

無線全二重に関する動向 調査(日本語)

渡辺研究室

1

1. 無線全二重通信とは

- 同一周波数帯で同時に送受信を行う技術
- 今までの無線通信は半二重通信
 - 同一周波数帯では、送信と受信は同時にできない
 - 自身の送信信号が大きすぎて、通信相手からの信号を打ち消してしまうため
- 干渉除去の技術発展により、自身の送信信号を打ち消せるようになった
 - 自己干渉除去

2

1.1.自己干渉除去

- 送信信号を受信信号から減算
 - 自身の送信信号は既知
 - 一方, 受信した送信信号はチャネルにより歪んだ後
 - 送信信号の歪みを再現
- 3種類の自己干渉除去
 - アンテナキャンセレーション
 - アナログキャンセレーション
 - デジタルキャンセレーション

3

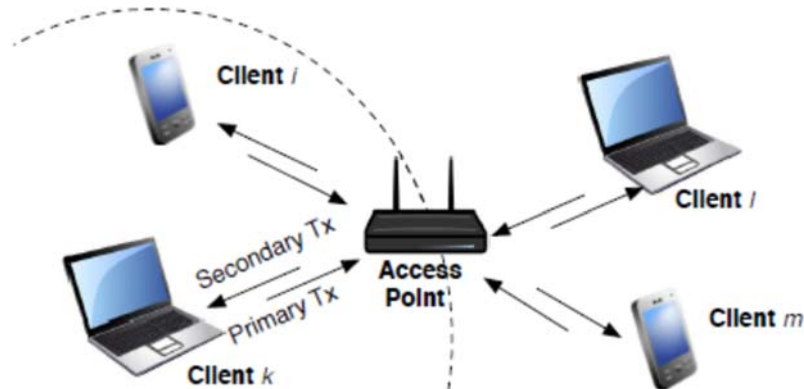
2.無線全二重通信の課題

- 自己干渉除去
 - 既にWiFiの送信電力をノイズフロアにまで落とせるまでには実現済み[1,2,3]
- ユーザ間干渉
- 隠れ端末・さらし端末
 - これらを解決するためのMedium Access Control (MAC)が必要
 - MACの研究は初期～中期段階[4]

4

3. CSMA/CA+無線全二重通信

- [4]では, Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance (CSMA/CA)ベースのMACをモデル化・解析している
- アクセスポイント (AP)とクライアント間の通信を想定



5

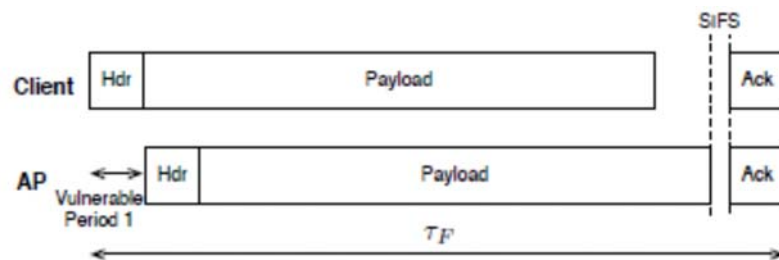
3. CSMA/CA+無線全二重通信

- 3種類の通信パターンを想定
 - クライアントからフレームの送信を初めて, APがヘッダを受信してからフレームを送信(a)
 - クライアントからフレームの送信を初めて, APがヘッダを受信してからBusy Tone(BT)を送信(b)
 - APからフレームの送信を初めて, クライアントがヘッダを受信してからフレームを送信 (c)

6

3.1. 通信パターン(a)

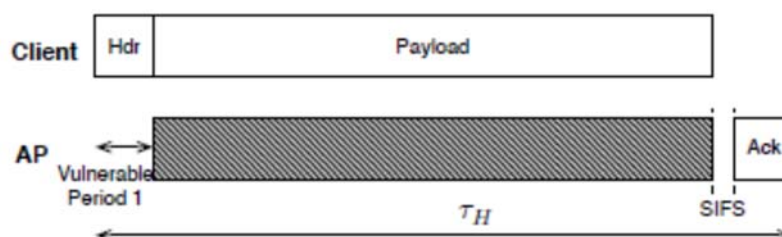
- クライアントがフレームをAP宛に送信
- APはヘッダを受信・デコードする
- フレームを送信してきたクライアント宛のフレームを所持していたら送信



(a)

3.1. 通信パターン(b)

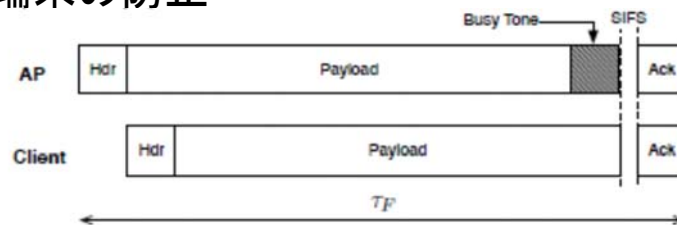
- クライアントがフレームをAP宛に送信
- APはヘッダを受信・デコード
- フレームを送信してきたクライアント宛のフレームを所持していなければBTを送信
 - 隠れ端末の防止



(b)

3.1. 通信パターン(c)

- APがフレームをクライアント宛へ送信
- クライアントはヘッダを受信・デコード
- AP宛へのフレームを所持していたら送信
 - していなければ半二重通信
- APはフレームを送信終了後、クライアントのフレーム送信終了までBTを送信
 - 隠れ端末の防止



(c)

9

4. 他の無線全二重通信MAC

- [5]では、APが他クライアントの送信をスケジューリングすることで、ユーザ間の干渉を削減している
- [6]では、確率によって半二重通信か全二重通信かを選択することで、ユーザ間干渉を避けるためのMACプロトコルが提案されている
- [7]では、コグニティブ無線向けにフレームのフラグメントの調整を行うMACプロトコルが提案されている

4. 他の無線全二重通信MAC

- [8]では, ノードが送信中にチャネルの利用状況を監視することで, 衝突が発生しそうになったらバックオフすることで衝突を回避するMACプロトコルが提案されている
- [9]では, [8]で提案されたプロトコルを拡張している. 具体的には, 送信中のチャネルの利用状況の監視が不完全な自己干渉除去でも対応できるようにしたほか, マルチチャネル通信にも適応できるように拡張している.

11

4. 他の無線全二重通信MAC

- [10]では, 無線全二重通信にALOHAを適用して, 干渉を最小としつつスループットを最適化するOptimum Adaptive ALOHA (OA-ALOHA) MACが提案されている.
- [11]では, 無線全二重通信を用いることで, (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detect) CSMA/CDベースのMACプロトコルを提案している

12

5. おわりに

- 同一周波数帯で同時に送受信を行う無線全二重通信
- 自己干渉除去により実現可能
- MACの研究も始まっており, 様々なMACプロトコルが考えられている
- 今後, さらに研究が進み将来のネットワークを支える技術となる

参考文献

- [1] S Katti D Bharadia, E McMillin. Full duplex radios. Proceedings of the ACM SIGCOMM 2013 conference on SIGCOMM (SIGCOMM'13), 2013.
- [2] Mayank Jain, Jung Choi, Tae Min Kim, Dinesh Bharadia, Siddharth Seth, Kannan Srinivasan, Philip Levis, Sachin Katti, and Prasun Sinha. Practical, real-time, full duplex wireless. In *Proceedings of the 17th Annual International Conference on Mobile Computing and Networking (MobiCom'11)*, pp. 301–312, 2011.
- [3] Dongkyu Kim, Haesoon Lee, and Daesik Hong. A survey of in-band full-duplex transmission:from the perspective of phy and mac layers. *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, Vol. 99, pp. 1–30, February 2015.
- [4] Doost mohammady Rahman, Naderi M Yousof, and Chowdhury Roy. Performance Analysis of CSMA / CA based Medium Access in Full Duplex Wireless. *IEEE Transactions on Mobile Computing*, pp. 1–14, 2015.
- [5] Jae Young Kim, Omid Mashayekhi, Hang Qu, Maria Kaz, and Philip Levis. Janus: A novel mac protocol for full duplex radio. Technical report, Stanford University Technical Report, 2013.
- [6] Chen Shih-ying, Huang Ting-feng, Lin Kate Ching-ju, Hong Y Peter, and Sabharwal Ashutosh. Probabilistic-based Adaptive Full-Duplex and Half-Duplex Medium Access Control. *2015 IEEE Global Communications Conference (IEEE GLOBECOM 2015)*, 2015.
- [7] Le Thanh Tan and Long Bao Le. Distributed MAC Protocol Design for Full-Duplex Cognitive Radio Networks. *2015 IEEE Global Communications Conference (IEEE GLOBECOM 2015)*, 2015.
- [8] Liao Yun, Bian Kaigui, Song Lingyang, and Han Zhu. Full-Duplex MAC Protocol Design and Analysis. *IEEE Communications Letters*, Vol. 19, No. 7, pp. 1185–1188, 2015.
- [9] Yun Liao, Boya Di, Kaigui Bian, Lingyang Song, Dusit Niyato, and Zhu Han. Cross-layer Protocol Design for Distributed Full-duplex Networks. *2015 IEEE Global Communications Conference (IEEE GLOBECOM 2015)*, 2015.
- [10] Tong Zhen and Haenggi Martin. A Throughput-Optimum Adaptive ALOHA MAC Scheme for Full-Duplex Wireless Networks. *2015 IEEE Global Communications Conference (IEEE GLOBECOM 2015)*, 2015.
- [11] Song Liwei, Liao Yun, Bian Kaigui, Song Lingyang, and Han Zhu. Cross-Layer Protocol Design for CSMA/CD in Full-Duplex WiFi Networks. *IEEE Communications Letters*, Vol. PP, No. 99, 2016.