R	Shared Primary Access	공공서비스	E1,E2					
			Horizontal Shared Secondary Access	스마트홈	E1,E2					
4.45~4.50	45	T,R	Shared Primary Access	M2M서비스	E2,E3					지역서비스 불국면
			Horizontal Shared Secondary Access	스마트홈	E1,E2					

할 수 있도록 하였다. 이러한 판단은 소수(10명 적용)의 IT 시장 및 경제성 분야 전문가⁸⁾들을 대상으로 1:1 대면에 의한 설문조사 방법을 적용하였다.

3-2-1 경제성 분석을 위한 가정

경제성 분석을 실시함에 있어 적용되는 서비스의 기술적 상황, 시장상황에 대한 몇 가지 판단기준을 필요로 한다. 이에 대비해서 경제성 판단에 영향을 줄 수 있는 기술적 상황과 시장상황에 대한 요소에 대하여 다음과 같은 가정을 적용하였다. 첫째, 전파의 기술적 특성에 따른 경제성은 가치가 큰 방향으로 적용하며, 대역폭의 크기에 따른 서비스의 한계가 작용할 수 있으므로 이 한계에 의하여 결정되는

8) 전문가는 경제/경영/산업공학을 전공한 정보통신분야 5년이상 연구자를 대상으로 하였음. 전공은 경제학 4명, 경영학 3명, 산업공학 4명으로 박사 7명, 석사 3명임.

서비스 대상은 그대로 적용하도록 한다. 둘째, 서비스 시장에서 주파수 이용 권한의 차이에 따라 경제적 효과가 다르게 판단될 수 있으나, 이러한 차이에 의한 판단은 서비스 대상에 대한 판단의 선입견을 줄 수 있으므로 주파수 이용 권한의 차이에 따른 경제성 차이는 고려하지 않도록 한다. 셋째, 대상 서비스가 개시된 후 시장의 성숙도에 따라 경제성이 다르게 나타날 수 있으나, 이러한 차이는 서비스를 판단하는 데 편견을 가져올 수 있으므로 시장 성숙도에 따른 경제성 차이는 고려하지 않도록 한다. 넷째, 대상 서비스의 정책적 실현 가능성에 따른 경제성 차이가 나타날 수 있으나, 문제의 단순화를 위하여 정책 실현가능성의 차이에 의한 경제적 가치의 차이는 고려하지 않도록 한다. 다섯째, 시장에서는 서비스 및 장비의 공급 가능성 및 시기의 적합성 차이에 의하여 경제적 판단이 달라질 수 있으나, 문제의 단순화를 위하여 이러한 차이에 의한 경제적 가치의 차이는 고려하지 않도록 한다. 여섯째, 여기에서 판단하는 시장의 크기는 서비스가 개시된 후 성숙된 시장이 될 때까지 똑같이 적용하여 누적되는 상업용 시장의 크기를 판단의 기준으로 하여 적용한다. 따라서 여기에서는 가치분석을 통한 판단 시 주파수 공동사용에 의하여 창출될 수 있는 서비스시장, 장비시장 및 사회적 파급 효과의 크기만을 고려하도록 하며, 다른 기술적 상황, 정책적 상황, 시장 상황의 차이에 의하여 나타날 수 있는 변화는 고려하지 않도록 하였다.

3-2-2 서비스 시장(Service Market)의 분석 방법

공동사용 대역에서의 서비스 시장은 서비스 유형에 따라 경제성이 달라질 수 있다. 이들 서비스 유형은 단일 대역에서 제공할 수 있는 서비스 유형이 대역 특징에 따라 달라질 수 있다는 점에서 다른 유형으로 구분할 수 있다. 이와 같이 서비스 유형을 구분하는 데 있어 여기에서는 단일 대역으로 제공 가능한 서비스 그룹으로 유형을 달리 하고자 한다. 이러한 점에서 최근 다양하게 등장하고 있는 서비스들의 주파수 대역 이용 특징을 구분하여 다음과 같이 6가지 유형으로 구분하였다.

- (1) (S1) 이동 통신서비스(Mobile Broadband Ser-

vice): 모바일 환경에서 인터넷 제공 등 다양한 광대역 주파수 이용 특징을 갖고 있는 서비스

- (2) (S2) WiFi(Hot Spot), Wibro, 이동 통신 Offloading 서비스: hot spot 지역에서 광대역 무선통신을 제공하는 서비스 군으로서 광대역서비스가 가능하여 폭발적으로 증가하는 이동 통신 서비스의 트래픽에 대한 부하를 줄이는 수단으로서도 활용되는 서비스
- (3) (S3) ASA 서비스: 기존에 시설되거나 필요시 별도의 네트워크를 설치하여 특정 주파수 대역에서 증가하는 이동 통신서비스를 보조하기 위한 서비스
- (4) (S4) 공공서비스: 재난감시, 안전, 보안 교통감시, 철도 등 공공의 목적을 위하여 제공되는 공공감시 제어 서비스
- (5) (S5) M2M(Machine to Machine), T2T(Thing to Thing) 서비스: 스마트그리드, Healthcare, USN(Ubiquitous Service Network) 서비스 등 센싱 정보를 이용하는 다양한 네트워크 서비스
- (6) (S6) Smart Home, Smart Office, Smart Factory 서비스: 영상모니터링 등 가정, 사무실, 공장 등 제한된 지역에서 Intelligent한 스마트 기능을 구현하여 제공해 주는 서비스

서비스 시장의 경제성 분석은 공동사용 후보 대역에서 이들 유형에 따른 가능한 서비스 군의 경제적 가치를 상(H), 중(M), 하(L)로 판단하여 분석하였다.

3-2-3 장비시장(Equipment Market)의 분석 방법

공동사용 대역에서의 장비시장의 경제성 분석은 후보 대역에서의 유형별 서비스를 제공하는 데 따라 창출되는 단말, 네트워크 장비, 기기 및 관련 부품 소재 시장의 가치로서 다음과 같이 3가지 유형으로 구분하여 분석하였다.

- (1) (E1) 모바일 단말 및 관련 부품, 소자
- (2) (E2) 모바일네트워크 장비 및 관련 부품, 소자
- (3) (E3) 산업용 및 공공용 전파이용기기 및 관련 부품, 소자

장비시장의 경제성 분석은 공동사용 후보 대역에서 제공되는 서비스에 의해서 창출되는 가능한 장비시장의 특성에 따른 경제적 가치의 크기를 상(H), 중(M), 하(L)로 판단하여 분석하였다.

3-2-4 사회적 파급 효과의 분석 방법

공동사용 대역에서 각종의 서비스 제공에 따른 사회적 파급 효과는 다양하게 나타날 수 있다. 국가적 입장에서부터 지자체, 사회적 문제 및 개인에 이르기 까지 제공되는 서비스 특성에 따라 다양한 형태의 파급 효과가 나타날 수 있다. 여기에서는 이동통신서비스의 모바일 이용의 급증에 따른 개인의 후생효과부터 건강, 안전 등 공공목적의 공공서비스의 효과에 이르기까지 다음과 같은 사항을 대상으로 고려하였다.

- 공공안전 및 국가 안보 향상 효과
- 공공 Healthcare 대응 효과
- 교육훈련 고용 향상 효과
- 소비자후생(오락, 복지, 고령사회 대응 등) 향상 효과
- 시민참여(Social networking service 활용 등)
- 공동체 발전
- 일자리 창출 및 경제 성장
- 민간투자 확대 및 기업활동 향상 등

이들의 가능한 파급 효과를 종합적으로 판단하여 상(H), 중(M), 하(L)로 구분하였다.

IV. 후보 대역별 공동사용의 사회경제적 가치 분석 결과

후보 대역별 유형별 공동사용에 따른 사회경제적 가치 분석은 후보 대역의 현재이용 현황을 분석하여 사용가능한 공동사용형태(지역적(R), 시간적(T), 공간적(S) 사용 등)에 따른 이용권 형태와 가능한 서비스 시장의 유형별로 분석하여 종합적으로 판단하였다. 앞서 제시한 분석 방법에 의하여 주파수 공동사용 후보 대역에 대한 전문가 조사에 의한 사회경제적 가치 분석 결과를 정리하면 표 7과 같다.

4-1 1.44~1.526 GHz, 1.695~1.71 GHz 대역에서의 가치분석

표 7. 공동사용 후보 대역에서의 사회경제적 가치분석 결과

Table 7. Result of socio-economic value analysis of spectrum sharing.

후보 대역 (GHz)	가능 대역폭 (MHz)	현재 이용 현황	공동 사용 형태	이용권 형태	서비스 시장 유형	장비 시장 유형	가치분석			
							경제성		사회적 파급 효과	종합
							서비스 시장	장비 시장		
1.44~1.526	75	공공 사용 (지역적, 공간적으로 공유)	R,T	면허불요 2차공동사용	ASA서비스	E1,E2	M	M	H	M+
					스마트홈	E1,E2	M	M	M	M
					M2M서비스	E2,E3	M+	M	M	M
					WiFi서비스	E2	M	M	H	M+
1.695~1.71	15	기상 위성 방송 중계	S, R,T	(면허불요) 1차공동사용	공공서비스	E1,E2	M	M	M+	M
					M2M서비스	E2,E3	M	M	H	M
					스마트홈	E1,E2	M	M	M	M
					WiFi서비스	E2	M	M	M+	M
					M2M서비스	E2,E3	M	M	M+	M
1.71~1.745	35	공공 사용 (지역적)	R	(면허불요) 1차공동사용	이동통신	E1,E2	H	H	H+	H+
					공공서비스	E1,E2	M	M	M+	M
					M2M서비스	E2,E3	M	M	M+	M
					스마트홈	E1,E2	M	M	M	M
					WiFi서비스	E2	M	M	H	M+
2.9~3.1	186	공공 사용 (지역적, 일부전국적)	T,R	면허불요 2차공동사용	스마트홈	E1,E2	L+	M	M	M
					M2M서비스	E2,E3	M	M	M	M
					WiFi서비스	E2	M	M+	M+	M+
3.6~3.8	200	M/W중계 위성(해양 및 방송보조 우주임무 매머주에)	S	면허불요 2차공동사용	WiFi서비스	E2	M	H	H	H
					ASA서비스	E1,E2	M	M	M+	M
					스마트홈	E1,E2	M	M+	M	M+
					M2M서비스	E2,E3	M	M+	M+	M+
3.8~4.0	200	우주임무 방송보조 M/W중계 매머주에 활용	T,R	면허불요 2차공동사용	WiFi서비스	E2	M	H	H	M+
					스마트홈	E1,E2	M	M+	M	M
					M2M서비스	E2,E3	M	M+	M+	M+
4.0~4.145	145	M/W중계 우주임무 위성통신 사업통신 항공기통신 항공기통신 보조	T,R	면허불요 2차공동사용	WiFi서비스	E2	M	M+	H	M+
					스마트홈	E1,E2	M	M+	M	M
					M2M서비스	E2,E3	M	M+	M+	M+
4.455~4.50	45	M/W중계 우주임무 위성통신 사업통신 매머주에	T,R	면허불요 2차공동사용	WiFi서비스	E2	M	M+	M+	M+
					스마트홈	E1,E2	M	M+	M+	M+
					M2M서비스	E2,E3	M	M	M+	M

(주) 가치평가지 상(H), 중(M), 하(L)로 구분하며, 각각의 경우 중간값과의 차이를 구분하기 위하여 '+', '-', '0'를 적용함. 즉, H+는 '상의 상단', M+는 '중의 상단', H-는 '상의 하단', M-은 '중의 중단' 값을 의미함.

1.44~1.526 GHz 대역에서는 현재 공공사용 대역으로서 지역적으로 공대공으로 사용하고 있어 지역적·시간적으로 공동사용이 가능하다. 이용권 형태는 공공사용의 특수성에 따라 2차 공동사용이 가능할 것으로 판단된다. 가능한 대역폭은 75 MHz로서 광대역 서비스가 가능하므로 ASA 서비스(S3), 스마트홈서비스군(S6), M2M 서비스군(S5), WiFi 서비스군(S2) 등의 서비스 제공이 가능할 것으로 판단된다.

이들에 대한 가치분석 결과는 표 7에서 보는 바와 같이 면허 필요 2차 공동사용에서는 ASA 서비스, 면허 불요 2차 공동사용에서는 WiFi 서비스 군의 가치가 높게 나타났다. 1.695~1.71 GHz 대역에서는 현재 기상 및 위성용으로 사용하고 있어 공간적으로 공동사용이 가능하다. 이 경우, 사용 가능한 대역폭이 15 MHz로서 표 7에서 보는 바와 같이 면허 필요 1차 공동사용으로 공공서비스, M2M 서비스가 가능하고, 면허 불요 2차 공동사용으로는 스마트홈 서비스, WiFi 서비스, M2M 서비스 군 등의 사용이 가능할 것으로 분석되었다.

4-2 1.71~1.745 GHz 대역에서의 가치분석

이 대역은 현재 지역적으로 공공사용 중인 대역으로 가능한 대역폭은 35 MHz이다. 하지만 유럽, 미국 등에서 이동 통신용으로 사용하기 위한 공공사용 대역의 이전을 계획하고 있는 대역으로서 향후 이동 통신대역으로서 이용이 계획되고 있다. 가치 면에서도 표 7에서 보는 바와 같이 공공서비스, 스마트 홈 서비스, WiFi 서비스 및 M2M 서비스를 고려할 수 있으나, 이동 통신으로서 효과가 가장 클 것으로 조사되어 1차 공동사용 대역으로 이동 통신 서비스가 가장 적합할 것으로 분석되었다.

4-3 2.9~3.1 GHz 대역에서의 가치분석

이 대역은 현재 지역적 및 일부 전국적으로 공공사용 중인 대역이다. 따라서 이 대역에서는 표 7에서 보는 바와 같이 시간적, 지역적으로 면허 불요 2차 공동사용이 가능할 것으로 판단된다. 이러한 특성으로 볼 때 Hot spot 지역에서 2차 공동사용이 가능한 스마트홈서비스, M2M 서비스, WiFi 서비스 등에 적합할 것으로 분석되었다.

4-4 3.6~3.8 GHz 대역에서의 가치분석

이 대역은 현재 마이크로웨이브 중계, 위성 업무, 방송보조 및 우주업무, 아마추어 등에 분배되어 있다. 이들 업무의 특성으로 볼 때 공간적인 방향에 제한되어 있어 공간적으로 공동사용이 가능할 것으로 보인다. 표 7에서 보는 바와 같이 전체적으로 면허 불요 2차 공동사용에서는 WiFi 서비스, ASA 서비스,

스마트홈 서비스, M2M 서비스 등에 사용할 수 있다. 가치 분석 면에서는 WiFi 서비스가 상대적으로 우수할 것으로 분석되었다.

4-5 3.8~4.0 GHz 대역에서의 가치분석

현재 이 대역은 마이크로웨이브 중계, 우주업무용으로 사용하고 있으나, 소규모의 대역폭으로 인하여 전국적인 공공서비스, M2M 서비스 등이 1차 공동사용으로 사용 가능할 것으로 판단되었다. 가치분석 면에서는 표 7에서 보는 바와 같이 공공서비스가 더 우수할 것으로 분석되었다. 하지만 2차 공동사용을 고려한다면 3.8~4.0 GHz의 대역폭 200 MHz 대역이 모두 사용 가능할 것으로 판단된다. 이 대역에서는 시간적, 지역적으로 면허 불요 2차 공동사용으로서 광대역 서비스가 가능하므로 WiFi 서비스, 스마트홈 서비스, M2M 서비스 모두 가능할 것으로 분석되었다.

4-6 4.0~4.50 GHz 대역에서의 가치분석

표 7에서 보는 바와 같이 4.0~4.145 GHz 대역의 대역폭 145 MHz 대역은 현재 마이크로웨이브 중계, 우주업무, 산업통신, 어업통신, 항공기 전파고도계 등에 사용하고 있어, 지역적으로 제한된 지역에서만 1차 공동사용이 가능하다. 하지만 면허 불요 2차 공동사용의 경우에는 광대역 사용이 가능하므로 WiFi 서비스, 스마트 홈서비스, M2M 서비스 등에 사용할 수 있을 것으로 판단되며, 가치분석을 실시한 결과, WiFi 서비스가 적합한 것으로 분석되었다.

V. 결 론

최근 무선 트래픽이 급증하는 환경에서 한정된 주파수 자원의 이용효율을 극대화하기 위하여 주파수 자원을 공동 사용할 수 있는 기술 개발, 정책 수립, 그리고 새로운 응용서비스의 창출 등이 시급한 과제로 떠오르고 있다. 본 논문에서는 이러한 요구에 부응하여 주파수 이용과 관련하여 한국에서의 사례를 바탕으로 주파수 공동사용을 위한 사회 경제적 가치 분석을 실시하였다. 이를 위하여 현재 사용되는 주파수 이용현황을 바탕으로 1.4~4.5 GHz 대역 구간에서 공동사용이 가능한 후보 대역 910 MHz 대

역에 대한 사회경제적 가치를 분석, 제공 가능한 서비스 유형과 공동사용형태를 제시하였다. 이러한 분석을 통하여 다음과 같은 연구 성과를 얻었다.

첫째, 공동사용 발굴 대역에서의 응용서비스를 도출하였다. 미래의 전파세상에서 주파수를 많이 필요로 하는 서비스로서, 이동 통신, WiFi(이동 통신 off-loading 포함), ASA, 공공서비스, M2M, smart home/factory서비스를 제시하였다.

둘째, 상기 응용서비스를 토대로 경제적 가치와 사회적 파급 효과를 평가하였다. 평가 결과, 1.71~1.745 GHz 대역에서 이동 통신과의 공동사용이 가치가 가장 높았고, 3.6~4.145 GHz 대역의 WiFi 서비스로서 가치가 높게 나타났다. 그 다음으로는 공공 서비스에 대한 가치가 높게 평가되었다.

References

- [1] Simon Forge, Robert Horvitz, and Colin Blackman, "Perspectives on the value of shared spectrum access", *Final Report for the European Commission*, SCF Associates Ltd., Feb. 2012.
- [2] Jon M. Peha, "Sharing spectrum through spectrum policy reform and cognitive radio", *Proceedings of the IEEE, Special Issue on Cognitive Radio*, vol. 97, no. 4, p. 714, 2009.
- [3] A. Hulbert, Z. Dobrosavjevic, "Study into mixed sharing - Converged solutions", *Final Report, Number 72/04/R/107/U, Roke Manor Research*, 2004, <http://stakeholders.ofcom.org.uk/binaries/research/technology-research/ay4587.pdf>
- [4] M. A. McHenry, "NSF spectrum occupancy measurements", *Project Summary*(2005), <http://www.sharredspectrum.com>
- [5] V. Valenta, et al. (2010) "Survey on spectrum utilization in Europe: measurements, analyses and observations", *Paper presented at the 5th International ICST Conference on Cognitive Radio Oriented Wireless Networks and Communications(CROWNCOM-2010)*, Cannes, France, http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/49/20/21/PDF/paper9220_valenta.pdf
- [6] 김창주, 강영홍, 계경문, 김영수, 박덕규, 박석지, 배정기, 윤현보, "주파수 공동사용 정책 및 주파수 이용권 분석", *한국전자과학회논문지*, 24(8), pp. 805-819, 2013년 8월.
- [7] 오세준, 강영홍, 배정기, 박덕규, "1~4.5 GHz 대역내의 공동사용 후보 주파수 대역 발굴", *한국전자과학회논문지*, 24(8), pp. 820-830, 2013년 8월.

박 석 지



1975년 2월: 고려대학교 금속공학과 (공학사)
1978년 9월: 고려대학교 산업공학과 (공학석사)
1984년 9월: 고려대학교 산업공학과 (공학박사)
1994년 8월~1995년 7월: 영국만체스터대학 PREST 방문연구원

1984년 3월~현재: 한국전자통신연구원 기술경영연구소장, 기획관리본부장 역임
현재: 창의미래연구소 책임연구원
[주 관심분야] 전파정책, 전파산업, 정보통신기술정책, 정보통신정책

박 덕 규



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

총합연구소
1995년~현재: 목원대학교 정보통신공학과 교수
2002년: 일본 전자정보통신학회(IEICE) 우수논문상 수상
[주 관심분야] 무선 통신, 주파수분배, 소출력, 무선설비 기술기준

김 창 주



1976년~1980년: 한국항공대학교 전자공학과 (공학사)
1986년~1988년: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 (공학석사)
1989년~1993년: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 (공학박사)
1979년 12월~1983년 3월: 국방과학

연구소 연구원
1983년 3월~현재: 한국전자통신연구원 책임연구원
1994년~1998년: 한국전자통신연구원 전파신호처리연구실장
1999년~2001년: 한국전자통신연구원 이동 통신모뎀연구부장
2003년~2010년: 한국전자통신연구원 전파기술연구부장
[주 관심분야] 이동 통신, 전파기술, Cognitive Radio 기술 등