

平成26年度 卒業論文

和文題目

ストロングビジートーンにより **RTS/CTS** 制御を
不要としたアドホックネットワークアクセス方式
の検討

英文題目

**A Study on How to Use Template of
Bachelor Thesis in Suzuki Laboratory**

情報工学科 渡邊研究室
(学籍番号: 110430011)

出岡 雅也

提出日: 平成24年2月10日

名城大学理工学部

概要

アドホックネットワークで基地局や固定網に依存せず、移動端末を構成要素とする自律分散形のネットワークである。アドホックネットワークでの通信では、隠れ端末問題によりパケットの衝突が発生する。この問題を解決するために IEEE802.11 では RTS/CTS(Request to send/Clear to send)を使用することで解決している。しかし、この方法だけではパケット衝突を完全に解決することができない。本論文では隠れ端末問題に対して Strong Busy Tone(以下 SBT)と呼ばれる制御信号を用いることで、通信トラフィックが増加した場合でも隠れ端末問題を防止し、スループットの低下を防ぐ方法を提案する。提案した方式についてシミュレーションを行い、SBT の有用性について考察する。

目次

第1章 序論	1
第2章 既存方式とその課題	3
2.1 RTS/CTS方式の課題	3
2.2 PLCPに起因する問題	5
2.3 ビジートーン	5
2.4 ストロングビジートーン	5
2.5 スロットタイムの短縮	6
第3章 提案方式	8
3.1 SBT-Dの提案	8
第4章 評価	11
4.1 ns-2によるシミュレーション	11
4.2 シミュレーション結果	11
第5章 まとめ	15
謝辞	17
参考文献	19
研究業績	21
付録A 付録に掲載する内容例	25
付録B 使用しているパッケージ	26

第1章 序論

無線 LAN 技術が現在、急速に普及している。無線 LAN では有線のような配線工事が不要であり、端末の移動が自由であるため、容易に LAN の構築が可能である。無線 LAN の技術の中でも端末同士が直接通信することができ、中継用の機器が不要なアドホックネットワークが注目されている。しかし、アドホックネットワークでは隠れ端末問題による影響が大きく、トラフィックが増加するとスループットの低下が顕著に表れてしまう。

隠れ端末問題に対して IEEE802.11 では、RTS/CTS(Request to send/Clear to send) 方式を採用している。RTS/CTS 方式は送信を開始する際に周辺端末を仮想的なキャリア検出状態(Network allocation Vector:以下 NAV 状態)に移行させ、一定時間通信を禁止することによって衝突を防止する方式である。しかし、この方式ではトラフィックが増加した場合、RTS/CTS 部分自体が衝突を起こし、スループットを減少させる要因になっている。これは RTS、CTS がパケットであるため、送信に多くの時間を要し、RTS 同士の衝突が頻発する。また、RTS、CTS が衝突することにより、さらし端末問題が併発する可能性がある。

これらの問題に対し、ビジートーンを用いることで、周辺の端末を制御し、スループットを改善する手法が提案されている [2] [4]。ビジートーンとは、単一の周波数の電波であり、送信端末が通信中であることを周辺端末に伝える制御信号である。情報を含まないため、周辺の端末を瞬時に制御することができる。[2] [4] では RTS/CTS にビジートーンを適用することで隠れ端末問題を解決する方法が提案されている。また、通信時に発生するノイズの影響を防止する方式 [5] [7] は、ノイズの発生する範囲に対してビジートーンを送信することでノイズによる影響を防止することが可能である。

しかし、既存のビジートーン技術では遠隔の端末が同時に通信を開始し、RTS 同士が衝突してしまう状況を回避することができない。

本研究ではこれまで、SBT と呼ぶビジートーンの電波到達範囲を拡大した制御信号を用い、周辺端末を広範囲にわたって制御する方式を提案してきた。SBT を導入することで、遠隔の端末を瞬時に制御することが可能になり、隠れ端末問題及びさらし端末問題を同時に解決することができる。SBT を用いた方式として SBT-RC[8] が提案されている。SBT-RC では、RTS/CTS と同時に SBT を送信し、RTS 同士の衝突を劇的に減らすことができる。

また、SBT を導入することで CSMA/CA におけるスロットタイムの値を短縮することが可能となり、スループットを向上することができる。しかし、SBT-RC では RTS/CTS のオーバーヘッドはそのまま残されている。本論文では SBT を用いた新しい方式をして SBT-D を提案する。SBT-D では RTS/CTS を廃止し、DATA とともに SBT を送信する。しかし、SBT は広範囲にわたり周辺端末の送信を抑制するため、システムとしてスループットを下げる要因にもなる。そこで、ns-2(Network

Simulater2) を用いてシミュレーション評価を行い、スループット及び衝突数について RTS/CTS、SBT-RC と比較を行った。

以下、2章では既存方式と課題について、3章では提案方式について説明する。4章では評価と考察を行い5章でまとめを行う。

第2章 既存方式とその課題

2.1 RTS/CTS 方式の課題

アドホックモードでの通信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。隠れ端末とは、お互いに電波の届かない位置にある端末同士のことである。隠れ端末問題とは、複数の端末が隠れ端末の関係にある場合に両者が同じ端末に送信を行うと、受信端末において DATA 同士の衝突が起こり、スループットが低下してしまう問題である。この問題を解決するために IEEE802.11 では RTS/CTS が採用されている。RTS/CTS はデータパケットの送信に先立ち、送信予約をする方式である。RTS/CTS の動作を図 1 に示す。図 1 では端末 A が端末 B に対して送信を行っている様

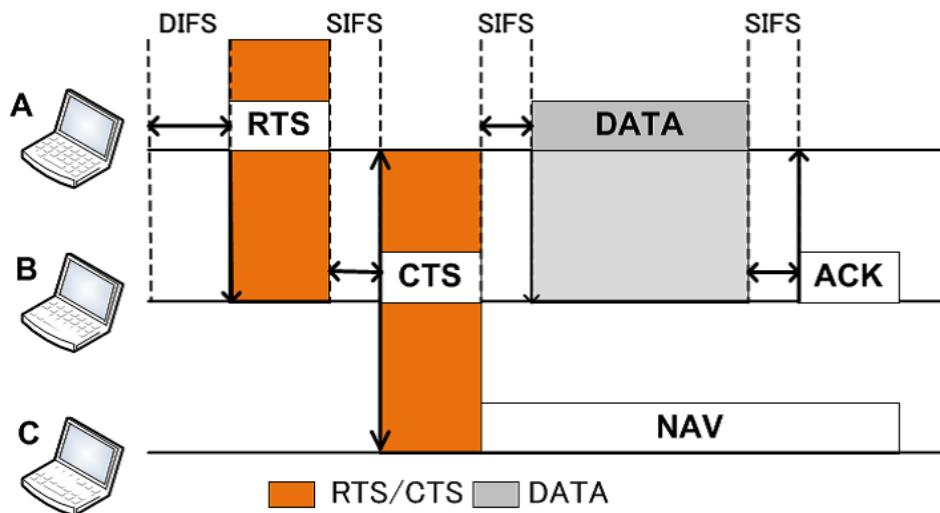


図 1 RTS/CTS の動作

子を示している。端末 A,B,C はそれぞれ等間隔に配置されており、電波到達範囲は隣接する端末までとする。端末 A は送信に先立ち、RTS を送信する。これを受け取った端末 B は受信可能状態であることを伝えるため CTS を送信する。CTS を受け取った端末 A は送信可能であるとして DATA の送信を開始する。このとき RTS、CTS を傍受した周辺の端末、図 1 で端末 C は NAV 状態となり、一定時間送信を行うことができない。このような制御により端末 A、B 間の通信に衝突する可能性のある通信の開始を抑制することができる。しかし、RTS/CTS ではトラフィックが増加するにつれて RTS 同士の衝突やデータパケットと CTS の衝突を避けることができない。RTS/CTS の課題を図 2、3 に示す。図 2 では端末 A 及び端末 C が端末 B に対して送信を開始する様子を示す。端末 A が端末 B に対して RTS を送信中に端末 C も端末 B に対して RTS の送信を行い衝突してい

る。これは RTS/CTS がパケット交換方式であるため、周辺の制御に多くの時間を要することが原因である。

図3では端末Aから端末Bに、その後端末Dが端末Cに送信を行っている様子を示す。端末AからのRTSを受け取った端末BはCTSを送信する。端末BからのCTSが端末Cにおいて端末DからのRTSと衝突した場合、端末CはNAV状態に移行することができない。図中では端末Dが再送したRTSに対して端末CはCTSを送信してしまい、DATAとCTSが衝突する。

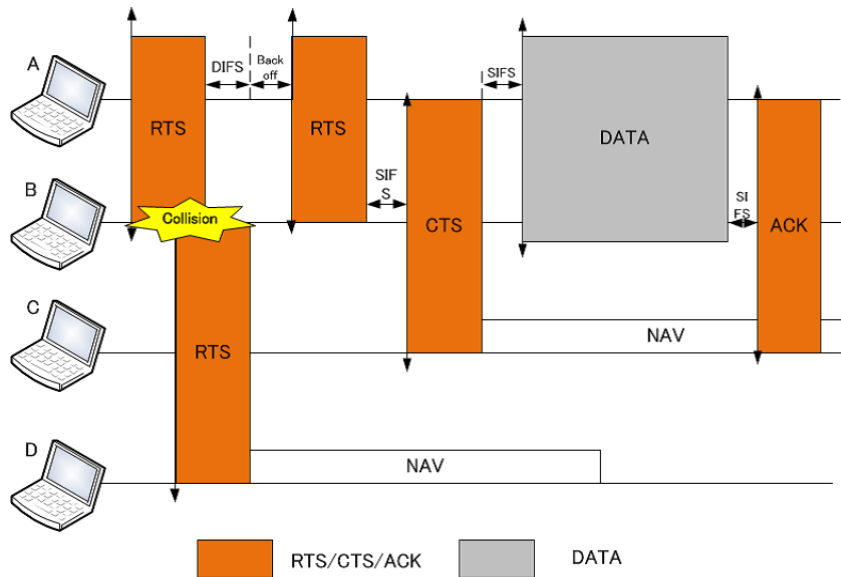


図2 RTS/CTSの課題1

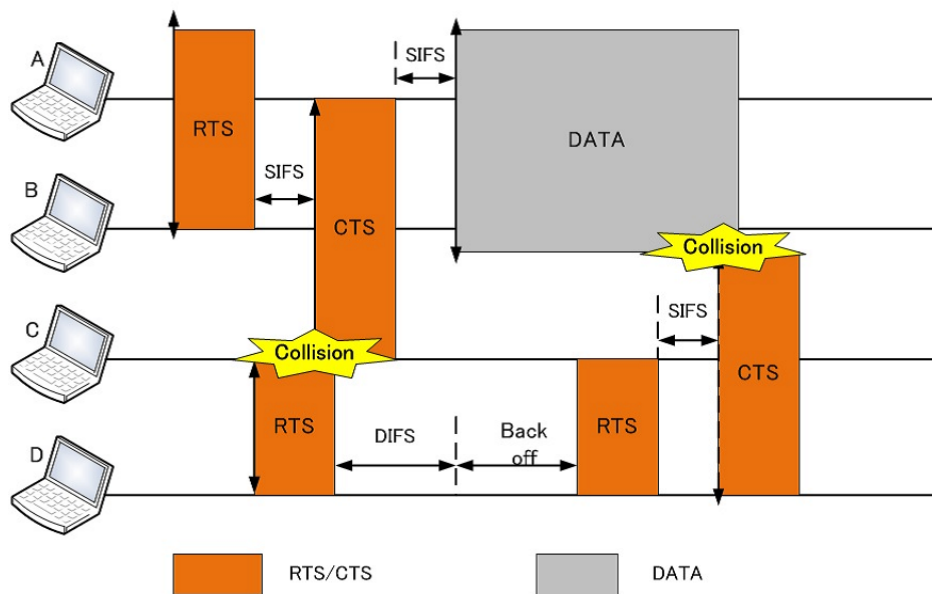


図3 RTS/CTSの課題2

2.2 PLCP に起因する問題

RTS、CTS のやりとりにかかる時間は非常に大きい。その要因として PLCP(Physical Layer Convergence Protocol) のオーバーヘッドが挙げられる。PLCP は無線でパケットを送信する際に必須となる物理ヘッダで、PLCP プリアンブルと PLCP ヘッダで構成されている。PLCP プリアンブル部分には受信装置が同期を確立するために必要な情報が記載されており、PLCP ヘッダ部分には MAC フレームの速度に関わる情報が含まれている。各無線 LAN 規格の MAC フレーム部分の通信最大速度は、IEEE802.1a において 54Mbps,IEEE802.11g において 54Mbps,IEEE802.11b においては 11Mbps と規定されている。しかし、PLCP 部分はすべての端末が受信できるように通信速度は 2Mbps と定義されている。そのためサイズの大きい MAC フレーム部分よりも PLCP 部分よりも PLCP 部分のほうがはるかに長い時間を要する場合がある。また PLCP は DATA だけでなく RTS,CTS,ACK などのパケットすべてに付加される。RTS のフォーマットを例にとると RTS 本体の MAC フレームが $3 \mu s$ であるのに対し、PLCP プリアンブルと PLCP ヘッダを合わせた物理ヘッダは $26 \mu s$ もあり非常に時間を要する。これは CTS、ACK などにも言える。RTS、CTS の MAC フレーム部分は短く定義されているにも関わらず、パケット全体では非常に大きな送信時間となっている。そのため RTS/CTS はパケットによる送信予約のために長い時間を要するため、RTS 同士が衝突しやすい方式であるといえる。

2.3 ビジートーン

ビジートーンを用いて周辺端末を制御することによって、スループットを改善する技術が提案されている。[5][7] の方式は、通信時に発生する干渉の範囲に合わせてビジートーンの送信範囲を調節することでノイズの影響を防止することが可能となる。無線通信は、通信時にノイズが発生し、このノイズは通信距離に比例して拡大する。端末はキャリアが確認されないため通信を開始するがノイズが発生していると干渉してしまい通信にエラーが発生する。そこで、通信開始時にノイズの発生する最大の範囲に対してビジートーンを送信することにより、周辺の端末を抑制する。その後、単位時間ごとにエラーが発生しなければ範囲を狭め、発生すれば範囲を拡大することでノイズによる影響を防止することができる。

2.4 ストロングビジートーン

SBT と呼ぶビジートーンの電波到達範囲を拡大した制御信号を用いて周辺の端末を広範囲にわたって制御する。SBT-RC と呼ぶ方法が提案されている [8]。SBT-RC では、RTS、CTS と同時に SBT を送信する。既存のビジートーン技術では遠隔端末まで制御することができず、RTS 同士の衝突を防止することができなかった。これに対して、SBT-RC では SBT を適用することで遠隔端末まで瞬時に制御することが可能となり、RTS 同士の消灯を防止することができる。図 4 に SBT-RC の動作を示す。端末 A が端末 B に送信を行う様子を示しており、端末 A は RTS と同時に SBT を 3 ホップ先の端末まで送信する。端末 A からの RTS を受け取った端末 B は CTS と同時に SBT を

2 ホップ先の端末まで送信する。ビジートーンと同じように SBT を受け取った端末は通信を開始することができない。すでに通信を開始している場合は SBT を検知しても通信を継続する。これにより端末 A,B 間の通信に対して衝突可能性のある通信を抑制することができる。

SBT-RC は、ns-2 によるシミュレーションにおいて RTS/CTS に比べ劇的に衝突数を減らすことができ、スループットを向上できることがわかっている。

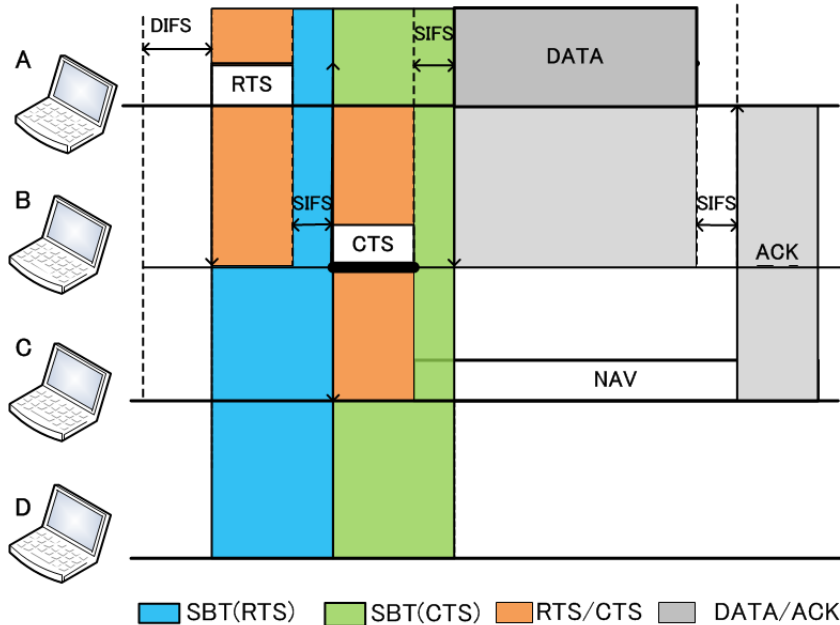


図 4 SBT-RC の動作

2.5 スロットタイムの短縮

CSMA/CA における再送時のバックオフ待機時間 W はスループットに大きな影響を与える。現状のバックオフ待機時間の演算方法を示す。バックオフ待機時間の演算式は以下のとおりである。

$$W = r[0, CW] * \Delta t$$

ここで、 r (乱数値) は 0 から CW の範囲の一様な分布から生成されたランダムな整数値である。 Δt はスロットタイムを表しており、IEEE802.11g の場合、 $9 \mu s$ と規定されている。 CW は、最小値 CW_{min} と最大値 CW_{max} の範囲内の整数で以下のように表される。

$$CW_{max} = (CW_{min} + 1) * 2^n - 1$$

ここで n は再送回数である。衝突の増加とともに待機時間を指数関数的に増加させ、さらなる衝突の増加を防止する。しかし、複数の端末が待機状態になったとき、それぞれの端末で仮に同じ乱数を生成すると、再送時に再度衝突することを避けることができない。そのため、待機時間をいかに減らして伝送効率を上げるかが課題となっている。

SBT を用いた場合、バックオフの演算に用いるスロットタイム Δt の値を短縮することができる。802.11g の場合、 Δt の値は $9 \mu s$ と定められている。 Δt の値をこれより小さくすると、待機中の端末が異なる乱数を生成したにもかかわらず衝突する可能性が出る。逆にこれより大きくすると、待機時間が相対的に増加し伝送効率が落ちる。 Δt の内容は以下である。

$$\Delta t = \text{CCATime} + \text{AirPropagationTime} + \text{RxTxTurnaroundTime} + \text{MACProcessingDelay}$$

- CCATime : 端末の状態判定時間 ($4 \mu s$)
- AirPropagationTime : 伝搬時間 ($1 \mu s$)
- RxTxTurnaroundTime : 送受信状態切り替え時間 ($2 \mu s$)
- MACProcessingDelay : MAC の処理時間 ($2 \mu s$)

これらの要素は、送信される情報がパケットであることが前提で定義されている。ここで、SBT を用いた制御を行うことを前提とすると、不要な項目を除くことが可能である。CCATime は、物理層において無線媒体が使用中か否かを判定するための時間である。802.11g で CCATime として定義されている $4 \mu s$ は、PLCP プリアンブル部における OFDM(Orthogonal Frequency-Division Multiplexing) シンボルの復調時間に $4 \mu s$ を要することからきている。ここで、SBT をチャネル間のガードバンドに配置するために、チャネル帯域端の未使用の OFDM サブキャリアを SBT として使用することにより、OFDM 復調により SBT の検出を行うことができる。PLCP プリアンブルの先端部は、シンボル長が $0.8 \mu s$ の OFDM ショートシンボルが配置されており、これを OFDM 復調し、SBT を配置したサブキャリアを振幅復調することにより、SBT の有無を検出することができる。ただし、マルチパス環境下での遅延波の影響を考慮すると、十分にショートシンボルを復調するためには、最大でも GI(Guard Interval) 長である $0.8 \mu s$ は検出遅延する必要がある。以上より、SBT 検出は $1.6 \mu s$ (シンボル長 $0.8 \mu s$ + GI 長 $0.8 \mu s$) で可能である。スロットタイムの定義における時間のパラメータは全て $1 \mu s$ 単位で設定されているため、CCATime は $2 \mu s$ と設定する。AirPropagationTime は、送信されるデータの伝搬時間である。通信を行うときに必須になるために省略することはできない。RxTxTurnaroundTime は、送受信状態をハードウェア的に切り替えるために必要な時間である。送信を行う際に状態を切り替えることは必須であるために省略することはできない。MACProcessingDelay は、MAC の処理時間である。SBT を用いた場合、SBT は情報を一切含まない電波であることから、MAC 処理時間は非常に小さいものであり、省略することができる。以上のことから、SBT を用いた制御方式では、CCATime($2 \mu s$)、AirPropagationTime($1 \mu s$)、RxTxTurnaroundTime($2 \mu s$) のみ考慮すればよい。つまり、スロットタイムを $5 \mu s$ まで短縮することができる。しかし、スロットタイムを変更すると、一般端末との間で送信機会の公平性が失われてしまう懸念がある。そのため、スロットタイムを短縮する場合は、一般端末との共存を想定していないものとする。

第3章 提案方式

本論文では、SBTによる制御を行うことにより、オーバーヘッドとなっていたRTS,CTSを廃止しSBTだけで制御するSBT-Dを提案する。

3.1 SBT-Dの提案

SBT-DではRTS,CTSによる制御を行わず、DATAとともにSBTを送信する。SBTはDATAを送信しACKを受け取り、終わるまで送信する。SBTによる制約はSBT-RCと同様にSBTを検知した端末は送信を開始せず、すでに通信を開始している場合はSBTを検知しても通信を継続する。図5にSBT-Dの動作を示す。図5では、端末Aから端末Bに通信をおこなう様子を示している。端末Aは送信に先立ち、待機時間の後DATAおよびSBTの送信を開始する。SBTの送信範囲は2ホップ先までとする。2ホップ先までの周辺端末の送信を抑制することで、送受信に影響を与える通信の開始を防止することができる。端末BはDATAを受信完了後、ACKを送信する。

SBTによる制御はRTS/CTSとは異なり、DATA送信中に2ホップ先の端末までSBTを送信し続けるため、RTS/CTSによる制御に依存せず、RTS同士が衝突するといった問題を完全に解決することができる。また、SBTはパケットではないため、検出した端末を瞬時に制御することができる。さらにSBTを導入することで、SBT-RCと同様に Δt の短縮が可能であるため、RTS/CTSのシーケンスを省くことに加えて、スループットの向上に期待できる。

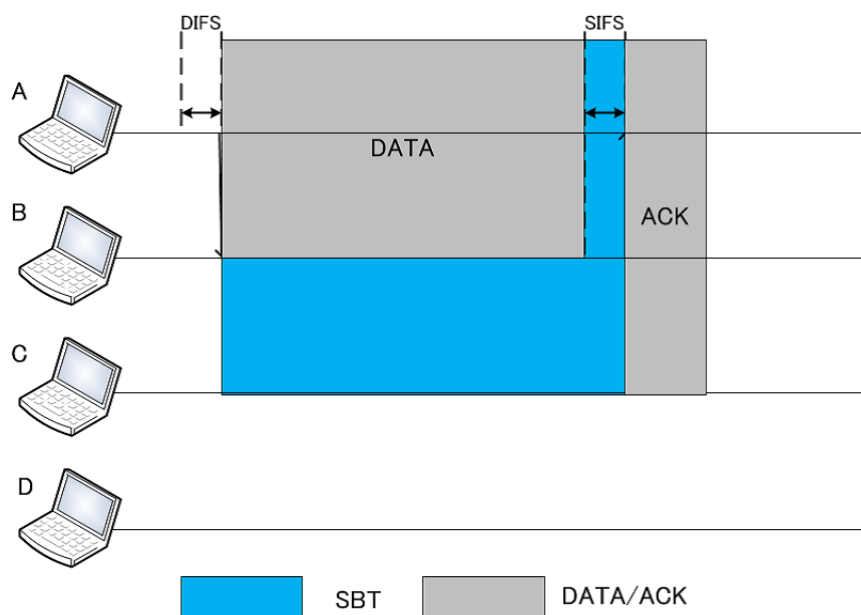


図 5 SBT-D の動作

第4章 評価

SBT を適用すると衝突を防止することはできるが広範囲の端末を制御するためスループットを低下させる要因にもなりかねない。そこで本章では ns-2 によりシミュレーションを行った結果を示し、比較、考察を行う。

4.1 ns-2 によるシミュレーション

SBT-D の効果を確認するために ns-2 を用いて RTS/CTS、SBT-RC との比較を行った。SBT を適用した方式については Δt の短縮した場合を含む、以下の 5 通りの case について比較を行った。

- case1:RTS/CTS 方式
- case2:SBT-RC(9 μ s)
- case3:SBT-RC(5 μ s)
- case2:SBT-D(9 μ s)
- case3:SBT-D(5 μ s)

図 6 にシミュレーション環境を表 1、表 2 にシミュレーションのパラメータを示す。シミュレーション環境は図 6 に示すように、37 台の端末を 90m 間隔でメッシュ状に配置し、送信端末を 12、受信端末を 32 とし TCP 通信を行い、TCP 通信に対する背景負荷として、端末 12 と端末 32 以外の端末からランダムに送信端末、受信端末を選択し、UDP 通信を発生させた。シミュレーション開始から 20 秒後に TCP 通信を開始した。背景負荷に対する TCP 通信のスループットを測定するため、UDP 通信を 5 秒ごとに 1 対ずつ最大 60 対まで段階的に背景負荷を増加させた。各端末が 1 ホップ先の端末と通信が行えるようにするため電波到達範囲は 100m とした。

SBT の送信範囲は SBT-RC の場合、RTS 送信時に 300m、CTS 送信時に 200m とした。SBT-D の場合、SBT の送信範囲は 200m とした。

測定用の TCP 通信は FTP 通信とし、送信するパケットサイズは 1000Byte とした。背景負荷の UDP トラフィックは VoIP(Voice over Internet Protocol) を想定し、パケットサイズは 200Byte の CBR(Constant Bit Rate) で、パケット発生率は 0.064Mbps とした。

4.2 シミュレーション結果

シミュレーションを 20 回試行したものを平均したものを結果とした。図 7 に TCP 通信のスループット測定結果を示す。図 8 にシミュレーション全体における背景負荷通信数に対する衝突数を示す。図 7 の横軸は背景負荷通信数、縦軸は測定端末間の TCP スループットである。背景負荷通信

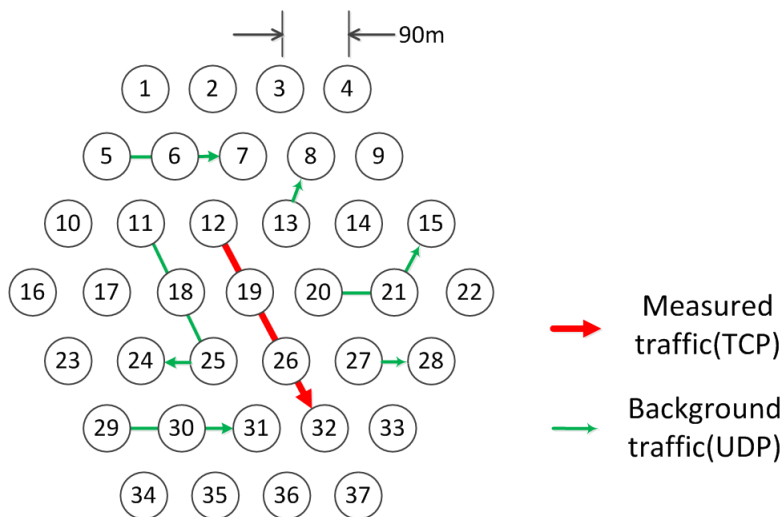


図6 シミュレーション環境

アクセス方式	IEEE802.11g
SBT(RTS) 電波到達範囲 (m)	300
SBT(CTS) 電波到達範囲 (m)	200
フィールド (m)	300×300
伝搬方式	Two Ray Ground
アンテナタイプ	Omni Antenna
ルーティングプロトコル	AODV
計測時間 (m)	330
無線帯域 (Mbps)	54

表1 各環境の値

測定端末	ノード数	2台
	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)
ノード数	ノード数	2~120台
	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)
	パケット発生サイズ	0.064(Mbps)

表2 各通信の値

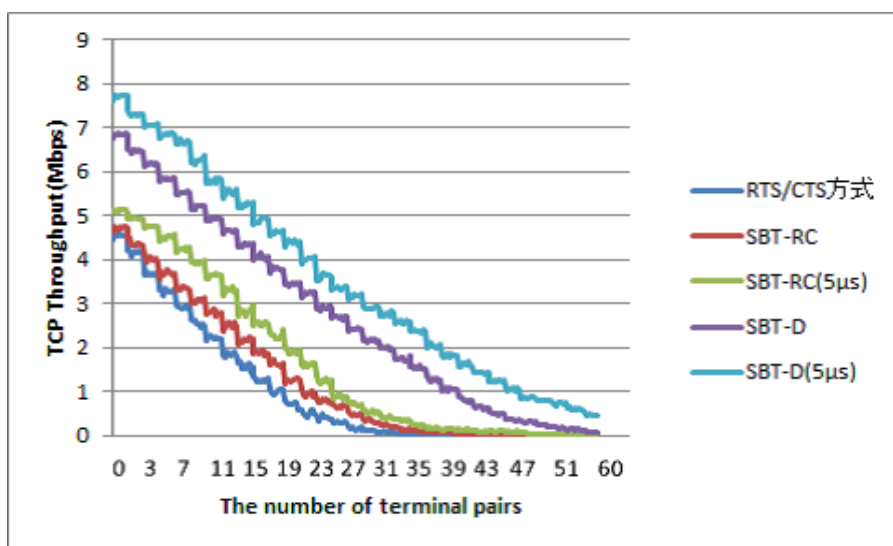


図7 スループットの比較

数が増えるごとに段階的にスループットが減少していることがわかる。また、SBTを適用したすべての方式において、既存のRTS/CTSよりもスループットが向上した結果となった。各方式の中

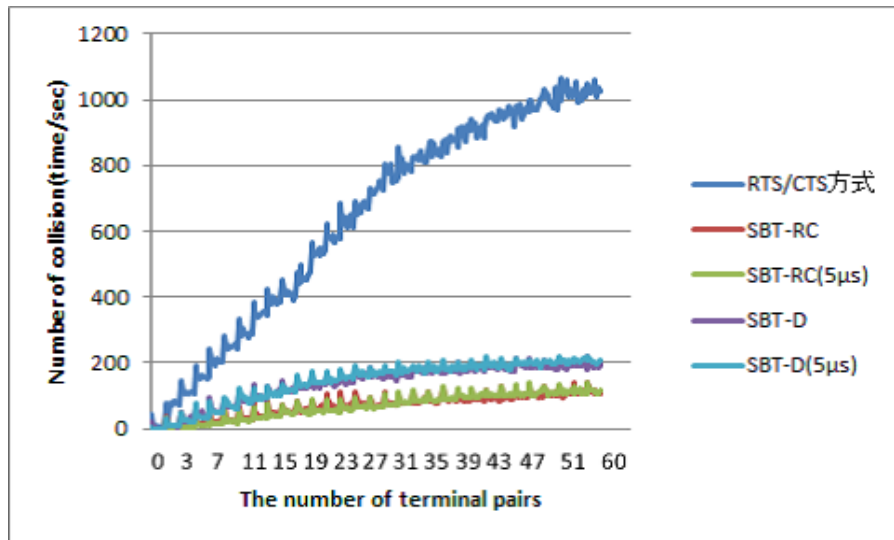


図8 衝突数の比較

で SBT-D において Δt の値を短縮した方式が最もスループットが高い結果となった。スループットが向上した要因として、SBT の衝突防止効果が高いことや Δt の短縮、RTS,CTS の省略による通信シーケンスの短縮などがあげられる。

図8の横軸は背景負荷端末数、縦軸は1秒あたりの衝突数を示す。SBTを適用したすべての方式でRTS/CTS方式よりも衝突を減少させる効果があることがわかる。RTS/CTS方式において、背景負荷通信数が増えるごとに衝突数も増加し続けているが、SBTを適用した方式では背景負荷通信数がある程度以降は衝突数横ばいの値となった。これはSBTにより不用意な送信が抑制された影響であると考えられる。SBTによる隠れ端末問題の防止効果が高いといえる。SBT-DとSBT-RCを比較するとSBT-Dのが衝突数が多くなっている。これはSBT-Dの通信時間が短縮されており、単位時間あたりの通信数が増加し、衝突する機会が増えたためと考えられる。SBT-D、SBT-RCにおいて Δt の値を $9\mu s$ から $5\mu s$ に短縮することにより通信数が増加し、スループットが向上する。これに対して衝突数はほとんど増加していない。通信数の増加に対し、SBTによる制御能力が高いためと考えられる。

第5章 まとめ

本論文ではアドホックネットワークにおいて RTS/CTS 方式の課題を解決するために SBT を適用することにより RTS、CTS を廃止し、大幅にスループットを向上する方法を提案した。周辺端末による不用意な送信を抑制することで、隠れ端末問題を防止することが可能である。また、SBT による制御により Δt の値を最適化を行い、待機時間を短縮することで効率の良い通信を行うことが可能となった。各方式においてシミュレーションを行い、提案方式の有用性を示した。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、多大なご指導とご教授を賜りました。名城大学理工学研究科渡邊晃教授には心から感謝致します。

参考文献

- [1] : UC Lab. (Suzuki Laboratory). <http://www.ucl.meijo-u.ac.jp/>.
- [2] 鈴木秀和, 渡邊 晃 : 通信グループに基づくサービスの制御が可能な NAT 越えシステムの提案, 情報処理学会論文誌, Vol. 51, No. 9, pp. 1881–1891 (2010).
- [3] Suzuki, H., Terazawa, K. and Watanabe, A.: Implementation of NAT Traversal for Mobile PPC with the Principle of Hole Punching, *Proc. of the IEEE International Region 10 Conference 2009 (TENCON2009)*, TUE3.4.6 P0819, Singapore (2009).
- [4] 鈴木秀和, 水谷智大, 西尾拓也, 内藤克浩, 渡邊 晃 : NTMobile における相互接続性の確立手法と実装, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2011) シンポジウム論文集, Vol. 2011, No. 1, pp. 1339–1348 (2011).
- [5] : JabRef reference manager. <http://jabref.sourceforge.net/>.
- [6] : Free reference manager and PDF organizer — Mendeley. <http://www.mendeley.com/>.

研究業績

学術論文（査読あり）

- (1) 後藤裕司, 鈴木秀和, 渡邊 晃: NAT をまたがる閉域通信グループの提案と評価, 情報処理学会論文誌, Vol. 52, No. 9, pp. 2866–2875, Sep. 2011.

国際会議（査読あり）

- (1) D. Kato, H. Yamagishi, H. Suzuki, E. Konaka and A. Watanabe: Proposal of a Remote Watching System Utilizing a Smartphone and Sensors, *Proc. of the 11th IEEE International Symposium on Communications and Information Technologies (ISCIT 2011)*, pp. 36–41, Hangzhou, China, Oct. 2011.
- (2) H. Yamagishi, D. Kato, K. Teshima, H. Suzuki, O. Yamamoto and A. Watanabe: Proposal and Implementation of a System to Remotely Watch the Health Conditions of Elderly Persons, *Proc. of the 11th IEEE International Symposium on Communications and Information Technologies (ISCIT 2011)*, pp. 42–47, Hangzhou, China, Oct. 2011.
- (3) T. Kuboshiki, H. Suzuki and A. Watanabe: Proposal on the Concealment of the Network Topology in IPv6, *Proc. of the 11th IEEE International Symposium on Communications and Information Technologies (ISCIT 2011)*, pp. 53–57, Hangzhou, China, Oct. 2011.

国内会議（査読あり）

- (1) 久保敷透, 鈴木秀和, 渡邊 晃: IPv6 におけるネットワーク構成隠蔽の提案, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2011) シンポジウム論文集, Vol. 2011, No. 1, pp. 323–328, Jul. 2011.
- (2) 鈴木健太, 鈴木秀和, 渡邊 晃: リモートアクセス方式 GSRA の性能評価, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2011) シンポジウム論文集, Vol. 2011, No. 1, pp. 336–343, Jul. 2011.
- (3) 山岸弘幸, 加藤大智, 手嶋一訓, 鈴木秀和, 山本修身, 渡邊 晃: 高齢者を遠隔地から見守るシステムの提案と実装, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2011) シンポジウム論文集, Vol. 2011, No. 1, pp. 684–690, Jul. 2011.

- (4) 加藤大智, 山岸弘幸, 鈴木秀和, 小中英嗣, 渡邊 晃: スマートフォンとセンサを活用したリモート見守りシステムの提案, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2011) シンポジウム論文集, Vol. 2011, No. 1, pp. 691–696, Jul. 2011.
- (5) 福山陽祐, 鈴木秀和, 渡邊 晃: IPv4 移動体通信において携帯電話網と無線 LAN 間をシームレスに移動する方式の提案, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2011) シンポジウム論文集, Vol. 2011, No. 1, pp. 1115–1120, Jul. 2011.
- (6) 西尾拓也, 内藤克浩, 水谷智大, 鈴木秀和, 渡邊 晃, 森香津夫, 小林英雄: NTMobile における端末アドレスの移動管理と実装, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2011) シンポジウム論文集, Vol. 2011, No. 1, pp. 1139–1145, Jul. 2011.
- (7) 鈴木秀和, 水谷智大, 西尾拓也, 内藤克浩, 渡邊 晃: NTMobile における相互接続性の確立手法と実装, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2011) シンポジウム論文集, Vol. 2011, No. 1, pp. 1339–1348, Jul. 2011.
- (8) 内藤克浩, 西尾拓也, 水谷智大, 鈴木秀和, 渡邊 晃, 森香津夫, 小林英雄: NTMobile における移動透過性の実現と実装, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2011) シンポジウム論文集, Vol. 2011, No. 1, pp. 1349–1359, Jul. 2011.

研究会・大会等 (査読なし)

- (1) 上醉尾一真, 鈴木秀和, 内藤克浩, 渡邊 晃: IPv6 ネットワークにおける NTMobile の検討, 情報処理学会研究報告, Vol. 2011-MBL-59, No. 9, pp. 1–7, Sep. 2011.
- (2) 金丸幸弘, 鈴木秀和: 無線センサネットワークの可視化に関する検討, 平成 23 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, Vol. 2011, 講演番号 B2-7, Sep. 2011.
- (3) 畠 基成, 鈴木秀和: SNMP を用いたメッシュ型無線センサネットワーク管理手法の検討, 平成 23 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, Vol. 2011, 講演番号 B2-8, Sep. 2011.
- (4) 松尾辰也, 鈴木秀和, 旭 健作, 渡邊 晃: プライベートアドレスを持つ無線メッシュネットワークとインターネットの接続方法, 平成 23 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, Vol. 2011, 講演番号 B4-5, Sep. 2011.
- (5) 横山和希, 鈴木秀和, 松本幸正: ZigBee ネットワークを用いたバスロケーションシステムの提案, 平成 23 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, Vol. 2011, 講演番号 B4-5, Sep. 2011.
- (6) 五島秀典, 鈴木秀和, 渡邊 晃: 秘密情報を保持しないクライアントを用いた認証プロトコルの提案, 平成 23 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, Vol. 2011, 講演番号 F1-3, Sep. 2011.
- (7) 戸田尚希, 鈴木秀和, 渡邊 晃: Android 端末をターゲットとしたボットによる被害防止策の検討, 平成 23 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, Vol. 2011, 講演番号 F1-4, Sep. 2011.

- (8) 上醉尾一真, 鈴木秀和, 内藤克浩, 渡邊 晃: IPv6 ネットワークにおける NTMobile のトンネル構築手法の提案, 平成 23 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, Vol. 2011, 講演番号 F2-2, Sep. 2011.
- (9) 鈴木一弘, 鈴木秀和, 内藤克浩, 渡邊 晃: 携帯電話網とアドホックネットワーク間におけるシームレスハンドオーバの提案, 平成 23 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, Vol. 2011, 講演番号 F2-3, Sep. 2011.
- (10) 清水皓平, 鈴木秀和, 渡邊 晃: NTMobile を用いた遠隔 DLNA 通信システムの提案, 平成 23 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, Vol. 2011, 講演番号 F2-4, Sep. 2011.
- (11) 西尾拓也, 内藤克浩, 鈴木秀和, 渡邊 晃, 森香津夫, 小林英雄: NTMobile 用の IPv6 位置管理方式の提案と実装, 平成 23 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, Vol. 2011, 講演番号 F2-5, Sep. 2011.
- (12) 納堂博史, 鈴木秀和, 内藤克浩, 渡邊 晃: 多段 NAT 環境における NTMobile の経路最適化の提案, 平成 23 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, Vol. 2011, 講演番号 F2-6, Sep. 2011.
- (13) 土井敏樹, 鈴木秀和, 内藤克浩, 渡邊 晃: NTMobile における Relay Server に関する検討, 平成 23 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, Vol. 2011, 講演番号 F2-7, Sep. 2011.
- (14) 吉岡正裕, 鈴木秀和, 内藤克浩, 渡邊 晃: NTMobile における SIP 通信の実現手法, 平成 23 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, Vol. 2011, 講演番号 F2-8, Sep. 2011.
- (15) 大野雄基, 土井善貴, 手嶋一訓, 加藤大智, 山岸弘幸, 鈴木秀和, 山本修身, 渡邊 晃: 高齢者の徘徊を検出する見守りシステムの提案, 平成 23 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, Vol. 2011, 講演番号 H2-3, Sep. 2011.
- (16) 土井善貴, 大野雄基, 加藤大智, 山岸弘幸, 鈴木秀和, 小中英嗣, 渡邊 晃: スマートフォンを利用した弱者見守りシステムの提案, 平成 23 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, Vol. 2011, 講演番号 H3-3, Sep. 2011.

受賞歴

- (1) マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2011) シンポジウム 優秀プレゼンテーション賞 (2011 年 7 月)
鈴木秀和, 水谷智大, 西尾拓也, 内藤克浩, 渡邊 晃: NTMobile における相互接続性の確立手法と実装, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2011) シンポジウム論文集, Vol. 2011, No. 1, pp. 1339–1348, Jul. 2011.

展示会

- (1) あいち ITS ワールド 2011 (2011 年 12 月 22 日～25 日)
ポートメッセなごやで開催されたあいち ITS ワールド 2011 にて, バスロケーションシステ

ムに関する展示を行った。

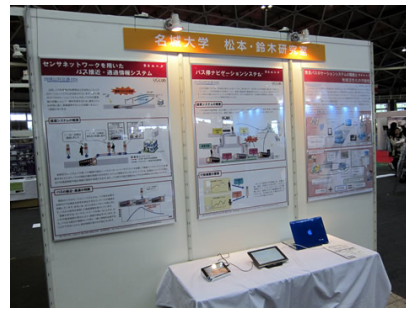


図 9 あいち ITS ワールド 2011 出展ブースの様子

付録A 付録に掲載する内容例

付録には本文の内容を補う情報，データなどを掲載するとよい．例えば，以下のような内容が付録として適切である．

- プロトコルの仕様，シーケンス，パケットフォーマットなど
- プログラムのフローチャート，アルゴリズムなど
- 実装の詳細な情報，インストール方法，実行方法など
- 関連研究の詳細
- 本文中に記載しなかった実験データおよび評価結果など
- 本文中で使用する記号の定義
- 研究の過程で得られた知見，修正したプログラムのバグなど

付録B 使用しているパッケージ

本 \TeX 文章が採用しているスタイルファイル `UCLabThesis.sty` は、下記のパッケージを利用している。各自の環境に必要なスタイルファイルがない場合は、インターネットから入手してインストールする必要がある。

- `geometry`
- `times`
- `mathptmx`
- `amsmath`
- `amssymb`
- `extarrows`
- `esvect`
- `graphicx`
- `mediabb`
- `caption`
- `subfig`
- `array`
- `multirow`
- `fancybox`
- `ascmac`
- `framed`
- `eclbkbbox`
- `enumerate`
- `enumitem`
- `cite`
- `url`