
수신 빔패턴 스위칭을 이용한 MIMO 수신기

조권도* · 배형오* · 오정훈*

*한국전자통신연구원

MIMO receiver using beam pattern switching

Gweon-Do Jo* · Hyoung-Oh Bae* · Jung-Hoon Oh*

*Electronics and Telecommunications Research Institute

E-mail : gdjo@etri.re.kr

요 약

다중화 이득을 얻기 위한 MIMO 수신기는 다수의 안테나를 필요로 하여 부피가 커지는 문제가 있다. 안테나 하나를 대상으로 수신빔 패턴을 빠르게 회전하여 MIMO 신호를 수신하는 기법은 부피 문제를 해결할 수 있다. 이 방법은 대부분 이론 위주로 연구되어 왔으나, 본 논문은 실제 구현을 통해 MIMO 신호 복조를 시도한 시험 결과와 측정된 성능을 제시한다.

ABSTRACT

MIMO receiver for multiplexing gain brings about antenna volume issue to which beam pattern switching scheme shall be one of the solutions. This scheme has been studied mainly in theory. This paper presents the test results and performance analysis of 2x2 MIMO receiver we implemented by using beam pattern switching.

키워드

빔 스위칭, compact, MIMO, LTE

I. 서 론

MIMO (Multi Input Multi Output) 기술은 안테나 수를 늘려 무선 통신의 용량을 높이기 위한 전송 기술이다. 이론적으로는 안테나 수만큼 통신 용량이 증가하기 때문에 최근 이동통신에서 각광을 받아 왔다. 안테나의 수를 늘리는 만큼 RF회로와 안테나가 차지하는 공간이 늘어난다. 안테나의 수가 늘어날수록 시스템의 크기가 커지는 단점이 있다.

이러한 단점을 보완하기 위해 단일 RF chain을 이용한 compact MIMO 수신 기술이 연구되고 있다. Compact MIMO 수신 기술은 ESPAR (electronically steerable passive array radiator) 안테나와 같은 빔포밍 안테나 소형화 기술과 단일 RF chain을 이용함으로써 수신기의 소형화를 달성할 수 있다.

Compact MIMO 수신기는 안테나의 수신 빔 방향을 빠르게 스위칭 하여 신호를 수신한 후 별도의 복조알고리즘을 통해 안테나 별 신호를 구분해낼 수 있다[1-2].

본 논문에서는 ESPAR 안테나를 이용한 수신 빔패턴 스위칭을 통해 MIMO 신호를 수신할 수 있도록 제작된 테스트 베드를 대상으로 수행된 성능 시험결과를 소개한다.

II. 시험 환경

제작된 테스트 베드의 형상은 다음 그림 1과 같다. LTE 신호를 대상으로 시험하기 위하여 일반적인 LTE 2x2 MIMO 송신신호를 송출하도록 하고, 빔 스위칭을 이용한 수신기로 신호를 받아 PC에서 후처리를 통해 MIMO 복조를 행하고 수

신 SNR분석을 통해 성능을 확인하도록 구성하였다.

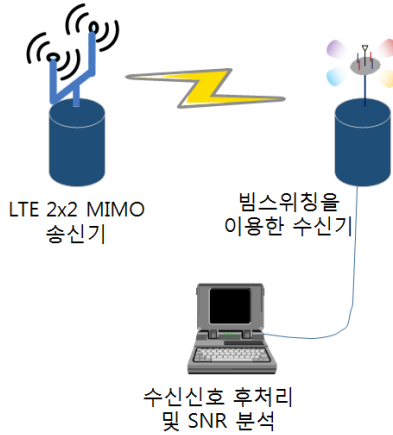


그림 1. 빔스위칭을 이용한 수신기 시험 환경

시험에 이용된 신호와 파라미터는 다음과 같다.

- 대상 신호 : LTE FDD
- 대역폭 : 3MHz
- 시스템 클럭 속도 : 30.72 Msps
- 빔 스위칭 주기 : 7.68 MHz
- 변조방식 : QPSK
- MIMO : 2x2 다중화

III. 시험 결과

QPSK 변조방식을 이용한 LTE신호 수신 시험 결과는 다음과 같다. 수신 빔 스위칭을 통해 수신된 신호를 기저대역으로 내려서 보면 그림 2와 같다. 7.68MHz 지점에 하모닉 같은 성분이 보이는 것이 빔 스위칭 수신기가 보이는 일반적인 특징이다.

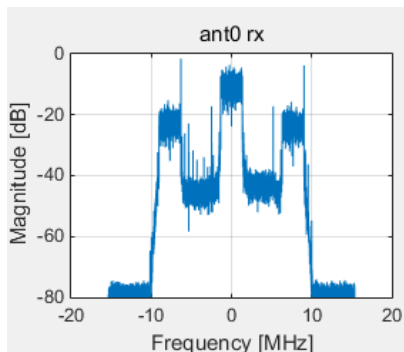


그림 2. 빔 스위칭을 이용한 수신 신호

본 신호를 복조하여 그림 3과 같은 정상도를 얻었다. 자세한 복조방법은 [3]을 참고하기로 한다. 정상도에서 계산된 SNR은 각각

- ant0 : 23.726 (dB)
- ant1 : 16.703 (dB)

이며 평균 SNR은 19dB이다.

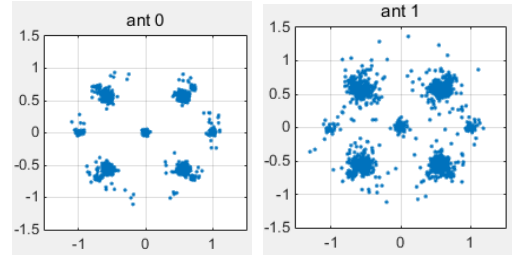


그림 3. 복조신호 정상도 (빔 스위칭 방식)

본 시스템의 성능을 상대 비교하기 위하여 동일한 테스트 베드에서 conventional MIMO 안테나를 장착하여 복조하여 그림 5와 같은 정상도를 얻었다. 측정된 평균 SNR은 27.6dB이다.

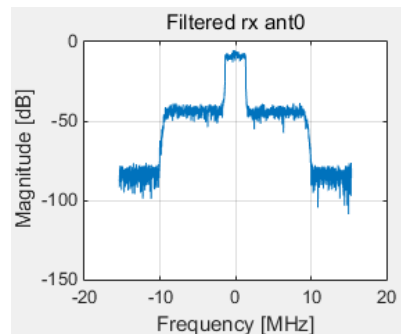


그림 4. 일반 MIMO 수신신호

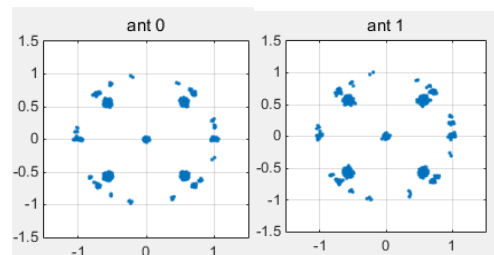


그림 5. 복조신호 정상도 (일반 MIMO 수신기)

IV. 결론

빔 스위칭을 이용한 MIMO 수신기의 성능을 확인하기 위하여, 테스트 베드를 제작하여 시험을

수행하였고, 수신 신호를 대상으로 MIMO 복조를 행하여 정상도를 구하여 SNR을 보였다.

본 실험에서 빔 스위칭을 통해 측정된 수신 신호의 평균 SNR은 19dB로써, 일반적인 MIMO 안테나를 통해 수신된 신호의 SNR 27.6dB보다 약 8.6dB 낮다. 성능차이가 나는 원인으로 안테나의 gain차이, 빔 스위칭에 따른 수신 신호세기의 감소, 측정 당시의 채널상태, 수신 알고리즘에 의한 영향 등을 추정할 수 있다. 이에 대한 별도의 연구가 필요하다.

본 연구를 통해 단일 RF 체인으로 MIMO의 다중화 이득을 얻을 수 있는 LTE 수신기의 성능을 검증하였다. 단일 RF 체인 시스템을 LTE 신호 복조에 적용하였다는 점에 본 논문의 의의가 있다. 향후 본 수신기의 성능 개선을 위한 방안과 QAM 적용을 연구할 예정이다.

참고문헌

- [1] R. Muller, R. Bains, and J. Aas, "Compact MIMO receive antennas," in Proceedings of the 43rd Annual Allerton Conference on Communications, Control and Computing, Monticello, Ill, USA, September 2005.
- [2] Antonis Kalis, Athanasios G. Kanatas, Constantinos B. Papadias, Parasitic Antenna Arrays for Wireless MIMO Systems, Springer, 2014.
- [3] 조권도, 광동혁, 오정훈, "빔 스위칭 안테나를 이용한 MIMO 수신기 설계," 대한전자공학회 하계학술대회 논문집, pp.1501-1503, 2015년 6월.

이 논문은 2015년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.R0101-15-244, 초연결 스마트 모바일 서비스를 위한 5G 이동통신 핵심 기술 개발)