

스펙트럼 사용계수를 이용한 스펙트럼 정량화 측정

Measurement of Spectrum Quantification Using Spectrum Use Factor

신용섭 · 홍익표* · 김영수** · 박한규

Yong-Seop Shin · Ic-Pyo Hong* · Young-Soo Kim** · Han-Kyu Park

요 약

본 논문에서는 임의 위치에서 기존의 무선 통신 시스템에서 사용되는 주파수 대역이 전체 스펙트럼 자원에 존재하는 비율로서 정의되는 스펙트럼 사용 계수를 이용하여 스펙트럼 사용량을 정량적으로 나타내는 방법을 제안하였다. 기존 무선 시스템과 동일 공간에서 스펙트럼을 사용하기 위해 기존 시스템의 안테나 패턴과 송신 전력 등의 함수로 스펙트럼 사용 계수를 나타내었고, 계산된 결과를 서울 지역의 실제 고정 서비스 무선국에 적용하여 스펙트럼 사용량을 계산하였다. 본 논문에서 나타낸 스펙트럼 사용 계수를 이용하면 새로운 무선 시스템을 동일 공간에서 사용하고자 하는 경우 사용되는 스펙트럼을 정량적으로 나타낼 수 있기 때문에, 스펙트럼이 사용되지 않는 공간을 단순한 빈 공간이 아닌 정량적으로 나타낼 수 있게 되어 스펙트럼 공간을 효율적으로 사용할 수 있다.

Abstract

In this paper, spectrum use factor as the ratio between used spectrum bandwidth by the existing system and total spectrum resources at specific locations was derived and calculated. Spectrum use factor was also presented as a function of antenna patterns and transmitter power of existing systems. Real spectrum use factor was calculated for fixed radio station as a validity of this paper. With the results of this paper, we can use the spectrum more efficiently because the white space of spectrum space is replaced by the quantificated spectrum space.

Key words : Spectrum Use Factor, Spectrum Quantification

I. 서 론

최근 유비쿼터스 시대가 도래하면서 네트워킹의 All-IP 화와 지능화, 개인화 서비스로 스펙트럼 이용 환경이 급격하게 변화하고 있다. 또한 스펙트럼 이용은 종래에는 통신, 방송 등의 고유한 업무 영역에 한정되었지만 IT839 정보화 사회와 함께 국민 생활의 모든 영역으로 확산되고 있어 국가 성장 동력으로서 스펙트럼 자원의 중요성이 증대하고 있다^[1]. 생활 공간 모든 영역에서 무선망 구축으로 인간 활동이 스펙트럼을 이용한 전파 통신에 기반하고 있으

며, 가정 직장 및 교통, 복지, 교육 등 국민 생활 전 분야에서 정보 기술(Information Technology: IT) 서비스 이용이 급증하고 있다^[2]. 유비쿼터스 시대에는 스펙트럼이 보편적으로 이용될 뿐만 아니라, 광대역화, 다양화, 특정 대역의 편중이 심화되며 따라서 스펙트럼 자원의 경제적 가치가 증가하는 등 스펙트럼의 고가치화 추세가 예상되고 있다. 기술적으로는 코드분할 접속 방식(Code Division Multiple Access: CDMA), 직교 주파수 분할 접속 방식(Orthogonal Frequency Division Multiple Access), 초광대역 통신(Ultrawideband: UWB) 및 인지 라디오(Cognitive Radio:

연세대학교 전기전자공학부(Dept. of Electrical and Electronic Engineering, Yonsei University)

*공주대학교 정보통신공학부(Dept. of Information and Communication Engineering, Kongju National University)

**경희대학교 전자정보공학부(Dept. of Electronic and Information Engineering, Kyunghee University)

· 논문 번호 : 20051219-145

· 수정완료일자 : 2006년 1월 11일

CR) 등 스펙트럼 공유 기술의 발전과 새로운 광대역 무선 통신 기술의 출현으로 기존 통신 서비스가 융합되고 있고, 통신과 방송 융합은 물론 다양한 신규 서비스 출현이 급증하고 있다^[3]. 스펙트럼 이용은 차세대 이동 통신, 디지털 이동 방송(Digital Mobile Broadcasting: DMB), 유비쿼터스 센서 네트워크(Ubiquitous Sensor Network: USN), 텔레메틱스, 홈 네트워크 등 실생활에 편리하게 활용될 수 있는 다양한 신기술 서비스로 확대되면서 수요가 급증하고 있으며, 개별 서비스들의 진화 및 서비스 간 결합으로 시장별 스펙트럼 자원의 수요도 변화하고 있다. 또한 스펙트럼을 이용한 전자 통신 산업은 통신 서비스의 라이프 사이클 감소, 유사 서비스 간 경쟁 심화에 따른 스펙트럼 자원의 수요와 공급의 불균형 현상이 발생하여 수요 환경 변화에 따른 스펙트럼 자원의 수요와 공급 재조정에 대한 요구가 증가하고 있으며, 시장의 불확실성의 증대에 따라서 주파수 할당 및 이용권 관련 제도의 시장 및 기술 변화 반영이 필요하고 보다 유연한 스펙트럼 관리 정책이 필요하다^{[1],[4]-[7]}.

스펙트럼 관리 정책에 있어 중요한 요소 중 하나가 기존 무선 시스템과 새로 도입하는 무선 시스템 간의 간섭에 따른 양립성 확보 문제이며, 양립성 확보에 필수적인 내용 중 하나는 어느 지점에서의 스펙트럼 사용을 어떻게 정량적으로 표시할 수 있는지에 관한 것이다. 본 논문에서는 스펙트럼 사용계수(Spectrum Use Factor: SUF)라고 하는 전체 주파수 대역에 대해 기존 시스템에 의해 사용되는 주파수 자원의 비율을 이용하여, 각 위치에 대한 스펙트럼 사용 대역폭과 스펙트럼 사용량을 정량화 할 수 있는 방법에 관하여 연구하였다. 첫 번째 절에서는 스펙트럼 사용 계수의 정의와 계산 과정에 관하여 기술하였으며, 논의된 결과를 이용하여 서울 지역의 7 GHz 대역의 고정 무선국에 대한 여러 위치의 스펙트럼 사용 대역폭과 스펙트럼 사용 계수를 계산하여 본 논문에서 논의된 스펙트럼 사용 계수가 스펙트럼 사용량을 정량적으로 표현하는데 유용하게 사용될 수 있음을 보였다.

II. 스펙트럼 사용 계수

스펙트럼 사용 계수는 어떤 위치에서 전체 스펙트럼 자원에 존재하는 기존의 무선 통신 시스템에서

사용되는 주파수 대역의 비율로서 정의된다^{[8],[9]}. 또한, 새로운 시스템을 위해 임의로 선택된 주파수와 같은 자원들이 그 위치에서 사용이 불가능하게 될 확률로도 표현될 수 있다. SUF 값은 스펙트럼 공간 내에서 시험 위치(test points)라고 할 수 있는 균일하게 간격을 가진 위치들에서 계산될 수 있다. 예를 들어, 시험 위치에서 기존 시스템 송신기에 의해 사용되는 주파수에서는 만약 새로운 수신기 안테나 주빔이 기존 시스템 송신기를 향하고 있다면 시험 위치에서 새로운 수신기 사용이 불가능하게 될 것이다. 기존 시스템 송신기에 의해 사용되는 시험 위치에서의 자원의 일부분을 송신기 SUF(SUFT)라고 하며 기존 수신기에 의해 사용되는 자원의 일부분을 수신기 SUF(SUFR)이라고 한다. SUF 값은 기존 시스템들과 기존 시스템이라고 하는 가상 시스템의 기술적인 특성에 달려 있다. 기존 시스템의 특성은 주파수 관리 시스템의 데이터베이스로부터 얻을 수 있으며 기존 시스템의 특성은 시험 위치에서 새로운 시스템을 도입하고자 하는 사용자에게 의해 가정된다.

2-1 스펙트럼 사용 계수의 계산

앞서 설명한 바와 같이 기존 시스템 송신기 근처 시험 위치에서 기존 시스템과 동일한 주파수 사용은 기존 시스템 수신기가 기존 시스템의 송신기로 인한 간섭때문에 사용할 수 없다. 이러한 간섭을 방지하기 위한 방법으로 두 시스템간의 물리적인 거리, 서로 다른 주파수의 선택, 선택적 시간 할당 및 방향성 안테나의 사용과 같은 방법이 사용될 수 있다. 본 논문에서는 기존 시스템이 어떤 특정 위치에서 동작을 할 것인가 말 것인가 하는 것을 결정하는 인자로 기존 시스템의 주파수와 안테나의 방향으로 설정하고 이러한 파라미터들을 사용하여 SUF를 계산하고자 하였다^[9].

그림 1에 시험 위치에서 기존 시스템에 의해 주파수 대역내의 스펙트럼 자원이 사용되는 가를 나타내기 위한 예를 도시하였다. 이 그림에서 기존 시스템 송신기들은 시험 위치에 대해서 80°, 220°, 340°의 방향에 위치하고 있다. 80°에 위치한 기존 시스템 송신기는 저주파수 대역의 작은 팔각형 영역에서 사용되고 있으며, 기존 시스템 수신기에 대한 간섭은 기존 시스템 수신기가 이 주파수 영역을 사용하고 안테나

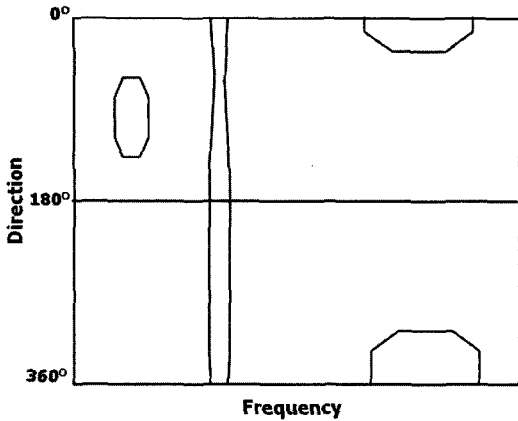


그림 1. 임의의 주파수 대역에서 기존 시스템 송신기에 사용되는 주파수와 방향 예

Fig. 1. Examples of frequency and direction used in existing systems.

주 빔의 방향이 그림과 같은 80° 방향을 향하게 된다면 발생하게 된다.

두 시스템의 간섭에 대한 기준은 기존 시스템과 기존 시스템간의 주파수와 거리의 함수로 주어지는 간섭 전력 대 반송파 전력의 비(C/I)의 임계값으로 주어진다. 이 값은 또한 보호비라고도 하며, 만약 기준 시스템 수신기에서 C/I비가 임계값 C/I_{th}보다 작으면 간섭이 있다고 가정할 수 있다. 기존 시스템 송신기로부터 기준 시스템 수신기에 대한 반송파 전력은 식 (1)과 같다.

$$C = P_D + G_D + G_R - L_P(d_D) \quad (1)$$

여기서, C는 기준 시스템 수신기에서 수신하는 반송파 전력[dBW], P_D는 기준 시스템 송신기 전력[dBW], G_D는 송신기의 안테나의 주 빔 이득[dBi], G_R은 수신기 안테나 주 빔 이득[dBi], d_D는 송신기와 수신기 사이 거리[m] 그리고, L_P(d_D)는 거리 d_D에 따른 전파 경로 손실[dB]이다.

기존 시스템으로부터 기준 시스템에서 수신되는 반송파 전력은 기존 시스템의 시스템 특성을 가진 데이터베이스와 기존 시스템으로 가정된 시스템 특성으로부터 계산될 수 있다. 간섭을 일으키는 기존 시스템 송신기로부터 수신기에서 수신되는 간섭 전력은 식 (2)와 같이 주어진다.

$$I = P_I + G_I(\theta_I) + G_R(\theta_R) - L_P(d_I) - OTR \quad (2)$$

여기서, I는 수신기에서의 수신하는 간섭 전력[dBW], P_I는 간섭 송신기의 전력[dBW], G_I(θ_I)는 간섭 송신기의 주 빔과 수신기가 θ_I로 벗어난 방향으로의 간섭 송신기의 안테나 이득[dBi], G_R(θ_R)는 수신기의 주 빔과 간섭 송신기 방향과 θ_R로 벗어난 수신기의 안테나 이득[dBi], d_I는 간섭 송신기와 수신기 사이의 거리이며, 그리고, OTR(On-Tune Rejection)은 수신기 IF 필터에 의한 간섭 신호 제거량[dB]을 나타내는 값이다. OTR은 간섭 신호의 대역폭 BW_I[MHz]이고 수신기의 IF 대역폭 BW_R[MHz]일 때 다음과 같이 주어진다.

$$OTR = \begin{cases} 10 \log (BW_I/BW_R) & \text{if } BW_I > BW_R \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

식 (2)에서 경로 손실과 안테나 이득에 관련된 항들은 하나의 전송 손실로 식 (4)와 같이 나타낼 수 있다.

$$L_I = L_P(d_I) - G_I(\theta_I) - G_R(\theta_R) \quad (4)$$

식 (4)에서 L_I는 기존 시스템 간섭 송신기와 기준 시스템 수신기 사이 전송 손실로 dB로 표현되는 값으로 식 (2)와 식 (4)로부터 식 (5)를 유도할 수 있으며

$$I = P_I - L_I - OTR \quad (5)$$

기존 시스템 수신기에서 반송파대 간섭 신호 비 C/I는 식 (6)으로 표현된다.

$$C/I = C - P_I + L_I + OTR \quad (6)$$

식 (6)을 이용하여 전송 손실의 임계값을 C/I 임계값으로 표현하면

$$L_{I_{th}}(\Delta f) = P_I - OTR - C + C/I_{th}(\Delta f) \quad (7)$$

로 표현할 수 있으며 Δf[MHz]는 기존 시스템과 기준 시스템 사이의 주파수 간격이다. P_I와 BW_I를 기존 시스템의 송신기 파라미터로부터 구할 수 있으며, 반면에 C와 BW_R은 기준 시스템 수신기 파라미터로부터 얻을 수 있다. 식 (7)은 기존 시스템과 기준 시스템의 안테나의 방향과 상대적인 위치와는 관계가 없게 된다.

기존 시스템과 기준 시스템 사이의 실제 전송 손실

L_I 는 그 위치의 함수로 주어지며, 식 (4)는 다음과 같이 일반화된 식으로 나타낼 수 있다.

$$L_I = L_p(d_I) - G_1(\theta_1) - G_2(\theta_2) \quad (8)$$

여기서, $G_1(\theta_1)$ 는 기준 시스템의 주 빔으로부터 θ_1° 벗어난 방향으로의 안테나 이득[dBi]이며, $G_2(\theta_2) =$ 기준 시스템의 주 빔으로부터 θ_2° 벗어난 방향으로의 안테나 이득[dBi]이다. 시험 위치의 좌표 값과 기준 시스템 안테나의 방향과 위치가 주어지면 식 (8)으로부터 안테나 방사 패턴과 전파 모델을 사용하면 $G_1(\theta_1)$ 와 $L_p(d_I)$ 를 구할 수 있다^{[9],[10]}.

2-2 스펙트럼 이용 대역폭 계산

어떤 시험 위치에서 스펙트럼 이용 대역폭(SUB), 즉, 기준 시스템이 그 점에서 사용하는 전체 대역폭은 다음과 같이 주어진다.

$$\begin{aligned} SUB &= BW_A \quad \text{for } L_I \leq L_{IthA} \\ &= BW_C \quad \text{for } L_{IthA} < L_I \leq L_{IthC} \\ &= 0 \quad \text{for } L_I > L_{IthC} \end{aligned} \quad (9)$$

여기서, SUB는 어떤 한 시험 위치에서의 스펙트럼 이용 대역폭[MHz], BW_C 는 동일채널 간섭이 발생할 수 있는 대역폭[MHz] 그리고, BW_A 는 동일 혹은 인접채널 간섭이 발생할 수 있는 대역폭[MHz]으로 식 (10)~(13)으로 주어진다.

$$BW_C = BW_I + BW_R \quad (10)$$

$$BW_A = 3 \times (BW_I + BW_R) \leq BW_{tot} \quad (11)$$

$$L_{IthA} = P_I - OTR - C \quad (12)$$

$$L_{IthC} = P_I - OTR - C + 60 \quad (13)$$

식 (8)에서 기준 시스템과 시험 위치의 좌표와 기준 시스템 안테나 방향 등을 기초로 하여 θ_1 와 d_I 를 계산할 수 있으나 θ_2 는 일반적으로 알려져 있지 않은데, 기준 시스템 안테나 주빔 방향이 기준 시스템 쪽으로 향하고 있다고 가정하면 식 (8)은 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$L_I = L_p(d_I) - G_1(\theta_1) - G_2(0) \quad (14)$$

식 (14)에 주어졌던 L_I 가 전송 손실 임계값인 L_{Ith} 보다 작으면, 기준 시스템은 그 테스트 점에서 대역

폭 BW_A 또는 BW_C 를 사용하고 있는 것이다.

2-3 스펙트럼 이용 계수 계산

전송 손실 임계값 L_{Ith} 를 기준 시스템 수신기 안테나의 주빔 각도 θ_{2th} 에 의해 나타내면 크기를 식 (14)로부터 식 (15)와 같이 결정할 수 있다.

$$G_2(\theta_{2th}) = L_p(d_I) - L_k(\Delta f) - G_1(\theta_1) \quad (15)$$

L_{Ith} 는 Δf 의 함수이므로 θ_{2th} 도 Δf 의 함수이다. 즉, 기준 시스템의 안테나 패턴 $G(\theta)$ 가 정해지면 Δf 에 따라 계산된 $G_2(\theta_{2th})$ 값을 $G(\theta)$ 와 비교하여 $G(\theta) > G_2(\theta_{2th})$ 조건을 만족하는 θ 의 범위를 계산한다. 한 개의 기준 시스템 송신기로부터 테스트 점에서 SUF는 그림 1에 주어진 패턴을 전체 면적으로 나눈 값을 의미하며 이 경우 SUF는 식 (16)으로 표현할 수 있다.

$$SUF = 1/BW_{tot} \int_{\theta_{2th}}^{\theta} 180df \quad (16)$$

테스트 점에서 SUF를 계산하기 위하여, 무선 중계 시스템에 대한 기준 안테나 패턴을 이용하면 40 dBi의 주빔 이득을 갖는 안테나의 기본 포락선 패턴은 그림 2와 같이 주어진다^{[11],[12]}.

III. Simulation

본 논문에서는 SUB와 SUF 값의 유용성을 검증하

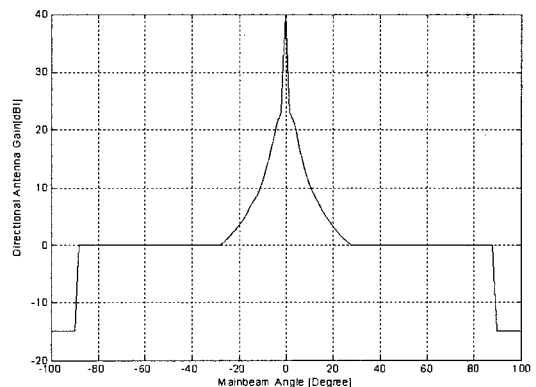


그림 2. 주 빔의 이득이 40 dBi인 경우의 안테나 빔 패턴
Fig. 2. Beam pattern of antenna with 40 dBi gain of main beam.

기 위하여, 실제로 서울특별시 및 경기도 일원의 7~8 GHz 사이의 고정국의 위치를 파악하고, 각 고정국 들 중 임의로 하나의 기존 시스템을 가정하고 나머지 4곳의 시험 위치를 설정하여 각 시험 위치에서의 SUB와 SUF를 구하였다. 마지막에 설정된 시험 위치 #4는 실제 무선국이 위치하지 않은 곳으로 기존 시스템과 평행한 방향으로 동쪽에 위치를 하는 점을 가정하였다.

조사 대상 주파수 범위는 7,750 MHz부터 7,900 MHz까지 BW_{tot}=150 MHz 대역을 선정하였다. 본 논문에서는 앞서의 기존 시스템에 대한 안테나 패턴의 주빔이 동쪽을 향하도록 가정을 하였기 때문에 직접

적인 간섭 영향을 받는 무선국을 가정하기 위하여 시험 위치 #4를 설정하였다. 본 논문에서 사용한 기존 시스템과 기준 시스템의 특성은 표 1과 같은 특성을 사용하였다. 그림 3에 기존 시스템과 테스트 점으로 설정한 기준 시스템을 각각 표시하여 나타내었다. 앞의 이론을 전개하면 각 테스트 점에서의 SUB와 SUF를 구할 수 있으며, 구한 값을 표 3에 나타내었다. SUB가 갖는 의미는 그 테스트 지점에서 기존 시스템이 사용하고 있는 대역폭의 양을 의미한다. 실제로 기존 시스템은 150 MHz의 전체 대역폭을 가지고 있지만 안테나 패턴 및 거리에 따라서 테스트 점에서 사용하는 대역폭, SUB가 다르게 된다.

본 논문의 계산 결과 SUB는 시험 위치 ①, ②, ③

표 1. 기존 시스템과 기준 시스템의 가정된 특성
Table 1. Assumed parameters of existing system and test systems.

	기존 시스템	기준 시스템 (테스트점)
안테나 주 빔 방향	90°(동쪽 방향)	-
주파수[MHz]	7,825.0	-
송신전력[dBW]	3.0(2 W)	-
대역폭[MHz]	40.0	20.0
안테나 이득[dBi]	40.0	40.0
안테나 높이[m]	30.5	30.5
수신 반송파 전력 [dBW]	-	-60.0

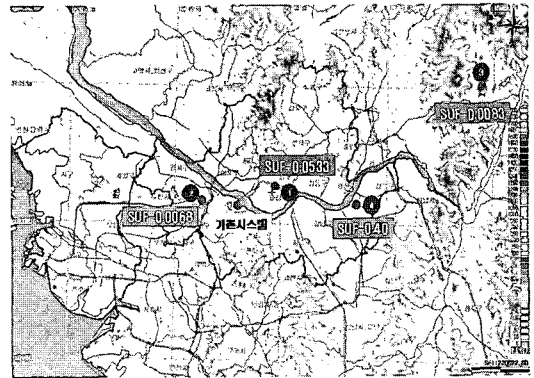


그림 3. 기존 시스템과 각 시험 위치들의 SUF 값
Fig. 3. SUF of existing system and test points.

표 2. 기존 시스템과 시험 위치의 좌표값
Table 2. Locations of existing system and test points.

	기존 시스템	시험 위치 #1	시험 위치 #2	시험 위치 #3	시험 위치 #4
위치	서울 영등포구 여의도동	서울 용산구 용산동	서울 양천구 목동	경기 남양주시 화도읍	임의가정
위도	37°31'N	37°32'N	37°31'N	37°40'N	37°31'N
경도	126°55'E	126°59'E	126°52'E	127°18'E	127°10'E

표 3. 계산된 SUB와 SUF
Table 3. Calculated SUB and SUF.

	시험 위치 ①	시험 위치 ②	시험 위치 ③	시험 위치 ④
d_1	6.1602 km	4.4069 km	37.6434 km	22.0344 km
SUB	60 MHz	60 MHz	60 MHz	150 MHz
SUF	0.0533	0.0068	0.0083	0.4000

에서 모두 60 MHz로 계산이 되었으나, 시험 위치 ④에서는 150 MHz로 계산이 되어, 빔의 방향이 시험 위치 ④를 향하고 있기 때문에 기존 시스템이 완전하게 영향을 주고 있다는 사실을 확인할 수 있다. 표 1에 나타난 d_1 값은 기존 시스템으로부터 시험 위치까지의 거리를 나타낸 것으로, 시험 위치 ②와 기존 시스템의 거리가 가장 가까워서 간섭이 클 것으로 예상이 되지만 그림 3에서 보면 시험 위치 ②가 기존 시스템의 안테나 주빔 방향의 후면에 위치하기 때문에 간섭을 덜 받게 되고 따라서 스펙트럼의 사용량도 가장 적은 값을 갖는 것을 확인할 수 있다. SUF 값은 역시 시험 위치 ④에서 0.40으로 가장 큰 값을 가지며, 이는 기존 시스템 안테나 주빔 방향과 같은 위치에 시험 위치가 위치하고 있기 때문이다.

그림 4와 그림 5에는 각각 기존 시스템 송신기의 전력 변화에 따른 SUF의 변화와 기존 시스템 대역폭의 변화에 따른 SUF의 변화를 시험 위치점들에 대하여 나타내었다. 그림 4로부터 시험 위치 #4의 경우 송신기의 전력 변화에 관계없이 SUF는 0.40으로 일정한 값을 유지하지만, 다른 시험 위치들은 전력이 증가함에 따라 SUF 값이 약간씩 증가된다는 사실을 확인할 수 있다. 이는 SUF의 정의가 기존 시스템 수신기가 차지하는 스펙트럼 면적이기 때문에 같은 방향에 대해서는 면적의 변화가 없어 0.40을 유지하지만, 다른 방향의 경우에는 송신기의 전력 변화에 따라 안테나 패턴의 부엽 크기가 변하기 때문에

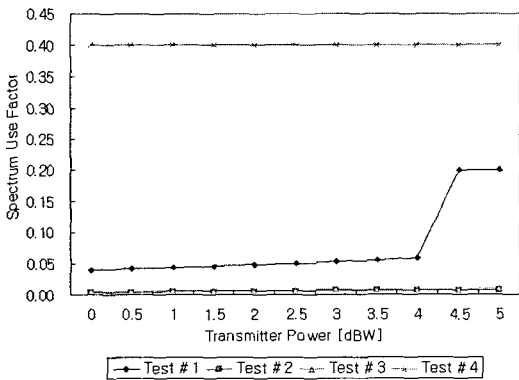


그림 4. 기존 시스템 송신기 전력 변화에 따른 SUF 변화

Fig. 4. SUF with the variation of transmitter power in existing system.

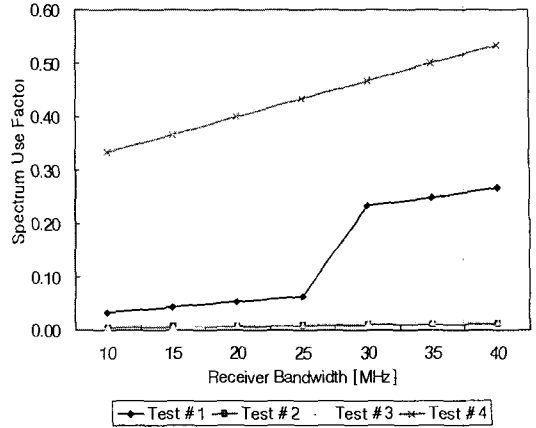


그림 5. 기존 시스템 수신기 대역폭 변화에 따른 SUF 변화

Fig. 5. SUF with the variation of receiver bandwidth.

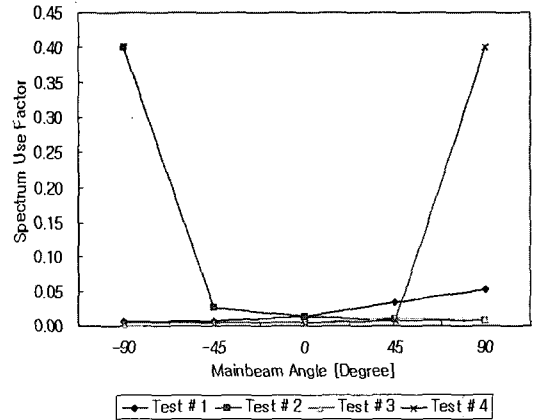


그림 6. 송신기 안테나 주빔각도에 따른 SUF 변화

Fig. 6. SUF with the variation of main beam angle of transmitter antenna.

증가하는 것으로 예상된다. 그림 5에는 기존 시스템 수신기 대역폭의 변화에 따른 SUF 값의 변화를 나타낸 것으로 수신기의 대역폭 변화는 SUF 값에 직접적으로 영향을 미치는 것을 확인할 수 있으며, 수신기 대역폭이 증가함에 따라 SUF 값도 증가함을 확인할 수 있다. 그림 6에는 기존 시스템 송신기의 안테나 주빔 방향에 따른 SUF 값을 나타낸 것으로 안테나 주빔 방향이 서쪽(-90°)을 향하는 경우 시험 위치 #2의 SUF 값이 가장 크다는 것을 확인할 수 있다.

IV. 결론

최근 스펙트럼 자원의 중요성이 증대됨에 따라 효율적인 스펙트럼 관리를 위해 스펙트럼 사용을 정량적으로 나타내고, 기존 무선 시스템과의 간섭 정도를 나타낼 수 있는 파라미터에 대한 연구가 요구되고 있다. 본 논문에서는 스펙트럼 사용을 정량적으로 나타낼 수 있는 방법으로 기존 시스템 안테나의 주 빔 방향 및 대역폭, 수신기의 대역폭 등이 고려된 스펙트럼 사용 계수를 제안하고, 제안한 방법을 이용하여 서울시의 7 GHz 대역 고정 무선국 일부에 대하여 스펙트럼 사용 계수와 스펙트럼 사용 대역폭을 계산하였다. 본 논문의 결과로부터 고정 무선국의 경우 기존 시스템 안테나의 주 빔 방향에 새로운 무선시스템이 위치하는 경우 SUF가 가장 큰 값을 갖는 것을 확인할 수 있었으며, 지도의 각 좌표에 대해 SUF를 구하게 되면 기존 시스템에 대한 각 위치에서의 SUF를 구할 수 있어, 효율적인 스펙트럼 관리와 간섭을 감소시키면서 새로운 무선국을 설립할 수 있는 기준을 마련할 수 있을 것이다. 또한, 본 논문에서 나타낸 SUF를 이용하면 새로운 무선 시스템을 동일 공간에서 사용하고자 하는 경우 사용되는 스펙트럼을 정량적으로 나타낼 수 있기 때문에, 스펙트럼이 사용되지 않는 공간을 단순한 빈 공간이 아닌 정량적으로 나타낼 수 있게 되어 스펙트럼 공간을 효율적으로 사용할 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 정보통신부 전파방송정책국 발표자료, Spectrum Policy 2010: U-Korea over Spectrum, May 2005.
- [2] 김동석, 스펙트럼 이용 신기술에 의한 주파수정책 변화, 한국경제신문 주파수정책 워크샵, 2005년 7월.
- [3] E. Lie, "Radio spectrum management for a converging world", *ITU-WTO Workshop on Telecom and ICT Regulation*, Geneva, Dec. 2004.
- [4] W. H. Melody, *Telecom Reform: Principles, Policies and Regulatory Practices*, Den Private Ingeniorfond, Technical University of Denmark, Lyngby, 1997.
- [5] ITU, *Technology-focused and Market-based Reforms in Spectrum Management*, 2004.
- [6] 최용제, "전파자원의 최적 이용을 위한 재산권 강화 방향", *Telecommunication Review*, 11(4), pp. 509-518, 2001년 7월~8월.
- [7] D. Withers, *Radio Spectrum Management*, 2nd Ed., IEE, 1999.
- [8] 한국전자통신연구소, 전파 자원 이용기술 개발, 1995년 12월.
- [9] R. H. Haines, "Quantification of spectrum use : Spectrum management tools for 21st century", *IEEE National Symposium on Electromagnetic Compatibility*, New York, pp. 390-396, 1990.
- [10] 김영수, 이형수, 정영호, 강상원, 정진욱, "스펙트럼 이용 계량화 방법", *한국통신학회논문지*, 6(3), pp. 24-35, 1995년 9월.
- [11] CCIR, "Reference radiation patterns for radio-relay system antennas", ITU, Report 614-2, vol. IX-part I, pp. 270-274, 1986.
- [12] CCIR, "Radiation diagrams of antennas for earth stations in the fixed-satellite service for use in interference studies and for the determination of a design objective", *ITU, Report 391-5*, vol. IV-part I, pp. 138-156, 1986.

신 용 섭

1981년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학사)
 2000년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학석사)
 2001년 3월~현재: 연세대학교 전기전자공학과 박사과정
 [주 관심분야] 스펙트럼공학, 스펙트럼 관리기술 및 정책

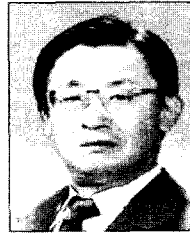
홍 익 표

1994년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학사)
 1996년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학석사)
 2000년 2월: 연세대학교 전기컴퓨터공학과 (공학박사)
 2000년 3월~2003년 2월: 삼성전자 정보통신총괄 책임연구원
 2003년 3월~현재: 공주대학교 정보통신공학부 조교수
 [주 관심분야] 전자기 수치해석, 스펙트럼 관리기술

김 영 수

- 1981년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학사)
- 1983년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학석사)
- 1988년 12월: 미국 Arizona State University 전기공학과 (공학박사)
- 1985년 5월~1986년 5월: Consultant, Signal-System Technology Inc., U.S.A.
- 1986년 6월~1988년 12월: Research Associate, Arizona State University
- 1989년 2월~1992년 8월: ETRI 전파기술부, 전파응용연구실, 실장
- 2002년 1월~2003년 2월: Visiting Faculty, MRPG, Virginia Tech., U.S.A.
- 1992년 9월~현재: 경희대학교 전파통신공학 교수
[주 관심분야] OFDM, SDR, MIMO System, RFID, Smart Antenna

박 한 규



- 1964년 2월: 연세대학교 전기공학과 (공학사)
- 1968년 2월: 연세대학교 전기공학과 (공학석사)
- 1975년: 프랑스 파리 6대학 (공학박사)
- 1979년~1980년: 스탠포드대학교 전자공학과 교환교수
- 1979년~현재: 연세대학교 전기전자공학과 교수
[주 관심분야] 마이크로파 공학, 마이크로파 회로 및 설계, 전파전파공학, 스펙트럼공학, Smart Antenna