

5.8GHz 대역의 Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) Wideband Relay Channel 특성 분석

*심우진, 김영훈, 곽영우, 이정규, 김성철
서울대학교 전기공학부

e-mail : love7877@maxwell.snu.ac.kr, kebi@maxwell.snu.ac.kr

Measurement and Characterization of Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) Wideband Relay Channel at 5.8 GHz

*Woo-Jin Shim, Young-Hoon Kim

Department of Electric and Computer Sciences Engineering
Seoul University

Abstract

This paper includes channel measurement results using 4 transmitting / receiving antennas and PN sequence with 50ns, 40ns and 20ns per a chip at 5.8GHz in Seoul National University campus. Seoul National University is proper to measure channels because it has many LOS / NLOS environments. Base station - F Relay channel is compared with a polarization diversity. We derived channel capacities form F Relay - Relay(A, B, C, D) channel.

I. 서론

통신기술 발전에 따라 유비쿼터스 환경이 구축되고 있으며 IT 장비들의 컨버전스, 통신 커버리지 확대 등의 요구가 거세지고 있다. 그중에서도 Relay를 이용한 통신 커버리지 확대에 대한 연구는 그 중요성이 부각되고 있다.

본 논문에서는 ISM 대역이며 무선랜 (Wireless LAN) 802.11a, 버스정보 시스템 및 자동요금 징수 시스템 등에 사용되고 있는 5.8GHz에서 Relay Channel 분석을 위해 4x4 MIMO 실험을 하여 Outdoor 채널

특성에 대해 파악해보았다.

PN 시퀀스의 클럭 주파수가 20, 25, 50MHz로 변할 때 각각 수신데이터에 어떤 영향을 미치는지 비교해 보았으며 측정된 데이터를 바탕으로 Channel snapshots, Tapped delay line 채널모델, Mean - excess delay, Rms delay 및 전송용량에 대해 분석을 실시하였다.

II. 본론

2.1 채널측정방식

실험은 펄스 발생기(DTG-5078)를 활용하여 사각파형과 유사한 의사잡음 시퀀스를 생성하였으며 다항계수는 $10차(x^{10} + x^8 + x^3 + x^2 + 1)$ 를 사용했다.[1] PN 시퀀스의 클럭 주파수에 따라 한 칩당(50, 40, 20ns)의 지속시간(Duration)을 가지며 수신 시스템에서는 오실로스코프에 (25, 20, 10회)로 과표본화(Oversampling)된 신호를 저장하여 이상적인 의사잡음 시퀀스와 상호상관(Cross-correlation)하여 채널 특성을 분석할 수 있다.

2.2 측정시나리오

실험은 서울대 캠퍼스 내에서 가장 고지대에 위치한 건물 옥상에 Base station(이하 B.S.)을 위치시키고 NLOS 지역 등 통신제한 극복 및 통신 커버리지 확대를 위한 Relay 위치를 F 건물로 정하고 측정을 하였다. B.S.에 대해서는 Polarization diversity에 대한 효과가 있다고 알려져 있어 병행해서 실험하였다.[2]

Relay 위치에서도 극복 불가능한 곳을 지원하기 위해 또 다른 Relay 설치를 할 경우 최적의 추가 Relay 위치 판단을 위해 LOS 2곳(A, B), NLOS 2곳(C, D)에 대해 측정을 실시하였다.

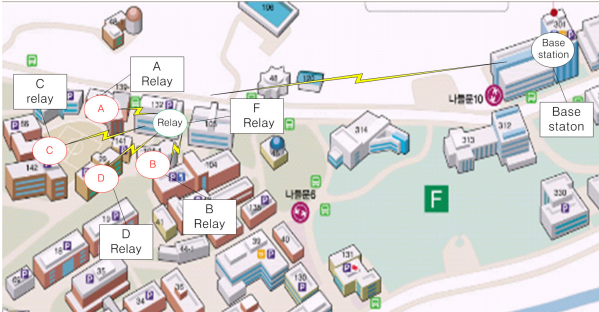


그림 1. 측정 위치

III. 구현

5.8GHz 대역에서 4×4 MIMO 채널을 측정하기 위한 측정 시스템은 기존의 MIMO 측정 시스템을 기반으로 제작되었다.[3] 기존 연구실 시스템과 비교해서 펄스발생기를 사용하여 이상적 사각파형과 유사한 의사잡음 시퀀스를 구현할 수 있었고 결과적으로 전송거리 향상을 확인할 수 있었다.



송신 시스템

수신 시스템

그림 2. 송·수신 측정 시스템

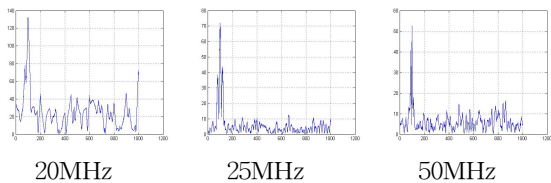
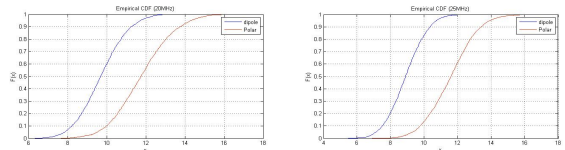


그림 3. 의사잡음 시퀀스 클럭주파수 비교

그림 3으로부터 도출해낸 결론은 50MHz일때 인접 멀티패스로 인한 영향이 적음을 알 수 있었다. 아래 그림 4에서는 B.S.에 Polarization를 적용한 결과 그렇지 않았을 때 보다 채널용량이 약 2bps/Hz의 증가가 있었다.



20MHz

25MHz

그림 4. B.S. - F Relay 채널용량

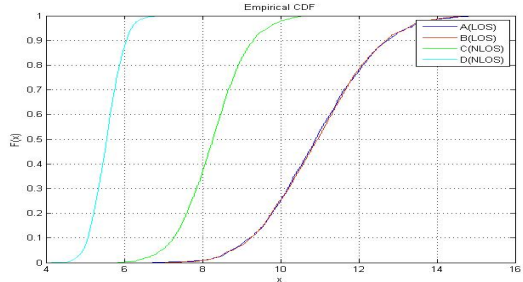


그림 5. Relay - Relay 채널용량

그림 5에서 LOS 인경우가 NLOS인 경우보다 약 3~5bps/Hz의 이득이 있었다.

표 1. F Relay - Relay Mean excess and RMS delay

구분	Mean excess delay[ns]		RMS delay[ns]	
	mean	std.	mean	std.
A	30.96	32.82	34.68	33.19
B	40.73	81.72	67.70	85.31
C	70.78	426.91	214.44	432.45
D	60.78	148.65	90.96	150.31

IV. 결론 및 향후 연구 방향

실제 MIMO 통신을 이용함으로써 4개의 안테나가 서로 다른 다중경로를 겪으므로 SISO 통신과 비교했을 때 음영 지역에서 수신율을 높일 수 있다. 또한 편파다이버시티(Polarization diversity)를 이용하여 조합하면 음영지역에서도 좀 더 안정된 통신을 할 수 있을 것이다.

Acknowledgement

본 논문은 BK21 project 의 지원을 받았습니다.

참고문헌

[1] Robert C. Dixon, Spread spectrum systems with commercial applications, John Wiley & Sons, 3/E, 1994
 [2] W. C. Y. Lee and Y. S. Yeh, "Polarization diversity for mobile radio," IEEE Transactions on Com, vol. COM-20, pp. 912-923, May. 1972.
 [3] Noh-Gyung Kang, Wireless MIMO channel measurement and modeling, Department of Electrical Engineering and Computer Science, Seoul National University, Aug. 2007.[공학박사 학위 논문]