

USRP 를 이용한 바이스테틱 센서 시스템의 사람 탐지 결과 분석

김호재, 권순영, 김형남[Ⓞ]
부산대학교

hnkim@pusan.ac.kr[Ⓞ]

Analysis of human detection result of bistatic sensor system using USRP

Ho Jae Kim, Soon-Young Kwon, Hyoung-Nam Kim[Ⓞ]
Pusan National Univ.

요 약

바이스테틱(bistatic) 시스템은 송신기와 수신기가 이격된 탐지 시스템으로, 스텔스(stealth) 항공기 탐지를 위해 연구가 시작되었으며 점차 항공기, 드론, 차량, 사람 등과 같은 다양한 개체의 탐지를 위한 연구가 진행되고 있다. 바이스테틱 시스템은 화재, 폭설, 폭우 등 CCTV 의 가시거리 확보가 불가능한 상황이 발생할 경우 CCTV 의 대안으로 사용할 수 있으며, CCTV 와 함께 보안 시스템으로 사용할 수 있을 것으로 기대된다. 이에 본 논문에서는 USRP(universal software radio peripheral)를 이용한 바이스테틱 센서 시스템의 사람 탐지 실험을 진행하였으며, 움직임이 없는 경우 잡음에 의한 교차 모호함수의 출력을 확인하였다. 사람이 움직이는 경우 탐지된 결과의 바이스테틱 거리 및 도플러 주파수에서 교차 모호함수의 첨두치가 출력되는 것을 확인하였다.

I. 서 론

바이스테틱(bistatic) 레이더 또는 바이스테틱 센서 시스템은 그림 1 과 같이 송신기와 수신기가 이격된 상태에서 표적을 탐지하는 시스템이다. 바이스테틱 시스템 연구 초기에는 전자기파를 산란시켜 탐지수단에 감시되지 않기 위해 설계된 스텔스(stealth) 항공기의 탐지를 위해 연구가 시작되었으며^[1, 2], 다양한 신호원을 사용하면서 드론 탐지 및 사람 탐지와 같은 민간 분야에 대한 연구로 발전하고 있다^[3, 4].

현대 기술 발전에 따라 다양한 분야에서 보안 시스템의 필수 요소로 CCTV 를 사용하고 있다. 그러나 CCTV 의 경우 기상 상황(폭우, 폭설, 안개 등)에 따른 가시거리 확보의 어려움이 발생하며, 음영지역 또한 존재한다. 이를 보완하기 위해 바이스테틱 센서를 이용한 사람 탐지 시스템을 고려할 수 있으며^[4], CCTV 와 함께 보안 시스템으로 사용될 수 있다. 이에 본 논문에서는 보안지역의 감시체계 강화를 위한 기초 연구로, 범용 라디오 신호를 자유롭게 사용할 수 있는 USRP(universal software radio peripheral)를 이용하여 바이스테틱 센서 시스템의 사람 탐지 대한 결과 분석을 진행한다.

II. 바이스테틱 센서 탐지 시스템

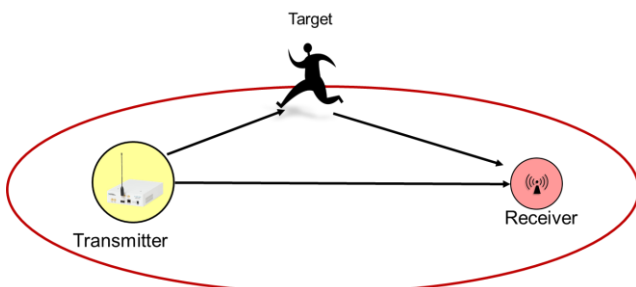


그림 1. 바이스테틱 기하 구조.

바이스테틱 시스템은 일반적으로 상용 신호인 FM(frequency modulation), DVB(digital video broadcasting), DAB(digital audio broadcasting), WLAN(wireless LAN) 등과 같은 신호를 사용하므로 별도의 송신기가 필요없고 수신기만으로 탐지가 가능한 특징이 있다. 직진 신호(line-of-sight, LOS)와 표적 반사 신호(target echo signal)의 시간 차이 및 도플러 주파수 차이를 이용하여 표적을 탐지하는 시스템으로, 직진 신호를 수신하는 기준 안테나(reference antenna)와 표적 반사 신호를 수신하는 감시 안테나(surveillance antenna) 두 개의 채널을 운용한다^[1]. 본 논문에서는 직접 신호를 생성하여 송신 및 수신을 모두 진행하였기 때문에, 직진 신호를 알고 있어 별도의 기준 안테나를 사용하지 않고 감시 채널만을 위한 하나의 수신기만 사용하였다.

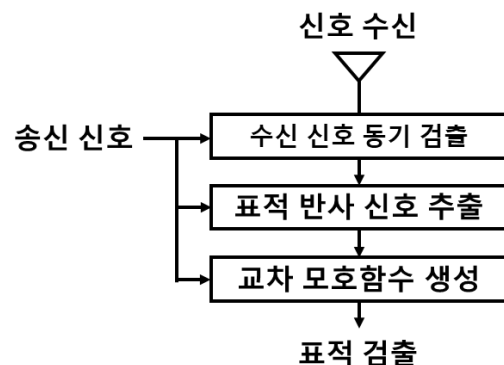


그림 2. 송신 신호를 아는 경우의 바이스테틱 시스템 블록 다이어그램.



그림 3. 송신기 및 수신기 위치.

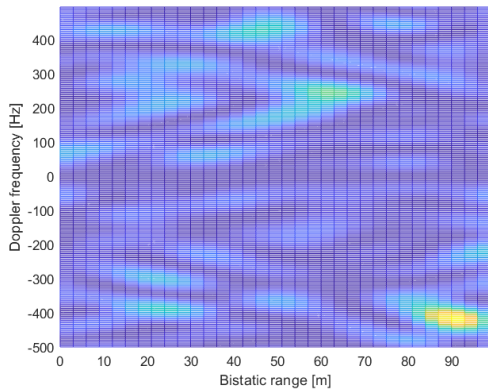


그림 4. 개체의 움직임이 없는 경우의 교차 모호함수 결과.

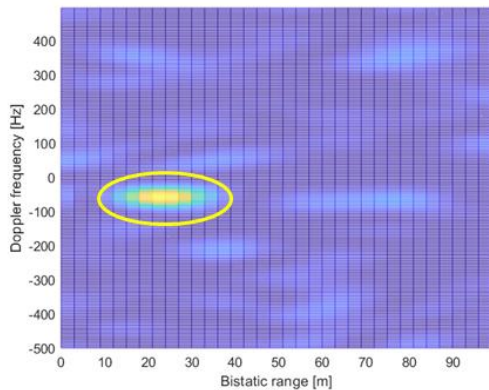


그림 5. 개체의 움직임이 있는 경우의 교차 모호함수 결과.

그림 2 는 송신 신호를 알고 있는 경우의 바이스테틱 센서를 이용한 표적 탐지 시스템을 나타낸 것이다. 수신 신호에는 직진 신호, 클러터(clutter) 신호 및 표적 반사 신호가 모두 중첩되어 수신이 되며, 일반적으로 직진 신호의 세기가 가장 강하기 때문에 송신 신호와 상관을 통한 수신 신호의 시작점을 검출한다. 이후 ECA (extensive cancellation algorithm)를 통하여 수신 신호에 포함된 직진 신호 및 클러터 신호를 제거하여 표적 반사 신호를 추출한다. 마지막으로 송신 신호와 추출된 표적 반사 신호를 이용하여 교차 모호함수(cross ambiguity function, CAF)를 생성하면 최종적으로 표적을 검출할 수 있다.

III. 모의실험 결과

USRP(universal software radio peripheral)는 LabVIEW 또는 MATLAB 응용 프로그램을 이용하여

생성한 기저대역의 신호를 RF(radio frequency) 대역으로 쉽게 송수신 가능한 소프트웨어 정의 라디오(software define radio, SDR)이다. 모의실험에는 USRP 를 이용하여 신호의 송수신 및 사람 탐지 실험을 진행하였다. 사용된 신호는 2.9 GHz 중심 주파수를 사용하며, IEEE 802.11a 신호 표준을 참고하여 20 MHz 대역폭을 가지는 WLAN(wireless LAN) 의사 신호를 사용하였다.

실험은 그림 3 과 같이 송신기와 수신기의 거리를 약 13 m 로 설정하였으며, 복도 양끝 거리 35 m 를 약 3 m/s 의 속도로 왕복달리기를 수행하였다. 그림 4 의 경우는 개체가 움직임이 없는 경우의 교차 모호함수 결과이며, 전체적으로 랜덤하게 결과가 도출되는 것을 확인할 수 있다. 그림 5 의 경우는 개체가 움직인 경우의 교차 모호함수 결과이다. 앞선 결과와 달리 특정 위치에서 교차 모호함수의 첨두치가 발생하는 것을 확인할 수 있으며, 탐지가 된 것을 확인할 수 있다.

IV. 결론

본 논문에서는 바이스테틱 센서를 이용한 사람 탐지를 위해 USRP 송수신기를 이용하여 달리는 사람의 탐지를 진행하였다. 사람이 움직이지 않는 경우에는 교차 모호함수의 결과가 전체적으로 잡음만 나오는 것을 확인하였으며, 사람이 움직이는 경우 표적의 바이스테틱 거리 및 도플러 주파수에서 첨두치가 나오는 것을 확인하였다.

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).”

참고 문헌

- [1] 최지환, 신한섭, 김대오, 김태형, “최근 바이스테틱 레이더 기술 동향,” *항공우주산업기술동향*, 제 13 권 1 호, 2015, pp. 160~165.
- [2] 박중희, 이원우, 유진철, 양훈기, 정용식, 배경빈, “바이스테틱 레이더의 탐지 커버리지 분석 및 표적 위치 산출을 위한 M&S Tool,” *한국군사과학기술학회지*, 제 14 권 5 호, 2011 년 10 월, pp. 904~912.
- [3] T. Martelli, F. Murgia, F. Colone, C. Bongioanni, and P. Lombardo, “Detection and 3D localization of ultralight aircrafts and drone with a WiFi-based Passive Radar,” *International Conference on Radar Systems (Radar 2017)*, Belfast, UK, Oct. 2017, pp. 23-26.
- [4] Martina Broetje, “Person tracking for WiFi based multistatic passive radar,” *16th International Conference on Information Fusion, Istanbul, Turkey*, pp. 280-287, July 9-12, 2013