

ストロングビジートンを用いたアドホックネットワークのスループット向上方式

大須賀 友記*, 渡邊 晃, 旭 健作 (名城大学)

Improving Method of Adhoc Network using Strong Busy Tone

Yuki Oska, Akira Watanabe Asahi Kensaku(Meijo University),

1 はじめに

アドホックネットワークでは、隠れ端末問題によるスループットの低下が問題となっている。隠れ端末問題とは、2つの端末が他の端末に通信をする際にお互いの電波が届かない位置にあり、同時に通信を開始してしまうことでパケットが衝突してしまう問題のことである。IEEE802.11では、RTS(request to send)/CTS(clear to send)方式が採用されており、この方式により隠れ端末問題の解決を試みている。しかしRTSとCTSがパケットであり、送信に所定の時間がかかってしまうため、完全に隠れ端末問題を解消することができない。そこで、ストロングビジートン(以下 SBT:Strong Busy Tone)と呼ぶ制御信号を用いることにより、隠れ端末問題を解決する。SBTにより周辺に送信状態を伝達するので、RTS/CTSが不要となり、スループットを大きく向上できる。

2 RTS/CTS の課題

現在の無線 LAN では、隠れ端末問題を解決するために、RTS/CTS方式が採用されている。RTS/CTS方式とは DATA に先立ち、送信予約を行う方式である。送信予約をすることで、受信端末の1ホップ先の端末の送信を抑制することで、パケットの衝突を回避する。しかし、RTS 同士、CTS と DATA の衝突が発生する可能性がある。この理由として RTS、CTS 自体がパケットであるため、端末制御に時間を要するためである。RTS/CTSに、RTS 同士の衝突が頻繁に起こるため、リトライにかかるオーバーヘッドが大きいいといった課題がある。

3 SBT による概要と現状

ビジートン (BT) とは、情報を持たない単一周波数の電波であり、送信する端末が通信中であることを周辺端末に伝えることができる。BT は帯域が狭いため電力が小さいという特徴がある。SBT とはビジートンの電波到達距離を大きくした独自の制御信号である。

<3・1>SBT-D SBT-D(SBT with DATA)とは、DATA パケットと同時に SBT を送る方式である。送信端末が DATA パケットと同時に2ホップ先の端末まで、SBT を送る。受信端末は、DATA パケットを受信後 ACK を送ることで DATA のやりとりが行われる。SBT-D の動作を図1に示す。端末 A が端末 B に DATA パケットを送信する。端末 A が DATA パケットと同時に SBT を2ホップ先に送信する。SBT を受け取った端末 B、端末 C は、SBT が送られている間新しい通信を行うことができない。SBT は端末 A が DATA を送信し、端末 B が DATA を受信し ACK を送信し終わるまで送られる。その結果 DATA パケットが衝突することを減らすことができ、スループットが向上する。

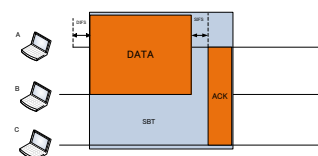


Fig. 1 SBT-D

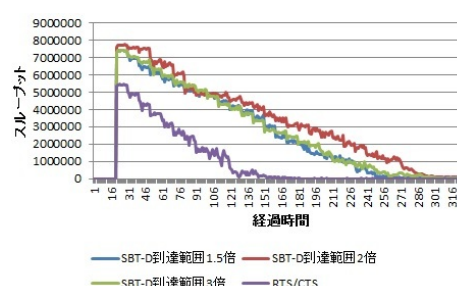


Fig. 2 到達範囲を変えた SBT-D の TCP 通信におけるスループット

4 シミュレーション結果

SBT-D は到達範囲によってスループットの性能が違う。理論的に考えれば、到達範囲が1.5倍では、2ホップ先の端末を抑制することができず、DATA パケットの衝突が起こる可能性が上がる。また、3倍では3ホップ先の端末まで抑制してしまい、3ホップ先の端末が通信を開始できず、スループットが低下してしまう。到達範囲が2倍の時が一番が向上すると考えることができる。このことが正しいか確認するため、今回シミュレーションを行った。SBT-D の到達範囲を1.5倍、2.0倍、3倍の時、また RTS/CTS 方式の時の TCP 通信におけるスループットを図2に示す。グラフの縦軸は TCP スループットを示しており、横軸は通信ペア数を示している。結果から、到達範囲2倍の時が最も効率が良いことが確認できる。

SBT-D では、RTS/CTS のオーバーヘッドがなくなるためスループットが向上したと考えられる。

5 まとめ

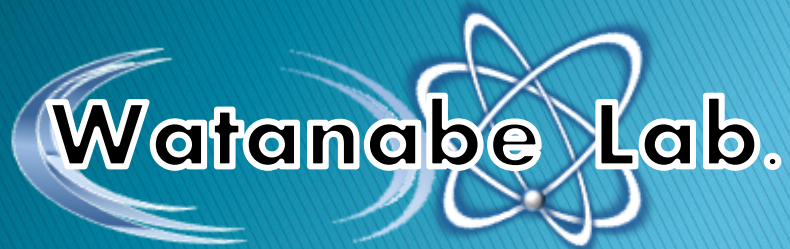
現状の課題から解決案である SBT-RC、SBT-D についての特徴、また比較、SBT-D の到達範囲による性能の違いについて述べた。今後は、SBT-D のシミュレーションを行い改善点などを見つけていく予定である。

文 献

- [1] 伊藤智洋, 他: ストロングビジートンを用いたアクセス制御方式の検討と評価, 情報処理学会 (MBL), Vol.2013-MBL-68, No.10, pp.1-6, 2013 年 11 月.
- [2] Tomohiro Ito, et: Researches and Evaluation of Strong Busy Tone that Improves the Performance of Ad-hoc Networks, The 7th International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking (ICMU2014), No.2014, pp.182- 187, Jan 2014.

ストロングビジートンを用いた アドホックネットワークのスルー プット向上方式

大須賀友記、旭健作、渡邊晃
名城大学 理工学部 情報工学科



研究背景

- ▶ 無線LAN技術の急速な普及
 - スマートフォン、タブレット端末の普及
 - 通信速度の向上
- ▶ 無線LAN技術の課題
 - 通信端末の増加による干渉
 - 隠れ端末問題、さらし端末問題の発生
- ▶ パケット衝突によるスループットの低下



SBT(Strong Busy Tone)を用いてパケット衝突防止し
スループットを改善する方式を検討

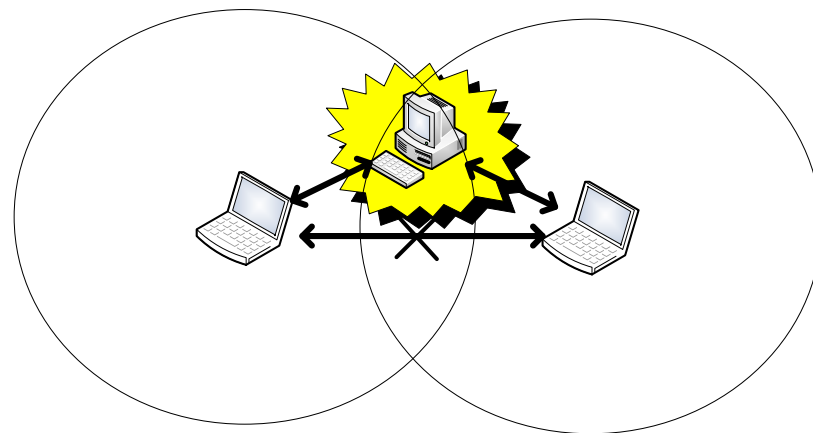
隠れ端末問題

▶ 隠れ端末問題

- 無線LANの環境では電波到達範囲外の端末を認識できない
- 同じ端末を対象に通信を開始する

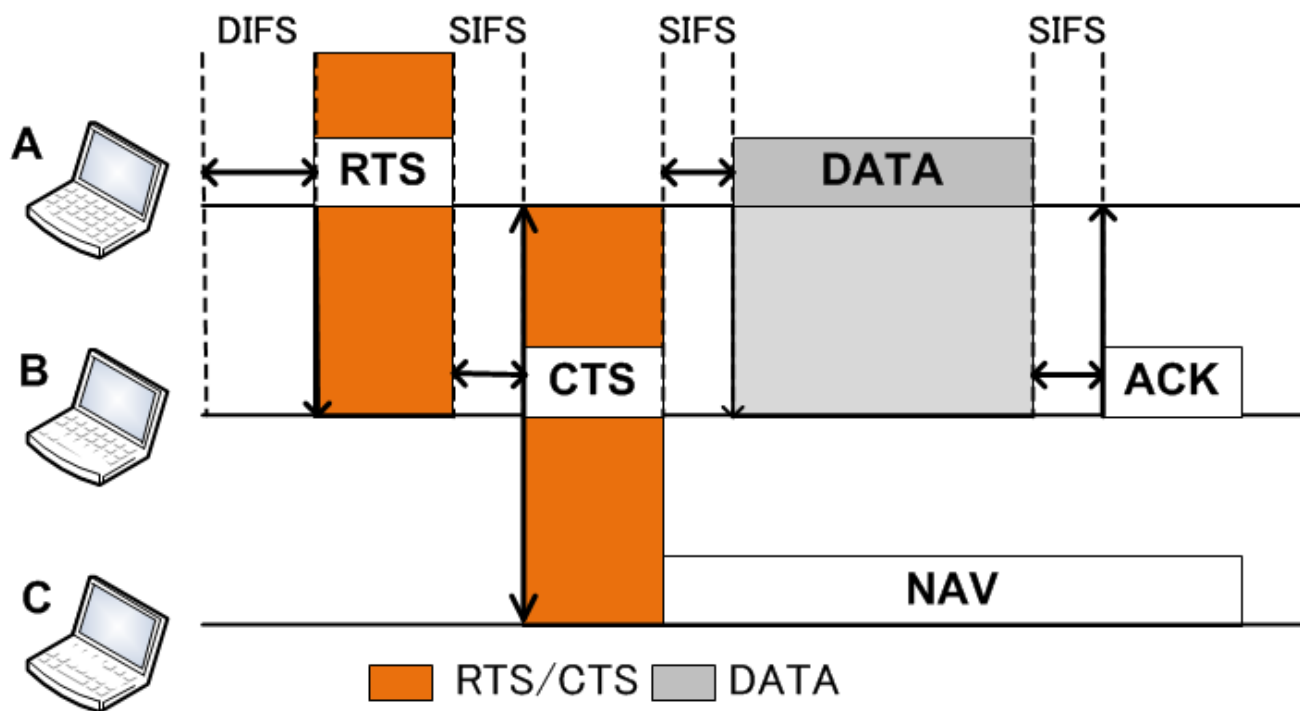


パケット衝突が発生し
スループットが低下してしまう



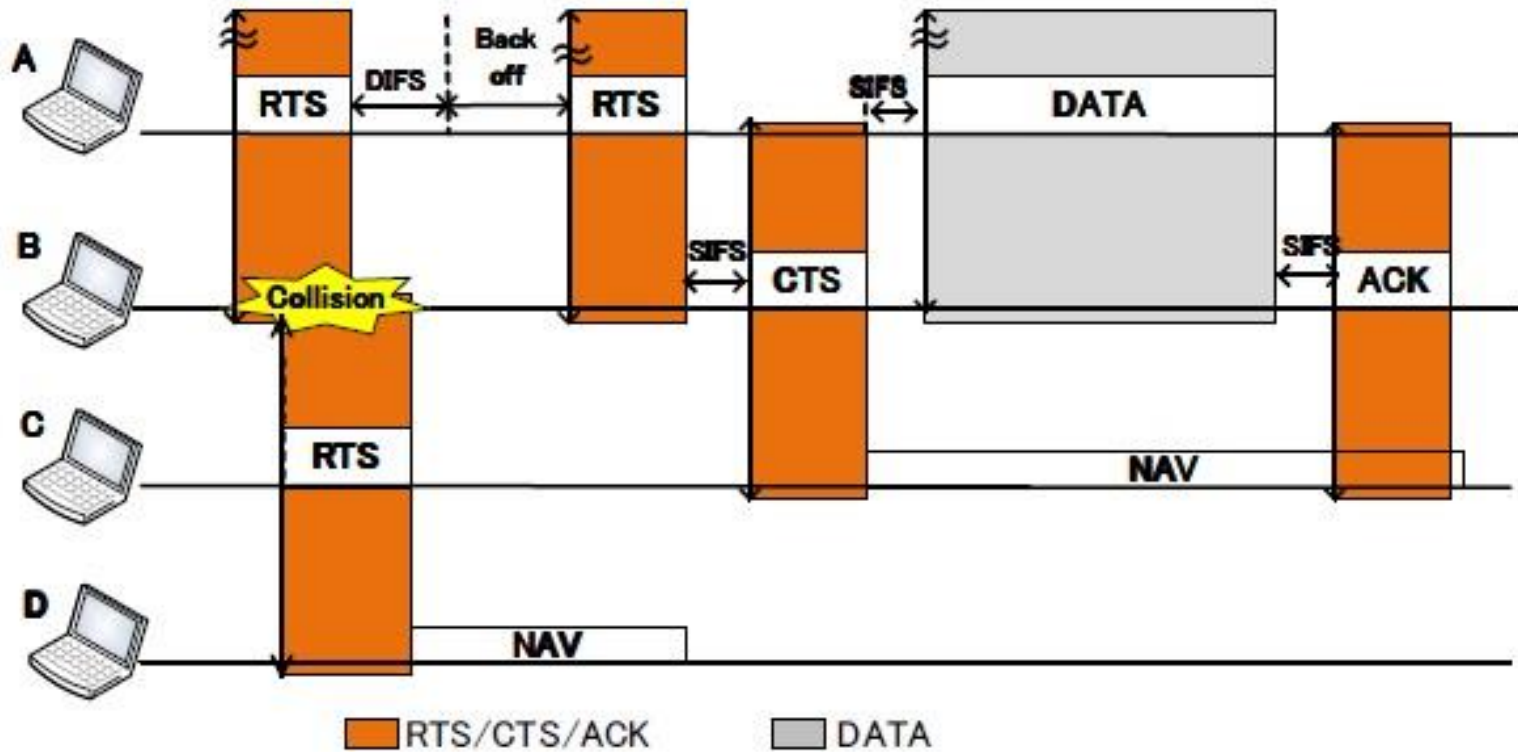
RTS/CTS方式

- IEEE802.11ではRTS/CTS方式による送信予約によって隠れ端末問題を解決しようとしている

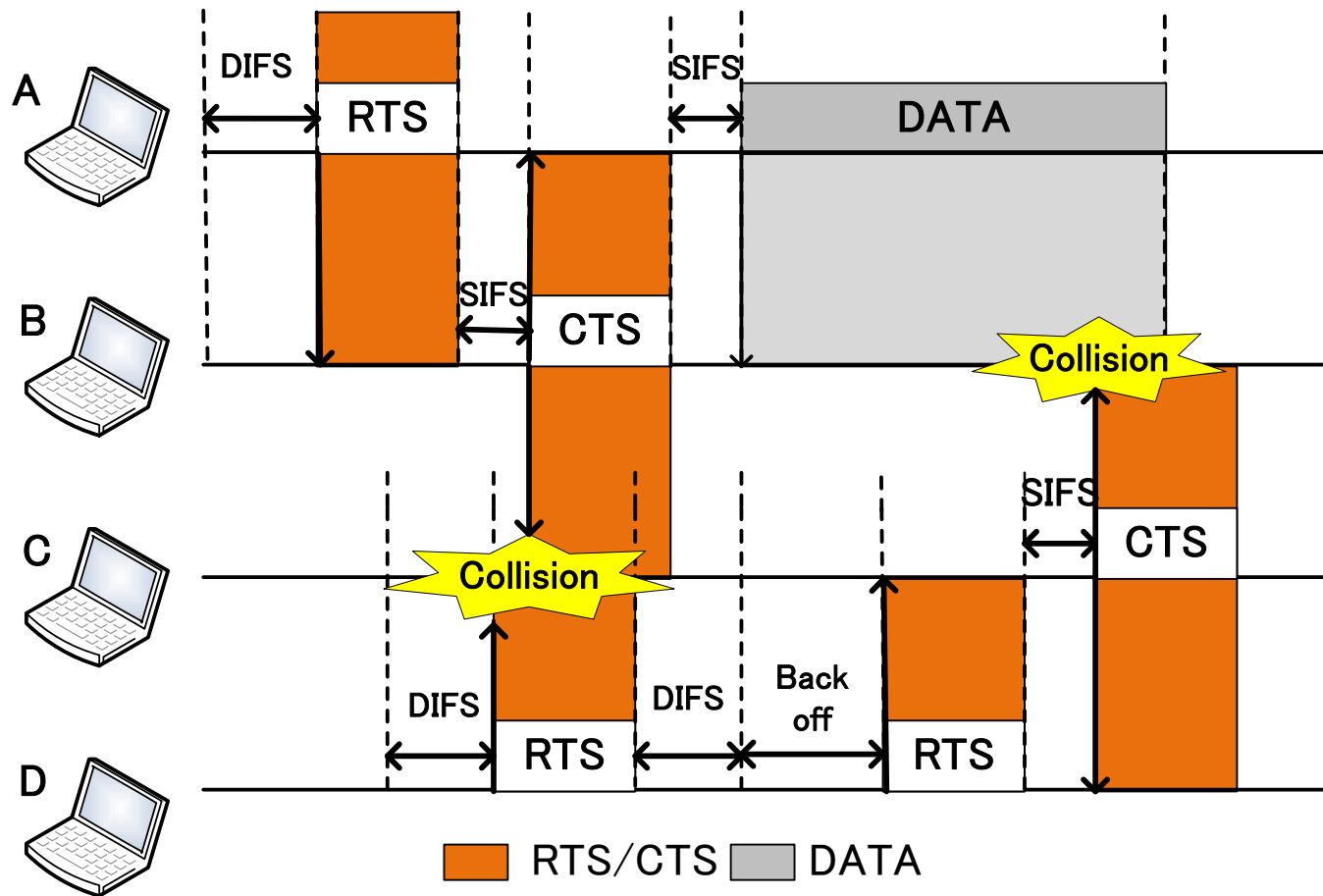


RTS:Request to Send CTS:Clear to Send NAV:Network Allocation Vector

RTS/CTS方式の課題



RTS/CTS方式の課題



SBT (Strong Busy Tone)

▶ ビジートーンとは

- 既存技術
- 単一周波数の電波
- データを一切含まないため瞬時に制御可能
- 受信中は通信を開始できない
- 帯域が狭いため小さな送信電力で送信可能
- 隠れ端末問題を防止できる

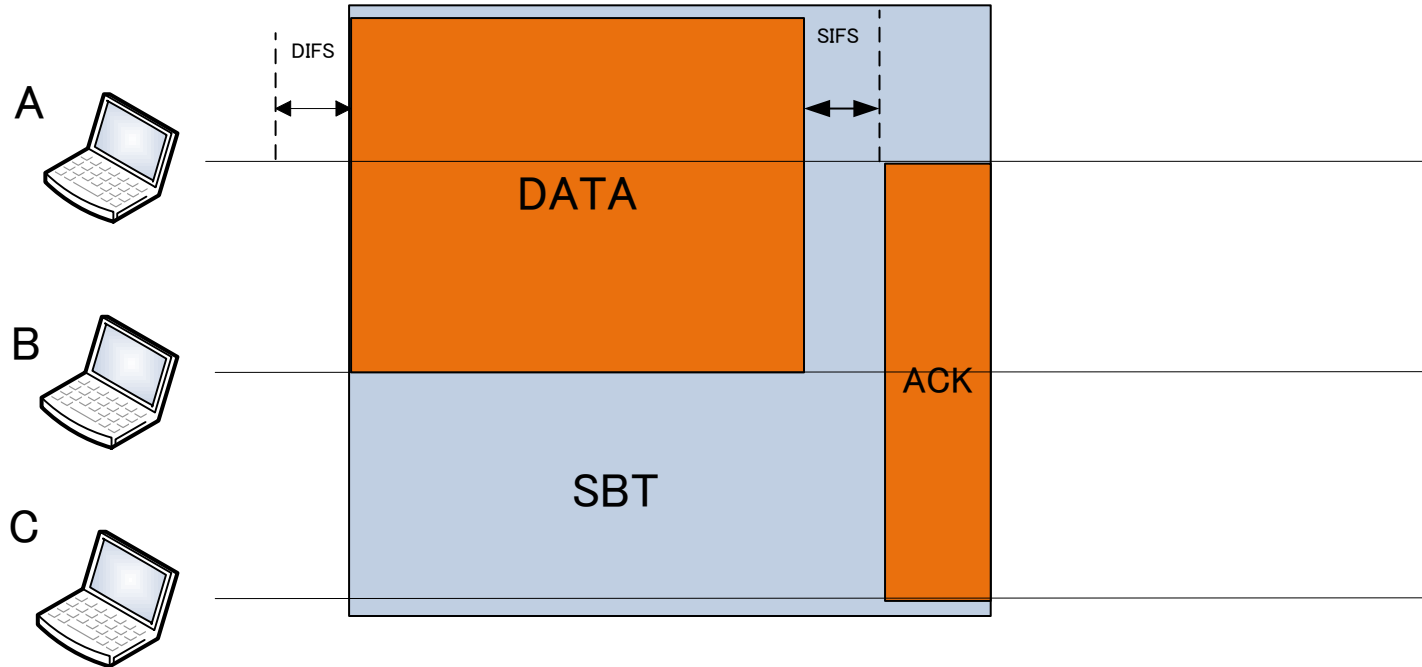
▶ ストロングビジートーンとは

- 本研究室独自の提案
- ビジートーンの電波到達範囲を拡大させ広範囲の端末を制御する

SBT-Dのルール

- ▶ DATAパケットに付随してSBTを2ホップ先の端末に送信する
- ▶ SBTを受信した端末は通信を開始できない
- ▶ RTS/CTS制御は行わない

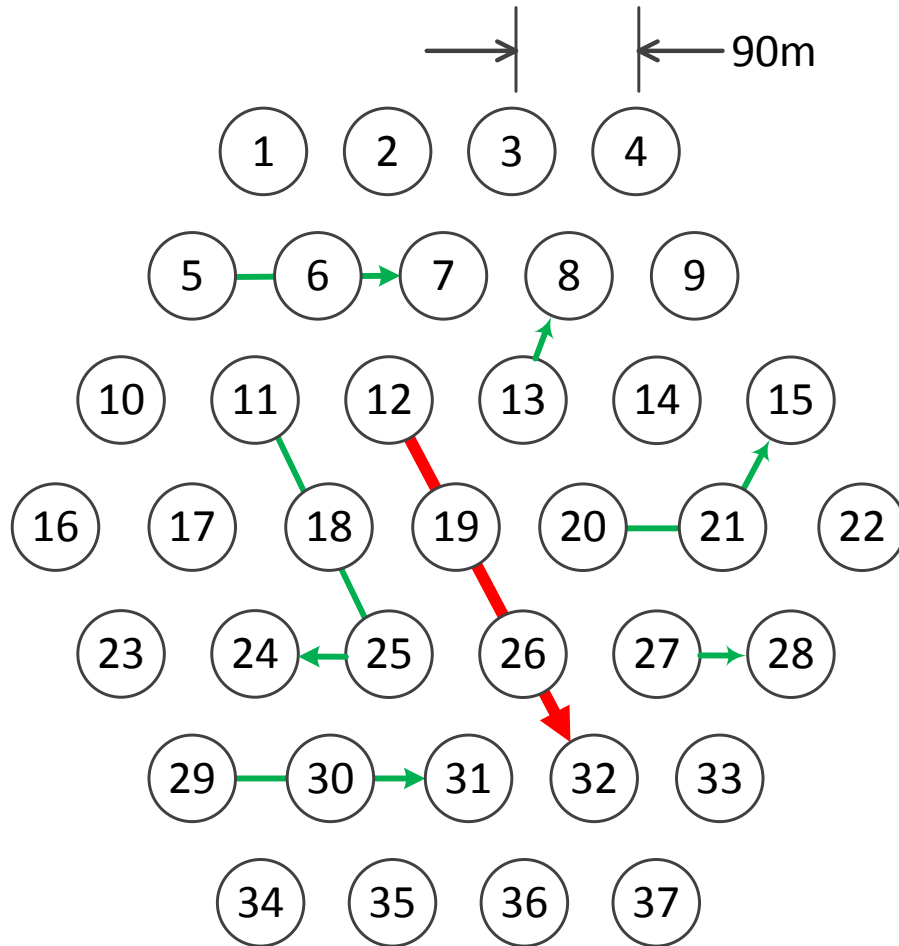
SBT-Dの動作



ns-2によるシミュレーション

- ▶ **RTS/CTSとSBT-Dのスループットを測定し比較**
- ▶ さらにSBTの到達範囲の違いによるスループットを比較
- ▶ 比較項目
 - RTS/CTS
 - SBT-D到達範囲1.5倍
 - SBT-D到達範囲2倍
 - SBT-D到達範囲3倍

シミュレーション環境



試行回数	5回
アドホックネットワーク	
台数	37台
TCP通信	1対
背景負荷通信	1～60対

各項目の値

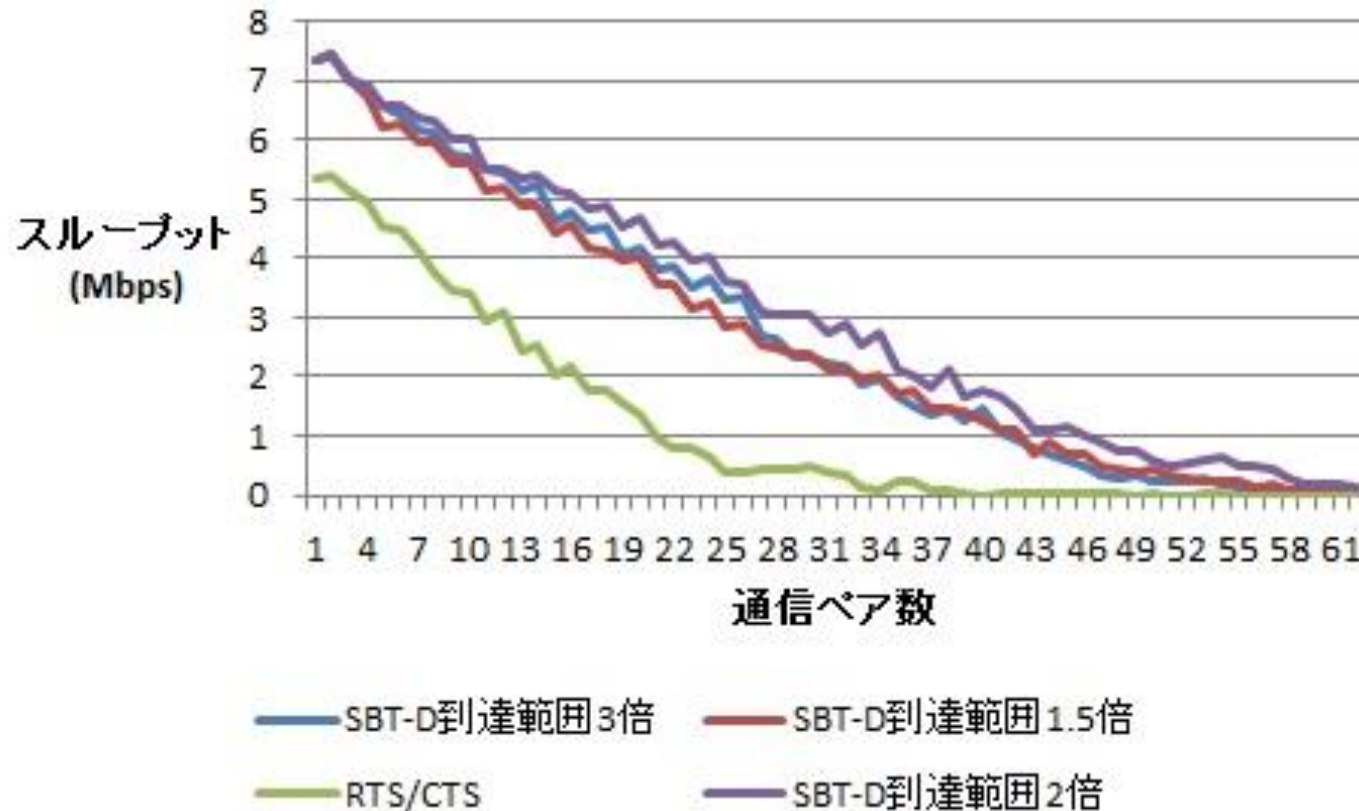
- 802.11gを想定
- UDPはVoIPを想定

電波到達範囲	100(m)
SBT-D電波到達範囲	150(m)
SBT-D電波到達範囲	200(m)
SBT-D電波到達範囲	300(m)
計測時間	330(s)
通信方式	802.11g
無線帯域	54(Mbps)

通信タイプ	FTP
トランスポートプロトコル	TCP
パケットサイズ	1000(byte)

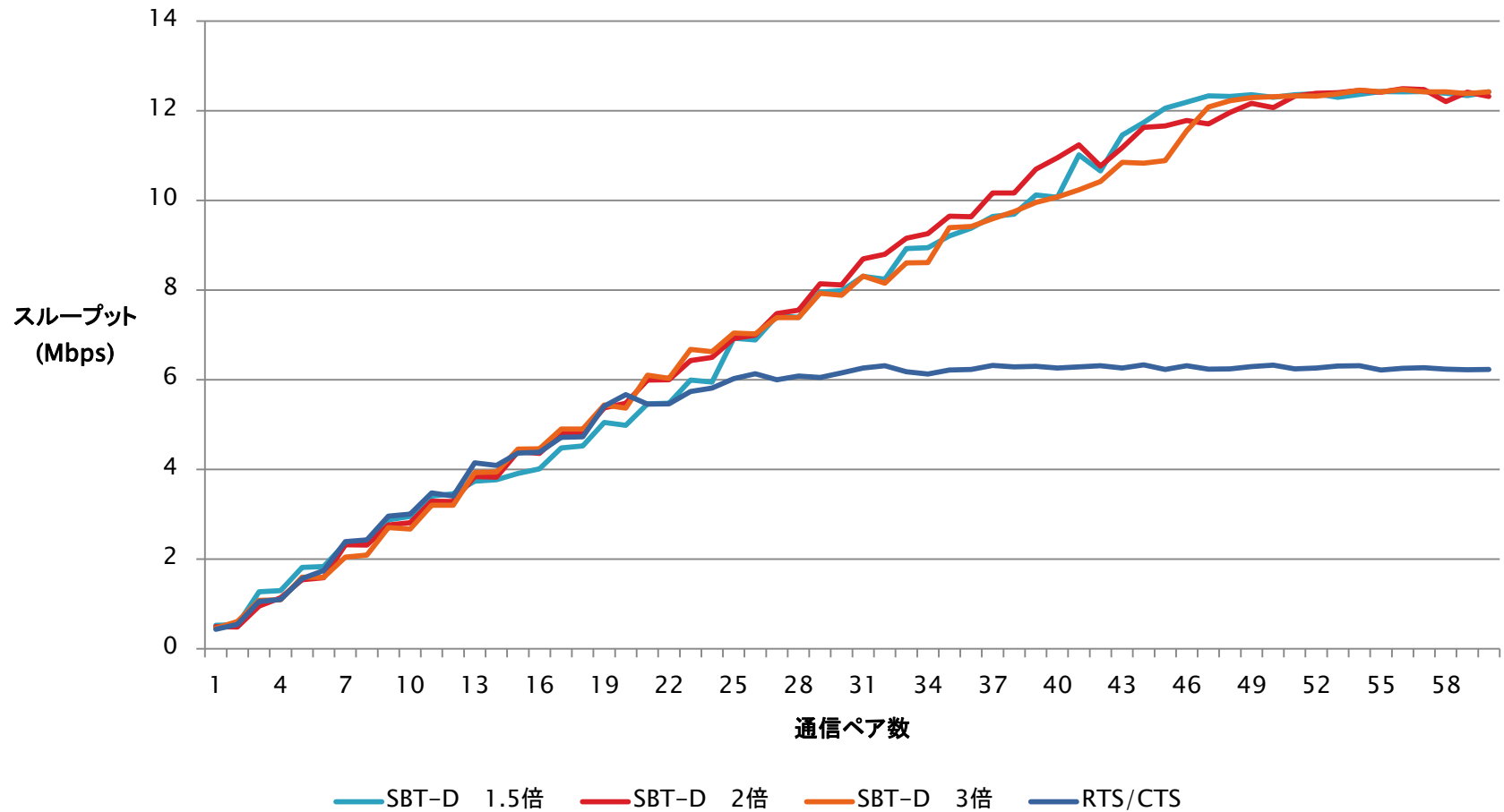
通信タイプ	CBR
トランスポートプロトコル	UDP
パケットサイズ	200(byte)
パケット発生率	64(kbps)

TCPスループットの測定結果



- SBT-Dを用いることでスループットが向上
 - SBT-Dの到達範囲2倍の時に最もスループットが向上

UDP合計スループット



シミュレーション結果

- ▶ 既存のRTS/CTSとSBT-Dの違いを確認
 - SBT-Dを用いたことによりスループットが大幅向上
- ▶ SBTの到達範囲による違いを確認
 - 2倍が理論上一番効率が良いがシミュレーションでは大きな違いはなかった

➡ 厳密な制御が不要

まとめ

- ▶ パケット衝突やRTS/CTSのオーバーヘッドによるスループットの低下を削減するための方式を検討
- ▶ 検討方式のシミュレーションを行い結果を示した
- ▶ 今後の予定
 - ランダム配置など環境を変えてシミュレーションを行い改善点を探る

付録

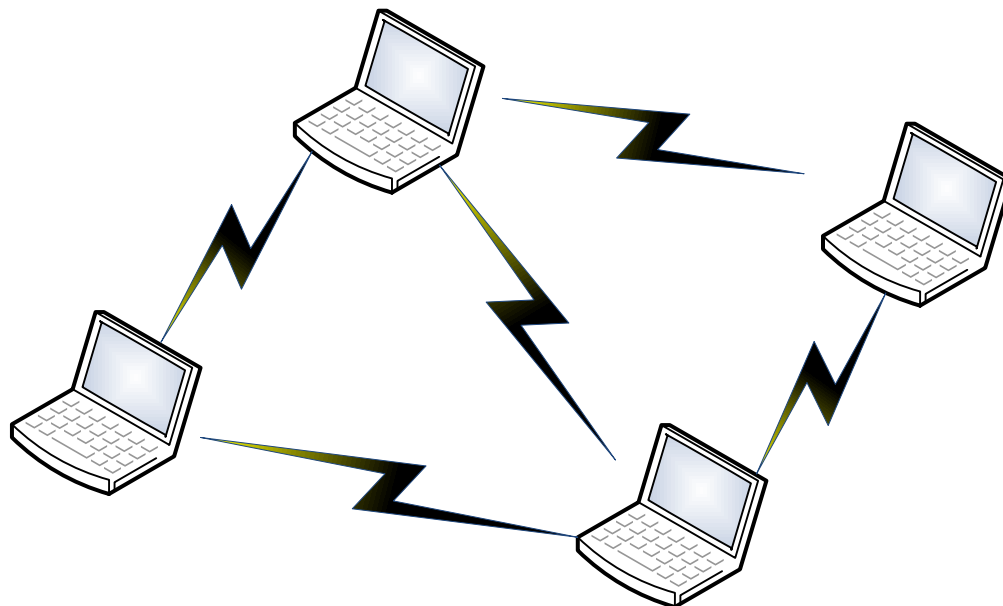
FTP(File Transfer Protocol)

- ▶ ファイル転送プロトコル
- ▶ プロトコル上は任意のホスト間のファイル転送を行うことが可能
- ▶ 通常は接続したクライアントサーバー間の転送に利用される

アドホックネットワーク

➤ アドホックネットワーク

- 多数の端末をアクセスポイントの介在なく相互に接続する形態をとっている
- アドホックモードにルーティングプロトコルを追加した方式



ガードバンド

- SBTは通常の周波数帯ではなくガードバンドを使用
- ガードバンドとは
 - 2つの通信チャネルの間にある未使用周波数帯
 - ⇒ 11b/gは周波数帯が被っており双方の未使用周波数帯を確認する必要がある
 - ⇒ 11aでは周波数帯が整備されているので問題はない