

기계학습을 이용한 단말 협업 기반 MAC 프로토콜 식별 기법

윤장혁(충남대학교), 손웅(충남대학교), 정방철(충남대학교)
 jhyoon@o.cnu.ac.kr, woongson@cnu.ac.kr, bcjung@cnu.ac.kr

Machine Learning-based MAC Protocol Identification Technique via User Cooperation

Janghyuk Yoon(CNU), Woong Son(CNU), and Bang Chul Jung(CNU)

요약

본 논문은 다수의 단말이 존재하는 랜덤 액세스 네트워크 주변에 존재하는 다수의 도청단말들을 이용한 협력 매체 접근 제어 (MAC) 프로토콜 식별 기술을 제안한다. 다수의 도청단말들은 네트워크 단말이 기지국으로 전송하는 신호를 도청 및 수집하여 매순간 수신 전력 데이터를 융합센터로 전송하며, 융합센터는 수신 전력 데이터를 이용하여 Support Vector Machine (SVM) 기법을 통해 MAC 프로토콜 식별 방법을 학습한다. 융합센터는 학습한 SVM 모델을 이용하여 네트워크의 MAC 프로토콜을 식별하며, 이 때 제안하는 다수의 도청단말을 이용하는 협력 MAC 프로토콜 식별 기법은 단일 도청단말을 사용하는 기존 기술과 비교했을 때, 동일한 시간 동안 많은 데이터를 수집하여, 식별 성능이 향상되는 것을 확인하였다.

I. 서론

본래의 MAC 프로토콜 식별 기술은 인지라디오 단말에서 인접 네트워크의 MAC 프로토콜을 파악하고, 단말이 사용할 수 있는 무선 자원을 최적으로 선택하기 위해 연구되었다 [1, 2]. 특히, [1]에서는 단일 단말이 인접 네트워크로부터 발생된 신호를 수신하고, 신호의 특징을 파악하여 MAC 프로토콜을 식별하는 기술이 제안되었다. 그러나 본 논문에서는 전장상황에서 적군의 통신 네트워크 분석을 위해 다수의 협력 도청단말들을 이용한 기계학습 기반의 MAC 프로토콜 식별 기술을 제안하고, 이에 대한 성능 향상을 분석하였다.

II. 본론

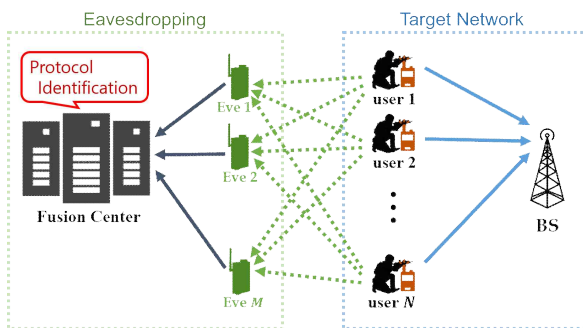


그림 1. 기계학습 기반 MAC 프로토콜 식별 시나리오

본 논문에서 고려하는 시나리오는 그림 1과 같이 N 개의 단말들이 기지국과 통신하는 타겟 네트워크와 그 주변에서 네트워크의 신호를 도청하는 M 개의 도청단말, 그리고 도청단말의 데이터를 종합하는 융합센터로 구성된다. 타겟 네트워크는 TDMA 또는 slotted-ALOHA 중 1개의 MAC 프로토콜을 선택적으로 사용하고, 하나의 패킷을 전송하는 데에 동일한 크기의 시간 슬롯을 사용한다고 가정한다. 또한, 모든 타겟 네트워크 단말과 도청단말 사이의 무선 통신 채널은 $\mathcal{CN}(0,1)$ 을 따르며, 패킷을 전송하는 중에는 채널이 변하지 않는다고 가정한다. 타겟 네트워크 단말들이 신호를 기지국으로 전송할 때, 도청단말들은 일정 주기마다 수신 전력을 측정하여 융합센터로 전송하며, 융합센터는 도청단말들의 수신 전력 값을 이용하여 각 도청단말의 신호 존재 시간과 신호 부재 시간을 계산한다.

제안하는 기법은 MAC 프로토콜 식별을 위해 기계학습 기법 중 하나인 SVM을 사용한다. MAC 프로토콜 식별을 위한 SVM 학습에 사용할 특징은 각 도청단말들의 수신 전력 평균과 분산, 최소/중간/최대 신호 존재 시간, 최소/중간/최대 신호 부재 시간을 이용한다. 제안하는 기법은 데이터 수집 시간이 동일한 환경에서, 특히 수집 시간이 짧을 때, 단일 도청단말이 데이터를 수집할 때보다 M 배 더 많은 데이터를 수집함으로써 더 우수한 MAC 프로토콜 식별 성능을 달성할 수 있다.

III. 모의실험 결과

그림 2는 네트워크 단말이 10개 존재하는 환경에서 단일 도청단말을 사용하는 [1]의 기존 기법과, 도청단말이 10개 존재할 때 제안하는 기법의 수신자 조작 특성 곡선 (ROC) 성능을 비교한 것이다. 각 도청단말은 수신 전력을 1000번 측정하는 것을 100회 수행한다고 가정하였으며, 이를 통해 얻은 데이터를 이용하여 Fine Gaussian SVM 모델로 학습을 수행하였다.

모의실험 결과, 제안하는 협력 MAC 프로토콜 식별 기법은 TDMA와 slotted-ALOHA, 두 가지의 MAC 프로토콜에 대해 기존 기법보다 더 넓은 커브 아래 면적 (AUC)을 가지며, 더 우수한 MAC 프로토콜 식별 성능을 달성하는 것을 확인하였다.

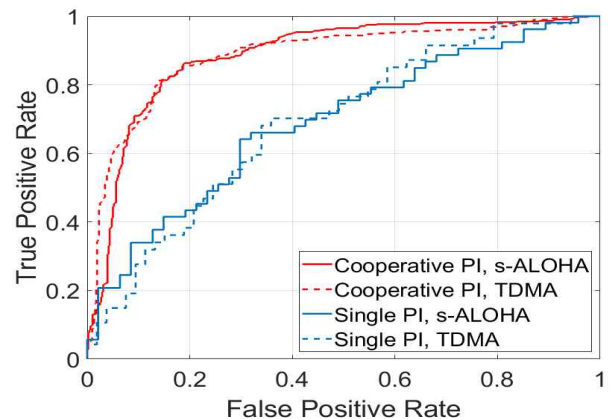


그림 2. Cooperative Protocol Identification의 ROC 성능

IV. 결론

본 논문에서는 더 많은 도청단말을 통해 타겟 네트워크의 통신을 도청하고, 데이터를 종합하여 타겟 네트워크의 MAC 프로토콜을 식별하는 협력 MAC 프로토콜 식별 기법을 제안하였다. 제안한 기법은 동일한 시간 동안 데이터를 단말 수만큼 더 수집하며, 짧은 시간에도 충분한 데이터를 확보하여 보다 우수한 예측 성능을 달성하는 것을 확인하였다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 방위사업청과 국방과학연구소가 지원하는 미래전투체계 네트워크 기술 특화 연구센터 사업의 일환으로 수행 되었습니다 (UD160070BD).

참고 문헌

- [1] S. Hu, Y. Yao and Z. Yang, "MAC protocol identification using support vector machines for cognitive radio networks," *IEEE Wireless Commun.*, vol. 21, no. 1, pp. 52-60, Feb. 2014.
- [2] M. Qiao, H. Zhao, S. Wang and J. Wei, "MAC protocol selection based on machine learning in cognitive radio networks," in *Proc. International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC)*, Nov. 2016.