

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-95022
(P2009-95022A)

(43) 公開日 平成21年4月30日(2009.4.30)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
HO4W 52/26 (2009.01)	HO 4 Q 7/00 4 4 1	5 K 0 6 7
HO4W 52/24 (2009.01)	HO 4 Q 7/00 4 4 0	
HO4W 52/50 (2009.01)	HO 4 Q 7/00 4 5 3	
HO4W 84/12 (2009.01)	HO 4 Q 7/00 6 3 0	
HO4W 28/22 (2009.01)	HO 4 Q 7/00 2 8 4	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2008-259465 (P2008-259465)	(71) 出願人	504080663 エヌイーシー ラボラトリーズ アメリカ インク N E C L a b o r a t o r i e s A m e r i c a, I n c. アメリカ合衆国 0 8 5 4 0 ニュージャ ージー州 プリンストン スイート 20 0 インディペンデンス ウエイ 4
(22) 出願日	平成20年10月6日 (2008.10.6)	(74) 代理人	100123788 弁理士 宮崎 昭夫
(31) 優先権主張番号	60/978,302	(74) 代理人	100106138 弁理士 石橋 政幸
(32) 優先日	平成19年10月8日 (2007.10.8)	(74) 代理人	100127454 弁理士 緒方 雅昭
(33) 優先権主張国	米国(US)		
(31) 優先権主張番号	12/198,535		
(32) 優先日	平成20年8月26日 (2008.8.26)		
(33) 優先権主張国	米国(US)		

最終頁に続く

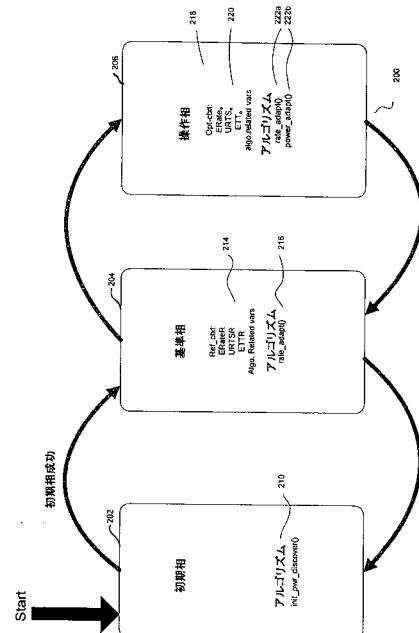
(54) 【発明の名称】 WLANにおける同期する2相の伝送速度および伝送電力制御

(57) 【要約】

【課題】 WLANモバイル装置の有効電力消費量を大幅に低減することができる効果的な方法を提供する。

【解決手段】 無線ネットワークにおいて動作するノードの操作のための方法であって、初期相202の間に、伝送電力およびデータ伝送速度を初期設定値に設定し、無線ネットワークとの通信を開始するために初期設定値を無線ネットワークに伝送するステップと、基準相204の間に、無線ネットワークとの通信が初期相202によって確立されると、速度適応および少なくとも1つの変数推定を実行中に、最大電力で伝送するステップと、操作相206の間に、基準相202から得られた情報に基づいた伝送に最適な電力レベルで伝送するステップとを備えている。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

無線ネットワークにおいて動作するノードを操作するための方法であって、

初期相の間に、伝送電力およびデータ伝送速度を初期設定値に設定し、前記無線ネットワークとの通信を開始するために前記初期設定値を前記無線ネットワークに伝送するステップと、

基準相の間に、前記無線ネットワークとの通信が前記初期相によって確立されると、速度適応および少なくとも1つの変数推定を実行中に、最大電力で伝送するステップと、

操作相の間に、前記基準相から得られた情報に基づいて最適な伝送電力レベルで伝送するステップとを備える方法。

10

【請求項 2】

請求項1に記載の方法において、

基準相と操作相を往来するサイクルは周期的に繰り返される、方法。

【請求項 3】

請求項1に記載の方法において、

前記無線ネットワーク内のすべてのノードは、あらゆるノードが同時に基準相および操作相を実行するように同期化される、方法。

【請求項 4】

請求項1に記載の方法において、

前記データ伝送速度の初期設定値は、最大設定値に設定される、方法。

20

【請求項 5】

請求項1に記載の方法において、

前記伝送電力およびデータ伝送速度を初期設定値に設定する前記ステップでは、

前記無線ネットワークでプローブパケットが受信されるまで、連続するパケットごとに伝送電力を増大させながら、複数のプローブパケットを伝送するステップをさらに備えている、方法。

【請求項 6】

請求項5に記載の方法において、

前記無線ネットワークでプローブパケットが受信されるまで、連続するパケットごとに伝送電力を増大させながら複数のプローブパケットを伝送する前記ステップでは、

30

最大伝送電力に到達しても前記プローブパケットがネットワークによって受信されない場合、前記伝送電力および前記データ伝送速度の両方を低減するステップをさらに備える方法。

【請求項 7】

請求項1に記載の方法において、

前記基準相の間に、

最大伝送電力で達成可能な最適なデータ伝送速度を推定するステップと、

潜在受信機側干渉を推定するステップと、

送信機から受信機へのパケットの予想伝送時間を推定するステップと、

取得したそれらの情報を前記操作相に伝達するステップとをさらに備える方法。

40

【請求項 8】

請求項1に記載の方法において、

前記操作相の間に、

速度適応を実行するステップと、

電力制御によってもたらされる望ましくない速度適応、受信機側干渉、および非対称チャネルアクセスの問題を検出するための変数を推定するステップと、

前記基準相の間に生成された基準情報に基づいて望ましくない速度適応、受信機側干渉、および非対称チャネルアクセスの問題を回避するために最適な伝送電力レベルで動作するステップとをさらに備える方法。

50

【請求項 9】

請求項 8 に記載の方法において

前記変数を推定する前記ステップは、

動作中に最適な伝送電力で達成可能な最適なデータ伝送速度を推定するステップと、

動作中に潜在受信機側干渉を推定するステップと、

前記送信機から前記受信機へのパケットの予想伝送時間を推定するステップとをさらに備える方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に、無線通信システムに関し、より詳細には、無線ローカルエリアネットワーク（WLAN）における同期する2相の伝送速度および伝送電力制御に関する。

10

【背景技術】

【0002】

本出願は、参照により本明細書に組み込まれている、2007年10月8日に出願した米国仮出願第60/978,302号の利益を主張するものである。

【0003】

無線ローカルエリアネットワーク（WLAN）は、世界中で広く普及している。これらのネットワークは、ケーブルで結ばれることなく、自由に動き回ることができるという利便性をユーザにもたらす。WLANの当初の成長は、家庭向け市場およびホームネットワーキング向けのラップトップコミュニケーションによって促進されてきたが、新しい市場が瞬く間に登場してきた。無線の設計者は、WLAN技術を、携帯電話、PDA、およびその他のモバイル装置に組み入れるようになっている。これらのモバイル装置の多くはバッテリー駆動式であり、エンドユーザは、バッテリー充電してから次の充電まで少なくとも数日間連続使用できることを期待している。加えて、音声のような1次側アプリケーションの接続を提供するWLAN機能は、1次側アプリケーションの使用時間を大幅に縮小することがある。

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

WLANシステムに関連する1つの問題は、特にモバイルユーザに関係している。動的消費電力を使用するモバイルユーザは、パフォーマンス上の問題を経験することが多い。これらの問題は、望ましくないデータ伝送速度適応、受信機側干渉、および非対称チャネルアクセスを含む。ネットワーク設計者は、動的伝送電力制御がVoice over Internet Protocol (VoIP) 対応のWLANには不適当である印象をもち、そのため一般にそのようなシステムで適応電力制御を使用することはない。WLANを管理するその他の方法は、伝送速度または伝送電力のいずれかを切り離して注目してきた。これらの方法に關わる1つの問題は、受信機側干渉および非対称チャネルアクセスの問題には対処していないことである。前述の所見を考慮して、WLANモバイル装置の有効電力消費量を大幅に低減することができる効果的な方法を提供することは、望ましく、しかも有利である。

30

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、無線ネットワークで動作するノードを操作するための改良された方法および装置に関する。この方法は、初期相、基準相、および操作相と呼ばれる一連のステップで構成されている。初期相の間に、伝送電力およびデータ伝送速度が初期設定値に設定され、それらは無線ネットワークとの通信を開始するために無線ネットワークに伝送される。基準相の間に、無線ネットワークとの通信が初期相によって確立されると、ノードが速度適応を行い、さらに少なくとも1つの変数推定を行う間、最大電力で伝送が行われる。最後に、操作相の間に、基準相から得られた情報に基づいて最適な伝送電力レベルで伝送が行われる。

40

50

【0006】

基準相と操作相を往来するサイクルは、周期的に繰り返される。無線ネットワーク内のすべてのノードは、あらゆるノードが同時に基準相および操作相を実行するように同期化される。データ伝送速度の初期設定値は、最大設定値に設定される。操作相における伝送電力およびデータ伝送速度の初期設定値は、ネットワークでプローブパケットが受信されるまで、連続するパケットごとに伝送電力を増大させながら複数のプローブパケットを伝送することを含む。最大伝送電力に到達してもプローブパケットがネットワークによって受信されなかった場合、システムは、伝送電力およびデータ伝送速度を共に低減する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

10

本発明の実施形態は一般に、無線通信システムに関し、より詳細には、無線ローカルエリアネットワーク（WLAN）における同期する2相の伝送速度および伝送電力制御（STRAP）に関する。本発明は特に、IEEE802.11規格を利用するようなパケットベースの無線装置において有利である。

【0008】

20

WLANには問題が山積しているが、その多くは伝送電力制御によりもたらされるものである。図1Aおよび図1Bは、WLANの動作環境において生じる一般的な問題を示している。図1Aの動作環境は、100として表されている。図1Aは、望ましくない速度適応および受信機側干渉の問題を示している。図1Aにおいて、アクセスポイント102は、ノード104（たとえば、コンピュータ）と無線通信している。ノード104は、アクセスポイント102に極めて接近している。アクセスポイント102は、ノード104を検出して、バッテリーの電力を節約するためにノード104の伝送電力レベルを低下させる。アクセスポイント102は、パケット内で命令を送信することにより、ノード104の伝送電力を低減する。伝送電力の低減により、アクセスポイント102の速度制御アルゴリズムはチャネルが劣化していると認識し、アクセスポイント102は、さらに堅固な符号化を可能にするためにビットレートを低下させる。ビットレートの低下は、全体的スループットを低減し、ネットワークに悪影響を及ぼす。受信機側干渉は、図1Aに示されている、伝送電力制御によって引き起こされるもう1つの問題である。受信機側干渉の問題は、伝送電力制御が、アクセスポイント102およびアクセスポイント108に相互の伝送を検知させないことが原因で生じている。それにより、アクセスポイント102は、アクセスポイント108からコンピュータ106へと移動するパケットを破壊してしまうので、干渉を引き起こす。

30

【0009】

40

図1Bは、送信側非対称の問題を示している。図1Bの動作環境は、101として表される。図1Bは、それぞれ2つのコンピュータ112, 116（またはその他のタイプのノード）と通信している2つのアクセスポイント110, 114を示している。アクセスポイント114およびコンピュータ116は、アクセスポイント110およびコンピュータ112と同じ無線通信可能範囲で動作している。アクセスポイント110およびコンピュータ112は、アクセスポイント114およびコンピュータ116よりもはるかに広範な通信可能範囲を有している。送信側非対称もまた、伝送電力制御によって引き起こされる問題である。図1Bにおいて、アクセスポイント114は、アクセスポイント110からの伝送を検知することができるが、アクセスポイント110は、アクセスポイント114からの伝送を検知することができない。アクセスポイント110は、チャネルをアクセスポイント114に譲ることはない。このことは、アクセスポイント114とコンピュータ116との間の通信を事実上妨げて、コンピュータ114, 116への不公正なチャネルアクセスの問題をまねく。

【0010】

50

本発明の原理による、伝送電力および伝送速度制御の同期する2相における動作（これ以降STRAPと呼ぶ）が、図2に示されている。無線ローカルエリアネットワーク内で、ネットワークノードはすべて最初に同期化され、次いで、初期相202の後に同期する

2つの相が続く3つの相が実行される。2つの同期化された相は、基準相204および操作相206である。時間のいかなる瞬間においても、ネットワーク内のすべてのノードは同じ相にある。一組の伝送速度および電力適応アルゴリズムは、プロセス全体を制御する。アルゴリズムは、基準と操作という2つのコンテキストを維持する際に動作する。各コンテキストは、伝送速度および伝送電力適応を実行するために必要なパフォーマンスマトリクスおよびその他の数量を表す。

【0011】

図2は、本発明の方法における、初期相202、基準相204、および操作相206という3つの相を示すブロック図である。初期相202は第1の相であり、初期相202がプロセスを開始するが、初期相202は基準相204と操作相206のように同期関係にはない。

10

【0012】

初期相202の間、送信側は、無線リンクの初期動作のためのさまざまな数量（速度および伝送電力）を初期化する。なお、複数の初期化の実施形態が可能である。1つの実施形態においては、伝送電力およびデータ伝送速度が初期設定値に設定され、初期設定値は無線ネットワークとの通信を開始するために無線ネットワークに伝送される。もう1つの実施形態においては、送信側は、基準相204および操作相206の最大伝送電力および最大伝送速度で伝送を開始することができる。もう1つの実施形態においては、操作相206の送信側は、最小伝送電力レベルおよび最大伝送速度で伝送を開始し、プローブパケットが送信機への到達に成功するまで、プローブパケットごとに伝送電力を増大させることによって複数のプローブパケットを伝送する。送信側が最大伝送電力に到達しても、まだプローブパケットが成功していない場合、伝送速度は減少され、送信側は最小伝送電力レベルから再度開始する。アルゴリズム210は、初期相202を制御する。アルゴリズム210は、本明細書において、`init_pwr-discover()`と表されている。

20

【0013】

初期相202の成功後、基準相204が開始する。この初期相202の成功は、受信機からの肯定応答の受信によりプローブパケットが成功したと送信側が判断したために生じる。基準相204は、初期相202が成功した後に、デフォルトの最大伝送電力および最大伝送速度で伝送を開始する。図3のフローチャートでは、この処理をステップ304として表している。

30

【0014】

図2のブロック204内には、REFERENCE PHASE（基準相）の見出しの下に、一組のパフォーマンスマトリクス214および制御アルゴリズム216がある。図3は、基準相204のプロセスを表すフローチャートである。図4は、操作相206のプロセスを表すフローチャートである。基準相204および操作相206は、基準相204と操作相206が交互に変わるサイクルで周期的に繰り返される。本明細書を検討する際、同時にこれらの複数の図面を参照することは、読者にとって有用となろう。

【0015】

図2に示されている基準相204のステップに関して、基準相204の方法のステップは、図3に表されている。基準相204の方法は、初期相202の成功の後に、図3においてステップ302で示されるように開始する。初期化相304の成功の後、REF306と示されている基準相204が開始し、コンテキストはステップ308においてREFと等しく設定される。ステップ310において、変数startは「Now」に設定されるが、これは実施形態の実行中の現在時刻を表す。ステップ312は、最大伝送電力レベルで動作し、速度適応を実行している送信側を示す。ここで、送信側は、操作相206で参照されるRateR、RTSUTi1R、およびETTRという3つの数量（図4に示す）を推定する。ここで、RateRは最大伝送電力において達成可能な最善の伝送速度を表す。1つの実施形態において、RateRは、選択された瞬間の伝送速度の指數加重移動平均（EWMA）として推定されてもよい。速度適応中に選択された各伝送速度Rに

40

50

については、 $RateR = RateR * (phi1) + R * (1 - phi1)$ である。EWMAパラメータ $phi1$ は設定可能である。RTSUTi1Rは、受信機側干渉の問題が基準相204に存在するか否かを表す。1つの実施形態においては、RTSUTi1Rは、RTS/CTS(送信要求/送信可)交換を有効にした場合と有効にしない場合のフレーム損失率を測定し、RTSによる損失率がRTSによらない損失率よりも低い場合にRTSUTi1Rを1に設定することにより、推定することができる。ETTRは、基準相204における送信側から受信機への電波によるパケットの予想伝送時間を表す。1つの実施形態において、ETTRは、電波での個々のパケットの伝送時間のEWMAとして推定されてもよい。各パケットの伝送時間(TT)は、パケットが上位層から受信されてからパケットの最終ビットが電波で送信されるまでに無線インターフェイスカードが要する時間である。ETTRの式は、 $ETTR = ETTR * (phi2) + TT * (1 - phi2)$ で示される。EWMAパラメータ $phi2$ は設定可能である。図3のステップ314は、Now-startがREF_lengthを超える場合に行われる動作を示し、Now-startがREF_lengthを超える場合、プロセスはステップ316に進む。Now-startがREF_lengthを超えない場合、速度適応は再推定される必要があり、Now-startがREF_lengthを超えるまで、ステップ312が繰り返し実行される。ステップ316において、コンテキストはOPT相と等しく設定される。このステップは、コンテキストを、操作相206のコンテキストと等しく設定する。Now-startがREF_lengthを超えた後、プロセスはステップ318においてOPT相へと移行する。

10

20

30

40

50

【0016】

図2に戻って参照すると、基準相204の間、各アクセスポイント(AP)は、デフォルトの伝送電力でネットワーク内の各リンクの速度適応216を実行するが、操作相206の間、アクセスポイントは速度適応222aおよび電力適応222bの両方を実行する。伝送速度および電力適応アルゴリズムは、基準コンテキスト214(ref_ctxtとして図示)と操作コンテキスト220(opt_ctxtとして図示)という2つのコンテキストを、各リンクで相ごとに1つ保持する。パフォーマンスマトリクスは、望ましくない速度適応、受信機側干渉、および非対称チャネルアクセスの問題を検出して回避できるように選択される。基準コンテキスト214のパフォーマンスマトリクスは、操作相206の基準値としての役割を果たす。操作相206において、各リンクは、操作コンテキスト220の各パフォーマンスマトリクスが閾値よりも大きく基準相204の対応するパフォーマンスマトリクスを下回ることのないように、最低の伝送電力に調整される。これらの2つの相が同期をとって動作することで、STRAPは、伝送電力制御方法によってもたらされる問題を良好に検出して回避することができる。

【0017】

速度適応216では、チャネル条件が向上すればそれに応じて選択されるビットレートも高くなるというチャネル条件に基づいて、IEEE802.11規格によってサポートされる符号化方式および変調方式の異なる複数の伝送ビットレートのうちの1つを選択する。本発明の実施形態は、次の3つの基本要件を満たす速度適応アルゴリズムを使用する。つまり、標準的なWLAN環境においてユーザの可動性にとって十分に機敏であること、電力適応に役立てるために各リンクの適切な伝送速度に迅速に収束すること、そして最後に、受信機側干渉が原因で伝送速度を低下させることはないが、代わりにその干渉を検出してそれを修正する電力適応アルゴリズムを採用することである。

【0018】

発明者は、独自の速度適応アルゴリズムを発明した。このアルゴリズムは、ロバスト速度適応プラス(RRAA+; robust rate adaptation plus)アルゴリズムとして知られている。このアルゴリズムは、特にSTRAPと共に使用されるように設計されている。RRAA+アルゴリズムは、ロバスト速度適応(RRAA)アルゴリズムを基にしているが、伝送速度の収束をもたらす間に劣悪なビットレートを学習して回避する独自の機能を備えている。そのため、このアルゴリズムは、全体的なネット

トワークスループットの低減につながるフレーム損失の増加を防ぐ。

【0019】

ロバスト速度適応アルゴリズム (RRAA) は、速度適応 216 を導くために数十フレームのウィンドウで IEEE802.11 フレームの短期損失推定を使用する。基本 RRAA アルゴリズムは、選択されている現行データ伝送速度に基づいて損失率の上限と下限を示す閾値と連携する。さらに、RRAA は、フレーム衝突誘発損失に応答して不必要的速度適応 216 を回避するために「選択的送信要求」 (RTS) および「送信可」 (CTS) として知られる機構を使用する。これらの誘発された損失は一般に、受信機側干渉と呼ばれる。RTS / CTS 機構は、IEEE802.11 プロトコルに組み入れられており、本来は隠れ端末の問題によってもたらされるフレーム衝突を減少させるために設計されたものである。RRAA は、次のように機能する。フレーム損失を検出するため、RRAA アルゴリズムは、指定数のフレームで RTS / CTS を有効にする。次に、RTS / CTS がフレーム損失の減少に成功した場合、RTS / CTS 機構はさらに多数のフレームに対して次第に有効にされてゆく。しかし、RTS / CTS がフレーム損失の減少に失敗した場合、RRAA は、損失が受信機側干渉によって生じたのではなく、チャネル条件が原因であると判断する。次いで、アルゴリズムは、フレームごとに RTS / CTS が使用されるフレームの伝送速度を減少させる。

10

【0020】

速度適応 216 をパケットのグループの損失推定に基づかせることで、送信機は、1つまたはおそらく複数のパケット損失が原因となって不利な反応を生じることがなくなる。このようなパケット損失は、移動性および伝送電力制御に関連して頻発する事象である。RRAA は有用性をもたらす一方で、欠点も備えており、1つの欠点は、現行データ伝送速度が適正速度を超える場合に特定の伝送速度に収束しないことである。たとえば、54Mbps の伝送速度が上限閾値を上回るフレーム損失を生じさせ、48Mbps の伝送速度が下限閾値を下回るフレーム損失を生じさせる場合、RRAA では、伝送速度が 54Mbps と 48Mbps の間で伝送速度が入れ替わり続ける。理想的には、アルゴリズムは伝送速度を 48Mbps に収束すべきである。

20

【0021】

修正された RRAA アルゴリズムである RRAA+ は、独自の収束の機能を提供する。この機能は、システムを最適なビットレートに収束させる。RRAA+ は、ビットレートごとに、送信機が低ビットレートからこのビットレートに遷移する確率を保持する。ビットレートにおける損失が上限閾値を超えるごとに (時間間隔またはパケットで)、このビットレートに戻る確率は、次に低いレートに移行する前に係数 A1 ずつ減少する。各間隔において、ビットレートによりパケット損失が下限閾値を下回る場合、このビットレートの確率は係数 A2 ずつ増大する。MIMD (multiplicative increase multiplicative decrease) パラメータ A1 および A2 は、アルゴリズムの安定を維持するために使用される。A1 および A2 の値は設定可能である。しかし、標準的な WLAN 設定において A1 = 2 および A2 = 1.0905 が適切であることを観察した。もう1つの RRAA+ 独自の特徴は、適応送信要求 (RTS) 機構である。受信機側干渉を防ぐために、RTS が推定される。適応 RTS 機構は、低下したチャネル条件とは対照的に、衝突により発生しているパケット損失を検出する。

30

【0022】

図 4 を参照すると、操作相 206 を表すフローチャートが示されている。操作相 206 のステップは、ステップ 402 において開始する。第 2 のステップ 404 の間、START は NOW に設定され、ここで NOW は実施形態の実行中の現在時刻を表す。第 3 のステップ 406 の、N_rate_adapt = 0 は、N_rate_adapt をゼロに初期化する。

40

【0023】

操作相 206 の間、送信側は、パケットの伝送の成功のために最適な伝送電力レベルで動作する。ステップ 408 は、速度適応のパフォーマンスならびに RateO, RTSU

50

tile、ETTO、および速度適応を表すN_rate_adaptの数量の推定を示す。これらの推定は、図3の基準相206のフローチャートにおいて先に説明されているRateR、RTSUTile、およびETTRの推定と類似している。N_rate_adaptは、行われた速度適応の数をカウントする。ステップ408の後、ステップ410において、N_rate_adaptがT1を超えるか否か判別される。T1は、伝送速度の信頼できる推定値を得るのに十分な閾値を表し、1つの実施形態においては、T1に2を選択する。N_rate_adaptがT1を超える場合、プロセスはステップ412に進む。N_rate_adaptがT1を超えない場合、ステップ408が再度実行される。ステップ408および410は、N_rate_adaptがT1を超えるまで繰り返されることになる。ステップ412においては、RateR-RateOがT2を超えるか否か判別される。T2は、伝送電力制御による許容可能な伝送速度の低下に課される閾値である。1つの実施形態においては、36Mbpsを超える、もしくは24Mbps未満のビットレートに対してはT2に3Mbpsを選択し、24Mbpsと36Mbpsの間の他のビットレートに対してはT2に6Mbpsを選択する。これらの値は、IEEE802.11のビットレート細分性における非均等性の理由から選択された。RateR_RateOがT2を超える場合、制御はステップ414に渡される。RateR_RateOがT2を超えない場合、制御はステップ418に移る。ステップ418においては、RTSUTileがRTSUTileを超えるか否か判別され、超える場合、制御はステップ414に渡される。しかし、RTSUTileがRTSUTileを超えない場合、制御はステップ420に渡される。ステップ420において、ETTR-ETTOがT3を超えるか否か判別される。超える場合、制御はステップ414に渡される。超えない場合、制御はステップ422に渡される。ステップ414において、伝送電力は、伝送電力値ごとに1つのエントリを持つ確率のテーブルに基づいて増大し、これはP[curr_pwr] / = B1と表される。逆に、ステップ422において、伝送電力は、p[curr_pwr - 1]の確率を持つテーブルおよび式P[curr_pwr] * = B1に基づいて減少する。ステップ416においては、Now-startがOpt_lengthを超えるか否か判別される。超える場合、制御は基準相424に渡される。超えない場合、制御はステップ406に戻って、ステップ416においてNow-startがOpt_lengthを超えるまで全プロセスが繰り返される。

【0024】

図2を再び参照すると、本発明の実施形態のもう1つの態様は伝送電力制御である。伝送電力制御は、電力適応アルゴリズム222bを使用して実行される。電力適応は、操作相206のパフォーマンスマトリクスが基準相204の対応するパフォーマンスマトリクスを下回ることのないように、WLAN内の各アクセスポイント(AP)クライアントリンクを最低の適切な伝送電力値に調整するために使用される。RRAA+と同様に、電力制御アルゴリズム222bは、特定の伝送電力レベルに遷移すべき確率を保持することにより、最適な伝送電力レベルを判別する。

【0025】

実際に、本発明の実施形態は、各リンクの望ましくない速度適応、受信機側干渉、および非対称チャネルアクセスを検出して防止する。基準コンテキスト214および操作コンテキスト220は、測定されたパケット損失に応答して、速度制御アルゴリズム216および電力適応アルゴリズム222bによって選択されたビットレートの指数加重移動平均(EWMA)を保持する。これは、新しいビットレートが選択されるごとに生じる。操作相206のEWMA速度が、閾値量だけ基準相204のEWMA速度を下回る場合に、伝送電力の増大がトリガされる。1つの実施形態において、EWMAパラメータの例は.8であり、伝送電力の変化の増分は3dBである。

【0026】

電力制御によってもたらされる非対称チャネルアクセスを防ぐため、同期化方法200は、最初に、各パケットの予想伝送時間(ETT)のEWMAを測定することによって、非対称チャネルアクセスを検出する。送信側が、操作相206の非対称により頻繁には伝

10

20

30

40

50

送する機会を得ない場合、操作相 206 の ETT は、基準相 204 と比較して増大する。 ETT が閾値量を超えて増大する場合、伝送電力の増大がトリガされる。

【0027】

本発明の実施形態では、最小値と最大値の間を 3 dB 間隔で伝送電力を増加および減少させる。1つの実施形態においては、3 dB 間隔が最適であると考えられるが、それは、これよりも細かい間隔での伝送電力制御は室内環境において実用的ではなく、また逆に、これよりも粗い間隔での伝送電力制御は全般的な伝送電力制御の利点を低下させることになるからである。

【0028】

伝送電力を増加および減少させるプロセスは、RRAA+における速度適応と類似している。本発明は、伝送電力レベルごとに、そのレベルから次に高いレベルへと遷移する確率を保持する。パフォーマンスマトリクスの条件のうちの少なくとも1つが満たされるごとに、次に高い伝送速度に遷移する前に、この伝送電力レベルに戻る確率が減少される。

【0029】

本発明の実施形態では、AP が、戻りリンクのために選択された伝送電力レベルを使用するようクライアントの各々に指示することを求める。フォワードリンクおよびリバースリンクが同じ伝送電力に調整されるという一般的な前提があるが、それは本発明が機能するために不可欠ではない。フォワードリンクとリバースリンクを異なるように調整するために使用できるさらに高度な方法があることを、当業者は理解するであろう。例えば、IEEE802.11h 規格ではすでに、AP からクライアント電力レベルを設定するためには必要なプロトコルメッセージフォーマットを規定している。

【0030】

図5は、図3および図4のフローチャートに示されるステップを含む、本明細書に説明される機能を実行する際の使用に適した汎用コンピュータの高レベルブロック図を示す。図5に示されるように、システム500は、システム500の機能全体を制御するためのプロセッサ要素502（たとえば、CPU）を含む。プロセッサ502は、メモリ504に格納されている内蔵コンピュータプログラムコードに従って動作する。メモリ504は、任意の種類のコンピュータ可読媒体を表し、たとえば、RAM、ROM、光ディスク、磁気ディスク、またはこれらの媒体の組み合わせなどを含むことができる。プロセッサ502は、システム500の機能を制御するために、メモリ504内のコンピュータプログラムコードを実行する。また、プロセッサ502は、ネットワークデータパケットを受信および送信するネットワークインターフェイス505に接続されている。さらに、さまざまな入出力装置506（たとえば、テープドライブ、フロッピー（登録商標）ドライブ、ハードディスクドライブまたはコンパクトディスクドライブ、受信機、送信機、スピーカ、ディスプレイ、音声合成装置、出力ポート、およびユーザ入力装置（キーボード、キーパッド、マウスなど）を含む記憶装置など、ただしこれらに限定されることはない）も含まれている。

【0031】

本発明の現状の説明を踏まえて、当業者はプログラムされたデジタルコンピュータを使用して本発明を容易に実施することができるであろう。本発明によるネットワークノードの実際の実施形態はまた、他のコンポーネントも含むことは言うまでもない。しかし、明確にするため、そのような他のコンポーネントは図5には示されていない。

【0032】

本発明が、ソフトウェア、もしくはソフトウェアとハードウェア（例えば特定用途向け集積回路（ASIC）、汎用コンピュータ、または他のハードウェアの等価物等）との組み合わせで実施できることに留意されたい。

【0033】

当業者であれば、本明細書に説明されているさまざまな実施形態がさまざまな形態をとりえることが理解されよう。たとえば、本明細書に説明されている実施形態は、ハードウェアやソフトウェアにおいて実施することができる。当業者であれば、前述のことと鑑み

10

20

30

40

50

、特定の実施形態または配置が選択されてもよいことを理解するであろう。最後に、前述の説明は例示的な実施形態を説明しているが、当業者であれば、前述のことがユーザとネットワーク間のシステムの任意の時点において実施されうることも理解するであろう。

【0034】

前述の詳細な説明は、あらゆる点で説明的かつ例示的であるが、限定的なものではないと理解されるべきであり、本明細書において開示されている本発明の範囲は、詳細な説明からではなく、特許法によって認められている完全な範囲に従って解釈される特許請求の範囲から決定されるべきである。本明細書において示され説明されている実施形態は、本発明の原理の例示にすぎないことを理解されたい。当業者であれば、本発明の範囲および精神を逸脱することなくさまざまなその他の特徴の組み合わせを取り入れることができるであろう。

10

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1A】本発明の実施形態を実施するための動作環境を示す図である。

【図1B】本発明の実施形態を実施するための他の動作環境を示す図である。

【図2】本発明の3つの相の要素およびそれらの間の相互作用を示すブロック図である。

【図3】本発明の1つの実施形態によるシステムの基準相によって実行される高レベルステップを示すフローチャートである。

【図4】本発明の1つの実施形態によるシステムの操作相によって実行される高レベルステップを示すフローチャートである。

20

【図5】本発明の1つの実施形態による汎用コンピュータを示すブロック図である。

【符号の説明】

【0036】

202 初期相

204 基準相

206 操作相

505 ネットワークインターフェイス

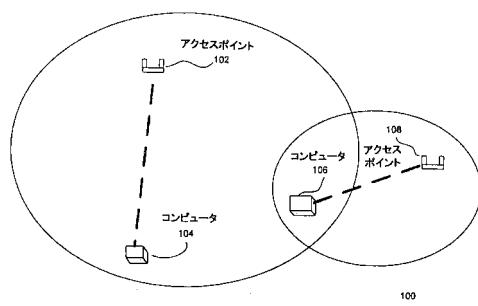
506 入出力装置（例えば記憶装置）

502 プロセッサ

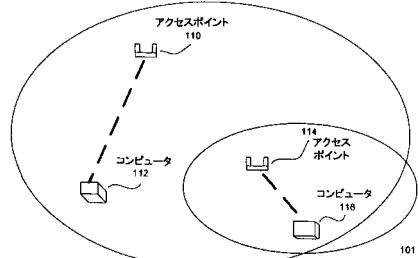
504 メモリ

30

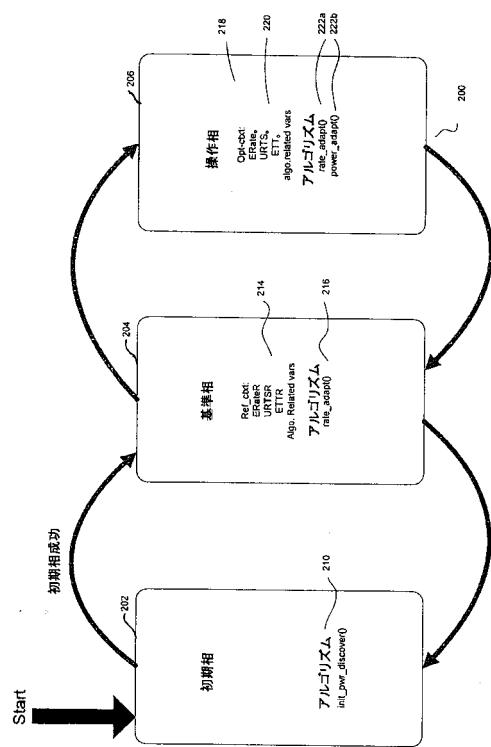
【図1A】



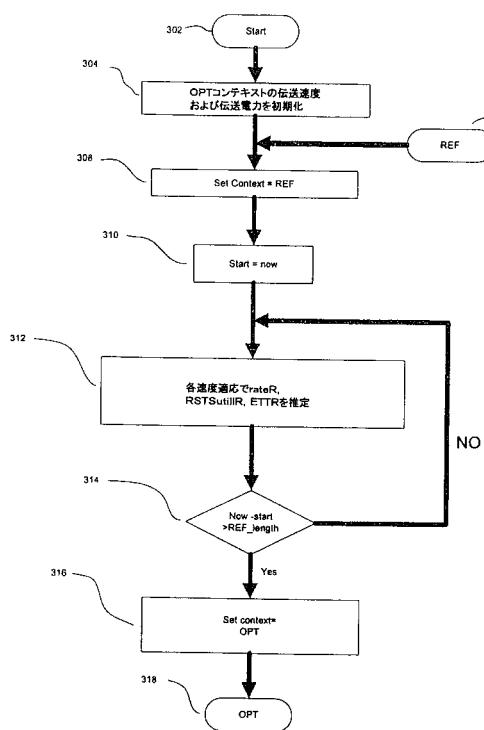
【図1B】



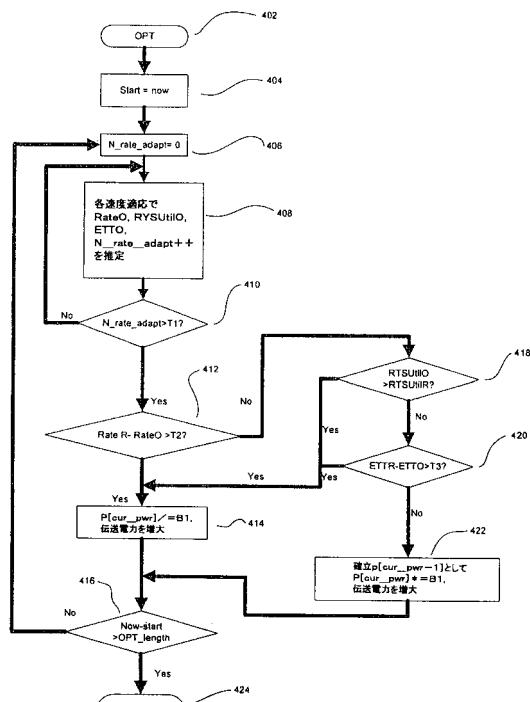
【図2】



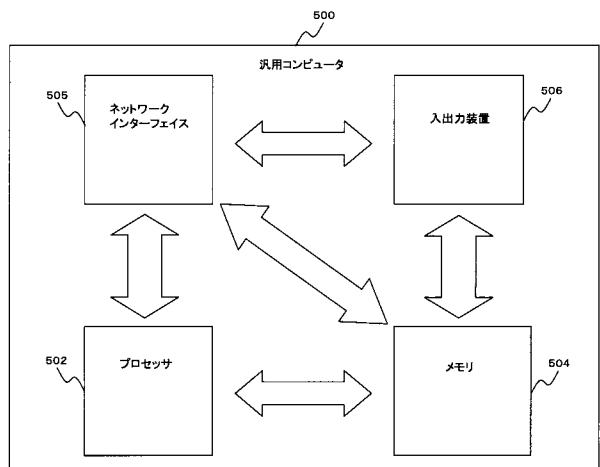
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 ラヴィンドラナス コック

アメリカ合衆国 08852 ニュージャージー州 モンマウス ジャンクション ローレル シ
ーティー . 7202

(72)発明者 キスホアーラマチャンドラン

アメリカ合衆国 08854 ニュージャージー州 ピスカタウェイ マーヴィン レーン 32
FTーム(参考) 5K067 AA43 CC08 EE02 EE10 GG08 HH22