

위성항법 시스템 간 간섭 영향에 관한 연구

정회원 김 정 빈*, 준회원 김 재 길*, 이 성 윤*, 이 제 원*,
정회원 김 갑 진**, 송 기 원**, 종신회원 안 재 민**

A Study on The Interference between Global Navigation Satellite Systems

Jeong-been Kim* *Regular Member*, Jae-kil Kim*, Sungyoon Lee*, Jewon Lee* *Associate Members*,
Kap-jin Kim**, Ki-won Song** *Regular Members*,
Jae Min Ahn** *Lifelong Member*

요 약

새로운 위성항법 시스템 신호를 설계함에 있어 기존에 연구되고 서비스되고 있는 위성항법 시스템과의 간섭영향에 대한 분석이 필요하다. 동일한 대역을 사용하는 GPS, GALILEO, Compass 등 다양한 위성항법 시스템 간에는 스펙트럼이 중첩되는 영향으로 상호 간 간섭이 발생한다. 이에 본 논문에서는 포화되어 진입이 어려운 L1 대역을 배제하고 새로운 위성항법 시스템이 사용할 수 있는 무선항행위성 주파수 대역으로 L2밴드를 선정하였다. 그리고 GPS L2 시스템 신호와 스펙트럼 분할 계수가 가장 작은 BOCcos(15,2.5) 신호를 대입하고, 한반도 상공에 정지한 위성을 가정하여 그 영향을 모의실험을 통해 분석하였다. 그 결과 L1밴드의 다양한 서비스 간의 간섭 영향과 비교해 상호 간 간섭에 의한 수신신호 전력의 감소가 매우 작음을 확인할 수 있었다.

Key Words : Global Navigation Satellite System, Spectral Separation Coefficient, Compatibility, Intersystem Interference

ABSTRACT

To design a new Navigation Satellite System signal, we should analyze the influence of inter-system interference to existing Global Navigation Satellite Systems(GNSS). Various GNSS systems such as GSP, GALILEO, Compass use same frequency band and incur inter-system interference due to the overlapping spectrums. In this paper, we consider L2 Band for new Navigation Satellite System and propose the BOCcos(15,2.5) signal what has least Spectral Separation Coefficient with GPS L2 system. Assuming 4 stationary satellite over Korea, we simulate the effect of interference. As a result, proposed system shows very small mutual interference effect and negligible effective signal to noise ratio(SNR) loss, compared to the interferences between GNSS systems in L1 Band.

I. 서 론

2011년 현재 미국의 GPS, 러시아의 GLONASS,

EU의 GALILEO가 운용 및 운용 준비 중에 있고 중국, 인도, 일본 등의 국가는 새로운 위성항법 시스템을 연구 및 개발하여 운용에 돌입하고 있다. 이

※ 본 연구는 방위사업청과 국방과학연구소가 지원하는 국방위성항법특화연구센터 사업의 일환으로 수행되었습니다.

* 충남대학교 정보통신공학과 이동 멀티미디어 통신 연구실(jbkim, stone0517, leesy, jw_lee, jmahn@cnu.ac.kr) (° : 교신저자)

** 국방과학연구소(ilovebach, skw6213@add.re.kr)

논문번호 : KICS2012-04-180, 접수일자 : 2012년 4월 12일, 최종논문접수일자 : 2012년 6월 8일

에 우리나라도 독자적인 위성항법 시스템 개발에 관한 연구의 필요성이 대두되고 있다. 다양한 위성항법 시스템이 지구 궤도상에서 각각의 항법신호를 송출함에 있어 무선헤행위성에 할당된 주파수 대역은 한정되어 있으며 대역을 공유하여 사용하는 시스템 간에는 필연적으로 항법신호 간의 간섭이 발생하게 된다. 새로운 시스템이 진입하려면 이러한 상호 간의 간섭 영향을 최소화 하여 기존 시스템에 주는 영향을 국가 간의 합의점 이하로 줄이면서도 기존 시스템으로부터 받는 영향 또한 최소화 하여 최선의 성능을 보장해야 한다. 본 논문에서는 GPS에서 사용하고 있던 L1밴드의 C/A, P(Y)-code에 더해 현대화로 추가된 M-code, L1C에 상호 간의 영향을 최소화 되도록 협의하며 추가된 GALILEO의 개발 과정에서의 연구결과를 참고하여 이러한 간섭요인을 분석하였다^[1]. 시스템 간 상호 간섭에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 수신 신호세기와 스펙트럼 분할 계수(Spectral Separation Coefficient, SSC), 수신되는 간섭 영향을 주는 위성신호의 개수에 의해 결정되는 수신 신호 전력의 감소이다. 수신 신호세기는 위성에서 송출하는 신호의 세기와 위성과의 거리에 따라 결정되며, 스펙트럼 분할 계수는 항법 신호 간 주파수 스펙트럼이 중첩되는 단면의 크기에 따라 결정된다. 현재 전 세계에 서비스하고 있는 GPS의 L1밴드는 GPS와 상호 운용을 염두에 둔 시스템들이 동일한 중심주파수를 이용하게 되어 가장 혼잡한 주파수 대역이 되고 있다. 따라서 본 논문에서는 L1밴드를 사용하는 기존 시스템과 상호 운용성 등을 배제한 새로운 시스템 신호를 설계함에 있어 고려하는 요소로서 대역 선정과 시스템 간 상호 간섭을 기준으로 적합한 대역을 선택하여 현재 서비스되는 다양한 변조기법 중 적합한 것을 적용한 임의의 시스템을 제안하고 간섭 영향에 대한 성능을 통해 분석하도록 한다. 현재 기존 시스템들이 운용중인 대역에서 가장 스펙트럼의 밀도가 낮은 대역은 L2밴드로서 GPS L2C, M코드, P코드가 서비스되고 있다. 기존 위성항법 시스템 신호들 간의 스펙트럼 분할 계수를 비교했을 때 각각의 스펙트럼들과 가장 작은 값을 갖는 BOCcos(15,2.5)신호를 선정하였으며 이를 간섭영향에 대한 모의실험을 통해 분석한 결과 기존 시스템과 상호 간의 간섭량이 L1밴드 신호들과 비교해 매우 작음을 확인할 수 있었다.

II. 본 론

2.1. 위성항법 시스템 주파수 대역

현재 ITU에서 무선헤행위성으로 지정되어 운용 또는 연구가 진행 중인 위성 전송 주파수 대역은 L 밴드(1164~1300MHz, 1559~1610MHz), S 밴드(2.4~2.5GHz, 2.7~2.9GHz), C 밴드(5010~5030MHz)가 있다[2][3]. 그 중 S 밴드와 C 밴드는 현재 연구만 진행 중이며 본 논문의 목적과 달라 배제하도록 하겠다. L 밴드는 다시 L1, E6, L2, L5로 나뉘며 대부분의 위성항법 시스템은 상호 운용성을 위해 GPS와 동일한 1575.42MHz를 중심주파수로 하는 L1 밴드를 사용하여 L1 밴드는 I/Q 채널 모두 포화된 상태로 있어 새로운 시스템이 진입하기 어렵다. E6, L2, L5 밴드는 보다 정밀한 측위성능을 위해 GPS를 비롯한 다른 시스템들이 시스템 현대화를 목적으로 사용하고 있으며 시스템 간 간섭을 피하기 위해 다양한 중심주파수를 갖는 다양한 형태의 스펙트럼이 사용되고 있다. 그림 1은 L1 밴드, 그림 2는 GPS만 사용하고 있는 L2 밴드 1227.6MHz 대역의 스펙트럼이다.

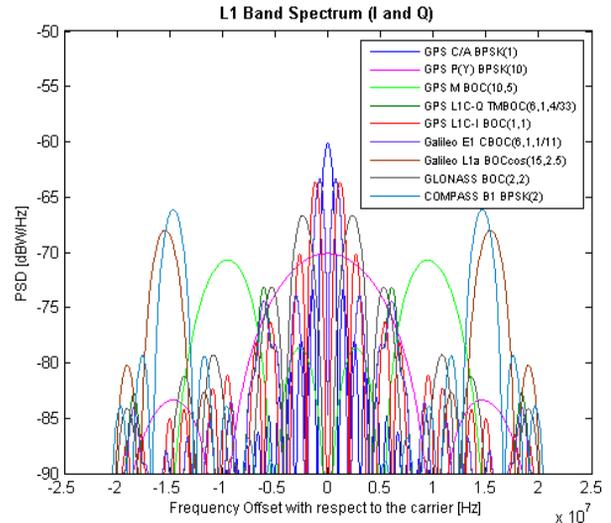


그림 1. L1밴드 위성항법 시스템 스펙트럼
Fig. 1. L1 Band GNSS Spectrum

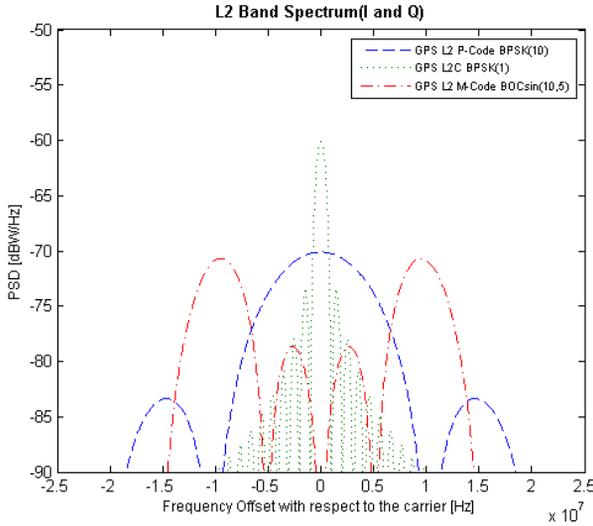


그림 2. L2밴드 위성항법 시스템 스펙트럼
Fig. 2. L2 Band GNSS Spectrum

L1밴드의 경우 그림 1에서 확인할 수 있듯이 다수의 시스템과 서비스가 공존하고 있으며 동기가 맞지 않는 경우 I/Q 채널을 분리할 수 없기 때문에 더 이상의 공간을 확보하기 힘들다. 하지만 GALILEO와 중국의 COMPASS가 사용하는 E6 1278.75MHz, 1268.52MHz 대역과 GALILEO, GPS, GLONASS, COMPASS가 사용 중인 L5대역과 다르게 L2대역은 그림 2에서 확인할 수 있듯이 새로운 1~2개의 스펙트럼이 진입할 수 있는 충분한 여유 공간이 있다.

2.2. 스펙트럼 분할 계수

위성항법 시스템 간 간섭영향은 주파수 영역에서의 호환성을 통해 분석할 수 있다. 주파수 영역에서의 호환성에는 스펙트럼의 형태, 주파수 대역, 위성 궤도에 의한 영향 등이 고려되어야 한다. 스펙트럼 분할 계수를 소개하고, 본 논문에서 제안하는 시스템의 비교를 위해 GALILEO가 GPS가 사용하는 L1밴드에 진입하기 위해 수행한 연구를 참고하여 그 영향을 분석해 보았다. 현재 가장 먼저 전체 시스템이 운용되고 있는 GPS의 L1밴드는 1575.42MHz의 중심주파수를 가지고 있으며, GALILEO 또한 동일한 중심주파수를 사용하게 된다. 동일한 대역을 사용하는 시스템에서는 주파수 스펙트럼의 중첩으로 인해 간섭이 발생하게 되고, 간섭의 요인으로는 동일 시스템 신호 간 간섭, 타 위성항법 시스템 신호에 의한 간섭, 그리고 위성기반 오차정보시스템(Satellite Based Augmentation System)과 같은 지역 위성통신 항법시스템(RNSS)

에 의한 영향이 있고 이는 다음 식 (1), (2)와 같이 정리할 수 있다.

$$I_{INTRA} = \frac{\sum_{j=1}^{N_{INTRA}} C_j \kappa_{js}}{\int_{-0.5B_r}^{0.5B_r} G_s(f + f_{dop}) df}$$

$$I_{INTER} = \frac{\sum_{j=1}^{N_{INTER}} C_j \kappa_{js}}{\int_{-0.5B_r}^{0.5B_r} G_s(f + f_{dop}) df} \quad (1)$$

$$I_{RNSS} = \frac{\sum_{j=1}^{N_{RNSS}} C_j \kappa_{js}}{\int_{-0.5B_r}^{0.5B_r} G_s(f + f_{dop}) df}$$

$$\kappa_{js} = \int_{-0.5B_r}^{0.5B_r} G_j(f + f_{dop}) G_s(f + f_{dop}) df \quad (2)$$

여기서 C_j 는 위성으로부터 수신한 신호의 세기이고, κ_{js} 는 수신되는 간섭신호 j 와 고려하는 신호 s 와의 SSC를 나타내고, G_s , G_j 는 파워스펙트럼밀도를 나타낸다. SSC는 중첩되는 두 스펙트럼의 면적으로 SSC가 커질수록 상호 간에 작용하는 간섭이 증가하게 된다. 위와 같은 간섭들의 영향은 수신 신호의 동일 시스템의 간섭 및 타 시스템에 의한 간섭에 따른 C/N0 감소량으로 나타나며 식 (3)과 같이 정리할 수 있다.

$$\Delta \left(\frac{C}{N_o} \right) = \frac{\frac{C}{N_o + I_{INTRA}}}{\frac{C}{N_o + I_{INTRA} + I_{INTER} + I_{RNSS}}} \quad (3)$$

$$= 1 + \frac{I_{INTER} + I_{RNSS}}{N_o + I_{INTRA}}$$

수신 신호의 세기 C_j 는 식 (4)와 같이 정의할 수 있으며, P_j 는 위성에서 송출하는 신호의 세기, G_j 는 위성에서 송신하는 안테나 이득, G_{usr} 는 사용자 단말의 수신 안테나 이득, A_{dist} 는 식(5)과 같으며 거리에 따른, A_{atm} 은 대기에 의한, A_{pol} 은 편파 부정합에 의한 감쇠량을 나타낸다. P_j , G_{usr} , A_{atm} , A_{pol} 은 고정적인 값으로 다음 표 1과 같이 정의되며, G_j 는 Off-boresight Angle에 의해 결정되며 그림 3, 4와 같다. 본 논문에서는 공개 되어있는 GPS와

GALILEO L1 밴드의 송신전력 및 이득 및 감쇠량을 기준으로 비교한다.

$$C_j = P_j + G_j + A_{dist} - A_{atm} - A_{pol} + G_{user} \quad (4)$$

$$A_{dist} = 10 \log_{10} \left(\frac{c}{4\pi d f_c} \right)^2 \quad (5)$$

표 1. 송신전력 및 수신 신호세기에 영향을 주는 요인
Table 1. Emission power and effect parameters

	GPS C/A BPSK(1)	GALILEO L1 OS BOC(1,1)
P_j	MIN 14.045 dBW MAX 16.245 dBW	MIN 14.592 dBW MAX 15.592 dBW
G_{usr}	3.0 dBic	0 dBic
A_{atm}	0.5 dB	0.5 dB
A_{pol}	4.0 dB	1.0 dB

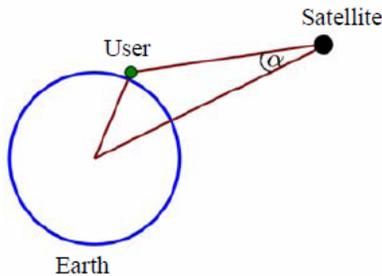


그림 3. Off-boresight 각도 α의 정의
Fig. 3. Definition of the Off-boresight Angle α

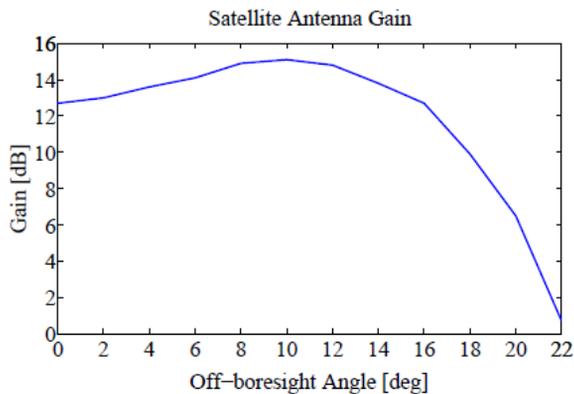


그림 4. 일반적인 위성 안테나 이득
Fig. 4. Typical Satellite Antenna Gain

그림 5와 같은 GPS와 GALILEO 개발 중에 제안되었던 BOC(1,1)의 파워스펙트럼밀도를 통해 SSC를 구하게 되면 표 2와 같은 결과를 얻는다. BPSK(1)의 동일 시스템 간 간섭에 작용하는 SSC는 -61.86dB이고 BPSK(1)과 BOCsin(1,1) 상호 간

에 발생하는 위성항법 시스템 간 간섭에 작용하는 SSC는 -64.87dB이다.

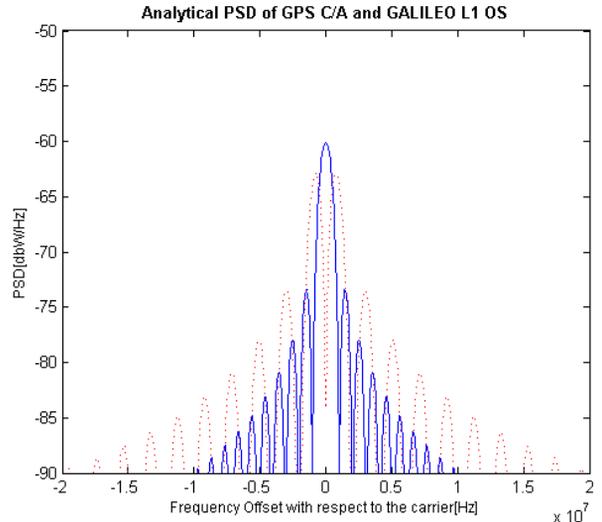


그림 5. 이론적인 L1 밴드 GPS와 GALILEO의 파워 스펙트럼 밀도
Fig. 5. Analytical GPS and GALILEO PSD in L1 Band

표 2. GPS C/A와 GALILEO L1 OS의 이론적인 스펙트럼 분할 계수
Table 2. Analytical Spectrum Separation Coefficient of GPS C/A and GALILEO L1 OS

	BPSK(1)	BOCsin(1,1)
BPSK(1)	-61.86dB	-67.88dB
BOCsin(1,1)	-67.88dB	-64.87dB

NASA에서 제공되는 15분 간격의 위성좌표 정보를 통해 GPS 위성에 의한 수신신호의 세기를 구하고, GALILEO 위성의 좌표정보는 다른 시점의 GPS좌표정보에 위성과의 거리만을 수정하여 두 시스템의 위성좌표 정보를 구했다. 다음 그림 6과 그림 7은 24시간 동안 GPS 자체의 신호 간 간섭과 GALILEO가 주는 시스템 간 간섭을 더한 GPS의 C/N0의 감소량의 평균을 모의실험을 통해 구현한 결과이다. 두 시스템이 상호 간에 작용하는 SSC는 동일하지만 송신 신호의 세기와 위성 궤도에 따라 수신신호의 전력이 다르므로 시스템 간 간섭영향이 다르게 나타난다. 그림 6과 그림 7에서 확인할 수 있듯이 GALILEO는 GPS에 평균 0.2494dB의 영향을 주게 되어 참고자료와 유사한 결과를 확인했다. 다만 GALILEO의 위성 궤도를 GPS와 동일하게 가정하여 그 형태가 GPS가 GALILEO에 주는 영향과 유사하게 나타난다.

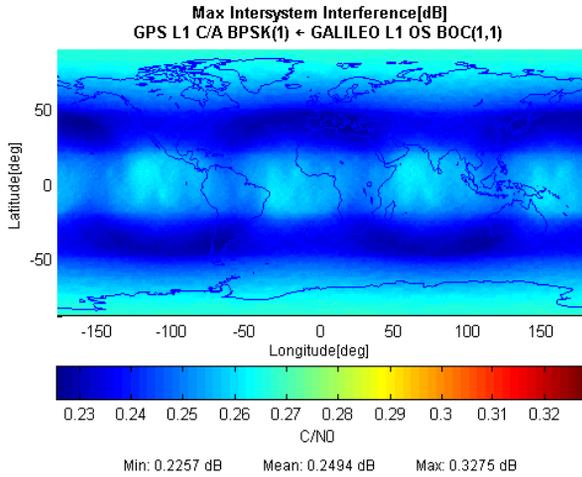


그림 6. GPS가 GALILEO로부터 받는 시스템 간 간섭
Fig. 6. GALILEO to GPS Inter-system Interference

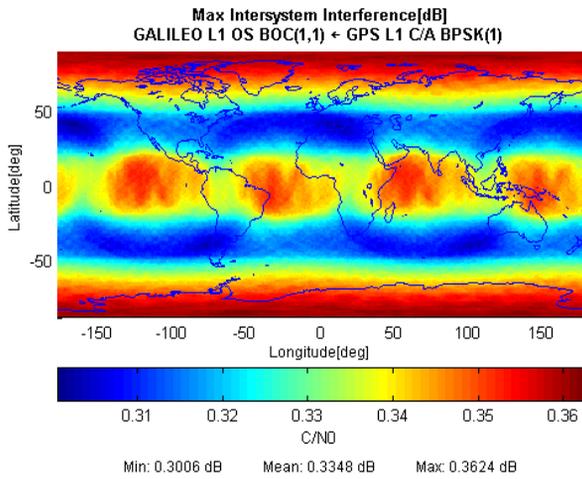


그림 7. GALILEO가 GPS로부터 받는 시스템 간 간섭
Fig. 7. GPS to GALILEO Inter-system Interference

2.3. 위성항법 신호 선택

위성항법 신호를 설계함에 있어 해당 주파수 대역을 사용하고 있는 기존 신호와의 간섭을 최소화하기 위해 SSC를 고려할 때 1절에서 소개한 L2 대역을 목표로 기존 시스템과 SSC가 작은 스펙트럼을 선택할 필요가 있다. L2밴드에서 사용중인 변조기법으로는 BPSK(1), BPSK(10), BOCsin(10,5)이 있고, 표3은 이 세 가지 스펙트럼과의 SSC가 가장 작은 BOCcos(15,2.5) 스펙트럼을 정리한 것이고, 식(6)~(8)은 BPSK(1), BPSK(10), BOCsin(10,5), BOCcos(15,2.5)의 파형방정식이다^[4].

$$G_{BPSK}(f_c) = f_c \frac{\sin^2\left(\frac{\pi f}{f_c}\right)}{(\pi f)^2}, f_c = 1 \text{ or } 10 \quad (6)$$

$$G_{BOC_{\sin}}(f_s, f_c) = f_c \left[\frac{\sin\left(\frac{\pi f}{f_c}\right) \sin\left(\frac{\pi f}{2f_s}\right)}{\pi f \cos\left(\frac{\pi f}{2f_s}\right)} \right]^2 \quad (7)$$

, $f_c = 10, f_s = 5$

$$G_{BOC_{\cos}}(f_s, f_c) = f_c \left[\frac{2\sin\left(\frac{\pi f}{f_c}\right) \sin^2\left(\frac{\pi f}{4f_s}\right)}{\pi f \cos\left(\frac{\pi f}{2f_s}\right)} \right]^2 \quad (8)$$

, $f_c = 15, f_s = 2.5$

표 3. GPS L2밴드와 BOCcos(15,2.5)의 이론적인 스펙트럼 분할 계수

Table 3. Analytical Spectrum Separation Coefficient of GPS L2 Band and BOCcos(15,2.5)

	BPSK(1)	BPSK(10)	BOCsin(10,5)	BOCcos(15,2.5)
BPSK(1)	-61.85dB	-70.25dB	-87.89dB	-97.54dB
BPSK(10)	-70.25dB	-71.86dB	-80.90dB	-85.08dB
BOCsin(10,5)	-87.89dB	-80.90dB	-73.58dB	-88.37dB
BOCcos(15,2.5)	-97.54dB	-85.08dB	-88.37dB	-70.61dB

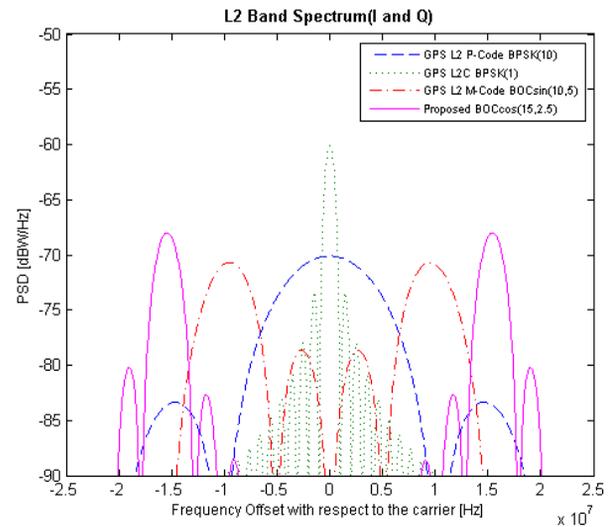


그림 8. L2밴드 위성항법 시스템 및 제안된 스펙트럼
Fig. 8. L2 Band GNSS and Proposed Spectrum

현재 서비스되고 있거나 현대화 또는 새로운 위성항법 시스템으로 개발된 다양한 주파수 대역의 변조기법은 BPSK, BOC, 그리고 MBOC의 계열인 CBOC과 TBOC 등이 있고, 각 변조기법은 계수 값을 바꿔 다양한 형태의 스펙트럼을 생성한다. 현재까지 연구된 모든 스펙트럼 간의 분할 계수를 계

산하여 GALILEO L1a 서비스에 사용하며 L2밴드 스펙트럼과 SSC가 가장 작게 나오는 BOCcos(15,2.5)를 선택하였다. 그림 8에서 확인할 수 있듯이 기존 L2밴드 스펙트럼과 겹치는 면적이 매우 좁아 L2밴드에 추가되었을 때 간섭영향이 가장 작을 것으로 예상할 수 있다.

III. 실험

기존 L2밴드 시스템과의 간섭영향을 최소화 할 수 있는 변조기법으로 BOCcos(15,2.5)를 선택하였다. 이를 실제 서비스 되는 지역에 따른 간섭영향을 분석하기 위해 위성의 궤도 정보가 필요하다. 한국형 독자 위성시스템의 필요성을 유추하여 한반도와 인근 동북아 지역을 서비스 대상 지역으로 볼 때 지역 위성항법 시스템으로 가정하였다. 위성의 좌표는 특정 시점의 GPS 위성 중 한반도 중심 특정 지점인 북위 37도 동경 128도에서 특정 시점의 GPS 가시위성 좌표 중 수신 신호 세기가 가장 크고 측위에 필요한 최소한의 개수인 4개의 위성을 선택하였으며, 시간의 변화에도 위성의 위치가 변하지 않음을 가정하였다. 또한 위성은 다른 시스템 정보는 2절의 GALILEO 위성정보와 동일하게 적용하였다. 반대로 GPS 위성은 NASA에서 제공되는 15분 간격 24시간 동안의 위성좌표 정보를 통해 GPS 위성에 의한 수신신호의 세기를 구하고 이를 통해 GPS L2밴드 각 신호에 제안된 신호가 주는 간섭 영향과 제안된 신호가 GPS L2밴드 모든 신호에 의해 받게 되는 간섭의 영향을 다음과 같이 보인다.

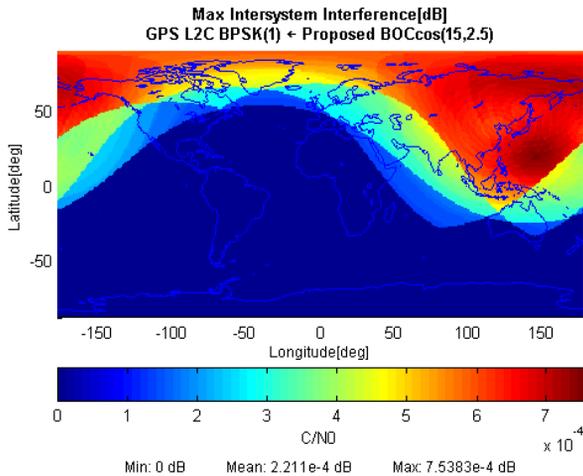


그림 9. GPS L2C가 제안한 신호로부터 받는 시스템 간 간섭
Fig. 9. Proposed signal to GPS L2C Inter-system Interference

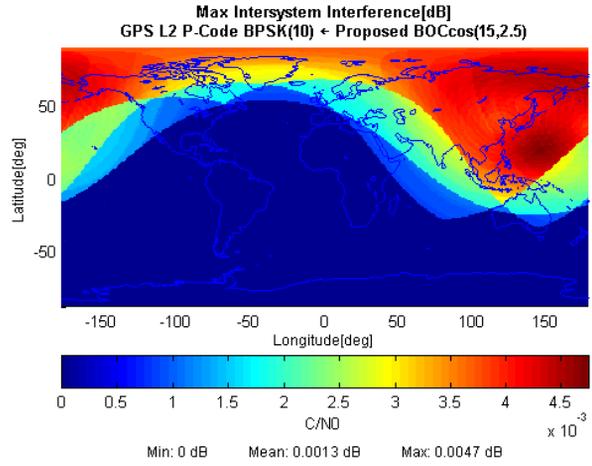


그림 10. GPS L2 P-Code가 제안한 신호로부터 받는 시스템 간 간섭
Fig. 10. Proposed signal to GPS L2 P-code Inter-system Interference

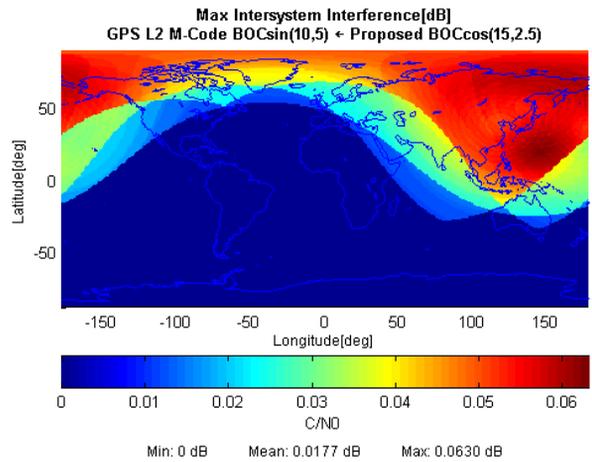


그림 11. GPS L2 M-Code가 제안한 신호로부터 받는 시스템 간 간섭
Fig. 11. Proposed signal to GPS L2 M-code Inter-system Interference

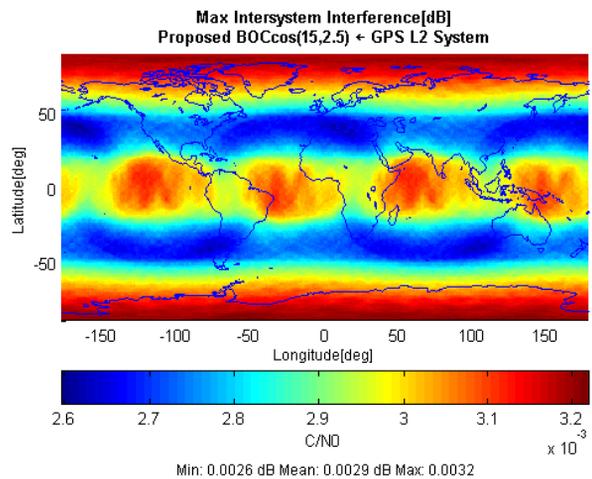


그림 12. 제안한 신호가 기존 GPS L2밴드 위성항법 시스템들로부터 받는 간섭
Fig. 12. GPS L2 entire system to Proposed signal Inter-system Interference

위 그림 9~12에서 볼 수 있듯이 위성 궤도정보를 고정시킨 제한한 시스템 신호는 한반도를 중심으로 영향을 나타내며 2장 2절에서 분석한 GPS와 GALILEO의 L1밴드 서비스 간 발생하는 간섭영향과 비교하여 제한한 시스템이 GPS L2 각 신호에 주는 영향이 각각 평균 0.0002dB, 0.0013dB, 0.0177dB로 매우 작음을 알 수 있고 GPS L2의 모든 신호로부터 제한한 신호가 받는 영향 또한 평균 0.0029dB로 매우 작음을 알 수 있다⁵⁾⁶⁾. 4개의 위성만이 있는 상황을 가정하여 위성의 개수가 늘어나며 증가하는 간섭의 영향을 배제할 수는 없지만 일본의 QZSS와 같은 지역 위성항법 시스템이 8개의 위성으로 일본에서 최대 4개의 위성이 보이도록 궤도를 설계함을 볼 때 최대 간섭을 주는 지점 이상의 간섭영향을 주지 않을 것으로 생각할 수 있다.

IV. 결 론

본 논문에서는 기존에 서비스되는 위성항법 시스템 주파수 대역에 새로운 위성항법 시스템이 진입할 때 상호 간 영향을 최소화 하는 방안에 대해 분석해 보았다. GALILEO의 연구사례를 참고하여 간섭을 최소화 할 수 있는 신호를 설계하기 위해 기존 서비스되는 시스템의 신호 스펙트럼을 검토하고, 진입할 여지가 있는 대역으로 L2밴드를 선택한 후 스펙트럼 분할 계수가 가장 작은 BOCcos(15,2.5) 신호를 선택하였다. 해당 신호를 대입하여 기존 대역의 신호들과의 간섭 영향에 대해 모의실험을 통해 검토한 결과 해당 신호는 GPS와 GALILEO의 L1 대역 신호를 기준으로 비교해도 기존 시스템에 주는 간섭영향도 최대 1/10 정도로 작을 뿐 아니라 기존 시스템으로부터 받는 간섭영향도 매우 작음을 알 수 있었다.

위와 같은 결과를 통해 제안한 방식을 따라 한국형 위성항법 시스템을 설계하는데 필요한 간섭영향에 대한 기초를 마련할 수 있었으며 추후 새로운 위성항법 신호를 설계하는데 참고가 될 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

[1] S. Wallner, G. W. Hein, and J. A. Avila-Rodriguez, "Interference computations between several GNSS systems," in *Proceedings of the ESA Workshop on Satellite*

Navigation User Equipment Technologies (NAVITEC '06), Noordwijk, The Netherlands, December 2006.

[2] Korea Communications Commission, Notice No.2011-45, "Korea Frequency Allocation Table", 2011.10.19

[3] Korea Communications Commission, Notice No.2011-46, "Radio Equipment Regulation", 2011.10.19

[4] J. A. Avila-Rodriguez, "On Generalized Signal Waveforms for Satellite Navigation", Ph.D. dissertation, Faculty of Aerospace Engineering, University FAF Munich, Munich, Germany, June 2008

[5] C. Wu and C. He, "Interference Analysis among Modernized GNSS," in *International Conference on Computational Problem-Solving(ICCP)*, 2011, OCT 2011, pp.669-673

[6] R. Yi-hang, L. Yu-qi, H. Xiu-lin, and K. Ting, "Evaluation of Intersystem Interference between Compass and Galileo," *Journal of Convergence Information Technology*, Vol 6, Number 6, pp. 288-299, June 2011

김 정 빈 (Jeong-been Kim)

정회원



2005년 2월 충남대학교 정보통신공학부 졸업
2007년 2월 충남대학교 전자전파정보통신공학과 석사
2007년 3월~현재 충남대학교 전자전파정보통신공학과 박사과정

<관심분야> 이동통신 물리계층, 차세대 이동통신, 위성항법 시스템

김 재 길 (Jae-kil Kim)

준회원



2009년 2월 충남대학교 전자전파정보통신공학부 졸업
2011년 2월 충남대학교 전자전파정보통신공학과 석사
2011년 3월~현재 충남대학교 전자전파정보통신공학과 박사과정

<관심분야> 차세대 이동통신, 지상파 DTV, 위성항법시스템

이 성 윤 (Sungyoon Lee)

준회원



2011년 2월 충남대학교 전자전
파정보통신공학부 졸업
2011년 3월~현재 충남대학교
전자전파정보통신공학과 석
사과정
<관심분야> 차세대 이동통신,
OFDM 이동통신

송 기 원 (Ki-won Song)

정회원



1984년 2월 성균관대학교 전자
공학과 졸업
1992년 8월 충남대학교 전자공
학과 석사
2002년 2월 충남대학교 전자공
학과 박사
1984년 3월~현재 국방과학연
구소 책임연구원
<관심분야> 군전용 독자 위성항법 신호체계, 항재
밍기술

이 제 원 (Jewon Lee)

준회원



2011년 2월 충남대학교 전자전
파정보통신공학부 졸업
2011년 3월~현재 충남대학교
전자전파정보통신공학과 석
사과정
<관심분야> 차세대 이동통신,
OFDM 이동통신

안 재 민 (Jae Min Ahn)

종신회원



1987년 2월 서울대학교 전자공
학과 졸업
1989년 2월 한국과학기술원 전
기 및 전자공학과 석사
1994년 8월 한국과학기술원
전기 및 전자공학과 박사
1994년~1999년 삼성전자 선
임연구원

김 갑 진 (Kap-jin Kim)

정회원



1995년 2월 한양대학교
제어계측공학과 졸업
1997년 6월 한양대학교
제어계측공학과 석사
2001년 7월~현재 국방과학연
구소 선임연구원
<관심분야> 위성항법 신호체계
및 수신기술, 항재밍기술

2007~2008년 정보통신연구진흥원 차세대이동통신
사업단장, 정보통신부 차세대 이동통신 PM
1999년~현재 충남대학교 전기정보통신공학부 교수
<관심분야> 차세대 이동통신 물리계층 및 Radio
Resource management