

해양 위성 통신을 위한 BOC 신호의 새로운 동기화 기법

준회원 김 준 환*, 정회원 이 영 윤*, 종신회원 윤 석 호*^o,
정회원 최 명 수** , 종신회원 이 연 우*** , 정회원 이 성 로****

A Novel BOC Signal Synchronization Scheme for Maritime Satellite Communications

Junhwan Kim* Associate Member, Youngyoon Lee* Regular Member,
Seokho Yoon*^o Lifelong Member, Myeong Soo Choi** Regular Member,
Yeonwoo Lee*** Lifelong Member, Seong Ro Lee**** Regular Member

요 약

위성 통신은 해양통신에서 중요한 통신 수단으로 활용된다. 최근 차세대 위성 통신 신호로써 대두되고 있는 이진오프셋반송파 (binary offset carrier: BOC) 신호의 동기화는 위성항법시스템에서 (global navigation satellite systems: GNSS) 신호를 복조하기 위한 가장 중요한 과정 중 하나이다. 그러나 해양 위성 통신 환경에서 BOC 신호의 동기화는 BOC 자기상관함수의 주변 첨두 발생 문제와 위성 신호의 수면 반사로 인해 발생하는 다중경로 페이딩으로 인한 어려움을 갖는다. 본 논문에서는 BOC 상관함수의 주변 첨두를 완벽히 제거하고, 다중경로 환경에서도 강인한 새로운 동기화 기법을 제안하였다. 모의실험 결과를 통하여 제안한 기법이 기존 기법들에 비해 다중경로 환경에서 강인한 성능을 가짐을 보였다.

Key Words : Maritime Communications, Satellite, BOC, Synchronization, Correlation Function, Side-peak, Multipath

ABSTRACT

The satellite communication is an important method for maritime communications. Binary offset carrier (BOC) signal is a promising candidate of next generation global navigation satellite systems (GNSS). Synchronization of BOC signal is one of the most important processes to demodulate BOC signal in GNSS. However, in maritime environment, the synchronization of BOC signal is suffered from the problem of side-peak of BOC autocorrelation function and multipath fading caused by the sea surface reflection. In this paper, we proposed a novel synchronization scheme which can eliminate side-peak perfectly and is robust in multipath channel. Simulation results show that the proposed scheme has better performance than conventional schemes in multipath channel.

I. 서 론

위성 통신은 여러 가지 목적에서 사용되지만, 해양

과 같이 지상통신 서비스가 제공되기 어려운 영역에서는 필수적인 통신 수단이 될 수 있다¹⁾. 특히 해양 선박의 관점에서 보면, 수색/구난, 선박 위치 추적, 긴

※ 이 논문은 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 육성지원 사업의 연구결과로 수행되었음 (NIPA-2011-C1090-1121-0007).

※ 이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2011-0018046).

* 성균관대학교 정보통신공학부(syoon@skku.edu), (^o: 교신저자), ** 목포대학교 정보산업연구소(mschoi@mokpo.ac.kr),

*** 목포대학교 정보통신공학과(ylee@mokpo.ac.kr), **** 목포대학교 정보전자공학과(srlee@mokpo.ac.kr)

논문번호 : KICS2011-02-092, 접수일자 : 2011년 2월 7일, 최종논문접수일자 : 2011년 4월 13일

급 의료 지원, 항해 계획 수립, 기상 정보 제공, 컨테이너 화물 추적 등의 분야에서 위성통신이 각광을 받고 있다²⁾.

이처럼 해양 위성 통신이 해양 무선 통신의 중요한 수단으로 부각되는 가운데, 최근 차세대 위성항법시스템의 (global navigation satellite systems: GNSS) 통신 신호로써 기존의 global positioning system (GPS) 위성에서와는 다른 새로운 형태의 신호인 이진오프셋반송파 (binary offset carrier: BOC) 신호가 대두되고 있다. BOC 신호는 현재 유럽우주기구에서 개발 중인 차세대 GNSS인 Galileo 시스템과 미국의 GPS 현대화에 적용될 예정이다. BOC 신호의 형태는 의사 잡음 (pseudo random noise: PRN) 부호에 사각 부반송파가 (sub-carrier) 곱해진 형태로, 부반송파의 형태에 따라 SinBOC와 CosBOC 두 가지로 나눌 수 있다³⁾.

BOC 신호는 GPS에서 사용되는 phase shift keying (PSK) 신호와는 다르게 전력스펙트럼을 분산시킨다는 장점을 가진다. 즉, PSK 신호를 사용하는 GPS 시스템에서는 대역 중심에 전력이 집중되지만, BOC 신호는 변조 후 신호전력을 대역의 가장자리로 이동시킨다. 따라서 대역 공유에 유리한 장점이 있다. 그리고 BOC 신호는 PSK 신호보다 자기상관함수의 침두가 더 뾰족한 특성을 가지며, 기존 PSK 신호에 비해 다중경로에 강인한 특성을 지닌다^{4,5)}. 그러나 이러한 장점은 수신단에서 BOC 신호의 정확한 동기화가 이루어졌을 때 얻어질 수 있다. 따라서 BOC 신호를 이용한 신뢰성 있는 위성 통신을 위해서는 위성과 단말기 사이의 정확한 시간 동기가 필수적이다. 그러나 해양 선박 환경에서 BOC 신호를 이용한 위성 통신의 동기화는 BOC 신호의 특성상 발생하는 자기상관함수의 주변 침두 (side-peak) 발생 문제와 위성 신호의 수면 반사로 인해 발생하는 다중경로 페이딩으로 인해 어려움을 갖는다. 주변 침두 발생 문제는 해양 위성 통신환경에서 더욱 심각하게 작용하게 되는데, 이는 해양 환경의 특성상 선박이 수신하는 위성 신호가 수면에 반사되어 선박에 다중경로로 수신될 수 있기 때문이다⁶⁾. 이러한 다중경로는 BOC 신호의 전력 분산을 가져오게 되고 이에 따라 동기화를 위한 자기상관함수에서 주 침두와 주변 침두의 전력크기가 유사해지는 문제가 발생하게 된다. 따라서 해양 선박 환경에서 BOC 신호의 동기화 기법은 주변 침두를 완벽히 제거하고, 다중경로 페이딩 환경에서의 BOC 신호 전력 분산에 대한 성능도 고려되어야 한다.

주변 침두 발생 문제를 해결하기 위해, 그 동안 다양한 기법들이 연구되어 왔다^{7,8)}. Bump-jumping 기

법⁷⁾ 연속하는 BOC 자기상관함수의 침두 크기를 비교하여 가장 큰 값을 갖는 침두를 주 침두라고 결정하고 추적단계로 넘어간다. 만약 현재의 값이 가장 크지 않다면, 비교과정을 반복하여, 주 침두를 찾는다. 그러나 이 기법은 칩 지속시간이 길어질수록 오랜 시간이 걸리고, 낮은 signal to noise ratio에서 (SNR) 오경보 확률이 매우 높다. Julien은 비교적 간단한 구조를 지닌 하드웨어를 이용하여 주변 침두의 크기를 줄이는 기법을 제안하였다⁸⁾. Julien의 기법은 PRN과 BOC 신호의 상관함수에서 BOC 자기상관함수를 빼 줌으로써, BOC 주변 침두의 크기를 감소시켰다. 그러나 Julien 기법은 SinBOC(n, n)에서만 적용가능하며, 주변 침두의 크기를 줄였지만, 완전하게 제거하지는 못했다. 그리고, 이러한 기법들의 경우 다중경로 환경에서의 동기화 성능을 고려하지 않았다.

따라서 본 논문에서는 해양 선박 위성 통신 환경을 고려하여 SinBOC(n, n), CosBOC(n, n)에 모두 적용이 가능하면서도 BOC 상관함수의 주변 침두 발생 문제를 완벽하게 해결하고, 다중경로 환경에서의 신호 전력비가 우수한 새로운 동기화 기법을 제안하였다. 또한, 제안한 기법을 보다 효율적으로 구현할 수 있는 상관기 구조를 제안하고, 모의실험을 통해 다중경로 환경에서 제안한 기법의 성능을 분석하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 BOC 신호 모델과 자기상관함수를 설명하였다. III장에서는 주변 침두를 완벽히 제거한 새로운 상관함수와 상관기를 제안하였고, IV장에서는 기존 기법들과 제안한 기법의 성능을 비교하였다. 마지막으로, V장에서 결론으로 논문을 마무리 하였다.

II. 신호 모델

설명의 편의를 위해 SinBOC(n, n)에 대해 수식을 전개한다. 그러나 본 논문에서 유도된 수식은 CosBOC(n, n)에도 적용이 가능하다.

SinBOC(n, n) 신호, $s_{\sin}(t)$ 는 식 (1)과 같이 표현될 수 있다.

$$s_{\sin}(t) = c(t)d(t)c_{sc}(t), \quad (1)$$

여기에서 $c(t) = (\sqrt{T_c})^{-1} \sum_{i=-\infty}^{\infty} c_i p_{T_c}(t - iT_c)$ 이며 T_c 는 PRN 부호의 칩 지속시간이다. $c_i \in \{-1, 1\}$ 는 주기가 T 인 PRN 부호의 i 번째 칩을 말하고 $p_{T_c}(t)$ 는

$[0, T_c]$ 상에서 정의되고 단위 사각파로 표현되는 PRN 부호 파형을 의미한다. 한편, $d(t)$ 는 위성항법 데이터를 의미하며, $c_{sc}(t) = \sum_{l=0}^1 \sum_{i=-\infty}^{\infty} (-1)^l p_{T_{sc}}(t - iT_c - lT_{sc})$ 는 $T_{sc}(= T_c/2)$ 를 펄스지속시간으로 갖는 부반송파를 의미한다. 파일럿 채널을 가정하여 본 논문에서는 $d(t) = 1$ 로 한다^{5,9)}. 그리고 $p_{T_{sc}}(t)$ 는 $[0, T_{sc}]$ 상에서 정의되고 단위 사각파로 표현되는 부반송파를 의미한다.

BOC 신호의 동기는 일반적으로 획득과 추적, 두 단계로 나뉜다. 획득단계에서는 BOC 신호의 자기상관함수를 이용하여 수신신호와 수신단에서 발생한 신호와의 시간위상차를 추적단계에서 정확하게 추적할 수 있도록 일정 범위 안으로 획득하고, 추적단계에서는 이렇게 획득된 신호의 정확한 동기화를 수행한다.

$s_{\sin}(t)$ 에 사용되는 PRN 신호의 주기가 T 이므로 $s_{\sin}(t)$ 의 자기상관함수인 $R_{\sin}(\tau)$ 는 T 구간에서 행해진다. $R_{\sin}(\tau)$ 는 식 (2)와 같다.

$$\begin{aligned}
 R_{\sin}(\tau) &= \frac{1}{T} \int_0^T s_{\sin}(t) s_{\sin}(t-\tau) dt \\
 &= \frac{1}{T} \frac{1}{T_c} \int_0^T \sum_{l=0}^1 \sum_{i=-\infty}^{\infty} (-1)^l \\
 &\quad c_i p_{T_{sc}}(t - iT_c - lT_{sc}) \\
 &\quad \cdot \sum_{m=0}^1 \sum_{j=-\infty}^{\infty} (-1)^m c_j \\
 &\quad p_{T_{sc}}(t - \tau - jT_c - mT_{sc}) dt \\
 &= \sum_{m=0}^1 \sum_{l=0}^1 (-1)^{l+m} \Lambda(\tau - (l-m)T_{sc}) \\
 &= \sum_{m=0}^1 R_{\sin}^m(\tau),
 \end{aligned} \tag{2}$$

여기에서, $R_{\sin}^m(\tau) (= \sum_{l=0}^1 (-1)^{l+m} \Lambda(\tau - (l-m)T_{sc}))$ 은 m 번째 부반송파 펄스와 $s_{\sin}(t)$ 의 상관함수이며, PRN 부호의 자기상관 함수 $\Lambda(\tau)$ 는 식 (3)과 같이 정의된다.

$$\Lambda(\tau) = \begin{cases} T_{sc} - |\tau|, & |\tau| \leq T_{sc}, \\ 0, & \text{otherwise.} \end{cases} \tag{3}$$

그림 1은 $R_{\sin}(\tau)$ 를 구하기 위한 상관기의 블록선도를 나타낸다.

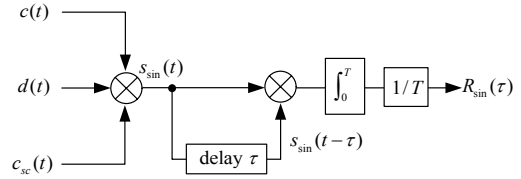


그림 1. $R_{\sin}(\tau)$ 를 구하기 위한 상관기의 블록선도

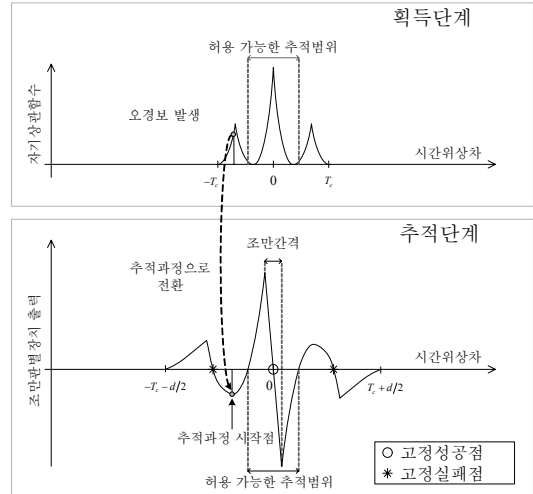


그림 2. BOC 신호 동기화에서 주변 침투 발생 문제

식 (2)로부터, BOC 자기상관함수는 삼각파 형태를 갖는 $\{R_{\sin}^m(\tau)\}_0^1$ 의 합으로 구성됨을 알 수 있다. 이로 인해 BOC 자기상관함수는 주 침투 주위에 다수의 주변 침투를 갖게 된다. 그림 2는 BOC 신호의 동기화 과정 시 주변 침투로 인한 고정실패점 (false lock point) 발생 문제를 나타낸다. 그림에서 볼 수 있듯이 허용된 추적범위 외에서의 자기상관함수 값이 임의의 문턱값을 넘었을 경우 오경보가 발생한다.

III. 제안한 기법

3.1 주변 침투를 제거한 상관함수

BOC 자기상관함수가 다수의 주변 침투를 갖는 문제를 해결하기 위해, 먼저 $\{R_{\sin}^m(\tau)\}_0^1$ 의 특성에 대해 살펴본다. $q=0$ 에 대해 $R_{\sin}^q(\tau)$ 와 $R_{\sin}^{1-q}(\tau)$ 가 $\tau=0$ 을 중심으로 서로 대칭임을 알 수 있다. 한편, BOC 자기상관함수의 이러한 특징으로부터 상관함수 $|R_{\sin}^q(\tau)| + |R_{\sin}^{1-q}(\tau)|$ 와 $|R_{\sin}^q(\tau) - R_{\sin}^{1-q}(\tau)|$ 를 생각할 수 있다. 여기서 $|\cdot|$ 은 비동기 과정을 의미한다. 그

림 3에서 $|R_{\sin}^q(\tau)| + |R_{\sin}^{1-q}(\tau)|$ 는 주 첨두와 주변 첨두를 가지고, $|R_{\sin}^q(\tau) - R_{\sin}^{1-q}(\tau)|$ 는 주변 첨두만을 가짐을 볼 수 있다. 따라서 $|R_{\sin}^q(\tau)| + |R_{\sin}^{1-q}(\tau)| - |R_{\sin}^q(\tau) - R_{\sin}^{1-q}(\tau)|$ 연산을 실행하여 주변 첨두를 제거한 상관함수를 얻을 수 있다.

$$R_{\sin}^{\text{proposed}}(\tau) = |R_{\sin}^q(\tau)| + |R_{\sin}^{1-q}(\tau)| - |R_{\sin}^q(\tau) - R_{\sin}^{1-q}(\tau)|. \quad (4)$$

그림 3으로부터 식 (4)가 SinBOC(n, n)의 경우 주변 첨두를 갖지 않는 상관함수임을 알 수 있다. 이와 유사하게 $T_{cc} (= T_c/4)$ 를 부반송파의 펄스지속시간으로 갖는 CosBOC(n, n)의 경우 $c_{cc}(t) = (\sqrt{T_c})^{-1} \sum_{l=0}^3 \sum_{i=-\infty}^{\infty} (-1)^{\lfloor l/2 \rfloor} c_i p_{T_{cc}}(t - iT_c - T_{cc}l)$ 로 표현된다. 그리고 CosBOC(n, n)에서 주변 첨두가 제거된 상관함수는 식 (5)와 같다.

$$R_{\cos}^{\text{proposed}}(\tau) = \prod_{q=0}^3 \{ |R_{\cos}^q(\tau)| + |R_{\cos}^{3-q}(\tau)| - |R_{\cos}^q(\tau) - R_{\cos}^{3-q}(\tau)| \}. \quad (5)$$

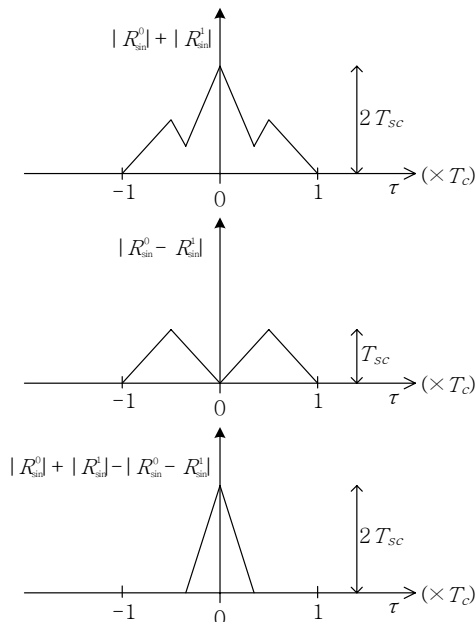


그림 3. 제안한 상관함수의 계산 과정

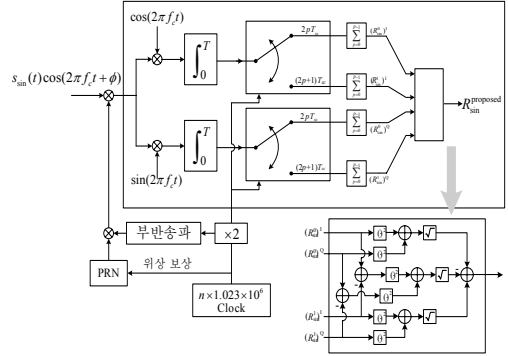


그림 4. 제안한 상관함수를 효율적으로 구현하기 위한 상관기

3.2 제안한 상관함수의 상관기 구조

본 논문에서 제안한 상관함수의 구현을 위해서는 4개의 상관기가 필요하다 (비동기 상관의 경우). 그러나 해양 선박 환경을 고려해 상관기의 구조를 간단화하기 위해서 그림 4에서 보인 샘플링 스위치를 사용하면, 상관기의 수를 1/2로 줄일 수 있다. 그림 4에서 f_c 와 ϕ 는 각각 반송파의 주파수와 위상을 말하며, P 는 동기화를 위한 관찰길이이다. 먼저, SinBOC(n, n)을 고려하자. 복조의 첫 번째 단계는 수신한 BOC 신호를 수신단에서 생성한 PRN 부호와 부반송파와 곱하는 것이다. 그리고 저주대역의 I 채널과 Q 채널로 끌어내린다. 그리고 T 시간 동안, 매 T_{sc} 시간마다 샘플링 스위치가 I-Q 채널을 번갈아 가면서 이동한다. 그리고 각각 샘플링 된 값을 합하여 $(R_{\sin}^m)^{I/Q}$ 으로 이 끌어낸다. 여기에서 $(\cdot)^{I/Q}$ 은 (\cdot) 의 I-Q 성분을 표현한다. 최종적으로 $R_{\sin}^{\text{proposed}}(\tau)$ 은 $\{(R_{\sin}^m)^{I/Q}\}_{m=0}^1$ 을 조합함으로써 얻을 수 있다 ($q=0$).

$$R_{\sin}^{\text{proposed}}(\tau) = \sqrt{\{(R_{\sin}^q)^I\}^2 + \{(R_{\sin}^q)^Q\}^2} + \sqrt{\{(R_{\sin}^{1-q})^I\}^2 + \{(R_{\sin}^{1-q})^Q\}^2} - \sqrt{\{(R_{\sin}^q)^I - (R_{\sin}^{1-q})^I\}^2 + \{(R_{\sin}^q)^Q - (R_{\sin}^{1-q})^Q\}^2}. \quad (6)$$

CosBOC(n, n)을 위한 상관기는 그림 4의 상관기에서 간단한 숫자 치환으로 구현이 가능하다.

IV. 성능비교

이 장에서는 해양 선박 환경에서 수신되는 위성 신호가 수면에 반사되어 다중경로 신호를 생성하는 상황을 고려하여 제안한 기법과 Julien 기법의 상관함수를 주 첨두와 주 첨두를 포함한 모든 첨두 사이의 전

력 비율에 의해 그 성능을 비교하였다.

그림 5는 각각 Sin/CosBOC(n, n)에 대해 본 논문에서 제안한 기법, Julien의 기법, 그리고 BOC의 자기상관함수의 상관함수를 보여준다. 그림에서 볼 수 있듯이, Julien이 제안한 SinBOC(n, n)에 대한 기법은 BOC 신호의 자기상관함수와 비교해서 보다 더 작은 주변 첨두를 갖지만, CosBOC(n, n)의 주변 첨두의 크기는 줄이지 못하였다. 한편, 본 논문에서 제안한 기법은 Sin/CosBOC(n, n)에서 어떠한 주변 첨두도 지니지 않음을 알 수 있다.

그림 6은 다중경로 환경에서 제안한 기법, Julien 기법, 그리고 BOC의 자기상관함수의 Sin/CosBOC(n, n)의 주 첨두 대 주변 첨두의 전력비를 보여준다. 여기서 다중경로환경은 식 (7)과 같은 2경로 모델을 사용하였다.

$$h(t) = \delta(t) + \alpha\delta(t - \beta), \quad (7)$$

여기서 α 는 두 번째 경로의 감쇄 비율, β 는 첫 번째 경로와 두 번째 경로의 시간차, $\delta(t)$ 는 Dirac-delta 함수를 나타낸다. 본 논문에서는 α 를 0.5로 설정하였다. 그림 6에서 확인할 수 있듯이, 제안한 기법이 다른 상관함수들에 비해 다중경로에서 높은 전력비를 가지는 것을 알 수 있다.

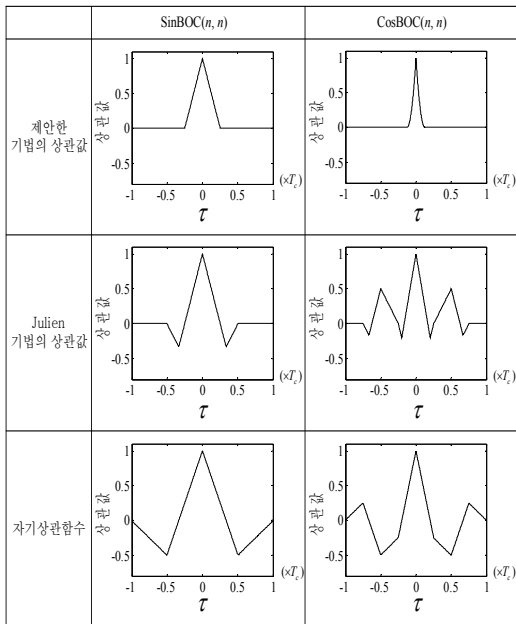
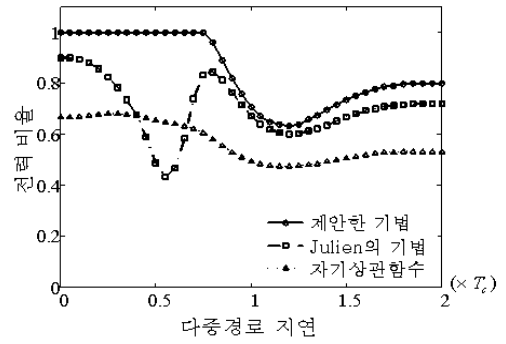
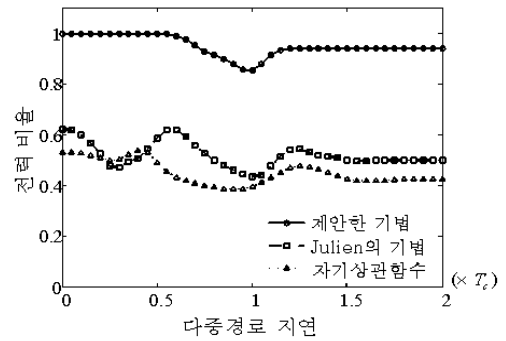


그림 5. 제안한 기법, Julien의 기법, BOC 신호의 상관함수 값 비교



(a) SinBOC(n, n)



(b) CosBOC(n, n)

그림 6. 제안된 기법, Julien의 기법, BOC 신호 상관함수의 전력비율

V. 결 론

본 논문에서는 해양 선박 환경에서의 위성 통신을 위해 사용되는 BOC 신호의 동기화를 위한 새로운 기법을 제안하였다. 그리고 해양 선박 환경을 고려하여 제안한 기법을 간단하게 효율적으로 구현하기 위한 간단한 구조의 상관기를 제안하였다. 제안한 기법은 기존 기법들과는 달리 주변 첨두를 완전히 제거하였으며, SinBOC(n, n) 뿐만 아니라 CosBOC(n, n)에도 적용 가능하다. 모의실험 결과로부터 해양 위성수신 신호의 수면 반사로인해 발생하는 다중경로 환경에서 기존 기법보다 나은 전력 비율 성능을 가짐을 알 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] S.-I. Jeon, J.-S. Chae, and S.-H. Oh, "위성 통신용 선박 탑재 능동 위상배열 안테나 시스템," *Journal of Korea Electro. Engine. Society*, vol. 13, no. 10, pp. 1089-1097, Dec. 2002.

[2] P. Muirhead, "Broadband technology and marine simulation: why not simulator training anywhere, anytime?," in *Proc. Inter. Confer. Marine Simul. and Ship Maneu.*, pp. RA-1-1-RA-1-8, Kanazawa, Japan, Aug. 2003.

[3] W. Bornemann, "Navigation satellite system Galileo," *Acta Astronautica*, vol. 54, pp. 821-823, June 2004.

[4] J. W. Betz, "Binary offset carrier modulations for radio navigations," *Journal of The Institute of Navigation*, vol. 48, pp. 227-246, Winter 2001-2002.

[5] G. W. Hein, J. Godet, J. L. Issler, J. C. Martin, P. Erhard, R. Lucas-Rodriguez, and T. Pratt, "Status of Galileo frequency and signal design," in *Proc. ION GPS*, pp. 266-277, Portland, OR, Sep. 2002.

[6] P. Sobieski and A. Guissard, "Sea surface scattering calculations in maritime satellite communications," *IEEE Trans. Commun.*, vol. 41, no. 10, pp. 1525-1533, Oct. 1993.

[7] P. Fine and W. Wilson, "Tracking algorithm for GPS offset carrier signals," in *Proc. ION NTM*, pp. 671-676, San Diego, CA, Jan. 1999.

[8] O. Julien, C. Macabiau, M. E. Cannon, and G. Lachapelle, "New unambiguous BOC(n, n) tracking technique," in *Proc. NAVITEC*, CD-ROM, Noordwijk, Netherland, Dec. 2004.

[9] E. S. Lohan, A. Lakhzouri, and M. Renfors, "Complex double-binary-offset-carrier modulation for a unitary characterisation of Galileo and GPS signals," *IEE Proc. Radar Sonar Navig.*, vol. 153, no. 5, pp. 403-408, Oct. 2006.

김 준 환 (Junhwan Kim)

준회원



2010년 2월 성균관대학교 정보통신공학부 공학사
 2010년 3월~현재 성균관대학교 휴대폰학과 석사과정
 <관심분야> 인지 무선 통신, 통계학적 신호처리, 추정 및 검파

이 영 윤 (Youngyoon Lee)

정회원



2007년 2월 성균관대학교 정보통신공학부 공학사
 2009년 2월 성균관대학교 휴대폰학과 공학석사
 2009년 3월~현재 성균관대학교 휴대폰학과 박사과정
 2008년 7월 성균관대학교 우수

논문상 수상

<관심분야> 통신 이론, 이동통신, 통계학적 신호 처리

윤 석 호 (Seokho Yoon)

중신회원



1997년 2월 한국과학기술원 전자전산학과 공학사(최우등)
 1999년 2월 한국과학기술원 전자전산학과 공학석사
 2002년 2월 한국과학기술원 전자전산학과 공학박사
 2002년 3월~2002년 6월 MIT

박사후 연구원

2002년 7월~2003년 2월 하버드대학교 박사후 연구원

2003년 3월~현재 성균관대학교 정보통신공학부 전임 강사, 조교수, 부교수

2000년 2월 삼성 휴먼테크 논문대상 동상 수상

2007년 Marquis Who's Who in Asia에 등재

2007년 IEEE 준석학회원

2008년 Marquis Who's Who in World에 등재

2009년 한국통신학회 LG 학술상 수상

<관심분야> 통신 이론, 이동통신, 통계학적 신호처리

최 명 수 (Myeong Soo Choi)

정회원



2000년 2월 목포대학교 전자공학과 졸업

2002년 2월 목포대학교 전자공학과 석사

2009년 2월 목포대학교 전자공학과 박사

2009년 3월 목포대학교 해양텔

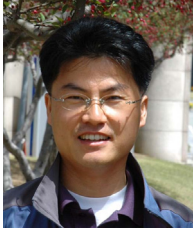
레매틱스 기술개발센터 박사후 연구원

2009년 12월~현재 목포대학교 정보산업연구소 연구교수

<관심분야> 디지털통신시스템, 무선통신분야(USN, 배열신호처리), 임베디드시스템, 생체인식시스템

이 연 우 (Yeonwoo Lee)

중신회원



1994년 2월 고려대학교 전자공
학과 석사
2000년 2월 고려대학교 전자공
학과 박사
2000년 3월~9월 고려대학교
BK21 박사후 연구원
2000년 10월~2003년 12월 영국

Edinburgh 대학교 Research Fellow

2004년 1월~2005년 8월 삼성종합기술원, 4G연구팀
2005년 9월~현재 국립목포대학교 정보공학부 정보
통신공학전공, 조교수

<관심분야> 해상무선통신, e-Navigation, Cognitive
Radio, 4G 이동통신, WSN

이 성 로 (Seong Ro Lee)

정회원



1987년 2월 고려대학교 전자공
학과 졸업
1990년 2월 한국과학기술원 전
기및전자공학과 석사
1996년 8월 한국과학기술원 전
기및전자공학과 박사
2005년 3월~현재 목포대학교

공과대학 정보전자공학과 교수

<관심분야> 디지털통신시스템, 이동 및 위성통신시
스템, USN/텔레메틱스응용분야, 임베디드시스템,
생체인식시스템