

Quasi-OOK 방식을 적용한 고정밀 센싱용 반사 배열 안테나에 관한 연구

김용명¹, 임문철¹, 주경덕¹, 장갑석², 김용선², 정영배¹

¹국립한밭대학교, ²한국전자통신연구원
ybjung@hanbat.ac.kr

A Study on a Reflective Array Antenna Applying Quasi-OOK Modulation for High-Precision Sensing

Y.-M. Kim¹, G.-D. Ju¹, M.-C. Lim¹, K.-S. Chang², Y.-S. Kim², Y.-B. Jung¹

¹Hanbat National University, ²Electronics and Telecommunications Research Institute

요약

본 논문에서는 Van Atta Array(VAA) 안테나에 Quasi-On-Off Keying(Quasi-OOK) 방식을 적용하여 하모닉 반사 신호전력을 개선하는 고정밀 무선 센싱용 반사 배열 안테나 구조를 제안한다. 제안된 구조는 기존의 브랜치라인 커플러를 구성하는 다이오드 제어와 전송선로 길이를 최적화함으로써, 다이오드 제어에 따른 VAA의 이득(gain) 차이를 확대하였으며, 이를 통하여 VAA를 통하여 반사되는 하모닉 신호의 전력세기를 3dB 이상 향상시켰다.

I. 서론

기존 센싱용 Van Atta Array(VAA)는 Branch-line Coupler와 지연 선로를 다이오드로 결합하여 특정 주파수(f_m)로 On/Off 제어한다. 위상 변조를 통해 VAA 안테나로 입사된 주파수 신호(f_c)의 혼변조 신호를 생성한다. 그러나 소형 VAA 안테나에서 제한된 신호 전력과 통신채널 상의 높은 경로 손실로 센싱 거리가 제한된다. 이를 해결하고자 다양한 고해상도 신호 처리 기법들이 활용되고 있다.[1]

본 연구에서는 다이오드 제어 시 VAA의 높은 이득 차이를 통해 VAA로부터 반사되는 하모닉($f_H = f_c \pm f_m$) 신호 세기를 향상하는 기법을 검증하였다.

II. 본론

반사 배열 안테나 구조 및 다이오드 제어 특성은 고정밀 특성의 핵심 이기에 본 연구에서는 다이오드 제어 시 VAA 안테나의 높은 이득 차이를 활용한 Quasi-OOK 방식을 적용하여 하모닉 신호 세기를 향상하였다. 기존 FSK 방식의 VAA는 다이오드의 On/Off 제어에 따른 안테나 이득이 아닌 위상 전환만을 고려하여 안테나를 설계하였다.

제안된 구조는 Branch-line Coupler로부터 들어오는 신호 위상, 다이오드의 부착 위치 및 연결 선로의 기생 성분을 제어하였다. 이를 통해 다이오드 On 상태에서는 높은 이득 반사, Off 상태에서는 낮은 이득 반사를 얻었다. 또한, 기존 구조와 동일한 180° 위상차 조건을 유지하여 하모닉 신호의 간섭을 최소화하였다.

표 1. FSK, QOOK 성능 비교 시뮬레이션 결과

	E-plane FSK(0°)		H-plane FSK(90°)		E-plane QOOK(0°)		H-plane QOOK(90°)	
Diode	on	off	on	off	on	off	on	off
Gain[dBi]	15.9	14.6	15.9	14.7	18.1	4.37	18.1	4.37
SLL[dB]	-7.3	-4.6	-12	-14	-12	-2.1	-12	-6.9

[표 1]은 설계된 Quasi-OOK 반사 배열의 CST 시뮬레이션을 통해 반사 이득과 위상 응답을 분석한 결과로 기존 FSK 방식 대비 On/Off 상태 간 이득 차이가 크게 향상하였다. [표 2]는 기존 FSK 방식과 Quasi-OOK 방식의 실제 측정 결과로 하모닉 신호의 세기가 증가함을 확인하였다.

표 2. FSK, QOOK 수신전력 실험 결과

	FSK	QOOK
반송파 세기(dBV)	-47.5	-48.6
하모닉 세기(dBV)	-80.7	-76.8

III. 결론

제안된 Quasi-OOK와 기존 FSK 방식의 시뮬레이션을 통해 비교하고, 수신전력 특성을 실험적으로 검증하였다. 두 구조의 안테나 이득 차이는 최대 11.7dBi까지 나타났으며, VAA의 Branch-line Coupler와 다이오드 제어를 통해 높은 이득 편차가 구현됨을 확인하였다. VAA를 통하여 반사된 수신전력 시험 결과, 목적하는 하모닉 신호의 세기가 기존 대비 2배 이상의 향상됨으로써 센싱거리를 크게 확장할 수 있음을 확인하였다.

ACKNOWLEDGMENT

This work was supported by the Institute of Information & Communications Technology Planning & Evaluation (IITP) grant funded by the Korea government (MSIT) (RS-2018-II180218, Specialty Laboratory for Wireless Backhaul Communications based on Very High Frequency). This research was supported by the MSIT(Ministry of Science and ICT), Korea, under the ICAN(ICT Challenge and Advanced Network of HRD) support program(IITP-2025-RS-2022-00156212) supervised by the IITP(Institute for Information & Communications Technology Planning & Evaluation)

참고문헌

[1] Y. Ma, N. Selby, and F. Adib, "Minding the Billions: Ultra-Wideband Localization for Deployed RFID Tags," ACM MobiCom 2017, pp. 248 - 260.