

Adaptive Digital Self-Interference Cancellation for Full-Duplex MIMO System

Lee Jinnyeong, Kim Jong Hyun, Lee Kwanghoon, Kim Kwang Soon(Yonsei Univ.)

요약

본 논문에서는 다중안테나 전이중 통신에서 별도의 직교파일럿 없이 적응적으로 자기간섭 채널을 추정하고 디지털 단에서 자기간섭 신호를 재구성하여 제거하는 적응적 자기간섭 제거 방법을 제안하였다. 아날로그 자기간섭 제거의 경우 기존에 제안되었던 패시브 및 액티브 자기간섭 제거 방식을 통해 제거가 되고, 잔여 간섭신호는 점화적 최소자승 기반의 알고리즘을 통해 비선형 성분포함 잡음 수준까지 제거하였다. 또한 사전 교정 방법을 통해 증폭기를 선형화하는 방법을 함께 적용하여 연산 복잡도를 상당히 낮추었다.

I. 서론

최근 주파수 스펙트럼 자원의 수요가 급격하게 증가함에 따라 더 높은 주파수 효율을 얻기 위한 연구가 진행되어 왔다. [1]에 따르면, 데이터 트래픽은 기하급수적으로 증가하고 있고, 현재의 통신 시스템은 앞으로 요구될 거대한 데이터 전송량을 감당하기 힘들 것으로 예상된다. 이러한 상황에서 가장 주목을 받고 있는 기술 중 하나가 바로 전이중 통신(FDC, Full-duplex communication)이다. 이러한 FDC는 기존의 반이중 통신보다 이론적으로 전송량을 최대 2배까지 증가시킬 수 있을 것으로 기대되고 있다. 하지만 이러한 높은 주파수 효율을 FDC에서 얻기 위해서는 송신단이 보낸 신호가 자신이 신호를 수신할 때 수신단에 간섭으로 작용해 들어오는 자기간섭(SI, Self-interference) 신호를 잡음 수준까지 제거를 해야 하고, 기존에 몇 가지 SI 신호 제거 기술이 연구가 제안되었지만 여전히 비효율적인 문제점이 존재한다.

본 논문에서는 디지털단에서 별도의 직교 파일럿 없이 적응적으로 SI 채널을 추정하고 신호를 제거하는 적응적 SI 제거 알고리즘을 제안한다. 또한 여전히 복잡도가 높은 것을 고려해 기존에 제안되었던 사전 교정 방법을 함께 적용하여 연산 복잡도를 낮추고, 성능을 확인하였다.

II. 제안하는 적응적 자기간섭 제거 방법

그림 1은 본 논문에서 고려하고 있는 제안하는 적응적 SI 제거 방법의 블록다이어그램이다. 아날로그 SI 제거의 경우 [2]의 SI 제거 방식을 통해 -50 dB만큼 자기간섭이 감쇄되었다고 가정한다. 제안하는 디지털 SI 제거 방법은 점화적 최소자승(RLS, Recursive Least Square) 알고리즘을 적용하여 아날로그 SI 제거 후의 잔여 SI 채널을 별도의 수신 신호의 파일럿과 직교한 파일럿없이 적응적으로 SI 채널을 추정한다. 이러한 SI채널을 송신 안테나 별로 각각 추정을 한다면, 송신 신호는 이미 알고 있기 때문에 SI 신호를 재구성하여 제거를 할 수 있다. 하지만 이러한 RLS 기반의 알고리즘의 경우 증폭기로 인한 비선형 성분까지 고려하여 추정을 해야하므로 여전히 복잡도가 높은 문제가 있고, 이러한 상황에서 사전 교정 방법 [3]을 함께 적용하여 전체적인 연산 복잡도를 낮추도록 한다.

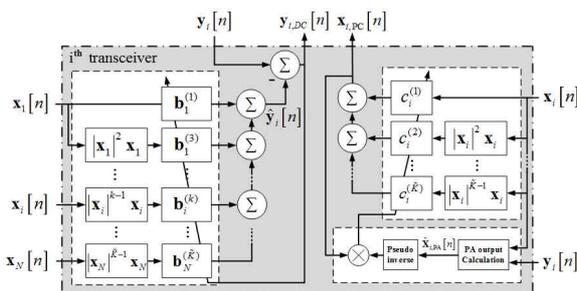


그림 1. 적응적 SI 제거 알고리즘 블록다이어그램

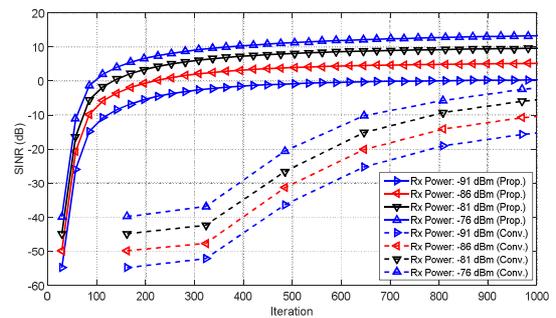


그림 2. 수신 신호 크기에 따른 SINR 성능 비교

그림 2는 스몰셀 LTE 환경에서 사전 교정을 적용하지 않을 것을 기존 방식, 적용한 것을 제안하는 방식 구분하여, 한 번의 반복 기간에 곱하기 연산량을 1000,000으로 제한했을 때의 성능 결과를 비교한 것이다. 송신 전력은 23 dBm, 잡음 레벨은 -90 dBm, 증폭기 소자의 비선형성은 19승까지 구현되었다. 신호는 2048 FFT 사이즈의 OFDM 신호에 160 CP 길이를 고려하였다. 또한 RLS 알고리즘의 효율을 위해 블록프로세싱을 적용하였고, 블록프로세싱 길이는 200으로 적용하였다. 시뮬레이션 결과 사전 교정을 함께 적용한 제안하는 적응적 SI 제거 알고리즘이 빠르게 SI 신호를 제거하는 것을 확인하였다.

III. 결론

본 논문에서는 적응적 SI 제거 알고리즘을 제안하였고, 사전 교정 방법을 함께 적용하여 연산 복잡도를 낮추었다. 수신 신호의 크기가 다른 상황에서의 SINR 성능 결과를 통해 SI를 적응적으로 제거하는 것을 확인하였다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술연구진흥센터의 정보통신·방송연구개발사업의 일환으로 수행하였음.[B0126-16-1017, 주파수 센싱 기반의 스펙트럼 관리 및 미래전파통신 플랫폼 연구]

참고 문헌

[1] Ericsson, "Ericsson Mobility Report: On the Pulse of the Networked Society." Jun. 2016.  
 [2] D. Lee and B.-W. Min, "1-TX and 2-RX in-band full-duplex radio front-end with 60 dB self-interference cancellation," in *2015 IEEE MTT-S International Microwave Symposium*, IEEE, 2015, pp. 1-4.  
 [3] M. S. Sim, M. Chung, D. K. Kim, and C.-B. Chae, "Low-complexity Nonlinear Self-Interference Cancellation for Full-Duplex Radios," in *2016 IEEE Globecom Workshops*, IEEE, 2016.