

잠재적 도청자가 존재하는 다중 사용자 네트워크에서 사용자 및 호의적인 재머 선택의 보안 성능에 관한 연구

방인규, 김태훈*

한밭대학교 정보통신공학과, *한밭대학교 컴퓨터공학과

ikbang@hanbat.ac.kr, *thkim@hanbat.ac.kr

A Study on Secrecy Performance of Joint User and Friendly Jammers Selection in Multiuser Networks with Potential Eavesdroppers

Inkyu Bang, Taehoon Kim*

Dept. of Information and Communication Engineering, Hanbat National University

*Dept. of Computer Engineering, Hanbat National University

요약

본 논문에서는 일부 사용자가 잠재적 도청자로 간주되는 다중 사용자 네트워크에서 데이터 전송을 위한 사용자 이외에 추가적으로 1명 이상의 사용자를 호의적인 재머로 선택하는 스케줄링 방식의 보안 중단 확률을 분석한다. 모의실험을 통해 1명 이상의 호의적인 재머의 효과를 확인하였다.

1. 서론

오늘날 5세대 이동 통신(3GPP release 15), 와이파이 6(IEEE 802.11ax)으로 대표되는 차세대 무선통신 표준의 상용화와 함께 무선통신은 우리의 일상생활의 필수 요소로 자리 잡고 있다. 그러나 무선통신 시스템은 무선채널의 특성으로 도청(eavesdropping) 공격에 취약한 단점을 가진다. 무선통신 시스템의 이러한 취약점은 심각한 보안문제를 초래할 수 있으며, 이와 같은 무선 보안 문제는 앞으로 더욱 중요해 질 것이다. 물리계층 보안(physical-layer security)은 정보이론 관점에서 보안성을 보장하는 기술을 연구하는 분야로 무선통신분야에서 주목을 받고 있다.

인공잡음(artificial noise)은 도청 공격을 효과적으로 방해하기 위해 의도적으로 재밍(jamming) 신호를 만들어내는 기술로 시스템의 보안성능을 높이기 위해 물리계층 보안에서 활용되는 대표적인 기술이다. 2018년도에 게재된 Bang의 논문은 다중 사용자 네트워크 환경에서 데이터 전송을 하지 않는 사용자를 호의적인 재머(friendly jammer)로 추가로 활용하여 인공잡음을 생성할 수 있는 사용자 스케줄링 방식을 제안하였다 [1]. 이 연구는 제안하는 스케줄링 방식의 보안 중단 확률(secrecy outage probability)을 체계적으로 평가하고 분석하였지만, 도청자 수의 제약(오직 1명의 도청자를 가정), 호의적인 재머 수의 제약(오직 1명의 사용자를 활용), 제한적인 보안 성능 지표 분석(예: 보안 다양성 차수 분석) 등의 한계점을 지니고 있다. 본 논문에서는 다중 사용자 네트워크에서 1명 이상의 사용자가 호의적인 재머의 역할을 수행하는 스케줄링 방식의 보안 성능을 분석한다.

II. 본론

본 논문에서 K 명의 잠재적 도청자(potential eavesdropper), N 명의 사용자, 하나의 수신 기지국으로 구성된 다중 사용자 상향링크(uplink) 네트워크를 가정한다. 도청자들은 서로 협력 없이 독립적으로 사용자의 상향링크 신호를 엿듣는다. 제안 스케줄링 기법은 한 심벌 슬롯동안 $S+1$ 명의 사용자를 선택한다. 전체 사용자 중 기지국과 순시 채널 상태가 가장 좋은 1명이 데이터 전송을 위해 선택되고, 반대로 순시 채널 상태가 (순서대로) 가장 나쁜 S 명은 인공잡음을 생성하기 위해 선택된다. 그림 1은 제안 기법

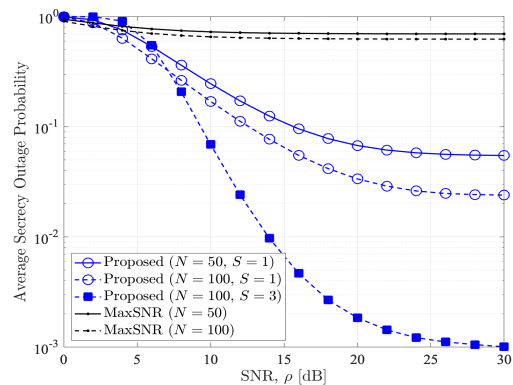


그림 1. SNR 대 평균 보안 중단 확률: 단일 안테나, $K=3$, $R_s=2$

(Proposed)과 호의적인 재머 선택 없이 기지국과의 순시 채널이 가장 좋은 사용자만을 선택한 스케줄링 기법(MaxSNR)의 SNR에 따른 보안 중단 확률을 보여준다. 여기서 보안 중단 확률은 주요 링크와 도청 링크의 채널용량 차이가 특정 값($R_s=2$ bps/Hz)을 못 넘을 확률로 정의된다. MaxSNR 기법과 비교했을 때, 제안 기법은 사용자 수 증가에 따른 성능 증가가 더 우수한 것을 확인할 수 있다. 또한 호의적인 재머의 수가 증가할 때($S:1 \rightarrow 3$) 상당한 성능 이득을 달성할 수 있는 것을 확인할 수 있다.

III. 결론

본 논문에서는 다수의 사용자를 호의적인 재머로 사용하는 스케줄링 방식의 보안 성능을 확인하였다. K , N , S 값에 따라 성능이 달라지기 때문에, 보안 중단 확률에 관한 일반적인 수식 유도 및 다양한 설정 값에 따른 모의실험 결과 분석 등의 후속연구가 필요하다.

참고 문헌

- [1] I. Bang, S. M. Kim, and D. K. Sung "Artificial noise-aided user scheduling from the perspective of secrecy outage probability," IEEE Tran. Vech. Tech., vol. 67, no.8 pp. 7816-7820, Aug. 2018.