

2014년도 한국통신학회 동계종합학술발표회 프로그램

|일시 2014년 1월 22일(수) ~ 1월 24일(금)

|장소 용평리조트 드래곤밸리 1층, 2층, 타워콘도2층

|주최 한국통신학회

|후원 강원도청, 국립강릉원주대, ETRI, TTA, 삼성전자, LG전자, SKT, 전자신문



KICS 
한국통신학회

- [9C-17] 디바이스간 직접통신 시스템에서의 멀티캐스트 CQI 보고 기법
박권열, 강해중, 강충구, *임민중(고려대학교, *동국대학교)
- [9C-18] 도심지역 단말간 직접통신 전파환경의 무선채널 실측 및 공간적 다중경로 특성 분석
김명돈, 이주열, 권현국, 김진업(한국전자통신연구원)
- [9C-19] 차량용 무선 수신기 소형 루프 안테나 설계에 관한 연구
양태훈, 정재훈, 황진규(인팩일렉스(주))
- [9C-20] 전파특성 분석 파라미터의 교차상관관계를 이용한 전파예측 및 모델링에 관한 연구
정명원, 김종호, 윤영근, 정영준(한국전자통신연구원)
- [9C-21] 부분상관을 이용한 저복잡도의 주파수 오차 추정기법
박지은, 박경란, 정의림(한밭대학교)
- [9C-22] 압축 센싱과 AMP(approximate Message Passing) 알고리즘을 이용한 초광대역통신(UWB) 채널 추정
백형호, 신종목, 강주성, 이흥노(광주과학기술원)
- [9C-23] 평탄도 편차를 보상하는 FIR필터 설계 및 FPGA를 이용한 검증
신명재, 노기탁, 김성엽, 이동호, 정의림(한밭대학교)
- [9C-24] Google Voice Hacks : Android Device에서의 사용자 인증 메커니즘 개선방안 연구
이세영, 최형기(성균관대학교)
- [9C-25] 다양한 대용량 공격 트래픽을 효과적으로 차단하기 위한 보안 서비스 체이닝 기술
이우식, 오현석, 김남기, 최윤호(경기대학교)
- [9C-26] 인이어마이크 사용시 고주파 성분 손실에 관한 연구
정찬중, 배명진(승실대학교)
- [9C-27] Constant-Q 기반의 오디오핑거프린팅을 이용한 음악검색 시스템
이준용, 류상현, 김형국(광운대학교)
- [9C-28] 메타데이터 기반의 입체음향 생성 및 재생 시스템
류상현, 이준용, 김형국(광운대학교)
- [9C-29] 도래각 기반 이동 신호원 위치 추정
정소희, 이준호(세종대학교)
- [9C-30] 엄마 목소리에 반응하는 영아에 대한 연구
한지선, 배명진(승실대학교)
- [9C-31] SAR 영상 형성 및 품질 분석을 위한 시뮬레이션
이달근, 김두환, 김재현(아주대학교)
- [9C-32] 단일 양각의 어레이 매니폴드를 이용한 상관방식의 인터페로미터 알고리즘
조윤성, 정소희, 이준호(세종대학교)
- [9C-33] 균일원형배열에 대한 MUSIC 알고리즘 분해능
정소희, 이준호(세종대학교)
- [9C-34] Envelope Tracking 전력 증폭기의 포락선 증폭기 효율을 개선하기 위한 대역폭 제한 기법
홍순일, 정의림(한밭대학교)
- [9C-35] 근거리 통신 시스템에서 효율적인 시간 동기 오차 추정 기법
신원재, 오준봉, 유영환(세종대학교)

압축 센싱과 AMP(Approximate Message Passing) 알고리즘을 이용한 초광대역통신(UWB) 채널 추정

백형호, 신종목, 강주성, 이흥노*
광주과학기술원

baek@gist.ac.kr, jmshin@gist.ac.kr, k92492@gist.ac.kr, heungno@gist.ac.kr*

Ultra wideband channel estimation based compressive sensing and approximate message passing (AMP) algorithm

Baek Hyeong Ho, Shin Jong Mok, Kang Ju Sung, Lee Heung No*
Gwangju Institute of Science and Technology (GIST)

요약

본 논문은 감소된 표본율을 가지는 아날로그 디지털 변환기로 높은 성능을 가지는 초광대역통신 채널 추정 방법에 대해서 제시하였다. 이는 상당히 줄어든 표본만을 이용해서도 신호를 완벽하게 복구할 수 있는 압축 센싱 이론을 기본으로 하였다. 또한 실시간 통신을 가능하게 하기 위해서는 빠른 채널 추정이 요구되고 이는 높은 성능에 비해 상당히 감소된 복잡도를 가지는 AMP 알고리즘을 적용하여 해결하였다. 마지막으로 다양한 시뮬레이션을 통하여 제안된 채널 추정 방법의 우수성을 보여주었다.

I. 서론

급격한 기술 증가와 무선 통신의 상업적인 발전은 우리의 일상적인 생활에 상당한 영향을 주었다. 하지만 시간에 따라 무선 통신을 이용하는 사용자가 기하급수적으로 증가하고 있고, 이를 이용하는 사용자들은 더욱 빠른 서비스, 안전한 무선 통신에 대한 요구가 증가하고 있다. 따라서 이러한 문제를 해결할 수 있는 새로운 무선 통신 방식의 필요성이 대두되고 있다.

초광대역통신(UWB)은 현재 거의 고갈된 스펙트럼 공간에서 위의 문제에 대한 해결책을 제시하는 기술 중의 하나이다. 이에 대한 근거는 초광대역통신은 넓은 주파수 대역에 걸쳐 신호 전력이 낮게 퍼져 있기 때문에 이미 존재하고 있는 통신 시스템과 주파수를 공유하며 사용할 수 있다는 이점이 있다.

하지만 초광대역통신 신호는 상당히 넓은 스펙트럼을 가지고 있기 때문에 높은 속도의 아날로그 디지털 변환기(ADC)가 필요하다. 게다가 신뢰성 있는 채널 추정을 위해서는 이보다 더 빠른 표본율이 요구된다. 하지만 이렇게 엄청난 속도의 표본율을 가지는 ADC는 현재의 기술로는 많은 어려움이 있고 이에 따라 새로운 채널 추정 방법이 필요하다.

II. 본론

본 논문에서는 학계에서 새로운 신호 획득 및 처리 방법으로써 상당한 주목을 받고 있는 압축 센싱(Compressive Sensing)[1] 이론을 적용하여 위에서 언급한 문제를 해결하였다. 또한 초광대역통신과 같이 실시간으로 이루어져야 하는 응용에서 채널을 추정하는데 많은 시간이 소모되지 않도록 간단한 구조를

가지고 있지만 좋은 성능을 보여주는 AMP[2] 알고리즘을 초광대역채널 추정에 이용하였다.

일반적으로 초광대역통신 채널은 높은 감쇠에 의해서 전파 경로의 수가 많지 않다. 이러한 채널 모델은 희소한 임펄스 응답으로 표현할 수 있고, 압축 센싱에서 요구하는 희소 신호 조건에 적합하다. 여기서 우리는 수신된 신호를 이용하여 채널의 임펄스 응답을 구해야 함으로 수신된 신호의 형태를 살펴볼 필요가 있다. 수신된 신호는 송신된 신호와 채널 간의 컨볼루션의 형태로 표현된다. 따라서 신호를 희소한 도메인으로 변환하여 주는 변환 행렬을 송신된 신호로 구성된 컨볼루션 행렬로 생각할 수 있다.

또한 여기에서 적절한 센싱 행렬을 이용해 압축된 측정 표본을 얻을 수 있다. 실제로 압축된 측정 표본의 수는 복구하고자 하는 신호가 가지고 있는 표본의 수보다 작기 때문에 우리는 표본율을 줄일 수 있고 줄어든 표본율을 가지는 ADC를 이용할 수 있게 된다. 이러한 과정을 수식으로 나타내면 아래와 같다.

$$y = \Phi r = \Phi \Psi h = A h \quad (1)$$

여기서 Φ 는 센싱 행렬, Ψ 는 송신된 신호로 이루어진 변환 행렬, h 는 채널의 임펄스 응답을 나타낸다. 다음으로 A 행렬과 측정 벡터 y 가 AMP 복귀 알고리즘에 적용되고 채널의 임펄스 응답인 h 를 추정할 수 있다. 이는 그림 1과 같이 구성된다.

III. 실험

1. 기존의 초광대역통신 채널 추정 방법과의 비교

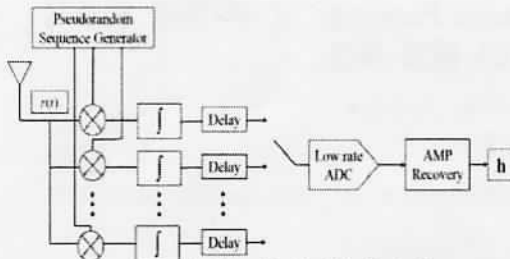


그림 1 압축 센싱을 이용한 채널 추정 구조

제안된 채널 추정 방법이 표본율을 줄일 수 있다 하더라도 기존의 채널 추정 방법에 비해 성능이 좋지 않다면 이용 가능성이 높지 않다. 따라서 IEEE 802.14.3a[3]의 네 가지의 표준 모델을 이용하여 normalize MSE 의 형태로 기존의 채널 추정 방법과 성능을 비교하였다. 그림 2 에서와 같이 제안된 채널 추정 방법이 기존의 방법[4]에 비해 SNR 이 증가함에 따라 더 좋은 성능 개선을 보여준다.

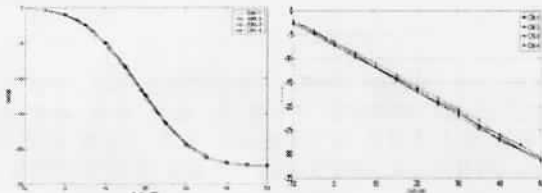


그림 2 기존의 채널 추정 방법[4] 및 제안된 방법의 NMSE

2. Phase transition 을 이용한 여러 복구 알고리즘의 채널 추정 성능 비교

Phase transition 은 (δ, ρ) 평면에서의 성공적인 복구 비율을 표현한다. 그림 3 의 곡선들의 윗부분은 50% 이하의 복구 확률을 나타내고 아랫부분은 50% 이상의 복구 확률을 나타낸다. 따라서 곡선의 아랫부분의 면적이 더 넓은 수록 더 높은 압축률을 가지게 된다. 즉, L1 norm 과 AMP 알고리즘은 적은 표본을 이용해서도 높은 성능의 채널 추정이 가능하다.

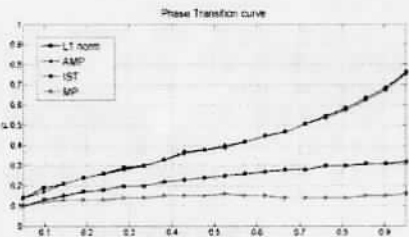


그림 3 복구 알고리즘에 따른 채널 추정 phase Transition

3. Running time 을 이용한 여러 복구 알고리즘의 계산 복잡도 비교

압축된 표본을 이용하여 신호를 복구할 때, 계산적으로 복잡하다면 초광대역통신 채널 추정과 같은 실시간 응용에는 적합하지 않다. 따라서 여러 복구 알고리즘의 채널 추정 시간을 비교할 필요가 있다.

그림 4 는 여러 복구 알고리즘의 평균 채널 추정 시간을 비교한 것이다. 그림에서와 같이 AMP 알고리즘은 계산적으로 간단한 반면, L1 norm 알고리즘은 복구 성능은 우수하지만 너무 긴 복구 시간이 요구된다. 이에 따라 초광대역통신 채널 추정에서 AMP 알고리즘의 이용의 적합성을 확인할 수 있다.

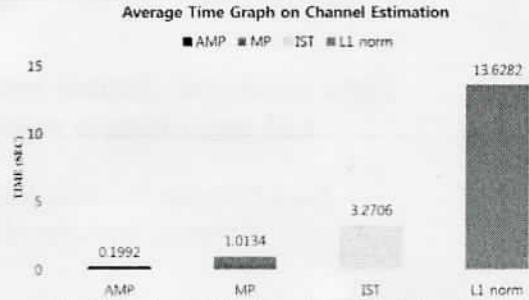


그림 4 복구 알고리즘에 따른 평균 채널 추정 소요 시간

IV. 결론

본 논문에서는 수신된 초광대역통신 신호로부터 압축 센싱 이론과 AMP 알고리즘을 적용하여 상당히 감소된 표본을 이용해서도 거의 완벽한 채널 추정이 가능함을 보였다.

위에서 언급한 것과 같이 변환 행렬은 콘블루션 행렬로 표현하였으며 이는 quasi-Toeplitz 행렬이다. 따라서 행 벡터가 Pseudo random sequence 인 센싱 행렬과 변환 행렬 간의 incoherence 를 측정함으로써 제안된 방법이 수학적으로도 견고하다는 것을 증명할 수 있을 것이다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2013 년도 정부 (교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (중견연구자-도약연구사업, NO. 2013-035295)

이 논문은 2009 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 해외우수연구기 관유치사업 연구임 (K20901002277-12E0100-06010)

참고 문헌

[1] D. L. Donoho, "Compressed sensing", IEEE Transactions on Information Theory, vol. 52, pp. 1289- 1306, Sept. 2006.

[2] D. L. Donoho, A. Maleki, "Message passing algorithms for compressed sensing: I. motivation and construction," Proc. of Information Theory Workshop, 2010.

[3] J. Foerster (editor), "Channel Modeling Subcommittee Report Final," IEEE802.15-02/490 (see <http://ieee802.org/15/>)

[4] Y. Li, A. F. Molisch, and J. Zhang, "Channel estimation and signal detection for UWB," WPMC, Wireless Personal Multimedia Communications, Oct. 2003.