

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2009-518967
(P2009-518967A)

(43) 公表日 平成21年5月7日(2009.5.7)

(51) Int.Cl.		F I				テーマコード (参考)
HO4W 52/02	(2009.01)	HO4Q	7/00	422		5K067
HO4W 84/18	(2009.01)	HO4Q	7/00	633		

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2008-544607 (P2008-544607)
 (86) (22) 出願日 平成18年11月29日 (2006.11.29)
 (85) 翻訳文提出日 平成20年6月24日 (2008.6.24)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2006/061320
 (87) 国際公開番号 W02007/081614
 (87) 国際公開日 平成19年7月19日 (2007.7.19)
 (31) 優先権主張番号 60/749, 141
 (32) 優先日 平成17年12月9日 (2005.12.9)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 11/564, 138
 (32) 優先日 平成18年11月28日 (2006.11.28)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 392026693
 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ
 東京都千代田区永田町二丁目11番1号
 (74) 代理人 100088155
 弁理士 長谷川 芳樹
 (74) 代理人 100092657
 弁理士 寺崎 史朗
 (74) 代理人 100121980
 弁理士 沖山 隆
 (74) 代理人 100128107
 弁理士 深石 賢治
 (72) 発明者 ギャオ, シャー
 アメリカ合衆国, カリフォルニア州,
 クーパーチーノ, ホームステッド ロード
 20900

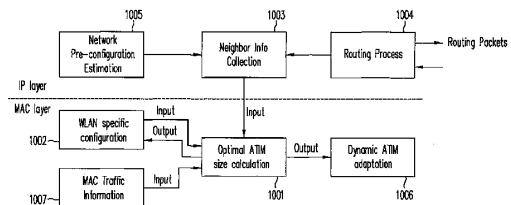
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アドホックモードの802.11ネットワーク用の最適ATIMサイズセットアップの方法及び装置

(57) 【要約】

アドホック無線コンピュータネットワーク内での節電の方法は、最適ATIMメッセージ交換ウィンドウを判定する。この方法は、(a) ATIMウィンドウ中にATIMメッセージの交換に参加するノードの有効個数を判定し、(b) ノードの有効個数を使用して、データフレーム送信ウィンドウの長さを計算し、(c) 計算されたデータフレーム送信ウィンドウを使用してATIMウィンドウの長さを計算する。1つの例で、この方法は、ATIMメッセージの送信側の個数に基づいてノードの有効個数を判定する。もう1つの例で、ノードの有効個数は、ATIMメッセージの送信側と受信側との両方に基づいて判定される。この方法は、所与の時間期間内の正常なATIMメッセージ送信の回数からノードの有効個数を判定することができる。計算されたATIMウィンドウサイズを、ATIMウィンドウサイズを動的に調整する他の方法に初期値として提供することができる。

【選択図】 図10



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

A T I M ウィンドウ中に A T I M メッセージの交換に参加するノードの有効個数を判定するステップと、

ノードの前記有効個数を使用して、データフレーム送信ウィンドウの長さを計算するステップと、

前記計算されたデータフレーム送信ウィンドウを使用して前記 A T I M ウィンドウの長さを計算するステップと

を含む、アドホック無線コンピュータネットワーク内での節電の方法。

【請求項 2】

ノードの前記有効個数が、A T I M メッセージの送信側の個数によって与えられる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

ノードの前記有効個数が、前記 A T I M メッセージの送信側及び受信側の個数によって与えられる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

所与の時間期間が、前記 A T I M ウィンドウのうちでビーコン送信及び残余データフレーム送信の外の部分である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

ノードの前記有効個数が、所与の時間期間内の正常な A T I M メッセージ送信の回数から導出される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

正常な A T I M メッセージ送信の回数が、チャンネル衝突頻度及び送信の試みのレートに基づいて推定される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記チャンネル衝突頻度及び送信の試みの前記レートが、平均コンテンツンウィンドウサイズに対する反復手順を使用して導出される、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記平均コンテンツンウィンドウサイズの初期値が、バックオフインターバルの長さである、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

各ノードの前記バックオフインターバルが、幾何学的に分布する、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

送信の試みの前記レートが、指数関数的に分布する、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 11】

無線モバイルコンピュータネットワークの A T I M ウィンドウサイズを判定するメディアアクセス層を備え、前記 A T I M ウィンドウサイズが、無線モバイルコンピュータネットワークからの構成データ及びトラフィックデータを使用して計算される、無線モバイルコンピュータネットワーク内のモバイルノード。

【請求項 12】

前記判定された A T I M ウィンドウサイズに基づいて前記 A T I M ウィンドウサイズを動的に調整する手段をさらに備える、請求項 11 に記載のモバイルノード。

【請求項 13】

前記メディアアクセス層が、(a) A T I M ウィンドウ中に A T I M メッセージの交換に参加するノードの有効個数を判定し、(b) ノードの前記有効個数を使用して、データフレーム送信ウィンドウの長さを計算し、(c) 前記計算されたデータフレーム送信ウィンドウを使用して、前記 A T I M ウィンドウの長さを計算する、請求項 11 に記載のモバイルノード。

【請求項 14】

10

20

30

40

50

ノードの前記有効個数が、A T I Mメッセージの送信側の個数によって与えられる、請求項 1 3 に記載のモバイルノード。

【請求項 1 5】

ノードの前記有効個数が、前記 A T I Mメッセージの送信側及び受信側の個数によって与えられる、請求項 1 3 に記載のモバイルノード。

【請求項 1 6】

所与の時間期間が、前記 A T I Mウィンドウのうちでビーコン送信及び残余データフレーム送信の外の部分である、請求項 1 3 に記載のモバイルノード。

【請求項 1 7】

ノードの前記有効個数が、所与の時間期間内の正常な A T I Mメッセージ送信の回数から導出される、請求項 1 3 に記載のモバイルノード。

10

【請求項 1 8】

正常な A T I Mメッセージ送信の回数が、チャンネル衝突頻度及び送信の試みのレートに基づいて推定される、請求項 1 3 に記載のモバイルノード。

【請求項 1 9】

前記チャンネル衝突頻度及び送信の試みの前記レートが、平均コンテンツウィンドウサイズに対する反復手順を使用して導出される、請求項 1 8 に記載のモバイルノード。

【請求項 2 0】

前記平均コンテンツウィンドウサイズの初期値が、バックオフインターバルの長さである、請求項 1 9 に記載のモバイルノード。

20

【請求項 2 1】

各ノードの前記バックオフインターバルが、幾何学的に分布する、請求項 2 0 に記載のモバイル。

【請求項 2 2】

送信の試みの前記レートが、指数関数的に分布する、請求項 1 8 に記載のモバイルノード。

【請求項 2 3】

前記無線コンピュータネットワーク内の隣接ノードに関する情報を前記メディアアクセス層に提供するインターネットプロトコル層をさらに備える、請求項 1 1 に記載のモバイルノード。

30

【発明の詳細な説明】

【関連出願の相互参照】

【0 0 0 1】

[0001]本願は、(1)2005年12月9日出願した米国仮出願第60/749141号、名称「Methods and Apparatus for Optimal ATM Size Setup for 802.11 Networks in Ad Hoc Mode」、及び(2)2006年11月28日出願した米国非仮出願第11/564138号、名称「Method and Apparatus for Optimal ATIM Size Setup for 802.11 Networks in an Ad Hoc Mode」に関連し、その優先権を主張するものである。これらの特許出願は、参照によってその全体が本明細書に組み込まれている。米国での指定に関して、本願は、前述の米国特許出願第11/564138号の継続出願である。

40

【発明の分野】

【0 0 0 2】

本発明は、無線コンピュータネットワークに関する。具体的に言うと、本発明は、アドホック無線コンピュータネットワークでの動作に関する。

【関連技術の説明】

【0 0 0 3】

無線コンピュータネットワークは、モバイルユーザが動きまわる時に、連続的ネットワークアクセスをモバイルユーザに与える。このモビリティを提供するために、モバイルデ

50

バイスは、電力について電池に頼る。電池電力は、少ない資源であり、電池寿命改善は、モバイルデバイスの計算能力及び通信機能の改善に対して相対的に遅れをとってきた。したがって、エネルギー効率が、ネットワーク設計における重要なメトリックである。

【0004】

インフラストラクチャネットワークでのパワーマネジメントと比較して、アドホック無線ネットワーク（例えば、802.11bのものと独立基本サービスセット（independent basic service set）すなわち「IBSS」を使用するアドホック無線ネットワーク）のリンク層でのパワーマネジメントは、十分に理解されておらず、効率的ではない。例えば、無線ローカルエリアネットワーク（WLAN）では、アクセスポイント（「AP」）は、それに関連するすべてのステーション（「STA」）の節電状態の大域的な知識を有する。そのようなネットワークでは、モバイルノードとのすべての通信が、APを通過し、その結果、APは、節電（「PS」）モードのSTA宛のデータパケットをバッファリングすることができる。事前に指定された時間間隔中に、APは、これらのSTAにバッファリングされたパケットを取り出すように通知する。しかし、対照的に、アドホック無線ネットワークでは、すべてのノードの節電状態の大域的な知識を有するAPに似たIBSS内の独立的なものがない。そうではなく、各STAが、パケットをローカルに格納し、パケット配送をスケジューリングするためにそのピアと個別に通信する。

10

【0005】

IBSSの分散された性質に起因して、多数の節電の問題が、802.11下のIBSSに存在する。

20

【0006】

802.11のもとで動作するWLANでは、分散協調機能（「DCF」）は、衝突回避機能付きキャリアセンス多重アクセス方式（CSMA/CA）プロトコルを使用して、無線ネットワーク内で動作するステーションがフレームを送信し、受信することを許可される時を、分散された形で判定する。CSMA/CAのもとでは、送信の前に、STAは、媒体が「ビジー」（すなわち、別のSTAが送信しつつある）かどうかを判定するために媒体を感知する。媒体がビジーではない場合には、STAは、送信することができる。CSMA/CAは、連続するフレームシーケンスの間の、「フレーム間スペース」（IFS）と呼ばれる、時間における最小の指定された分離を必要とする。送信器は、送信の前に少なくともIFSの間だけ、媒体がアイドルになるのを待つ。IFSの値は、送信されるフレームの優先順位に従って変化する。IFS値の例は、短フレーム間スペース（SIFS）、ポイントフレーム間スペース（PIFS）、分散フレーム間スペース（DIFS）、及び拡張フレーム間スペース（EIFS）を含む。

30

【0007】

SIFSは、最短のフレーム間スペースであり、STAのグループが、実行されるフレーム交換シーケンスの持続時間だけ媒体をつかんだ時に使用される。SIFSは、他のSTAが媒体にアクセスできる前のフレーム交換シーケンスの完了を保証する。というのは、他のSTAが、媒体への送信を試みる前に、SIFSより長い時間期間の間、媒体がアイドルになるのを待つことを要求されるからである。例えば、肯定応答（ACK）フレームが、SIFSを使用する。

40

【0008】

PIFSは、ポイント協調機能（PCF）のもとで動作するSTAによって、コンテンションがない期間の始めに媒体への優先アクセスを得るのに使用される。PIFSは、SIFSより長い、DIFSより短い。

【0009】

DIFSは、DCFのもとで動作するステーションによって、データフレーム及び管理フレーム（例えば、プローブ要求及びプローブ応答）を送信するのに使用される。

【0010】

EIFS（拡張IFS）は、フレーム送信が開始されたが、正しいフレームチェック

50

シーケンス (F C S) 値を有する完全なメディアアクセス制御 (M A C) フレームが受信されていないことを物理層 (P H Y) が M A C 層に示す時に示す時に、必ず D C F によって使用される。 E I F S インターバルは、仮想キャリアセンス機構にかかわらず、誤ったフレームを検出した後に媒体がアイドルであることを P H Y が示した後に始まる。

【 0 0 1 1 】

D C F のもとで、媒体がビジーであることがわかる場合に、 S T A は、現在の送信が完了した後まで送信を延期する。延期の後に、又は正常な送信の直後にもう一度送信を試みる前に、ステーションは、その間に送信しないランダムな「バックオフ」インターバルを選択する。バックオフインターバルカウンタが、このインターバルを追跡する。

【 0 0 1 2 】

制御パケットのいくつかの例のフォーマットを、図 1 (「データフレーム」) 及び 3 (「肯定応答 (A C K) フレーム」) に示す。制御パケットは、図 4 に包括的に示されたフォーマット (すなわち、 「管理フレーム」) を有する。図 4 に示されているように、このフォーマットは、メディアアクセス制御 (M A C) ヘッダ、フレーム本体、及びフレームチェックシーケンス (F C S) を含む。 F C S は、送信されたフレームの完全性に関する判定を可能にする。 8 0 2 . 1 1 W L A N では、 S T A は、パケットの M A C ヘッダ内の宛先アドレス (D A) フィールドを使用して、そのパケットに関する受信判断を行う。例えば、 D A フィールドが、グループアドレス (例えば、ブロードキャストアドレス) を含む場合があり、そのフレームがビーコンフレームではない場合に、基本サービスセット識別子 (B S S I D) が、妥当性検査されなければならない (すなわち、フレームの B S S I D フィールドは、受信側の B S S I D と同一である) (B S S I D フィールドは、プローブ要求フレームではブロードキャスト B S S I D とすることができる) 。もう 1 つの例で、 A P を含む S T A は、 D A フィールドでグループアドレスを指定しないデータフレーム又は管理フレームの受信時に、 S I F S 延期内で A C K フレームを応答することができる。 A C K フレームは、 D A フィールド内でグループアドレスを指定するパケットについては送信されない。

【 0 0 1 3 】

媒体の状態は、物理キャリアセンス機能及び仮想キャリアセンス機能から決定される。物理層は、無線媒体内のエネルギー検出に基づく物理キャリアセンス機構を提供する。 M A C 層は、ネットワーク割り当てベクター (N A V) と称する仮想キャリアセンス機構を提供する。 N A V は、実際のデータの交換の前に、フレーム内でアナウンスされる持続時間情報に基づいて、媒体内の将来のトラフィックを予測する。少数の例外を伴って、そのような持続時間情報は、 M A C ヘッダ内に見られる。

【 0 0 1 4 】

I E E E 8 0 2 . 1 1 下の 4 タイプのフレームが、本発明に関連する。「データフレーム」は、フレーム本体内でより高水準のプロトコルデータを搬送する。図 1 に、一般的なデータフレームのフィールドを示す。データフレームの特定のタイプに応じて、図 1 のフィールドの一部が、存在しない場合がある。図 2 に、データフレーム内のフレーム制御フィールドを示す。図 2 に示されているように、フィールド制御フィールドは、一緒にフレームタイプを識別する、タイプビット (B₂、 B₃) 及びサブタイプビット (B₄ ~ B₇) を含む。 1 つのデータフレーム内のタイプビット及びサブタイプビットのさまざまな値を、下の表 1 に示す。

【 0 0 1 5 】

「 A C K 」フレームは、受信されたフレームに返信して、肯定の肯定応答を送信する。図 3 に、「 A C K 」フレームの諸フィールドを示す。

【 0 0 1 6 】

「トラフィック表示メッセージ (announcement traffic indication message、 A T I M) 」フレームは、 A T I M 期間中に送信される管理フレームである。図 4 に、管理フレームの諸フィールドを示す。 I B S S のもとのアドホック無線ネットワークでは、 A P でのデータバッファリングサービスは、提供され

10

20

30

40

50

ない。IBSSネットワーク内のSTAが、低電力モードの受信器に関するバッファリングされたフレームを有する時に、そのSTAは、バッファリングされたデータの受信側に通知するために、ATIM期間中にATIMフレームを送信する。ATIMフレームのフレーム本体は、空値（ヌル値）である。

【0017】

もう1つの管理フレームである「ビーコン」フレームは、ネットワークの存在及び識別情報（アイデンティティ）をアナウンスし、多数のネットワーク保守タスクで重要な役割を果たす。ビーコンフレームは、ネットワークの存在をモバイルSTAにアナウンスし、ネットワークに参加するための適合（マッチ）パラメータをアナウンスするために規則的なインターバルで送信される。ビーコンフレームは、タイムスタンプフィールド、ビーコンインターバルフィールド、機能フィールド、サービスセット識別子（SSID）フィールド、IBSSパラメータセットフィールド、及びトラフィック表示マップ（TIM）フィールドを含む。IBSSパラメータセットフィールドは、IBSSネットワークをサポートするのに必要なパラメータのセットを指定する。図5に、IBSSパラメータセットフィールドの諸フィールドを示す。

【表1】

表1：有効なタイプ及びサブタイプの組合せの例

タイプ値 B3 B2	タイプの説明	サブタイプ値 B7 B6 B5 B4	サブタイプの説明
00	管理	1000	ビーコン
00	管理	1001	ATIM
00	管理	1101	アクション
00	管理	1110~1111	予約済み
10	データ	0000	データ
01	制御	1101	肯定応答 (ACK)

【0018】

インフラストラクチャネットワークでは、APが、ビーコンフレームを送信する責任を負う。APのサービスエリアは、そのビーコンフレームの到達範囲によって定義される。BSSのタイミングは、ビーコンフレームで指定されるビーコンインターバルによって決定される。ビーコンフレームの連続する送信の間の時間間隔を、ターゲットビーコン遷移時間（「target beacon transition time」）すなわちTBTTと呼ぶ。

【0019】

IBSSネットワークでは、ビーコンフレームが、分散された形で生成される。ビーコンインターバルは、ビーコンフレームとプローブ応答フレームとの両方に含まれる。STAは、各STAがアドホックネットワークに参加する時にビーコンインターバルを採用する。IBSSネットワークでは、すべてのメンバが、ビーコン生成に参加する。各STAは、ビーコンインターバルタイミング用のタイミング同期機能（TSF）タイマを維持する。IBSSネットワークは、アクセスポイントを有しないので、あるSTAが、低電力モードである受信側のフレームをバッファリングした時に、そのSTAは、それが受信側のためにデータをバッファリングしたことを受信側に通知するために、ATIMウィンドウ中にトラフィック表示メッセージ（ATIM）フレームを送信する。ATIMフレームは、空値のフレーム本体を有する。

【0020】

図6に、IBSSでのビーコンフレーム生成の処理を示す。各TBTTに、各ステーションは、(a)チャンネル内で現在送信されつつあるパケットが完了するのを待ち、(b)すべての保留中の非ビーコン又は非ATIM送信のためにバックオフタイマを一時停止し、(c)0と $2 * CW_{min} * TU$ との間の範囲内で均一に分布するランダム遅延を計算

10

20

30

40

50

し、ここで、 CW_{min} は、最小コンテンツウィンドウのサイズであり、 TU は、タイミング単位である。次に、 STA は、このランダム遅延を使用してタイマをセットし、このタイマが満了するのを待つ。ビーコンフレームが、ランダム遅延タイマが満了する前に到着する場合には、待機がキャンセルされ、バックオフタイマが再開される。しかし、 STA がビーコンフレームを受信することなく、ランダム遅延タイマが満了する場合には、 STA は、ビーコンフレームを送信する。 $ATIM$ メッセージが、ビーコンフレームに続いて、ソースステーションから宛先ステーションへ、通常のデータパケットと同一の分散協調機能 (DCF) アルゴリズムを使用して送信される。 $ATIM$ ウィンドウの長さは、パケット送信がビーコンインターバル中にあるか否かにかかわらず、固定されており、必ず理論的 TBT 時刻から開始される。

10

【0021】

ビーコンフレームのタイムスタンプフィールドは、フレームのソースでの TSF タイマの値を表す。 $IBSS$ ネットワークに参加するステーションは、その TSF タイマを 0 に初期化し、 $IBSS$ ネットワーク内の正しい同期化を保証するために、その $IBSS$ の別のメンバから一致する $SSID$ を有するビーコンフレーム又はプローブ応答フレームを受信する後まで、ビーコンフレーム又はプローブ応答フレームの送信を控える。

【0022】

$IBSS$ ネットワーク内では、 STA は、 STA が完全に電力を供給される「アウェイク」状態、又は STA が電力をほとんど消費せず、送信又は受信を行うことができない「ドーズ」状態であることができる。 STA に関する用語「パワーマネジメント」は、 STA がアウェイク状態とドーズ状態との間で遷移する形を指す。

20

【0023】

インフラストラクチャネットワークでは、そのパワーマネジメントモードをドーズ又は PS 状態に変更する STA は、送信されるフレームのフレーム制御フィールド内のパワーマネジメントビットを使用して AP に知らせる。その後、 AP は、その STA に MAC サービスデータユニット ($MSDU$) を任意に送信はしない。 $MSDU$ は、バッファリングされ、指定された時刻に送信される。 STA のために $MSDU$ をバッファリングした AP に関連する STA は、その AP によって生成されるすべてのビーコンフレームに含まれる TIM で識別される。 TIM を解釈することによって、 STA は、 $MSDU$ がその STA のためにバッファリングされていることを知らされる。 PS モードで動作する STA は、そのリスンインターバルに従ってビーコンフレームを周期的にリスンし (ビーコンフレームの入力を周期的に待機し)、配信トラフィック表示メッセージ ($DTIM$) パラメータを受信する。 $MSDU$ が現在 AP 内でバッファリングされていることを知った時に、 STA は、短 PS ポールフレームを AP に送信し、この AP は、対応するバッファリングされた $MSDU$ を即座に応答し、或いは、 PS ポールを肯定応答し、対応する $MSDU$ を後に応答する。その BSS 内の STA が PS モードである場合に、 AP は、すべてのブロードキャスト $MSDU$ 及びマルチキャスト $MSDU$ をバッファリングし、 $DTIM$ 送信を含む次のビーコンフレームの直後にこれらを STA に配信する。

30

【0024】

図 7 に、 $IBSS$ でのパワーマネジメントの基本動作を示す。図 7 に示されているように、各 TBT の後に、 $ATIM$ ウィンドウが定義される。 $ATIM$ ウィンドウ中に、 PS モードで動作する STA は、ビーコンフレーム又は $ATIM$ フレームの受信を待機するためにアウェイクされる (PS モードを解除する)。 PS モードの受信側 STA に $MSDU$ を送信するために、送信する STA は、まず、 $ATIM$ ウィンドウ中に $ATIM$ フレームを送信する。異なる STA からの $ATIM$ 送信は、共通の DCF バックオフ手順を使用してランダム化される。向けられた $ATIM$ は、肯定応答される。 ACK フレームが、向けられた $ATIM$ に応答して受信されない場合に、送信する STA は、バックオフ手順を実行して、再送信を試みる。マルチキャスト $ATIM$ は、肯定応答されない。 $ATIM$ インターバルの後に、肯定応答された $MSDU$ 及びアナウンスされたブロードキャスト/マルチキャスト $MSDU$ が、通常の DCF アクセス手順を使用して、 PS モードの STA に

40

50

送信される。S T A が、M S D U がアナウンスされるビーコンインターバル中に、バッファリングされた M S D U を送信できない場合には、その S T A は、バッファリングされた M S D U を保持し、次の A T I M ウィンドウ中の A T I M でその M S D U をもう一度アナウンスする。すべてのバッファリングされた M S D U が送信された後に、M S D U が、アウェイク状態の S T A にアナウンスされずに送信される。

【 0 0 2 5 】

P S モードで動作する S T A は、各 T B T T の前にアウェイク状態に入る。その S T A が、A T I M ウィンドウ中に、それに向けられた A T I M 管理フレーム又はマルチキャスト A T I M 管理フレームを受信する場合に、その S T A は、次の A T I M ウィンドウの終りまでアウェイク状態のままになる。ビーコンフレーム又は A T I M 管理フレームを送信した S T A は、肯定応答がその A T I M について受信されるか否かにかかわらず、次の A T I M ウィンドウの終りまでアウェイク状態のままになる。S T A が、A T I M を送信せず、A T I M ウィンドウ中にそれに向けられた A T I M 管理フレーム又はマルチキャスト A T I M 管理フレームのいずれをも受信しない場合に、その S T A は、現在の A T I M ウィンドウの終りの後にドーズ状態に戻ることができる。

10

【 0 0 2 6 】

A T I M ウィンドウサイズは、パワーマネジメント及び性能に対する密接な関係を有する。大きい A T I M ウィンドウは、望ましくない。というのは、すべての S T A が、A T I M ウィンドウの持続時間の間にアウェイクしている必要があり、その結果、大きい A T I M ウィンドウが、着信トラフィック及び発信トラフィックを有しない S T A の不必要な電力消費をもたらすからである。同一のビーコンインターバル内の A T I M 期間の後のデータ送信期間も、小さくなり過ぎる可能性があり、A T I M ウィンドウ内で正常な A T I M / A C K メッセージ交換を有するすべての S T A が、データ送信期間にデータを送信できるとは限らなくなる可能性がある。したがって、短いデータフレーム送信は、送信遅延を増やすだけでなく、未完了のデータ送信を有する、ビーコン期間全体の持続時間にわたってアウェイクしていなければならない S T A のエネルギーをも浪費する。

20

【 0 0 2 7 】

逆に、短過ぎる A T I M ウィンドウも望ましくない。A T I M ウィンドウサイズが小さ過ぎる場合には、S T A が、その A T I M メッセージのすべてをそのピア（相手側）に A T I M ウィンドウ内に送出することができない可能性がある。そのような S T A は、次のビーコンインターバルを待たなければならず、送信の遅延がもたらされる。データ送信期間は、A T I M ウィンドウ中に決定される、送信されるべきパケットの数に対して長くなり過ぎる。したがって、一部の帯域幅が浪費される。

30

【 0 0 2 8 】

2 0 0 4 年 9 月に出願された Z . Zhong の P C T 特許出願公告 W O 2 0 0 4 / 0 7 7 7 6 2 A 1、名称「Power management in an IEEE 802.11 IBSS WLAN using an adaptive ATIM window」は、A T I M ウィンドウのサイズを動的に調整する方式を提案する。この方式のもとでは、各 S T A は、最後のオーバーヘッド A T I M フレーム送信と A T I M ウィンドウの終りとの間のギャップを使用して、その A T I M ウィンドウのサイズを増減するかどうかを決定する。各 S T A は、その提案される A T I M ウィンドウサイズを含むビーコンを送信するために競争（参加）する。その後、勝者の提案されたウィンドウサイズが、I B S S のすべての S T A によって採用される。より具体的には、各ステーションは、事前に決定された値 M A X _ G A P、D A _ M I N、及び D A _ D E C R を保ち、ここで、M A X _ G A P は、最大限の未使用 A T I M ウィンドウサイズであり、D A _ M I N は、割り振られる最小 A T I M ウィンドウサイズであり、D A _ D E C R は、A T I M ウィンドウのサイズを減分する事前にセットされる量である。A T I M ウィンドウを減らすアルゴリズムは、次の通りである。

40

I f G A P M A X _ G A P t h e n A T I M _ S i z e = m a x [D A _ M I N , A T I M _ S i z e - D A _ D E C R]

50

【0029】

同様に、各ステーションは、事前に決定されたMAX_NO_DA、DA_MAX、及びDA_INCRを保ち、ここで、MAX_NO_DAは、最長の未送信のATIMメッセージであり、DA_MAXは、最大のATIMウィンドウサイズであり、DA_INCRは、ATIMウィンドウのサイズを増やす事前にセットされる量である。ATIMウィンドウを増やすアルゴリズムは、次の通りである。

```
If Untransmitted_data MAX_NO_DA then ATIM_Size = min [ DA_MAX , ATIM_Size + DA_INCR ]
```

【0030】

上で述べたように、既存の努力は、初期ATIMウィンドウサイズをセットアップするメカニズムを提供するのではなく、完全に動的適応方式に頼ってATIMウィンドウサイズを調整する。動的適応方式は、時間がかかるだけではなく、トラフィック変動が劇的に変化する、いくつかの場合に、不安定でもある。

10

【0031】

したがって、IBSS内のノードの個数だけに基づいて最適ATIMウィンドウサイズを計算することが望ましい。そのような方式は、ノードがシステムに参加するか離脱する時に、最適初期ATIMウィンドウを判定する。そのような方式を、他の動的適応方式と組み合わせて、よりよい性能を達成することができる。

【発明の概要】

【0032】

本発明の一実施形態によれば、ある方法が、IBSS WLAN内の最適ATIMウィンドウサイズを、そのネットワーク内の移動ステーションの個数に基づいて計算する。この方法は、現在の802.11標準規格で使用される節電技法と互換であり、ビーコン送信、ATIM送信、及びデータ送信を含む異なる時間期間の長さを提供する。他の動的適応方式と一緒に働くことによって、本発明の方式は、よい性能及び減らされた電力消費を達成することができる。

20

【0033】

一実施形態によれば、アドホック無線コンピュータネットワーク内での節電の方法は、最適ATIMメッセージ交換ウィンドウを判定する。この方法は、(a) ATIMウィンドウ中にATIMメッセージの交換に参加するノードの有効個数を判定し、(b) ノードの有効個数を使用して、データフレーム送信ウィンドウの長さを計算し、(c) 計算されたデータフレーム送信ウィンドウを使用してATIMウィンドウの長さを計算する。1つの例で、この方法は、ATIMメッセージの送信側の個数に基づいてノードの有効個数を判定する。もう1つの例で、ノードの有効個数は、ATIMメッセージの送信側と受信側との両方に基づいて判定される。この方法は、所与の時間期間内の正常なATIMメッセージ送信の回数からノードの有効個数を判定することができる。計算されたATIMウィンドウサイズを、ATIMウィンドウサイズを動的に調整する他の方法に初期値として提供することができる。

30

【0034】

本発明は、詳細な説明及び添付図面を検討する時によりよく理解される。

40

【好ましい実施形態の詳細な説明】

【0035】

本発明の一実施形態によれば、あるアルゴリズムが、所与のIBSSネットワークのATIMウィンドウサイズを、そのネットワーク内のSTAの個数に基づいて最適化する。この実施形態では、(a) ATIMウィンドウ内でATIMメッセージを送出するか受信するSTAは、802.11標準規格によって要求される通り、次のATIMウィンドウの終わりまで「アウェイ」状態のままになり、(b) すべてのSTAが、節電モードで動作し(すなわち、常時オンの局はない)、(c) IBSSネットワーク内のすべてのノードが、お互いを聞き、その結果、クリーク(clique)を形成し、(d) すべてのSTAが、等しい優先順位を有し、(e) ATIMウィンドウ中に正常なATIM/ACK

50

メッセージ交換を有する S T A だけが、データ送信ウィンドウ中に送信することができる。図 8 に、A T I M / A C K ウィンドウ (T A T I M) 及びデータ送信ウィンドウ (T D) からなるピーコンインターバルを示す。しかし、S T A 内で、直接の A T I M / A C K 交換を有しないノードは、互いの節電状態を推論することができる。

【 0 0 3 6 】

一実施形態で、2つの隣接する送信の試みの間の時間間隔は、指数関数的に分布すると仮定される。そのようなモデルでは、チャンネル試行レート (c h a n n e l a t t e m p t r a t e) は、ポアソン分布によって与えられ、チャンネル衝突頻度 p は、定数であり、現在の競合するトラフィック負荷だけに関係する。お互いの送信範囲内に N 個のノードを有するネットワークについて、現在の平均チャンネル試行レート は、

10

【 数 1 】

$$\lambda = \sum_{i=1}^N \frac{1}{L_i} = \frac{N}{L}$$

によって与えられ、ここで、L_i は、ノード i のコンテンツンウィンドウであり、L は、平均コンテンツンウィンドウサイズである。試行される送信の平均到着時間は、1 / λ である。

【 0 0 3 7 】

20

k 回の送信のタイムスロット内の確率質量関数は、

【 数 2 】

$$\text{Pr}[k] = \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda}$$

によって与えられる。したがって、チャンネル衝突頻度 p は、

$$p = \text{Pr}[k \geq 2] = 1 - \text{Pr}[0] - \text{Pr}[1] = 1 - e^{-\lambda} - \lambda e^{-\lambda}$$

によって与えられる。

【 0 0 3 8 】

30

m が、最大バックオフウィンドウサイズに達する再送信の回数であるものとする (例えば、指数関数的バックオフ方式について、m は、2^m * C W_{m i n} < C W_{m a x} を満足する値である) 。指数関数的バックオフ方式について、j 番目の衝突ウィンドウサイズが発生する確率は、

【 数 3 】

$$c_j = \begin{cases} c_0 p^j, & 1 \leq j \leq m-1, \\ c_0 \sum_{j=m}^{\infty} p^j = \frac{c_0 p^m}{1-p}, & j = m \end{cases}$$

40

によって与えられる。

【 0 0 3 9 】

なので、

【 数 4 】

$$\sum_{j=0}^{\infty} c_j = 1, \quad c_0 \cdot (1 + p + p^2 + \dots + p^{m-1} + \frac{p^m}{1-p}) = 1 \Rightarrow c_0 = 1 - p$$

である。b_j が、j 番目のコンテンツンウィンドウサイズである場合に、平均コンテン

50

ションウィンドウサイズ L は、

【数 5】

$$L = \sum_{j=0}^m b_j \cdot c_j = \sum_{j=0}^{m-1} \frac{CW_j - 1}{2} p^j (1-p) + \frac{CW_{\max} - 1}{2} p^m = \frac{CW_{\min}}{2(1-2p)} [1-p-p(2p)^m] - \frac{1}{2}$$

によって与えられる。

【0040】

したがって、平均コンテンションウィンドウサイズ L は、 $CW_j = 2^j \cdot CW_{\min}$ 及び $CW_{\max} = 2^m \cdot CW_{\min}$ ならば、平均衝突比 p 及び平均チャンネル試行レート λ に依存する。

10

【0041】

したがって、最大バックオフウィンドウサイズを表す $L^{(0)}$ を使用すると、 $L^{(0)}$ 及び $p^{(0)}$ の値の最初の推定を、上の式及び p の式を使用して行うことができる。次に、上の L を計算する式を適用することによって、平均コンテンションウィンドウサイズの洗練された推定値 $L^{(1)}$ を計算することができ、この値から、 $L^{(1)}$ 及び $p^{(1)}$ の第 2 の推定を行うことができる。この反復は、平均コンテンションサイズの 2 つの連続する推定値の間の差が、所定の値未満になるまで、すなわち、 $|L^{(j+1)} - L^{(j)}| < \epsilon$ になるまで繰り返され、ここで、 ϵ は、事前定義の小さい値を表す。その時の平均チャンネル試行レート λ 及びチャンネル衝突頻度 p の推定値が、採用される。

20

【0042】

次の議論では、A T I M メッセージ送信に使用される平均時間を T_A と表し、 T_A 以内に達成される正常な送信の回数を N_{f-suc} と表し、 T_A 以内の正常な A T I M / A C K 交換の当事者である S T A の平均個数を N_{n-suc} と表す。これらの S T A は、ピーコンインターバルのデータ送信期間中にアウェイク状態のままになる。各 S T A が複数の A T I M / A C K メッセージを送信できるので、 N_{f-suc} が、 N_{n-suc} 未満ではないことに留意されたい。

【0043】

少なくとも 1 つの A T I M 送信があるものとして、衝突の確率 p_f は、

【数 6】

$$p_f = P[\text{衝突} | \text{送信がある}] = \frac{P[\text{衝突}]}{P[\text{送信がある}]} = \frac{1 - e^{-\lambda} - \lambda e^{-\lambda}}{1 - e^{-\lambda}}$$

30

である。

【0044】

したがって、正常な A T I M 送信の確率 p_s は、

【数 7】

$$p_s = 1 - p_f = \frac{\lambda e^{-\lambda}}{1 - e^{-\lambda}}$$

40

であり、 k 番目の試みでの正常な送信の確率は、 $p_k = p_s (1 - p_s)^{k-1}$ である。したがって、正常な A T I M 送信が達成されるの前の期待される試みの回数は、

【数 8】

$$n_{1st} = 1/p_s = \frac{1 - e^{-\lambda}}{\lambda e^{-\lambda}}$$

である。図 9 に、A T I M フレームの送信に関して、それぞれ、衝突が発生する時及び A

50

TIME / ACKメッセージの正常な交換が達成される時に発生するイベントのシーケンスを示す。図9に示されているように、コンテンションウィンドウの後に、衝突が発生する場合には、EIFSインターバルが、衝突の検出に続く。逆に、ATIMメッセージが正常に送信される場合には、ACKメッセージが、SIFSインターバルの後にATIMメッセージの受信側から返される。このACKメッセージに、もう1つのSIFSインターバルが続き、これにDIFSインターバルが続く。したがって、正常な送信を完了するための期待される時間 $t_{total-one}$ は、

【数9】

$$\begin{aligned} t_{total-one} &= (n_{1st} - 1) \cdot t_{fail-one} + t_{suc-one} \\ &= (n_{1st} - 1) \cdot (t_{wait} + t_{ATIM} + EIFS) + (t_{wait} + t_{ATIM} + SIFS + t_{ACK} + SIFS + DIFS) \\ &= n_{1st}(t_{wait} + t_{ATIM}) + (n_{1st} - 1) \cdot EIFS + 2SIFS + t_{ACK} + DIFS \\ &= \frac{1 - e^{-\lambda}}{\lambda e^{-\lambda}} \left(\frac{1}{\lambda} + t_{ATIM} \right) + \frac{1 - e^{-\lambda} - \lambda e^{-\lambda}}{\lambda e^{-\lambda}} \cdot EIFS + 2SIFS + t_{ACK} + DIFS \end{aligned}$$

10

によって与えられ、ここで、EIFS、SIFS、及びDIFSは、事前定義のシステムパラメータであり、 $t_{fail-one}$ 及び $t_{suc-one}$ は、それぞれ衝突及び正常な送信の時間であり、 t_{wait} は、コンテンションウィンドウであり、 t_{ATIM} 及び t_{ACK} は、それぞれATIMフレーム及びACKフレームを送信するのに必要な時間である。 F_{ATIM} が、データフレームの全長であり、 F_{ACK} が、ACKフレームの全長であり、 R_{trans} が、チャネル伝送速度であるものとする。

20

【数10】

$$\begin{cases} t_{ATIM} = F_{ATIM} / R_{trans} \\ t_{ACK} = F_{ACK} / R_{trans} \end{cases}$$

【0045】

したがって、 T_A 内では、正常な送信の平均回数 N_{f-suc} は、 $N_{f-suc} = T_A / t_{total-one}$ によって与えられる。一部のノードが、複数のATIMメッセージを送信する場合がある。ATIM / ACKメッセージを正常に送出する個々のノードの個数 N_{n-suc} が、次に導出される。

30

【0046】

ATIMメッセージは、送信側が、ビーコンインターバルのデータ送信期間中にデータフレームを送信するつもりであることを示す。ATIMメッセージの受信側は、ATIMウィンドウ内にそのATIMメッセージに対する肯定応答を返す。ATIMメッセージの受信側は、同一のデータ送信期間中にATIMメッセージの送信側に送信すべきデータフレームを有しても有しなくてもよい（すなわち、ATIMメッセージの受信側は、それ自体が別々に正常に送信側にATIMメッセージを送信せずに、ATIMメッセージの送信側にデータフレームを送信することができる）。したがって、2つの可能性があり、第1の可能性では、正常なATIM交換の送信側だけが、データ送信期間中にデータフレームを送信し、第2の可能性では、正常なATIMメッセージの送信側と受信側との両方が、データ送信期間中にデータフレームを送信する。 N_{f-suc} 個のフレームのすべてが、同等に、任意の2つのノードの間にある可能性が高い。

40

【0047】

したがって、ノード i ごとに、一様に分布するランダム変数 X_i は、次の値をとる。

【数 1 1】

$$X_i = \begin{cases} 0 & \text{ノード}i\text{は}N_{f\text{-suc}}\text{個のフローの中にない} \\ 1 & \text{ノード}i\text{は}N_{f\text{-suc}}\text{個のフローの中にある} \end{cases}$$

次に、 $E[X_i]$ は、ノード i が N_{f-suc} 個のフローのうちの一つ又は複数によって含まれる確率である。 N は、システム内のノードの総数である。すると、 N_{f-suc} 個のフローに含まれる個々のノードの期待される個数は、 $N_{n-suc} = E[X_1 + X_2 + \dots + X_N] = N \cdot E[X]$ によって与えられる。ATIMメッセージの送信側だけがデータフレームを送信する場合には、

【数 1 2】

$$E[X] = \left[1 - \left(\frac{N-1}{N} \right)^{N_{f-suc}} \right]$$

且つ

【数 1 3】

$$N_{n-suc} = N \left[1 - \left(\frac{N-1}{N} \right)^{N_{f-suc}} \right]$$

である。しかし、ATIMメッセージの送信側とそのATIMメッセージの受信側との両方がデータフレームを送信する場合には、ノード i は、フローの送信側でも受信側でもないならばそのフローに含まれない。したがって、

【数 1 4】

$$E[X] = \left[1 - \left(\frac{N-1}{N} \cdot \frac{N-2}{N-1} \right)^{N_{f-suc}} \right] = \left[1 - \left(\frac{N-2}{N} \right)^{N_{f-suc}} \right]$$

且つ

【数 1 5】

$$N_{n-suc} = N \left[1 - \left(\frac{N-2}{N} \right)^{N_{f-suc}} \right]$$

である。

【0048】

ATIMウィンドウに続いて、 N_{n-suc} 個のノードは、データ送信期間中にアウェイク状態のままになり、データフレームを送出するために参加する。すべてのノードが、必ず送信すべきパケットを有すると仮定すると、データ送信期間の最適長さは、すべてのノードが少なくとも1つのパケットを正常に送信するのに必要な時間になる。 Y_i が、 i 番目のノードがその最初のパケットを正常に送信するのに必要な時間であるならば、 N_{n-suc} 個のノードのすべてが送信を終了するのに必要な総時間は、 $T_D = E[Y_1 + Y_2 + \dots + Y_{N_{n-suc}}] = E[Y_1] + E[Y_2] + \dots + E[Y_{N_{n-suc}}]$ である。 i 番目のノードがあるスロット内にデータフレームを送出できる確率は、 $(i-1)$ 番

目のノードが既にデータフレームを送信しているならば、

【数 16】

$$\Pr[i\text{番目のノードがフレームを送信する}] = \frac{N_{n-suc} - (i-1)}{N_{n-suc}}$$

によって与えられる。

【0049】

必要な時間は、幾何学的に分布するので、

10

【数 17】

$$E[Y_i] = \frac{1}{\Pr[i\text{番目のノードがフレームを送信する}]} = \frac{N_{n-suc}}{N_{n-suc} - (i-1)}$$

である。したがって、 N_{n-suc} 個のフレームを送信するための総時間は、

【数 18】

$$\begin{aligned} T_D = E[Y_1] + E[Y_2] + \dots + E[Y_{n-suc}] &= \frac{N_{n-suc}}{N_{n-suc}} + \frac{N_{n-suc}}{N_{n-suc} - 1} + \dots + \frac{N_{n-suc}}{N_{n-suc} - (N_{n-suc} - 1)} \\ &= N_{n-suc} \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{N_{n-suc}}\right) = N_{n-suc} [\ln N_{n-suc} + o(1)] \end{aligned}$$

20

によって与えられる。

【0050】

すべての T B T T に、前のビーコンインターバルからの最後のデータフレームがその送信を完了した後に、クリーク（小集団）内のすべての S T A が、ビーコンフレームの送出を完了する。ビーコンメッセージを正常に送出する最初の S T A が、現在のビーコンインターバルのビーコンステーションになる。ある S T A が、ビーコンメッセージを受信する時に、その S T A は、それ自体のビーコン送信を終了し、その A T I M メッセージの送信を準備する。衝突及び最後の正常な送信を含む平均総ビーコン送信時間は、次のように計算される。ビーコンメッセージを送信する前に、各 S T A は、バックオフウィンドウサイズをセットし、このサイズは、 $[0, 2 \cdot CW_{min}]$ の間で均一に分布する。バックオフタイムは、各アイドルスロットに 1 つだけ減分される。ある S T A のタイマが満了したならば、その S T A は、そのビーコンメッセージを送出する。ビーコンメッセージは肯定応答されないので、S T A は、そのビーコンメッセージが受信されるか否かにかかわらず、A T I M メッセージの送信を準備する。衝突又は干渉のゆえに正常に送信されないビーコンメッセージは、別の S T A が、そのビーコンメッセージを送信する時にビーコン局になることを可能にする。

30

40

【0051】

各 S T A の初期コンテンツンウィンドウサイズは、 $2 \cdot CW_{min}$ なので、ビーコン送信の平均チャネル試行レート λ_B は、ポアソン分布を仮定すると、

【数 19】

$$\lambda_B = \frac{N}{2CW_{min}}$$

によって与えられる。上の A T I M ウィンドウに関する類似する議論から、インターバル

50

到着時間は、 $1/\lambda_B$ の平均値を伴って指数関数的に分布する。衝突の確率 p_{f-B} は、少なくとも1つのビーコンフレーム送信があるならば、

【数20】

$$p_{f-B} = P[\text{衝突} \mid \text{送信がある}] = \frac{P[\text{衝突}]}{P[\text{送信がある}]} = \frac{1 - e^{-\lambda_B} - \lambda_B e^{-\lambda_B}}{1 - e^{-\lambda_B}}$$

である。したがって、ビーコンフレームの正常な送信の確率 p_{s-B} は、

【数21】

$$p_{s-B} = 1 - p_{f-B} = \frac{\lambda_B e^{-\lambda_B}}{1 - e^{-\lambda_B}}$$

10

である。k番目の試みでの正常な送信の確率は、 $p_{k-B} = p_{s-B} (1 - p_{s-B})^{k-1}$ であり、正常なビーコン送信に関する試みの期待される回数は、

【数22】

$$n_B = 1/p_{s-B} = \frac{1 - e^{-\lambda_B}}{\lambda_B e^{-\lambda_B}}$$

20

である。コンテンツンウィンドウの後に、ビーコンフレームが送信される。ビーコンフレーム送信が不成功である場合には、その送信に、EIFSインターバルが続く。そうではない場合には、ビーコンフレームの正常な送信の後に、DIFSインターバルが発生する。したがって、ビーコンの正常な送信の期待される総時間 T_B は、

【数23】

$$\begin{aligned} T_B &= (n_B - 1) \cdot t_{fail-B} + t_{suc-B} \\ &= (n_B - 1) \cdot (t_{wait} + t_{beacon} + EIFS) + (t_{wait} + t_{beacon} + DIFS) \\ &= n_B (t_{wait} + t_{beacon}) + (n_B - 1) \cdot EIFS + DIFS \\ &= \frac{1 - e^{-\lambda_B}}{\lambda_B e^{-\lambda_B}} \left(\frac{1}{\lambda_B} + t_{beacon} \right) + \frac{1 - e^{-\lambda_B} - \lambda_B e^{-\lambda_B}}{\lambda_B e^{-\lambda_B}} \cdot EIFS + DIFS \end{aligned}$$

30

であり、ここで、EIFS、SIFS、及びDIFSは、事前定義のシステムパラメータであり、 t_{fail-B} 及び t_{suc-B} は、それぞれ、ビーコンフレームの衝突及び正常な送信の時間であり、 t_{wait} は、コンテンツンウィンドウであり、 t_{beacon} は、ビーコンを送信するのに必要な時間である。 F_{beacon} が、ビーコンフレームの全長であり、 R_{trans} が、チャンネル伝送速度であるものとする、

40

$t_{beacon} = F_{beacon} / R_{trans}$ である。

【0052】

要約すると、上では、説明は、ビーコンを送信する平均時間 T_B 、長さ T_A の ATIM 交換期間内に ATIM/ACK メッセージを送信するノードの平均個数 N_{n-suc} 、及び N_{n-suc} 個のノードのすべてが少なくとも1つのフレームをそれぞれ送信するデータ送信期間の平均時間 T_D の導出を示す。あるノードが TBT 時間境界にまたがってパケット送信を完了する平均時間 T_R は、 $t_{data} / 2$ と仮定され、ここで、 t_{data} は、1つのデータフレームを送信するのに必要な時間である。時間 t_{data} は、 t_{da}

50

$t_a = F_{data} / R_{trans}$ によって与えられ、ここで、 F_{data} は、データフレームの平均長であり、したがって、平均時間 T_R は、

【数 24】

$$T_R = \frac{F_{data}}{2R_{trans}}$$

によって与えられる。

【0053】

戻って図 8 を参照すると、総ビーコンインターバル T_{Total} は、

$T_{Total} = T_R + T_B + T_A + T_D$ によって与えられ、最適 ATIM ウィンドウサイズ A_{ATIM} は、 $T_{ATIM} = T_R + T_B + T_A$ である。

【0054】

図 10 は、本発明のノードが ATIM ウィンドウサイズを改善できる全体的なシステムアーキテクチャのブロック図である。図 10 に示されているように、ブロック 1001 は、広域ネットワーク (WLAN) 構成パラメータ及びトラフィック情報から受け取られた入力に基づいて最適 ATIM サイズ計算を実行する。1つの入力パラメータは、近傍のノードの個数である。近傍のノードの個数は、WLAN ネットワークが特定の組織によって運営され若しくは管理される場合に、ネットワーク管理者によって事前に構成されるか推定されるものとして行うことができる (例えば、ブロック 1002 及び 1005)。代替案では、近傍のノードの個数は、ルーティング交換又は動的なノード参加/離脱処理を介して収集され (例えば、ブロック 1003、1007、1005)、その場合に、ノードの平均個数を計算に使用することができる。さらに、SIFS 時間、DIFS 時間、EIFS 時間、コンテンツウィンドウサイズ、データフレームサイズ、及びビーコンインターバルなどのシステム固有パラメータ値が、システム管理者又はノード自体によって指定される。トラフィック変動は、上の現在の分析が飽和した事例に基づくので、チャンネルについて競争するノードの有効個数を変更する。これらのパラメータ値を使用して、「最適 ATIM サイズ」を、上で T_{ATIM} について提供した議論に従って計算することができる。そのような計算された値を直接使用して、システムの ATIM ウィンドウサイズをセットすることができる。適応 ATIM サイズ方式も、リアルタイムで ATIM サイズを変更するのに使用される (ブロック 1006) 場合には、ブロック 1001 からの出力 A_{ATIM} 値を、任意の適応方式の出発点として使用することができる。

【0055】

図 11 に、最適 ATIM ウィンドウサイズ A_{ATIM} を計算する全般的な手順を示す。ステップ 1101 で、SIFS、DIFS、EIFS、チャンネル伝送速度 R_{trans} 、最小コンテンツウィンドウサイズ CW_{min} 、及び最大コンテンツウィンドウサイズ CW_{max} などのシステム依存パラメータを収集する。ステップ 1102 で、ATIM フレームサイズ F_{ATIM} 、ACK フレームサイズ F_{ACK} 、ビーコンフレームサイズ F_{beacon} 、平均データフレームサイズ F_{data} 、及びビーコンインターバル T_{Total} など、選択されたパラメータを、多数のシステムによって採用される値を使用して計算する。

【0056】

ステップ 1103 及び 1104 で、残余データ送信時間 T_R 及びビーコン送信時間 T_B を計算する。ATIM 送信時間 T_A 及びデータ送信時間 T_D が、ATIM/ACK メッセージを正常に送信するノードの個数 N_{n-suc} を介して相関される。ステップ 1105 及び 1106 は、それぞれ、ATIM メッセージの送信側だけがデータフレームを送信する場合及び ATIM メッセージの送信側と ATIM メッセージの受信側との両方がデータフレームを送信する場合について、ATIM メッセージを送信する総時間 $t_{total-one}$ 、 T_A 内の総フレーム送信の平均回数 N_{f-suc} 、ノードの平均個数 N_{n-suc}

10

20

30

40

50

c を N_{f-suc} から計算する。データ送信期間 T_D は、 N_{n-suc} から計算される。 T_{BTT} (T_{total}) すなわち T_R 、 T_B 、及び T_D から導出される値を与えられて、最適 $ATIM$ ウィンドウ T_A が計算される。 T_R 、 T_B 、及び T_A の値から、最適 $ATIM$ サイズ T_{ATIM} が計算される。

【0057】

上の詳細な説明は、特定の実施形態を示すために提供され、限定的であることは意図されていない。本発明の範囲内の多数の変形形態及び修正形態が可能である。本発明は、添付の特許請求の範囲で示される。

【図面の簡単な説明】

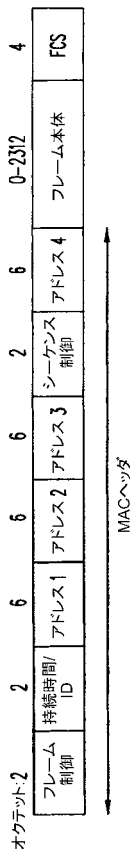
【0058】

- 【図1】 包括的なデータフレームの諸フィールドを示す図である。
- 【図2】 データフレームのフレーム制御フィールド内の諸フィールドを示す図である。
- 【図3】 ACKフレームの諸フィールドを示す図である。
- 【図4】 ATIMフレームなどの管理フレームの諸フィールドを示す図である。
- 【図6】 IBSSでのビーコンフレーム生成の処理を示す図である。
- 【図7】 IBSSでのパワーマネジメントの基本動作を示す図である。
- 【図8】 ATIM/ACK交換インターバル及びデータ送信インターバルによって構成されるビーコンインターバルを示す図である。
- 【図9】 ATIMフレームの送信が試みられる時に衝突が発生する時とATIM/ACKメッセージの正常な交換の時とに発生するイベントのシーケンスを示す図である。
- 【図10】 本発明のノードがATIMウィンドウサイズを改善できる全体的なシステムアーキテクチャを示すブロック図である。
- 【図11】 本発明の一実施形態による、最適ATIMウィンドウサイズ A_{ATIM} を計算する全般的な手順を示す図である。

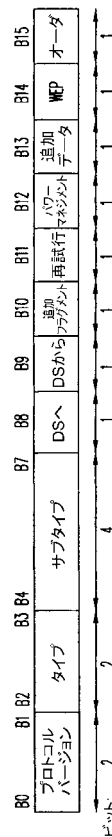
10

20

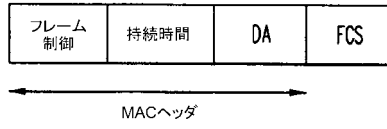
【図1】



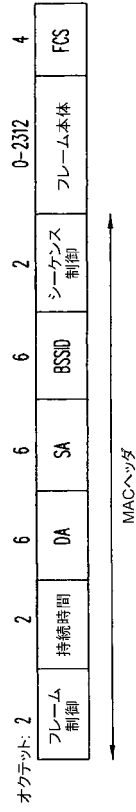
【図2】



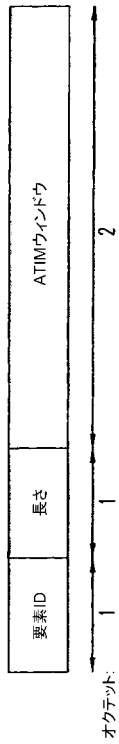
【 図 3 】



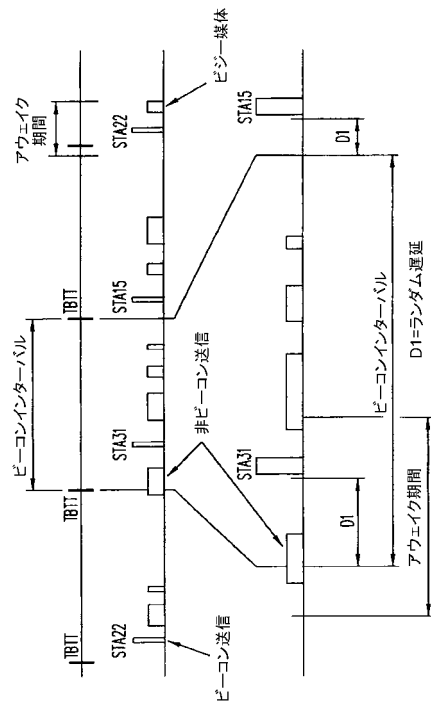
【 図 4 】



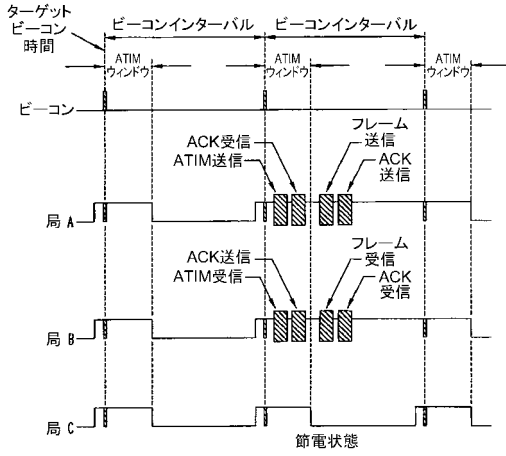
【 図 5 】



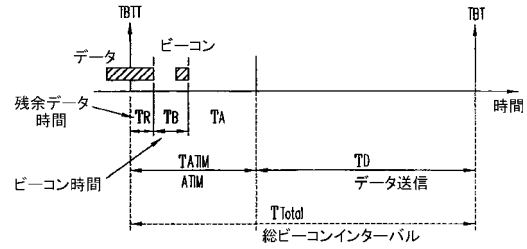
【 図 6 】



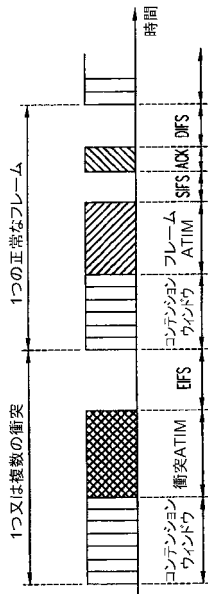
【 図 7 】



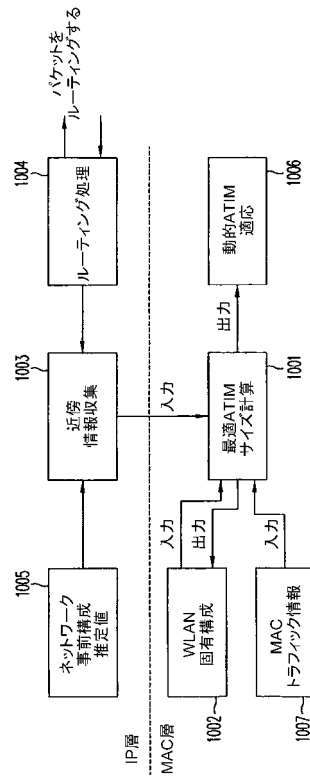
【 図 8 】



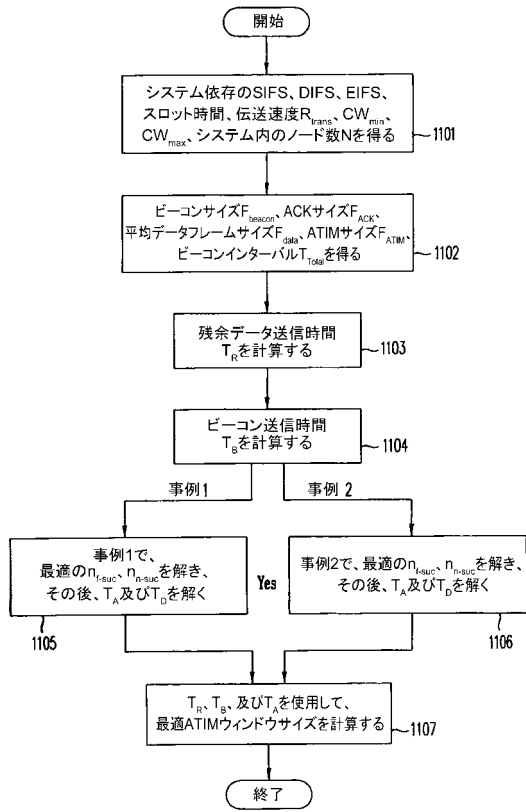
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 1 1 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US 06/61320
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(8) - G08C 17/00 (2007.01) USPC - 370/311 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) USPC: 370/311 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched USPC: 370/311 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) PubWEST(USPT,PGPB,EPAB,JPAB); Google Scholar Search Terms: ATIM, size, reduce, save, conserve, power, energy, window, frame, dynamic, change, length, calculate, determine, number, node, internet protocol, media access, rate, exponentially, transmission		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X -- Y	US 2004/0093421 A1 (PENG et al.) 13 May 2004 (13.05.2004), para [0007], [0008], [0025], [0029], [0049], [0054], [0060], [0062], [0071], [0083]	1-3, 5-15, 17-23 ----- 4, 16
Y	US 2005/0047428 A1 (PARK et al.) 03 March 2005 (03.03.2005), para [0009]	4, 16
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/>		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 07 October 2007 (07.10.2007)		Date of mailing of the international search report <div style="text-align: center; font-size: 1.2em; font-weight: bold;">07 NOV 2007</div>
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-3201		Authorized officer: Lee W. Young PCT Helpline: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 ジェオン, ムー リョン

アメリカ合衆国, カリフォルニア州, サン ホゼ, ナンバー 206, エラン ヴィレッジ
レーン 305

(72)発明者 渡辺 富士雄

アメリカ合衆国, カリフォルニア州, サニーヴェール, ナンバー 2190, レイクサイド
ドライブ 1263

Fターム(参考) 5K067 AA43 CC22 EE02 EE25