

アドホックネットワークのスループットを向上する ストロングビジトーンの提案と評価

伊藤 智洋*, 旭 健作, 渡邊 晃(名城大学)

Researches on a Strong Busy Tone that Improves the Performance of Ad-hoc Networks and it's Evolution
Tomohiro Ito, Kensaku Asahi, Akira Watanabe (Meijo University)

1. はじめに

アドホックネットワークにおいて、避けては通れない問題として「隠れ端末問題」がある。「隠れ端末問題」とは2つのノードが互いに電波が届かず認識されない位置にあり、両者が互いに同じ受信ノードに対して送信を行うと受信ノードにおいてデータ衝突が起こる問題である。この対策としてIEEE802.11では、RTS(Request to Send)/CTS(Clear to Send)方式が採用されているがパケット衝突を完全に防止することはできない。そこで、ストロングビジトーン(SBT: Strong Busy Tone)[1][2]を用いることにより、この課題を解決する方法を提案する。

2. RTS/CTS 方式の課題

RTS/CTS はデータパケットの送信に先だって送信予約を行うためのシーケンスで、すべてのノードがこのシーケンスを監視することにより、隠れ端末に対しても送信ノードの状態を知らせることができる。しかし、RTS/CTS が一種のパケットであることから、RTS/CTS シーケンス自体の衝突が発生する可能性が残されている。

3. 検討方式

本論文では、RTS/CTS の送信と同時に SBT と呼ぶ単一周波数の信号を広範囲に送信する。SBT は送信状況をいち早く周辺端末に伝えることを目的としている。周囲の端末は SBT の受信を感知している間、送信ができない。SBT は単一の周波数であることから、SBT 同士の衝突を考慮する必要がなく、送信範囲の増大による電力消費の拡大といった問題はない。図1に提案方式(1)の動作を示す。A の送信したパケットは隣接の B までしか届かないが、SBT は D まで届いていることを示している。ノード D は SBT により RTS 送信が抑えられ、衝突を防止することができる。SBT の導入により、RTS/CTS シーケンス自体の衝突を大幅に軽減できるため、スループットの改善が期待できる。図2に提案方式(2)の動作を示す。この方式では、RTS/CTS を廃止し、DATA 部分に SBT を適用している。送信端末が DATA パケットの送信を開始すると同時に SBT を送信し、周辺の広範囲に沿って送信を控えるように通知する。RTS/CTS を廃止することにより、無駄な待機時間を防ぐことが可能になりスループットの改善が期待できる。

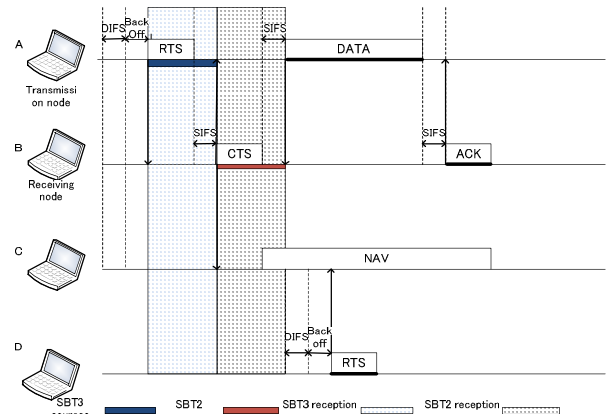


Fig.1. Operation of the proposed method 1.

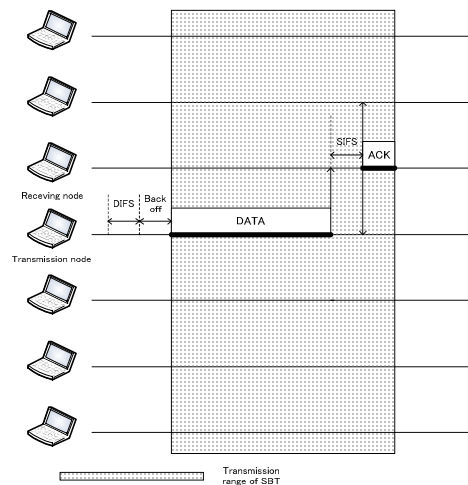


Fig.2. Operation of the proposed method 2.

4. むすび

SBT を用いることで、「隠れ端末問題」を解決する方法を提案した。今後は、提案(1)と提案(2)について二つの提案方式を ns-2 により比較評価を行う。

文 献

- [1] 後藤秀暢, 渡邊晃 アドホックネットワークのスループットを向上するストロングビジトーンの提案
情報処理学会研究報告, Vol.2011-MBL-057 Mar.2011.
- [2] 森一養, 後藤秀暢, 渡邊晃 ストロングビジトーンを用いたアドホックネットワークにおけるメディアアクセス方式の提案
情報処理学会第 73 回全国大会講演論文集, pp.22, Mar.2011.

アドホックネットワークのスループットを向上する ストロングビジートーンの提案と評価

名城大学理工学部

伊藤智洋 旭健作 渡邊晃

Watanabe Lab.

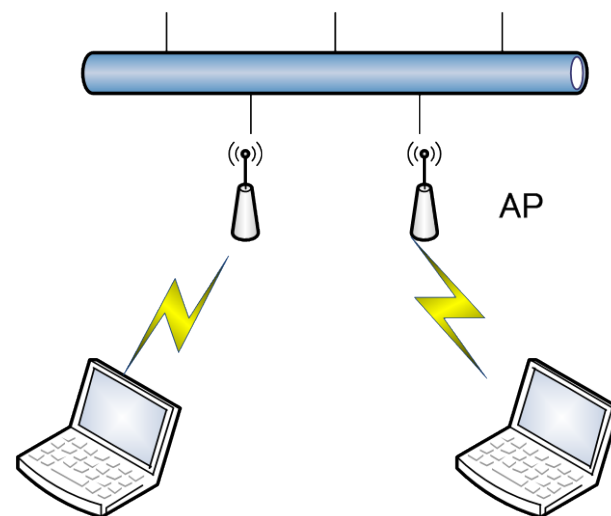
研究背景

- 無線LAN(Local Area Network)
 - 公衆エリアにおけるホットスポットとして利用されている
 - 現在では普及も広まり一般的である
- 無線LANの利点
 - 端末の設置が容易である
 - 配線工事不要
- 無線LANの欠点
 - パケットの衝突によってスループットが低下しやすい

無線LANのネットワーク構成

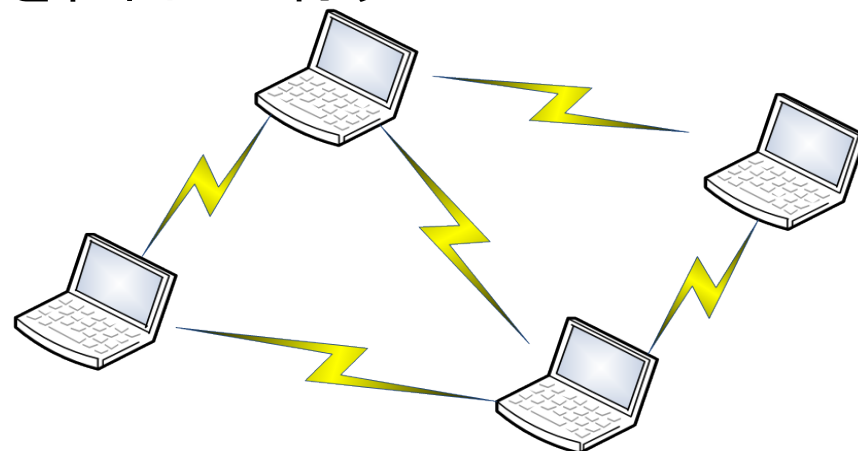
- インフラストラクチャ

- アクセスポイントと端末間は無線接続
- アクセスポイント間是有線接続



- アドホックネットワーク

- 無線端末間同士でアクセスを行う
- 距離のある端末は他の端末を経由して行う

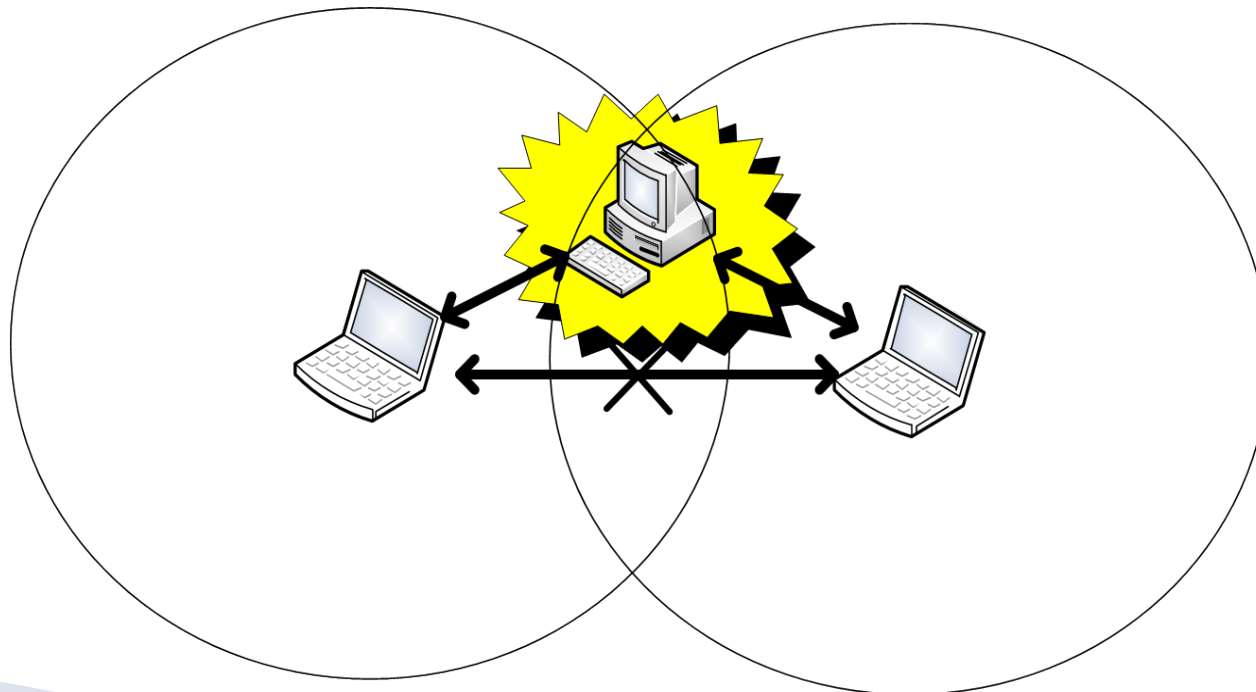


隠れ端末問題

- 隠れ端末問題

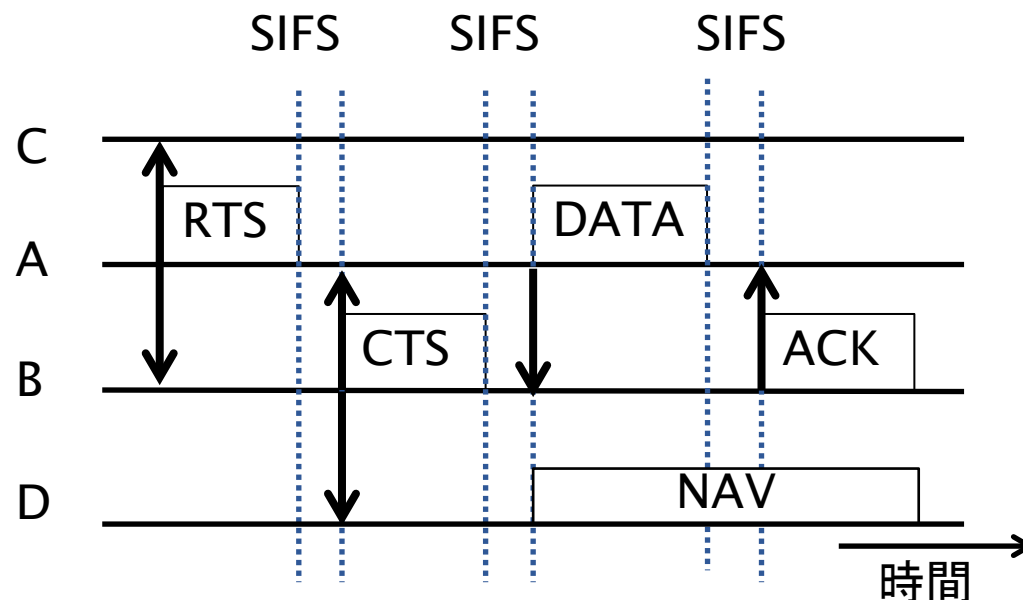
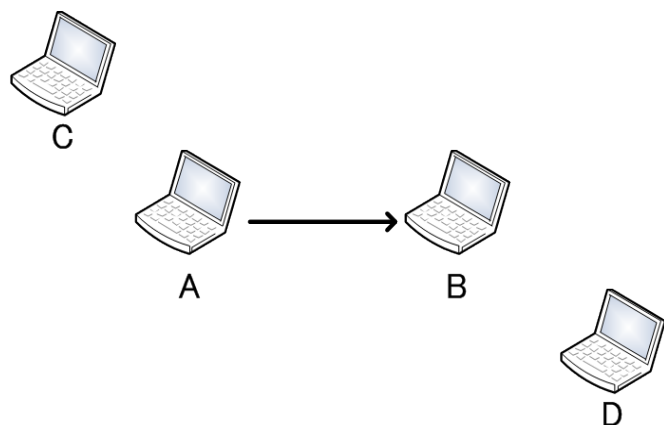
- 無線LAN環境では、互いに認識していない端末の行動は分からない

→ 同じ対象に同時に通信を行う可能性がある

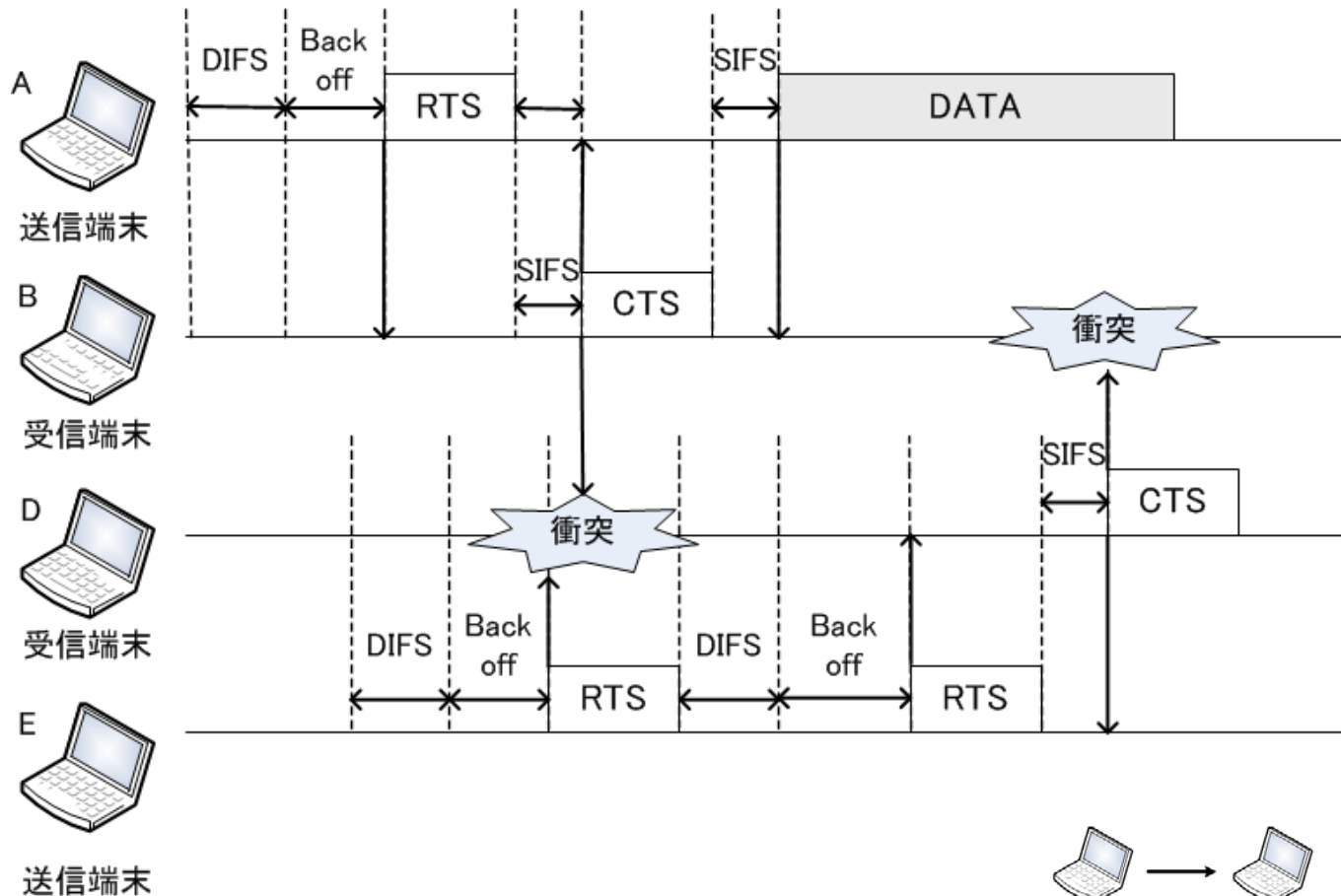


RTS/CTS方式

- 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ている
- RTS(Request to Send)は送信要求、CTS(Clear to Send)は受信準備完了を表す
- 隠れ端末問題を防止するため受信端末は全ての隣接端末に対してチャンネルが使用中であることを知らせる



RTS/CTS方式の課題



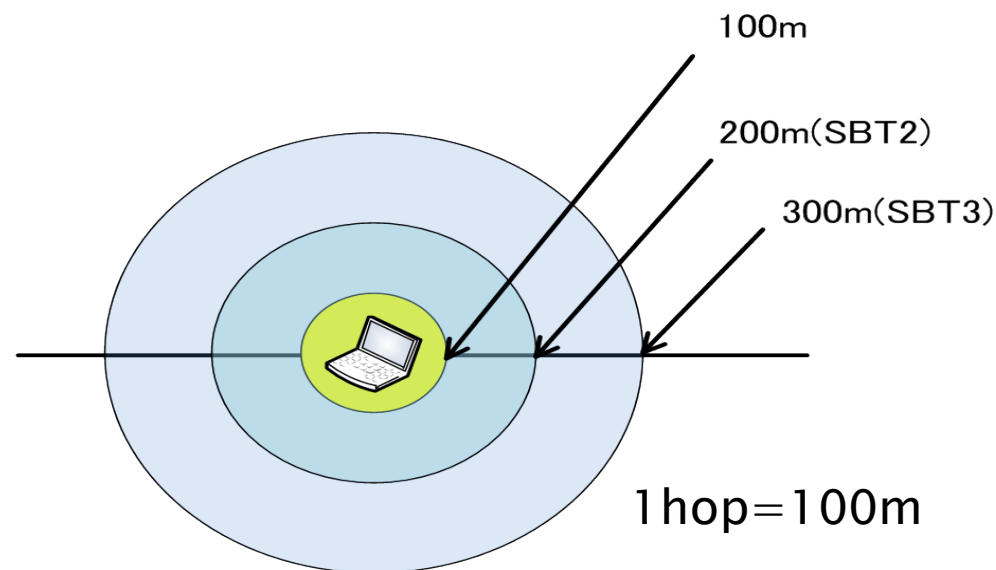
- RTS/CTS同士で衝突が発生する可能性がある

ビジートーン

- RTS/CTS方式における課題を解決する手法としてビジートーンを利用した2つの方式を提案する
- ビジートーンとは単一の周波数である
 - 他の信号と衝突しない
- 電波であることから一瞬で周辺端末に到達する
- ビジートーンを検知した端末は、パケットの送信を控え待機する
 - パケット衝突を未然に防ぐことが可能

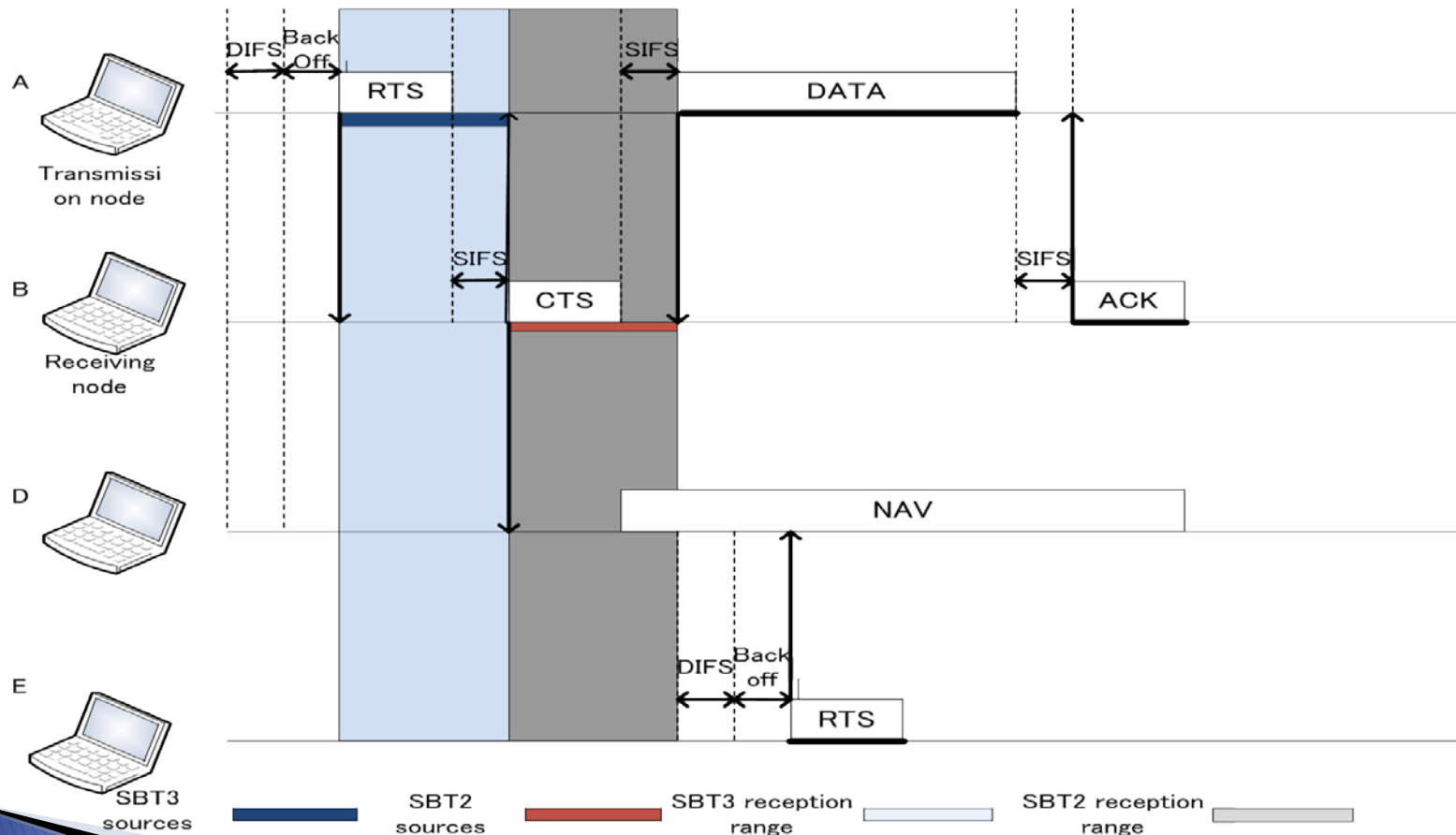
提案方式

- ビジートンの電波到達範囲を拡大させ、より周辺端末を制御しパケット衝突を防止するプロトコルを提案する
- この提案プロトコルで使用するビジートンを SBT(Strong Busy Tone)とする



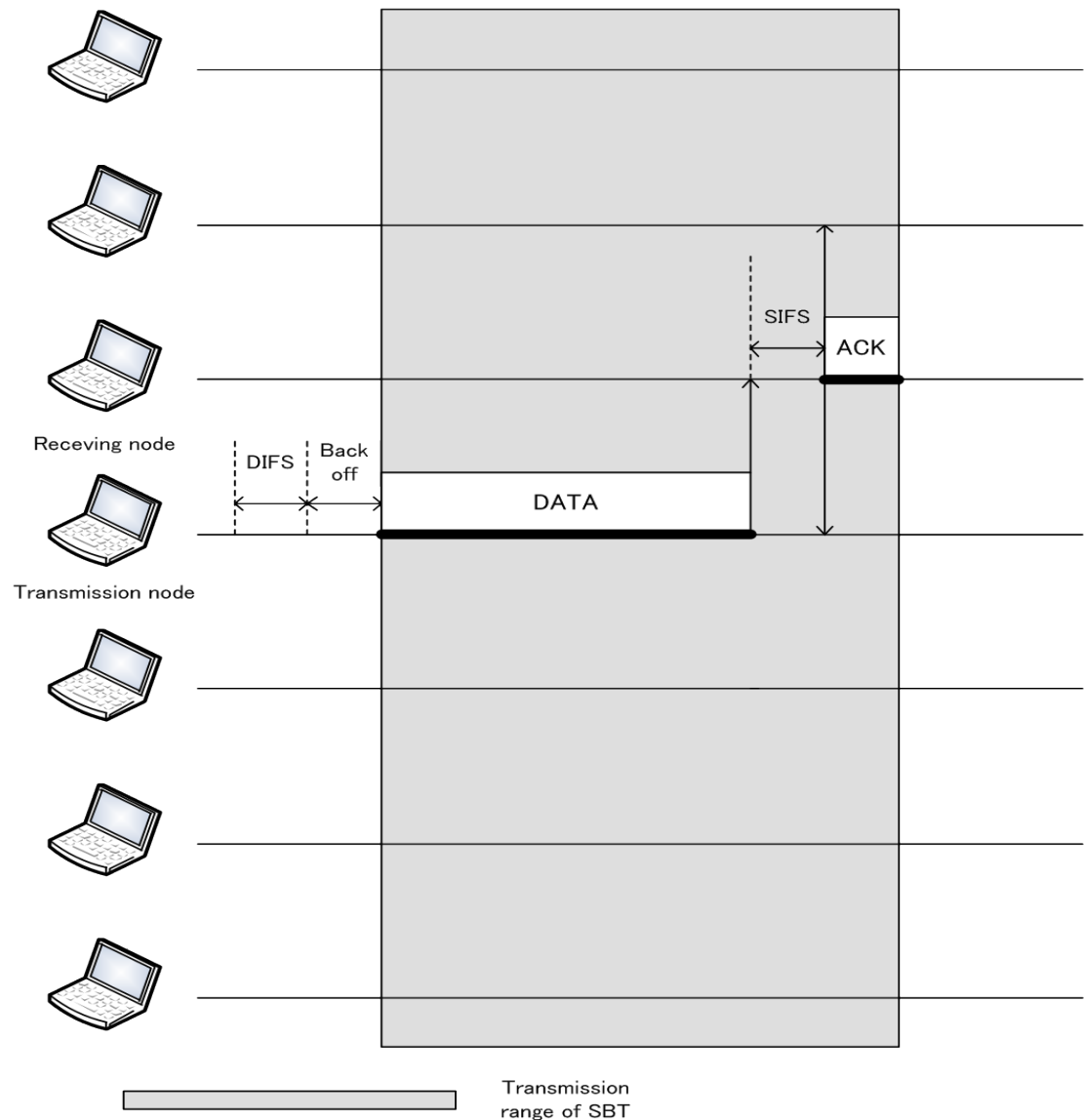
提案方式 I

- RTS/CTS送信と同時にSBTを送信する
→ RTS送信時はSBT3、CTS送信時はSBT2を送信する

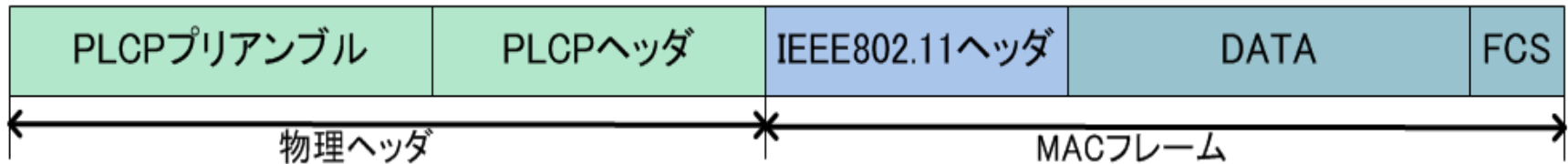


提案方式Ⅱ

- RTS/CTSを必要としない
- 送信端末がDATAの送信開始と同時にSBT3を送信する



PLCP



- PLCP

- 受信信号の同期や伝送速度などデータ通信速度識別に用いる情報が記載されている

- 全ての端末が受信できるように最低速度で送信される

- 周囲の影響によって低速に切り替える

提案方式の評価

- 1hop先の端末を制御に要する時間
SBT: $0.3\mu\text{s}$ RTS: $29\mu\text{s}$
→ SBTが3hop先まで送信することを考慮しても32倍の速度である
- RTS/CTS同士の衝突を回避することができる
→ 再送の度に最低でも $59\mu\text{s}$ 秒かかる
- SBT送信範囲にある端末数が n 個とすると $1/n$ 倍衝突確率を減少できる

IEEE802.11g		時間(μs)
DIFS		34
Backoff		20~620
RTS	PLCP	26
	本体	3
SIFS		10
CTS	PLCP	26
	本体	3
DATA	PLCP	26
	本体	228 (MAX)
ACK	PLCP	26
	本体	3

各方式の特徴

	長所	短所
提案方式 I	➤ シーケンスが従来と同じ ➤ 離れた端末と並列して通信が行える	➤ RTS/CTSによるシーケンスの増加
提案方式 II	➤ RTS/CTSのシーケンスの減少	➤ DATAサイズによる周辺端末の通信抑制

- ns-2によるプログラミング及びシュミレーションを行っており、提案方式の評価を行っている

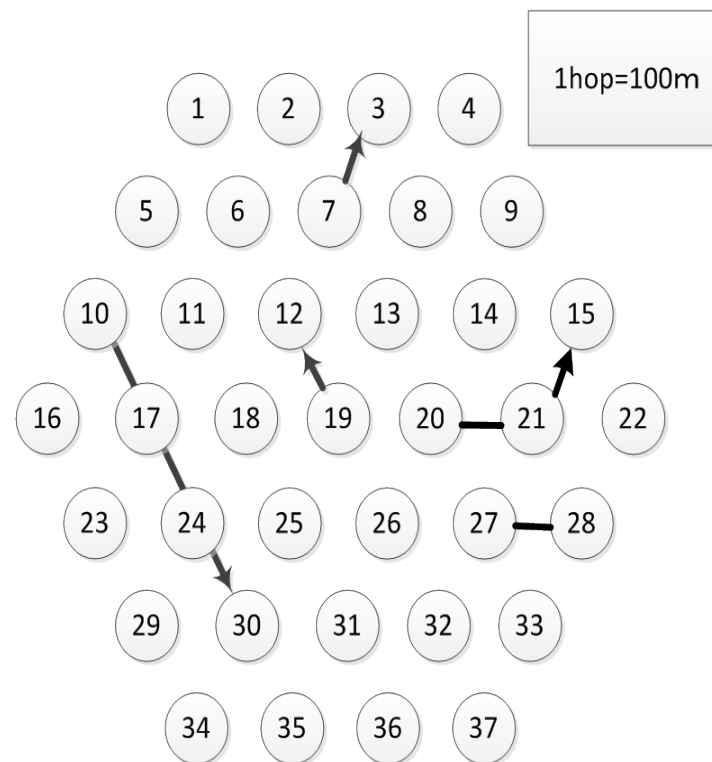
むすび

- SBTを用いることにより、無線LAN環境の「隠れ端末問題」を解決する方法を提案した
- 提案方式Ⅱの評価を行うことで、提案方式Ⅰとの比較評価を行っていく予定である
- バックオフタイムの設定変更によるスループットの向上も検討していく予定である

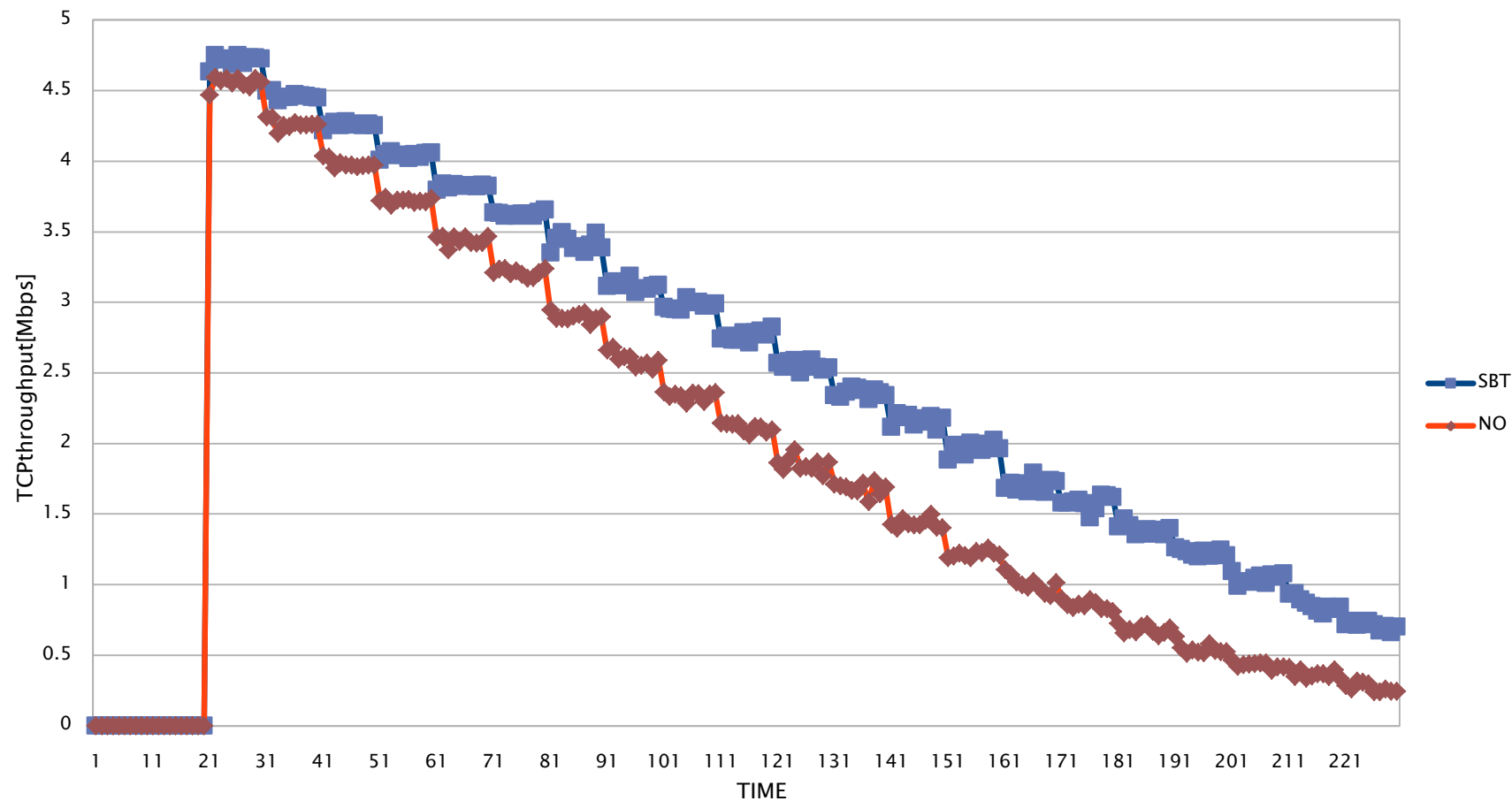
おまけ

評価の環境設定

- 端末数: 37個
1 hop = 100m
- IEEE802.11g
- TCP、UDPによる通信をランダムに発生させる
- 送信側ではSBTを3hop先まで、受信側ではSBTを2hop先まで送信する



提案方式 I の評価



提案方式Ⅱの考察

- RTS/CTSを廃止することによる弊害
 - NAVが使用不可能になる
 - NAVによって占有される時間が判断できるため、その分送信開始時の衝突を回避することができる
- RTS/CTSによる事前の判断が無い
 - DATA部分に直接影響がある
 - 送信失敗の可能性が提案方式Ⅰより高い

提案方式Ⅱの有用性

- RTS/CTSを廃止することで、Backoff、SIFSを2個、RTS、CTSを1個減らすことができる
→シーケンスの減少によりスループットが向上する
- RTS/CTSを廃止することで、必然的に衝突の回数を減らすことができる
→スループットの向上

提案方式 I の考察

- RTS/CTS方式にSBTを適用することでパケット衝突の可能性を軽減することが可能である
- 無線通信の問題点
 - RTS/CTS交換に伴うタイムロス
 - バックオフタイムによるタイムロス
 - ACK交換に伴うタイムロス
 - 周辺環境による干渉

提案方式Ⅱ

- 提案方式Ⅰと違いDATA部分にSBTを適用する
- RTS/CTS方式を必要としないため無駄な待機時間を減少できる
→ RTS/CTSのオーバーヘッドを減らせる
- DATA部分にSBTを適用することでDATAの送信成功確率が向上できる