

단일-채널 PCL 시스템의 표적 탐지 방법

*김호재, 김형남

부산대학교 전자공학과

e-mail : *kkhhjj007@pusan.ac.kr*, *hnkim@pusan.ac.kr*

Target detection method of a passive radar system with a single channel

*Ho Jae Kim, Hyoung-Nam Kim
Dept. of Electronics Engineering
Pusan National University

Abstract

Passive coherent location(PCL) is an application field of radar that detects and estimates a target using commercial broadcasting signals. The PCL system operates a reference channel for receiving a reference signal and a surveillance channel for receiving a target reflected signal. The PCL system detects a target using two antennas of a reference antenna and a surveillance antenna. In PCL, since the transmitter and the receiver are separated, the target detection performance depends on the bistatic geometry and thus the receiver's position may need to be changed. If it is possible to operate with only one channel, the number of required receivers is reduced, making it easy to move. In this paper, we propose a single-channel receiving PCL system that obtains a reference signal through channel equalization.

I. 서론

PCL(passive coherent location, PCL)은 송신기와 수신기가 분리된 레이더로, 직접적으로 신호를 송출하지 않고 상용 방송 및 통신 신호를 이용하여 표적을 탐지하는 레이더이다^[1]. 사용되는 신호는 FM(frequency modulation), DVB(digital video broadcasting), DAB(digital audio broadcasting), GSM(global system for mobile communications), WLAN(wireless LAN) 등이 있다^[1].

PCL은 기준 신호, 즉, LOS(line of sight)를 수신하기 위한 기준 채널(reference channel)과 표적 반사 신호를 수신하기 위한 감시 채널(surveillance channel)을 운용한다. 두 채널의 운용을 위해 각 채널을 위한 안테나가 구축되어야 하므로, 기준 안테나 및 감시 안테나 두 개의 안테나를 활용하여 표적 탐지를 수행한다. PCL의 경우 송신기와 수신기가 이격되어 있으므로, 송신기, 수신기 및 표적이 이루는 바이스태틱 기하 구조에 따라서 표적 탐지 성능이 좌우되며, 상황에 따라 수신기의 위치 변경이 필요할 수 있다^[1]. 두 채널을 사용하지 않고 하나의 채널만으로 운용 가능한 경우 요구되는 수신기의 수가 줄어들어 이동이 용이하며, 레이다의 유지 보수가 용이한 장점이 나타난다.

DVB, WLAN 등과 같이 디지털 신호를 사용하는 신호원은 파일럿을 이용하여 채널을 추정한다. 채널 추정(channel estimation)을 통하여 획득한 채널 정보를 이용하여 채널 등화(channel equalization)를 수행함으로써, 송신 신호를 복구할 수 있다^[2]. 이를 PCL 시스템에 적용하면, 감시 채널만 운용하여 채널 추정 및 채널 등화를 통하여 기준 신호를 획득하고, 획득한 기준 신호를 이용하여 감시 채널에 수신된 신호의 기준 신호 및 클러터 신호를 제거하여 표적 반사 신호를 획득할 수 있다. 이에 본 논문에서는 디지털 신호를 사용하는 PCL 시스템에서 채널 등화 알고리즘을 적용하여 감시채널에서 수신된 신호로부터 기준 신호를 획득하는 단일-채널 수신 PCL 시스템을 제안한다.

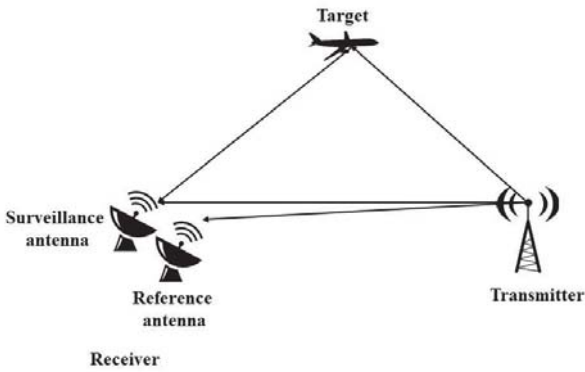


그림 1. 바이스테틱 기하 구조

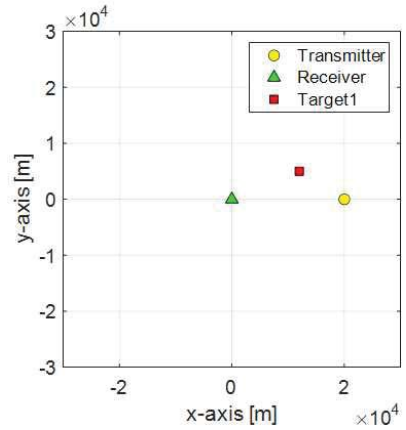


그림 3. 송신기, 수신기 및 표적의 위치

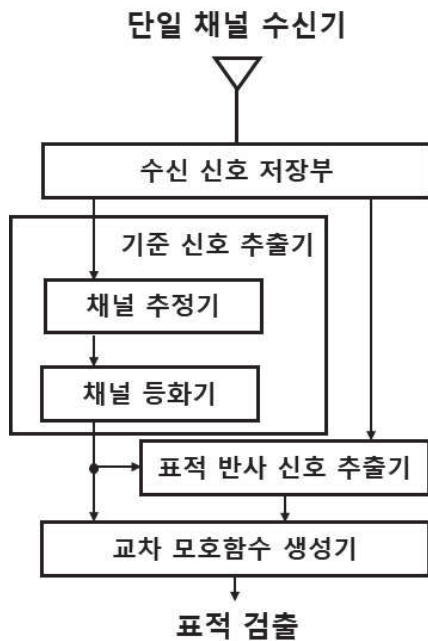


그림 2. 단일-채널 PCL 시스템 블록 다이어그램

II. 단일-채널 PCL 시스템

2.1 PCL 시스템^[3]

PCL은 송신기와 수신기가 이격된 레이더로 그림 1 과 같이 송신기, 수신기, 표적의 위치에 따라 바이스테틱 기하 구조가 형성된다. 일반적으로 기준 안테나는 기준 신호의 수집을 위해 배열 안테나 또는 야기 안테나를 사용하며, 감시 안테나는 표적의 위치를 모르기 때문에 정방 안테나를 사용한다.

2.2 단일-채널 PCL 시스템

단일-채널 PCL 시스템은 일반적인 PCL 시스템과

달리 기준 채널을 운용하지 않고 감시 채널만 운용하여 표적을 탐지하는 시스템이다. 그림 2는 단일-채널 PCL 시스템의 구조이며 수신기 기준 신호를 획득하기 위해 채널 추정 및 채널 등화를 통하여 기준 신호를 추출한다. 디지털 신호를 신호원으로 사용할 경우 과일릿을 이용하여 채널 추정이 가능하며, 채널 등화를 수행하면 기준 신호를 추출할 수 있다^[2].

일반적인 PCL 시스템에서 표적 반사 신호를 추출하기 위해 기준 채널에서 획득한 기준 신호를 이용하여 ECA (extensive cancellation algorithm), LMS (least mean square) 등과 같은 알고리즘을 이용하여 표적 반사 신호를 추출한다. 반면에, 단일-채널 PCL 시스템에서는 수신 신호를 저장한 후 이 신호로부터 기준 신호를 추출하며, 이후 과정은 기존의 PCL 시스템과 동일하게 진행된다.

III. 모의실험 결과

모의 실험에 사용된 신호원은 현재 UHD(ultra high definition) 방송으로 사용되는 ATSC 3.0 시스템을 사용하였으며, 중심 주파수 600 MHz, 대역폭은 6MHz를 사용하였다. 그림 3과 같이 송신기 위치 (20, 0)km, 수신기 위치 (0, 0)km, 표적 위치 (12, 5)km를 설정하였다. 표적의 속도는 수평선에서 50° 방향으로 144km/h로 이동한다고 가정하였다.

그림 4는 일반적인 PCL 시스템의 표적 탐지 결과이며, 그림 5는 단일-채널로 수신된 PCL 시스템의 표적 탐지 결과이다. 채널은 Rician 채널을 사용하였으며, 기준 신호의 세기는 50dB, 표적 반사 신호의 세기는 -30dB로 설정하였다. 단일-채널 PCL 시스템의 탐지 결과와 기존 PCL 시스템의 탐지 결과 모두 탐지가 되는 것을 확인하였으며, 전체적인 잡음의 크기는 단일-채널 PCL 시스템이 다소 큰 것을 확인하였다.

참고문헌

- [1] 김호재, 박근호, 김동규, 김형남, "다중 수신기 배치에 따른 수동형 바이스태틱 레이더 시스템의 표적 위치 추정 성능 분석," *한국통신학회논문지*, vol. 43, no. 5, pp. 833-842, 2018년 5월.
- [2] B. Sklar, *Digital Communications Fundamentals and Applications*, Prentice Hall
- [3] H. D. Griffiths and C. J. Baker, "Passive coherent location radar systems part 1: performance prediction," *IET Proc. RadarSonar Navig.*, vol. 152, no. 3, pp. 153-159, Jun. 2005.

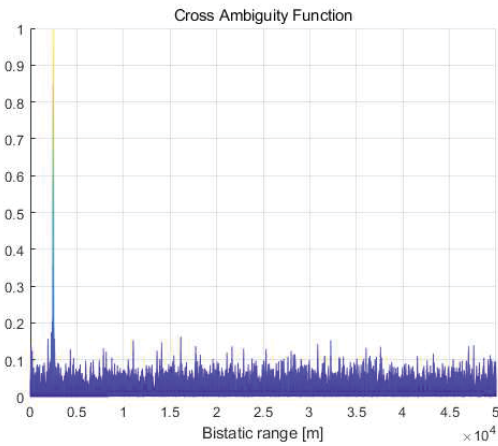


그림 4. 일반적인 PCL 시스템의 CAF 결과

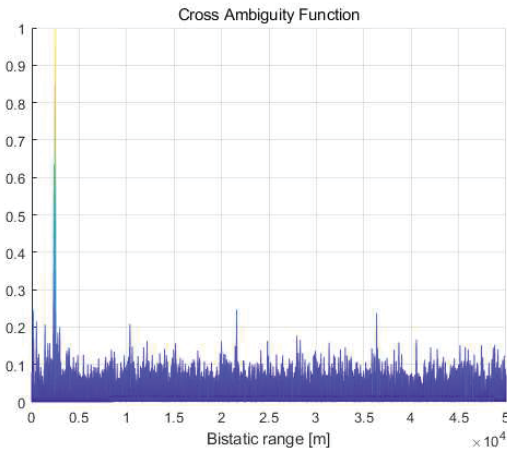


그림 5. 단일 채널 PCL 시스템의 CAF 결과

IV. 결론

본 논문에서는 디지털 신호를 사용하는 PCL 시스템에서 채널 등화를 통해 기준 신호를 획득할 수 있는 것을 활용하여, 레이더의 이동성 및 유지 보수에 용이한 단일-채널 수신 PCL 시스템을 제안하였다. 실험 결과 기존의 PCL 시스템보다 탐지 결과의 잡음의 크기가 다소 크나 탐지 결과에는 큰 영향을 미치지 않는 것을 확인하였다. 그러나 개체 반사 신호의 세기가 작을 경우에는 탐지 결과가 달라질 수도 있어, 향후 개체 반사 신호의 세기에 따른 두 시스템의 성능 분석을 진행할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2019 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2019-0-00706, 주요 보안시설 및 항만 인프라 보안성 강화용 3S(Security,Safety,Safeguard) 보안허브플랫폼 개발).