

AltBOC의 코드 추적을 위한 비모호 상관함수 생성 기법

우 성 혁*, 채 근 홍*, 이 성 로**, 박 순 영***, 윤 석 호^o

Generating Method of an Unambiguous Correlation Function for AltBOC Signal Tracking

Sunghyuk Woo*, Keunhong Chae*, Seong Ro Lee**, Soonyoung Park***, Seokho Yoon^o

요 약

AltBOC 신호의 자기상관함수는 좁은 주 침두로 인하여 향상된 측위 정확도를 제공한다. 하지만, AltBOC 신호의 자기상관함수에는 주변 침두가 존재하기 때문에, 이로 인해 심각한 위치 추적 오류를 일으킬 수 있다는 단점이 존재한다. 본 논문에서는 AltBOC 신호 추적을 위한 비모호 상관함수 생성 기법을 제안한다. 구체적으로는, 우선 서로 대칭인 부분 상관함수를 얻은 후, 이들을 조합하여 주변 침두가 제거된 비모호 상관함수를 생성한다. 모의실험을 통해 제안한 상관함수를 이용하여 신호 추적을 수행할 경우, 기존의 상관함수들에 비해 더욱 뛰어난 추적 오류 표준 편차 (tracking error standard deviation: TESD) 성능을 보임을 확인한다.

Key Words : global navigation satellite systems (GNSSs), global positioning system (GPS), alternative binary offset carrier (AltBOC), Tracking.

ABSTRACT

The autocorrelation of an alternative binary offset carrier (AltBOC) signal provides an improved positioning accuracy because of its narrow main-peak. However, The AltBOC signal has a disadvantage that the autocorrelation of the AltBOC signal has multiple side-peaks which incur a severe positioning error. In this paper, we propose a generating method of an unambiguous correlation function for AltBOC signal tracking. Specifically, we first obtain symmetric partial correlation functions, and subsequently, we obtain an unambiguous correlation function by combining them. In numerical results, it is confirmed that the proposed correlation function provides better tracking error standard deviation (TESD) performances comparing with the conventional correlation functions.

I. 서 론

1978년 미국에서 처음 개발된 항법위성시스템은

(global navigation satellite system: GNSS) 처음에는 군사용으로 개발 되었지만, 민간에서의 필요성을 인정 받아 공개된 후, 차량이나 선박, 항공기의 안전하고

※ 이 연구는 2014년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(NRF-2009-0093828)과 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 ICT 융합고급인력과정지원사업(IITP-2015-H8601-15-1006)의 연구결과로 수행되었음

♦ First Author: Sungkyunkwan University, College of Information & Communication Engineering, woosh1231@skku.edu, 학생회원

o Corresponding Author: Sungkyunkwan University, College of Information & Communication Engineering, syoon@skku.edu, 종신회원

* Sungkyunkwan University, College of Information & Communication Engineering, chae0820@skku.edu, 학생회원

** Mokpo National University, Department of Information & Electronics Engineering, srlee@mokpo.ac.kr, 정회원

*** Mokpo National University, Department of Information & Electronics Engineering, sypark@mokpo.ac.kr, 종신회원

논문번호 : KICS2015-04-099, Received April 2, 2015; Revised May 14, 2015; Accepted May 14, 2015

신속한 운행 등을 위해서 광범위하게 적용되었을 뿐 아니라, 최근 스마트폰 등 개개인의 기기에도 적용되어 그 수요 및 활용범위가 급격히 증가하였다^{[11][12]}. 하지만 기존의 PSK 신호를 이용하여 측위 정보를 측정하는 GNSS는 신호추적 과정에서 자기상관함수를 이용하여 동기화를 수행할 때 칩두의 폭이 넓어 정확한 동기화를 수행하기 힘들다는 단점이 있다. 따라서 확산코드의 일종인 의사잡음코드에 (pseudo random noise: PRN) 신호에 부반송파를 곱해서 신호를 전송함으로써 칩두의 폭을 좁혀, 정확한 측위를 제공하는 이진 오프셋 반송파 (binary offset carrier: BOC) 변조 방식에 대한 연구가 진행되고 있다^[3].

대표적인 BOC 신호 중 하나인 alternative binary offset carrier (AltBOC) 신호는 COMPASS B2ab 및 Galileo E5ab같은 현대화된 GPS 시스템에 사용될 예정이다. AltBOC 신호는 PRN 코드와 AltBOC 신호의 부반송파를 곱하여 생성되며, 이러한 과정을 통해 생성된 AltBOC 신호의 자기상관함수는 주 칩두의 폭이 기존의 PSK 신호의 자기상관함수에 비해 좁으므로, 더욱 정확한 위치 추적을 가능하게 한다. 또한 기존의 PSK 신호와 간섭없이 동일 주파수 대역을 사용할 수 있으므로, 신호의 주파수 자원을 효과적으로 사용할 수 있다. 한 주기의 AltBOC 신호 부반송파는 각각 두 종류의 양과 음의 펄스들, 즉 총 네 종류의 크기를 가지는 균일한 너비의 펄스들로 구성되어 있다. 이와 같이 PRN 코드의 칩 주기 안에서 부반송파의 부호가 바뀔 경우, 주 칩두의 주변에 여러 개의 주변 칩두가 (side-peaks) 생성되게 된다. 이러한 주변 칩두에서 신호 동기화가 완료되고 유지될 경우, 발생하는 시간 오류가 위치 오류로 나타나게 되며, 이를 모호성 문제라고 (ambiguity problem) 한다. 따라서 주변 칩두에 의해 발생하는 모호성 문제를 주변 칩두가 없는 상관함수를 생성함으로써 해결하여, 정확한 측위 정보를 제공하는 AltBOC 신호 추적기법이 필요하다.

현재까지 사인 위상의 BOC 신호 (sine-phased BOC), 코사인 위상의 BOC 신호 (cosine-phased BOC), 혹은 복합 이진 오프셋 반송파 (multiplexed BOC: MBOC) 신호 등에 발생하는 모호성 문제 해결을 위한 여러 가지 주변 칩두 제거 기법이 제안되어 왔으나^[4-9], 이들 기법은 다른 종류의 BOC 신호에서 발생하는 모호성 문제를 해결하기 위해 설계된 기법들로, AltBOC의 신호특성을 반영하지 않았으므로, AltBOC의 신호 추적에는 적용될 수 없다. 한편, AltBOC 신호를 4개의 부분 부반송파로 나누는 방식으로 비모호 상관함수를 얻는 기법이 제안되었으나

^[10], AltBOC 신호가 $T_c/8$ 의 폭을 가지는 서로 다른 값을 가지는 펄스들의 (pulses) 합으로 이루어진다는 점을 고려하지 않아, 추가적인 성능 향상의 여지가 있다.

본 논문에서는 AltBOC 신호의 자기상관함수에 존재하는 주변 칩두를 제거함으로써 모호성 문제를 해결하여, AltBOC 신호 추적 신뢰성을 높이고자 한다. 구체적으로는, AltBOC 신호 부반송파의 전력이 $T_c/2$ 동안 4번 변화한다는 점으로 인해, 다수의 주변 칩두가 발생한다는 사실에 주목하여 AltBOC 신호의 부반송파를 총 8개의 부분 부반송파로 나누고, 이들을 각각 수신된 AltBOC 신호와 상관하여 (correlation) 부분상관함수를 얻는다. 그 후, 부분상관함수의 대칭성을 이용하여 부분상관함수를 재조합함으로써 주변 칩두를 완전히 제거함과 동시에, 기존의 자기상관함수 주 칩두에 비해 더욱 가파른 기울기를 가지는 비모호 상관함수 생성 방법을 제시한다. 마지막으로, 제안한 기법을 이용하여 생성한 AltBOC 상관함수의 신호 추적 성능과 기존의 상관함수들의 신호 추적 성능을 비교함으로써, 제안한 기법을 이용하여 생성한 AltBOC 상관함수가 기존의 상관함수들에 비해 신호 추적 과정에서 발생하는 추적 오류 표준 편차를 (tracking error standard deviation: TESD) 크게 줄일 수 있음을 보인다.

이후 본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 AltBOC 신호 모형에 관해 소개하고, III장에서는 본 논문에서 제안한 비모호 상관함수를 생성하는 과정에 관하여 서술한다. IV장에서는 제안한 비모호상관함수를 사용하여 코드 추적을 수행할 경우 기존의 AltBOC 신호의 자기상관함수를 사용하여 신호 추적을 수행할 경우에 비하여 더욱 향상된 TESD를 제공함을 확인한다. 마지막으로, V장에서는 결론을 내려 본 논문의 끝을 맺는다.

II. AltBOC 신호 모형

GNSS 수신기에 적용되는 AltBOC 신호의 신호 모형은 (1)과 같이 표현 할 수 있다.

$$g(t) = \sqrt{P} \sum_{k=-\infty}^{\infty} c_{\text{ceil}(k/8)} s_{\text{mod}(k,8)} p_{T_c/8}(t - k \frac{T_c}{8}) d(t), \quad (1)$$

여기서 P 는 신호 전력, $d(t)$ 는 항법 데이터를 의미한다. 더불어, c_i 는 의사잡음부호의 i 번째 칩을 의

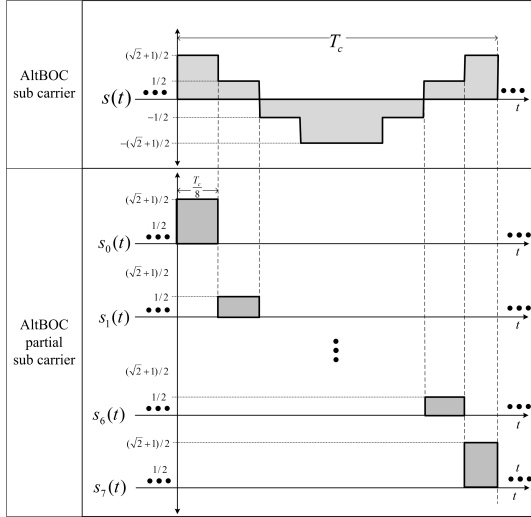


그림 1. AltBOC 신호의 부분반송파와 부분 부분반송파
Fig. 1. sub carrier and partial sub carrier of AltBOC signal

미하며 T_c 는 의사잡음부호의 칩 주기를 뜻한다. $c_{oil}()$ 함수는 인자를 올림하는 함수이고, $\text{mod}(a,b)$ 는 a/b 의 나머지를 의미한다. sc_i 는 AltBOC 신호의 부분반송파의 값을 의미하며, sc_x 는 x 의 값이 0, 1, 2, 3, ..., 7일 때, 각각 $(\sqrt{2}+1)/2, 1/2, -1/2, (-\sqrt{2}-1)/2, (-\sqrt{2}-1)/2, -1/2, 1/2, (\sqrt{2}+1)/2$ 의 값을 가진다. $p_{T_c/8}$ 는 $[0, T_c/8]$ 에 존재하는 단위 구형파를 의미한다. AltBOC의 부분반송파는 그림 1과 같은 형태를 가진다.

본 논문에서는 코드의 주기 T_G 가 의사잡음부호의 칩 주기인 T_c 보다 매우 큰 값을 가지며, 빠르고 정확한 동기화를 위한 별도의 파일럿 채널을 가정하여, 데이터 변조의 효과는 무시한다 ($d(t) = 1$).

III. 설계한 국소 신호를 이용한 모호성 문제 해결 과정

본 논문에서는 AltBOC 신호의 부분반송파를 부분 부분반송파로 재해석함으로써 새로운 국소 신호를 설계한다. 구체적으로는 주기가 T_c 인 AltBOC 신호의 부분반송파를 폭이 $T_c/8$ 인 총 8개의 부분 부분반송파로 나누어 새로운 국소 신호를 생성한 뒤, 새로운 국소 신호와 수신 신호를 각각 상관하여 부분 상관함수를 얻고, 이에 기반하여 주변 침투가 제거된 상관함수를 얻는다.

AltBOC 신호의 부분반송파는 (2)와 같이 표현 할 수 있다.

$$s(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} sc_{\text{mod}(k,8)} p_{T_c/8}(t - k \frac{T_c}{8}) \quad (2)$$

여기서 $s(t) = \sum_{i=0}^7 s_i(t)$ 가 되도록 부분반송파 $s(t)$ 를 총 8개의 부분 부분반송파 $s_i(t)$ 로 해석한다. 부분 부분반송파 $s_i(t)$ 는 $s_i(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} sc_{i+\text{mod}(k,8)} p_{T_c/8}(t - k \frac{T_c}{8})$ 와 같이 나타낼 있다. 여기서, y 가 0, 1, 2, 3, ..., 7일 때, sc_{0_y} 는 $(\sqrt{2}+1)/2, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0$ 의 값을 가지며, sc_{1_y} 은 $0, 1/2, 0, 0, 0, 0, 0, 0$ 의 값을, sc_{2_y} 는 $0, 0, -1/2, 0, 0, 0, 0, 0$ 의 값을, sc_{3_y} 의 값은 $0, 0, 0, (-\sqrt{2}-1)/2, 0, 0, 0, 0$ 을, sc_{4_y} 는 $0, 0, 0, 0, (-\sqrt{2}-1)/2, 0, 0, 0$ 의 값을 가지며, sc_{5_y} 는 $0, 0, 0, 0, 0, -1/2, 0, 0$ 을, sc_{6_y} 는 $0, 0, 0, 0, 0, 0, 1/2, 0$ 의 값을 가지며, sc_{7_y} 은 $0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, (\sqrt{2}+1)/2$ 의 값을 가진다.

정규화된 AltBOC 자기상관함수는 아래의 수식 (3)과 같이 나타내어질 수 있다.

$$\begin{aligned} R(\tau) &= \frac{1}{PT} \int_0^T g(t)g(t+\tau)dt, \\ &= \frac{1}{PT} \sum_{i=0}^7 \int_0^T g(t)g_i(t+\tau)dt, \quad (3) \\ &= \sum_{i=0}^7 C_i(\tau) \end{aligned}$$

식 3에서 $g_i(t)$ 는 부분 반반송파 $s_i(t)$ 가 곱해진 신호를 의미하며, $C_i(\tau)$ 는 새로이 생성된 국소 신호와 수신 신호간의 상관을 의미하며 부분상관함수라 정의한다.

부분 부분반송파에서 $s_n(t)$ 와 $s_{7-n}(t)$ ($n=0,1,2,3$)는 $T_c/2$ 인 지점을 기준으로 좌우가 대칭임을 알 수 있다. 이를 이용해서 부분 상관함수를 얻을 경우, $C_n(t)$ 와 $C_{7-n}(t)$ ($n=0,1,2,3$)는 동기화지점인 $\tau=0$ 을 기준으로 좌우 대칭함수이다. 이때, 부분 상관함수 $C_1(\tau)$ 및 $C_6(\tau)$ 는 (또한 $C_2(\tau)$ 및 $C_5(\tau)$) $-0.0625 T_c < \tau < 0.0625 T_c$ 인 부분을 제외 하고는 두 함수의 곱이 0이하임을 알 수 있다. 반면,

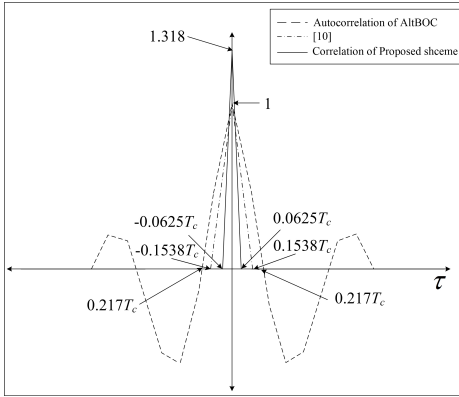


그림 2. 자기상관함수, 기존의 상관함수 및 제안한 상관함수.
Fig. 2. Autocorrelation function, existing correlation function and proposed correlation function.

$C_0(\tau)$ 과 $C_7(\tau)$ 은 동기화지점을 기준으로 좌우 대칭인 점은 같으나, 두 함수의 곱이 0 보다 큰 지점이 $-0.125T_c < \tau < 0.125T_c$ 로, $C_1(\tau)$ 및 $C_6(\tau)$ 는 (또한 $C_2(\tau)$ 및 $C_5(\tau)$)보다 큰 범위를 가진다. 또, $C_3(\tau)$ 과 $C_4(\tau)$ 는 주 침두가 존재하는 구간 이외에도, 두 함수의 곱이 양수인 지점을 가진다. 따라서, 본 논문에서는 두 함수의 곱이 0보다 큰 지점의 폭이 좁은 $C_1(\tau)$ 와 $C_6(\tau)$, $C_2(\tau)$ 와 $C_5(\tau)$ 를 이용하여 (4)

의 연산을 수행한다. 구체적으로는, (4)의 연산에서 A 및 B 의 곱이 양수인 구간만 $A \odot B$ 가 양수라는 점으로부터 착안하여, 주 침두 부분만 남기고 주변 침두를 모두 제거하기 위해, 아래의 수식 (5)와 같이 주변 침두가 제거된 새로운 상관함수 $R_0(\tau)$ 를 생성한다.

$$A \odot B = |A| + |B| - |A - B| \quad (4)$$

$$R_0(\tau) = (C_1(\tau) \odot C_6(\tau)) + (C_2(\tau) \odot C_5(\tau)) \quad (5)$$

다음으로는, 생성한 상관함수 $R_0(\tau)$ 의 높이를 높이기 위해서 아래와 같은 추가적인 연산을 통해 최종 상관함수인 $R_{proposed}(\tau)$ 를 생성한다.

$$\begin{aligned} R_1(\tau) &= R_0(\tau) \odot C_0(\tau), \\ R_2(\tau) &= R_0(\tau) \odot C_3(\tau), \\ R_3(\tau) &= R_0(\tau) \odot C_4(\tau), \\ R_4(\tau) &= R_0(\tau) \odot C_7(\tau) \end{aligned} \quad (6)$$

$$R_{proposed}(\tau) = \sum_{i=0}^4 R_i(\tau)$$

그림 2에서 볼 수 있듯이 최종 상관함수인 $R_{proposed}(\tau)$ 는 폭의 절반 값이 $0.0625T_c$ 이며 높이는

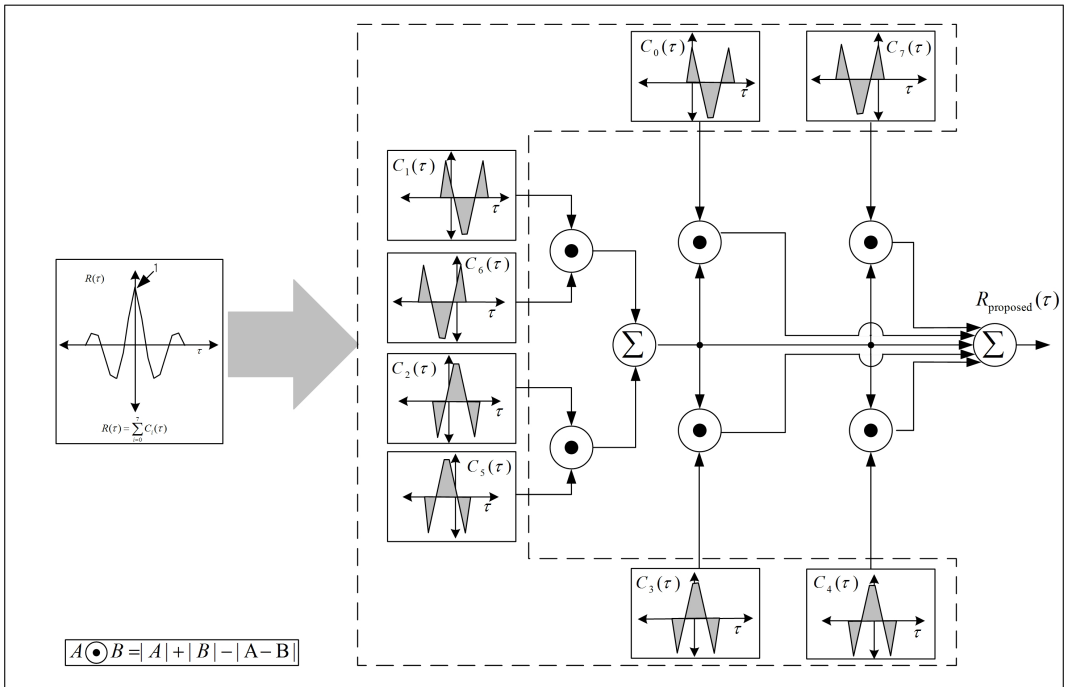


그림 3. AltBOC 신호의 주변 침두 제거 기법.
Fig. 3. Method for cancellation side peak of AltBOC signal.

1.318이므로 기존의 상관함수에 비해 더 높은 높이를 가지고, 폭도 더 좁으므로, 더욱 정확한 신호 추적을 수행할 수 있다. 뿐만 아니라, AltBOC 자기상관함수에 존재하던 주변 첨두들이 완전히 제거되었기 때문에, 주변 첨두에서 동기화가 완료되는 모호성 문제가 더 이상 발생하지 않는다. 따라서 이 기법을 기반으로 신호 추적을 실시하면, 신호 추적 성능 향상 및 주파수 공유 특성을 효과적으로 사용할 수 있을 것으로 기대되며, 그림 3에 본 논문에서 제안한 상관함수를 얻는 과정을 도시하였다.

AltBOC 신호 추적을 위한 판별기 (discriminator) 출력 $D(\tau)$ 은 제안한 상관 방식을 이용할 경우 식 7과 같이 표현 할 수 있다.

$$D(\tau) = R_{\text{proposed}}^2\left(\tau + \frac{\Delta}{2}\right) - R_{\text{proposed}}^2\left(\tau - \frac{\Delta}{2}\right) \quad (7)$$

여기서 Δ 는 지연 고정 루프를 (delay lock loop: DLL) 이용한 신호 추적 과정에서의 선후 간격을 (early-late spacing) 의미하며, τ 는 수신 신호와 국소 신호의 위상차이를 의미한다. 판별기 출력은 DLL 수치 제어된 오실레이터에 의해 τ 가 0이 될 때까지 동작하며, 시간 동기화를 맞추고 유지한다.

IV. 모의실험 결과

본 장에서는 AltBOC 신호에 대한 자기상관함수와 제안한 주변 첨두 기법을 통해 얻은 상관함수를 이용한 경우의 TESD 성능을 비교하고, 이를 기반으로 제안한 주변 첨두 제거 기법을 이용할 경우 더욱 향상된 신호 추적 성능을 보임을 $\frac{\sigma}{G} \sqrt{2B_L T_I}$ 확인한다. TESD는 로 정의되며, 여기서 σ 는 $D(0)$ 의 표준편차,

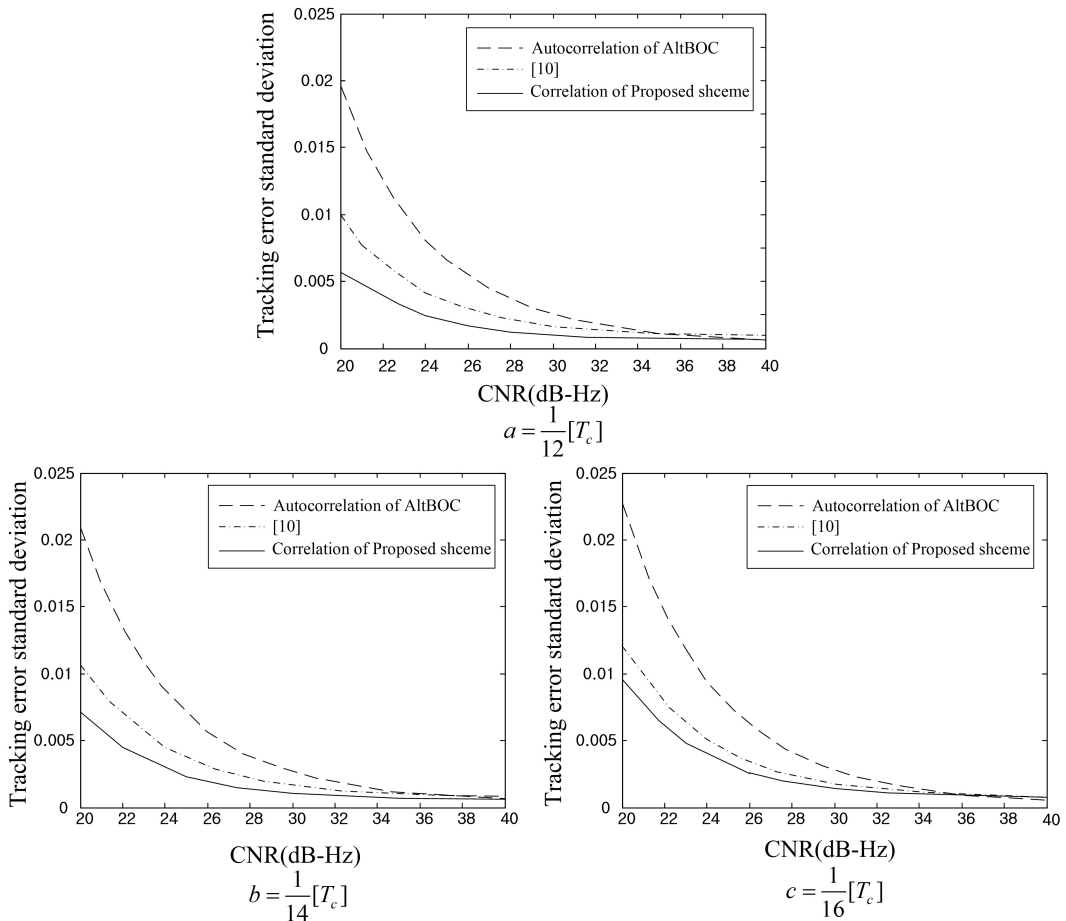


그림 4. 제안한 기법의 상관함수와 자기상관함수의 TESD 성능.
Fig. 4. The TESD of Autorrelation and correlation of proposed scheme.

B_L 은 루프필터의 대역폭, T_I 는 적분 시간을 의미한다.

모의실험을 진행하기 위하여, $T = 4\text{ms}$, $T_I = T$, $\Delta = \frac{1}{12} T_c, \frac{1}{14} T_c, \frac{1}{16} T_c$, $B_L = 1\text{Hz}$ 을 각각 가정하고 실험을 진행하였다.

그림 4는 AltBOC 자기상관함수와 본 발명의 상관함수를 이용한 경우의 AltBOC 신호에 대해 반송파 대 잡음비에 (carrier-to-noise ratio: CNR) 따른 TESD 성능을 나타낸다. 여기서 CNR은 P/N_0 dB-Hz로 정의되며 N_0 는 잡음 전력 밀도이다. 그림 4로부터 본 논문에서 제안한 비모호 자기상관함수는 지연 고정 루프의 값에 상관없이 모든 CNR 범위에서 AltBOC 신호의 자기상관함수나 기존의 상관함수에 비해 더욱 뛰어난 TESD 성능을 보여줌을 알 수 있다. 이를 통하여 본 논문에서 제안한 기법이 기존의 자기상관함수에 존재하는 주변 침두를 모두 제거하여 모호성 문제를 완전히 해결하였다는 것을 알 수 있으며, 이를 기반으로 제안한 기법이 위치 추적 오류 및 거리 오차를 감소시키고, 동시에 AltBOC 신호와 주파수 공유 특성을 극대화 시킬 수 있음을 확인 할 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 AltBOC 자기상관함수의 주변 침두 제거 기법을 제안하였다. 구체적으로, AltBOC신호를 자기상관함수만을 사용했을 때 발생했던 단점인 모호성 문제를 해결하기 위하여, 주변 침두를 제거한 비모호 상관함수를 제안하고, 이를 이용한 비모호 추적기법의 성능을 모의실험하였다. 모의실험을 통하여, 제안한 주변 침두 제거 기법을 이용하였을 경우, 기존의 상관함수에 비해 제안한 상관함수의 폭이 더욱 좁으며, 기울기가 더욱 크기에 기존의 자기상관함수를 이용한 신호 추적 기법에 비해 뛰어난 추적 오류 표준편차 성능을 보임을 확인할 수 있었다. 따라서 본 논문에서 제안한 상관함수를 이용할 경우, 궁극적으로는 기존의 상관함수를 이용한 경우에 비해 더욱 정확한 측위 정보를 제공할 수 있을 것이다.

References

[1] J. A. Avila-Rodriguez, "On generalized signal waveforms for stellite navigation," Ph.D. dissertation, Dept. Aer. Engineer., University of Munich, Munich, Germany, 2008.

[2] Y. Lee, S. R. Lee, and S. Yoon, "A novel BOC(n,n) correlation function for maritime satellite communications," *J. Korean Inst. Comm. Inform. Sci.*, vol. 38C, no. 3, pp. 296-302, Mar. 2013.

[3] G. W. Hein, J. W. Betz, J.-A. Avila-Rodriguez, C. J. Hegarty, S. Wallner, L. S.Lenahan, A. R. Pratt, J. J. Rushaman, J. Owen, A. L. Kray, J.-L. Issler, and T. A.Stansell, "MBOC: The new optimized spreading modulation recommended for Galileo L1 OS and GPS L1C," in *Proc. IEEE/ION Plans*, pp. 883-892, San Diego, CA, Apr. 2006.

[4] O. Julien, C. Macabiau, M. E. Cannon, and G. Lachapelle, "ASPeCT: Unambiguous sine-BOC(n,n) acquisition/tracking technique for navigation applications," *IEEE Trans. Aerosp., Electron. Syst.*, vol. 43, no. 1, pp. 150-162, Jan. 2007.

[5] A. Burian, E. S. Lohan, and M. K. Renfors, "Efficient delay tracking methods with sidelobes cancellation for BOC-modulated signals," *EURASIP J. Wirel. Commun. Netw.*, vol. 2007, article ID. 72626, 2007.

[6] Z. Yao, M. Lu, and Z. Feng, "Unambiguous technique for multiplexed binary offset carrier modulated signals tracking," *IEEE Signal Process. Lett.*, vol. 16, no. 7, pp. 608-611, Jul. 2009.

[7] Z. Yao, X. Cui, M. Lu, Z. Feng, and J. Yang, "Pseudo-correlation-function-based unambiguous tracking technique for sine-BOC signals," *IEEE Trans. Aerosp., Electron. Syst.*, vol. 46, no. 4, pp. 1782-1796, Oct. 2010

[8] J. I. Park, Y.-P. Lee, S. Yoon, S. Y. Kim, and Y. H. Lee, "Synchronization technique based on adaptive combining of sub-correlations of multiband sine phased BOC signals," *J. Korean Inst. Comm. Inform. Sci.*, vol. 36, no. 11, pp. 694-701, Nov. 2011.

[9] Y. Lee and S. Yoon, "A novel unambiguous correlation function for composite binary offset carrier signal tracking," *J. Korean Inst. Comm. Inform. Sci.*, vol. 38A, no. 6, pp.

512-519, June 2013.

- [10] K. Chae and S. Yoon, "Cancellation of AltBOC Correlation Side-Peaks for Frequency Sharing in Satellite Communication Spectrum," *J. Korean Inst. Comm. Inform. Sci.*, vol. 39B, no. 11, pp. 810-816, Nov. 2014.

박 순 영 (Soonyoung Park)



1982년 : 연세대학교 전기공학과 학사
 1984년 : 연세대학교 전자공학과 석사
 1989년 : State University of New York 전기및컴퓨터 공학과 박사

1990년~현재 : 목포대학교 정보전자공학과 교수
 <관심분야> 영상 및 비디오처리, 컴퓨터비전 >

우 성 혁 (Sunghyuk Woo)



2009년 2월 : 성균관대학교 전자전기공학부 공학사
 2015년 3월~현재 : 성균관대학교 정보통신대학 전자전기컴퓨터 공학과 석사과정
 <관심분야> 통신이론, 무선통신, 추정 및 검파

윤 석 호 (Seokho Yoon)



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 : Harvard University 박사후 연구원

2003년 3월~현재 : 성균관대학교 정보통신대학 전자전기공학부 교수

2007년 : IEEE 준석학회원

2009년 : 한국통신학회 LG 학술상 수상

2011년 : 교육과학기술부 우수연구 인종패 수상

2012년 : 한국통신학회 우수논문상 수상

<관심분야> 통신이론, 이동통신, 통계학적 신호처리

채 근 흥 (Keunhong Chae)



2014년 2월 : 성균관대학교 전자전기공학부 공학사
 2014년 3월~현재 : 성균관대학교 정보통신대학 전자전기컴퓨터 공학과 석박통합과정
 <관심분야> 통신이론, 무선통신, 추정 및 검파

이 성 로 (Seong Ro Lee)



1987년 2월 : 고려대학교 전자공학과 공학사
 1990년 2월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 공학석사
 1996년 8월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 공학박사
 1997년 9월~현재 : 목포대학교

공과대학 정보전자공학과 교수

<관심분야> 디지털통신시스템, 이동 및 위성통신시스템, USN/텔레미틱스응용분야, 임베디드시스템