

WLAN 환경에서 Full Duplex Pair Table 기반

Secondary Receiver 선택 기법

김진기^o, 김재현

아주대학교 전자공학과

Secondary Receiver Selection Algorithm

Based on Full Duplex Pair Table in WLAN

Jin-Ki Kim^o, Jae-Hyun Kim

Department of Electrical and Computer Engineering, Ajou University

{kjkcop, jkim}@ajou.ac.kr

요 약

동일 주파수 대역에서 송수신이 동시에 가능한 full duplex 통신은 네트워크 전체 throughput 을 향상시킬 수 있지만, PT (Primary Transmitter) 송신 신호가 SR (Secondary Receiver)에게 interference 로 작용하기 때문에 적절한 SR 을 선택해서 full duplex pair 를 맺어야 한다. 본 논문에서는 fairness 를 고려한 SR 선택 알고리즘을 제안하였다. Riverbed modeler 를 활용한 시뮬레이션 결과 기존의 방식 대비 throughput 성능의 저하 없이 fairness 성능 향상을 확인하였다.

1. 서론

WLAN 환경에서 네트워크 전체 throughput 을 향상시키기 위한 기술로 full duplex 통신이 연구되고 있다. 기존의 half duplex 통신에서는 자신이 전송하는 신호가 수신 안테나로 들어왔기 때문에 송수신을 동시에 하는 것이 불가능 하였으나, SIC (Self-Interference Cancellation) 기술의 발전으로 full duplex 통신이 가능해졌다. 동일 주파수 대역에서 데이터 송수신을 동시에 수행할 수 있기 때문에 기존 half duplex 통신 대비 throughput 을 향상시킬 수 있지만 full duplex pair 의 PT (Primary Transmitter)의 송신 신호가 SR (Secondary Receiver)에게 interference 로 작용하게 된다. 데이터를 정상적으로 수신하기 위해서는 SIR (Signal to Interference Ratio)이 일정 값 이상이 되어야 한다. 그렇기 때문에 AP로부터 가까운 거리에 있는 노드일수록 SR 로 선택될 확률이 높아지므로 fairness 문제가 발생한다. 따라서 본 논문에서는 fairness 를 고려한 full duplex pair table 기반 SR 선택 알고리즘을 제안하고, 시뮬레이션을 통해 제안하는 알고리즘이 기존 방식 대비 throughput 성능의 저하 없이 fairness 성능을 향상시키는 것을 검증한다.

2. 제안하는 알고리즘

제안하는 알고리즘은 full duplex pair table 을 기반으로 동작한다. Full duplex pair table 은 어떤 노드들이

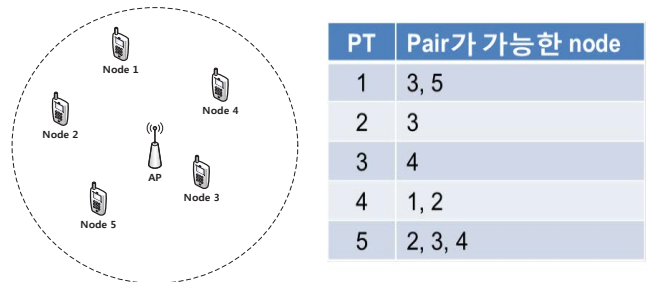


그림 1. 네트워크 구조 및 full duplex pair table 예시

PT 와 full duplex pair 가 가능한지에 대한 정보이다. PT 와 full duplex pair 가 가능하기 위해서는 SR 이 AP 로부터 수신하는 신호의 세기와 PT 로부터 수신되는 신호세기의 비율이 특정 threshold 이상이 되어야 한다. [1]의 논문에서 모든 노드들의 SIR 정보를 가지고 있는 SIR map 제안하였는데, 이를 활용해 full duplex pair table 을 만들 수 있다. 그림 1 은 네트워크 구조 및 full duplex pair table 의 예를 나타낸다. 노드 1 이 채널을 access 하고 데이터를 전송하면 AP 는 노드 3 과 5 중에 하나를 SR 로 선택한다. AP 가 무작위로 SR 을 선택하게 되면 full duplex pair table 에 많이 포함되어 있는 노드가 더 자주 선택되므로 AP 가 SR 을 선택할 때, full duplex pair table 에 포함되어 있는 횟수의 역수에 비례하여 선택하는 알고리즘을 제안한다. 제안하는 알고리즘을 통해 SR 을 선택하게 되면 full duplex pair table 에 포함되어 있는 횟수가 많을수록 SR 로 선택될 확률이 낮아지기 때문에 fairness 성능을 향상시킬 수 있다.

표 1. 시뮬레이션 파라미터

Parameter	Value	Parameter	Value
RTS size	20 bytes	CTS size	14 bytes
ACK size	14 bytes	Data size	1500 bytes
Data rate	18 Mbps	Slot time	9 us
SIFS	16 us	DIFS	34 us
Antenna gain	0 dBi (AP)	Transmit power	20 dBm (AP)
	-2 dBi (Node)		15 dBm (Node)

3. 성능 분석

제안하는 SR 선택 알고리즘의 성능을 분석하기 위해 AP가 SR을 round robin 형태로 선택하는 방식과 무작위로 선택하는 방식, 그리고 half duplex 통신 방식의 throughput과 fairness 성능을 비교 분석하였다. Fairness 성능은 Jain index를 사용하여 분석하였다 [2]. 시뮬레이션은 Riverbed modeler를 사용하였으며 802.11ac에서 사용하는 파라미터를 기준으로 시뮬레이션을 수행하였다 [3]. MCS level은 2로 설정하였으며, 이 때 full duplex pair가 가능한 SIR threshold는 11dB이다 [4]. 시뮬레이션에서 모든 노드와 AP는 항상 전송할 데이터를 가지고 있는 saturation 환경을 기반으로 수행하였다.

그림 2는 노드 개수에 따른 throughput 성능을 나타낸다. Half duplex의 경우 노드의 개수가 증가함에 따라 충돌이 발생할 확률이 높아지기 때문에 throughput 성능이 조금씩 감소한다. 하지만 full duplex 통신이 가능한 경우는 노드의 개수가 증가할수록 full duplex pair가 맺어질 확률도 같이 높아지기 때문에 throughput 성능이 향상되며, half duplex 통신만 가능할 때에 비해 훨씬 높은 throughput 성능을 보인다. 그리고 제안하는 방식과 무작위 선택 방식, round robin 방식 모두 saturation 상황을 고려했을 때 throughput 성능 차이는 거의 없는 것을 확인할 수 있다. 그림 3은 노드 개수에 따른 fairness 성능을 나타낸다. 노드의 개수가 증가함에 따라 fairness 성능이 조금씩 감소하는 것을 확인할 수 있으며, 제안하는 방식의 fairness 성능이 half duplex 통신만 가능할 때에 비해서는 낮지만, 무작위로 선택하는 방식이나 round robin 방식에 비해서는 fairness 성능이 향상된 것을 확인할 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 fairness를 고려한 SR 선택 알고리즘을 제안하였다. SR로 선택될 확률이 full duplex pair table에 포함된 횟수에 반비례하도록 설정하여, fairness 성능을 향상시켰다. 시뮬레이션 결과 무작위로 선택하는 방식과 round robin으로 선택하는 방식의 throughput 성능과 차이 없이 fairness 성능을 향상시킬 수 있는 것을 확인하였다. Half duplex 통신만 가능한 경우에 비해 fairness 성능은 낮았지만, throughput 성능은 훨씬 높게 나타났다.

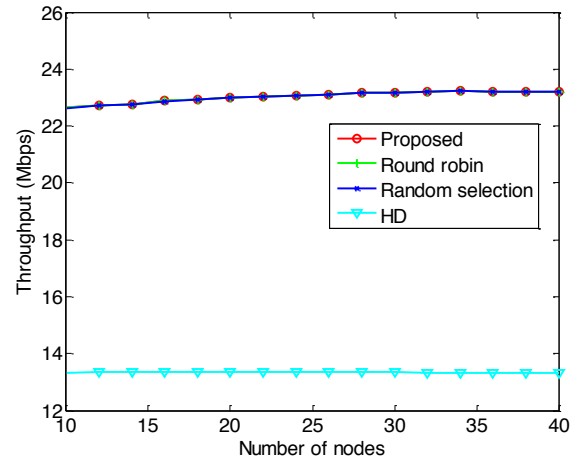


그림 2. 노드 개수에 따른 throughput 성능

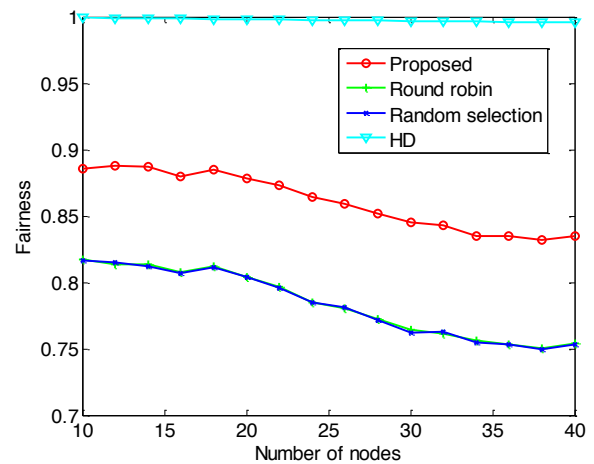


그림 3. 노드 개수에 따른 fairness 성능

5. Acknowledge

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술연구원진흥센터의 정보통신·방송연구개발사업의 일환으로 수행하였음. [B0101-15-1367, 고성능, 고효율의 차세대 무선랜 무선전송 원천기술 개발]

6. 참고 문헌

- [1] A. Tang et al., "A-Duplex: Medium Access Control for Efficient Coexistence between Full Duplex and Half Duplex Communications," *IEEE Transactions on Wireless Communications*, Vol. 14, no. 10, pp. 5871-5885, Oct. 2015.
- [2] R. Jain et al., "A quantitative measure of fairness and discrimination for resource allocation in shared computer system," *Technical Report TR-301*, DEC Research Report, Sep. 1984.
- [3] Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications. Amend. 4: Enhancements for Very High Throughput for Operation in Bands below 6 GHz, IEEE Std. P802.11ac/D6.0, Jul. 2013.
- [4] J. Lee et al., "An experimental study on the capture effect in 802.11a networks," in *Proc. ACM WiNTECH*, Sep. 2007.