

삽입 비율에 따른 Padded-Weil 부호 자기 상관 부엽 경향성의 실험적 분석

유재덕*, 유승수, 맹주현, 노재희, 김선용†

건국대학교

kimsy@konkuk.ac.kr

An Expermental Analysis of Autocorrelation of Padded-Weil Code Family according to Insertion Ration

Jae Duk Yoo, Seungsoo Yoo, Ju-Hyun Maeng, Jae Hee Noh, Sun Yong Kim†

Konkuk Univ.

요 약

본 논문은 서로 다른 길이의 Weil 부호군에 임의의 부호열을 삽입해 Padded-Weil 부호군을 구성하고, 임의의 부호열의 길이에 따른 Padded-Weil 부호군의 자기 상관 부엽의 경향성을 분석한다. 삽입된 부호열의 길이와 비례하여 부호군의 자기 상관 부엽은 커지는 것을 확인했다. 7,673 칩 길이의 Weil 부호군에 2,557 칩 길이의 부호열을 삽입한 (f)의 경우 1,048개의 부호열이 GPS (Global Positioning System) L1C (L1 Civil) 부호군의 임계치를 만족하며, 200개의 부호열이 BDS (Beidou Satellite System) B1C (B1 Civil) 부호군의 임계치를 만족한다.

I. 서 론

범역항법위성시스템 (Global Navigation Satellite System, GNSS)은 사용자의 위치, 항법, 시간 정보 (Positioning, Navigation, Timing, PVT)를 제공하기 위한 체계이다. 위성에 탑재된 송신기는 각 위성 고유의 부호열로 변조된 신호를 방송하며, 지상의 수신기는 변조된 신호를 수신해 항법 메시지를 디코딩하고, 송신기 신호를 송신한 시간과 수신기가 신호를 수신한 시간의 차이를 통해 위성파 수신기 사이의 거리를 추정한다. 초기 GPS (Global Navigation System) L1 C/A (Coarse/Acquisition) 신호는 1,023칩 길이의 골드 부호열을 사용했으나, 최신 신호인 GPS L1C (Civil) 신호는 10,223칩 길이의 Weil 부호열에 임의의 7칩 부호열을 삽입한 총 10,230칩 길이 부호열을 사용해 더 강건한 신호를 구성한다^[1].

이러한 배경 하에 본 논문은 10,230칩 길이 부호군을 서로 다른 길이의 Weil 부호군 6종을 사용해 구성하고, 각 부호군의 삽입된 부호열 비율에 따른 자기 상관 부엽의 경향성을 실험적으로 분석한다.

II. 실험 및 분석

삽입된 부호열의 비율에 따른 자기 상관 부엽을 분석하기 위해 길이 L_1 의 Weil 부호 6종에 길이 L_2 의 임의의 부호열을 삽입해 10,230칩의 부호군 6종을 구성하고, 부호군의 자기상관 부엽을 계산한다. 그리고 각 부호군 중 GPS L1C 부호군의 자기 상관 부엽 임계치 286 표본과 BDS (Beidou Satellite System) B1C (B1 Civil) 부호군의 자기 상관 부엽 임계치 282 표본 이하의 값을 갖는 부호열의 개수를 분석한다.

실험 결과는 표 1과 같다. 10,211 칩 길이의 Weil 부호의 19 칩 길이의 임의의 부호열을 삽입한 (a)의 경우, 총 4,032,149개의 부호열이 GPS L1C 부호군의 임계치 이상의 자기 상관 부엽을 가지며, 2,657,921개의 부호열의 BDS B1C 부호군의 임계치 이하의 자기 상관 부엽을 갖는다. 삽입 비율이 증가함에 따라 임계치를 만족하는 부호열의 개수는 작아지며, 7,673 칩 길이의 Weil 부호에 2,557칩 길이의 임의의 부호열을 삽입한 (f)의 경우, 총 1,048개의 부호열이 GPS L1C 부호군의 임계치를 만족하며, 200개의 부호열이 BDS B1C 부호군의 임계치를 만족한다.

표 1. 삽입 비율에 따른 GPS L1C 부호군/BDS B1C 부호군의 자기상관 부엽을 만족하는 부호열의 개수

Test	Hypoparameter			Threshold	
	L_1	L_2	$\frac{L_2}{L_1 + L_2}$	GPS L1C (286 Sample)	BDS B1C (282 Sample)
a	10223	7	0.00	4,032,149	2,657,921
b	9739	491	4.80	1,070,592	559,679
c	9209	1021	9.98	150,656	57,625
d	8699	1531	15.97	27,856	8,814
e	8191	2039	19.93	3,652	843
f	7673	2557	25.00	1,048	200

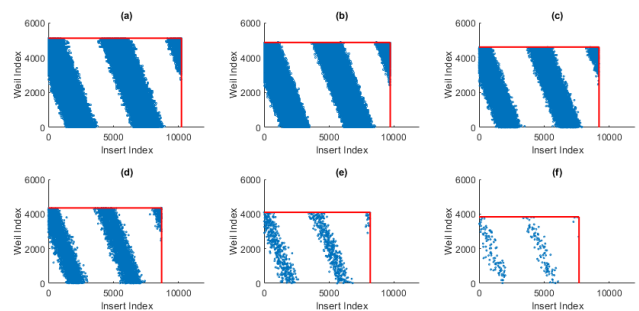


그림 1. 삽입 비율에 따른 GPS L1C 부호군의 자기상관 부엽을 만족하는 부호열의 분포

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 우주항공청의 재원으로 지원을 받아 수행된 것임 (과제번호 : RS-2022-00165802)

이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원-대학ICT연구센터(ITRC)의 지원을 받아 수행된 연구임 (IITP-2026-RS-2023-00258639)

참 고 문 헌

- [1] J. J. Rushanan, "The spreading and overlay codes for the L1C signal," *NAVIGATION, Journal of the Institute of Navigation*, vol. 54, no. 1, pp. 43-51, Spring 2007.