

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4903859号
(P4903859)

(45) 発行日 平成24年3月28日 (2012. 3. 28)

(24) 登録日 平成24年1月13日 (2012. 1. 13)

(51) Int. Cl.

F I

HO 4 W 72/08	(2009. 01)	HO 4 Q 7/00	5 5 4
HO 4 W 52/46	(2009. 01)	HO 4 Q 7/00	4 5 1
HO 4 W 84/22	(2009. 01)	HO 4 Q 7/00	6 3 6
HO 4 W 74/04	(2009. 01)	HO 4 Q 7/00	5 7 2
HO 4 J 11/00	(2006. 01)	HO 4 J 11/00	Z

請求項の数 23 (全 35 頁)

(21) 出願番号	特願2009-505632 (P2009-505632)	(73) 特許権者	595020643
(86) (22) 出願日	平成19年4月13日 (2007. 4. 13)		クゥアルコム・インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2009-533976 (P2009-533976A)		QUALCOMM INCORPORATED
(43) 公表日	平成21年9月17日 (2009. 9. 17)		アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2
(86) 国際出願番号	PCT/US2007/066606		1 2 1-1 7 1 4、サン・ディエゴ、モア
(87) 国際公開番号	W02007/121340		ハウス・ドライブ 5 7 7 5
(87) 国際公開日	平成19年10月25日 (2007. 10. 25)	(74) 代理人	100108855
審査請求日	平成20年12月5日 (2008. 12. 5)		弁理士 蔵田 昌俊
(31) 優先権主張番号	60/792, 141	(74) 代理人	100091351
(32) 優先日	平成18年4月13日 (2006. 4. 13)		弁理士 河野 哲
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100088683
(31) 優先権主張番号	60/827, 908		弁理士 中村 誠
(32) 優先日	平成18年10月3日 (2006. 10. 3)	(74) 代理人	100109830
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 福原 淑弘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 動的キャリア感知しきい値

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

無線ネットワーク環境で通信を円滑にする方法であって、
 近接ノードに関係するノード情報を取得することと、
 前記ノード情報に応じてネットワークスループットを最適化するために適切なキャリア
 感知しきい値を決定することと、
 少なくとも一部、前記キャリア感知しきい値に基づいて、データ転送を制御することと
 前記ノード情報から隠れノードを識別することと、
 前記ノード情報に応じて前記隠れノードからの干渉を計算することとをさらに備え、
 前記キャリア感知しきい値が前記干渉に応じて決定される、方法。

【請求項 2】

定期的なブロードキャストメッセージ内に前記ノード情報を受信することをさらに備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記ノード情報内に含まれた受信信号強度表示器に応じて前記隠れノードまでの距離を計算することをさらに備え、前記干渉が前記距離に応じる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

送信レートに応じて前記データ送信に関する送信電力を決定することをさらに備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

10

20

送信要求データ内に前記キャリア感知しきい値を含むことをさらに備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

データを送信するための許可を付与する信号内に前記キャリア感知しきい値を含むことをさらに備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

データ転送の間、送信を控えるよう前記近接ノードに信号で知らせる制御メッセージに関する電力スペクトル密度を適合することと、

前記制御メッセージを送信することと
をさらに備える、請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 8】

前記制御メッセージの伝送期間は、前記近接ノードが送信を控えることになる時間の長さを表す、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

少なくとも 1 個のノードから受信信号強度表示器を記録することと、
前記受信信号強度表示器を含むビーコンフレームを生成することと、
前記ビーコンフレームを送信することと
をさらに備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

ネットワーク通信を円滑にする装置であって、
少なくとも 1 個のネットワークノードに関連する情報を受信して、前記受信された情報に応じてキャリア感知しきい値を選択し、少なくとも一部、前記キャリア感知しきい値に基づいてネットワーク通信を管理するための命令を実行するプロセッサと、
前記プロセッサに結合されたメモリとを備え、
前記プロセッサが、前記ノード情報内に含まれた受信信号強度表示器に応じて潜在的な干渉を計算するための命令をさらに実行し、前記キャリア感知しきい値が、少なくとも一部、前記計算された干渉に基づいて選択される、装置。

20

【請求項 11】

前記プロセッサが、前記受信信号強度表示器に応じて隠れノードからの距離を計算するための命令をさらに実行し、前記干渉が、少なくとも一部、前記距離に基づく、請求項 10 に記載の装置。

30

【請求項 12】

前記プロセッサが、送信を控えるよう隠れノードに指令する制御信号を送信するための命令をさらに実行し、前記制御信号の長さが、前記隠れノードが控えるとする時間の長さを決定する、請求項 10 に記載の装置。

【請求項 13】

前記キャリア感知しきい値がネットワーク通信の要求内に含まれる、請求項 10 に記載の装置。

【請求項 14】

前記キャリア感知しきい値が、ネットワーク通信の許可の付与内に含まれる、請求項 10 に記載の装置。

40

【請求項 15】

ネットワークスループットの最適化を円滑にする装置であって、
ネットワークノードに関係するノードデータを取得するための手段と、
前記ノードデータに応じてキャリア感知しきい値を設定するための手段と、前記キャリア感知しきい値が、送信元アクセスポイントと宛先アクセスポイントの間のデータ転送を指令するために利用され、
前記ノード情報から隠れノードを識別する手段と、
前記ノード情報に応じて前記隠れノードからの干渉を計算する手段とを備え、
前記キャリア感知しきい値が前記干渉に応じて決定される、装置。

50

【請求項 16】

前記ノードデータを含む定期的なブロードキャストメッセージを受信するための手段をさらに備える、請求項 15 に記載の装置。

【請求項 17】

前記ノードデータに応じて前記ネットワークノードからの干渉を決定するための手段をさらに備え、前記キャリア感知しきい値が、少なくとも一部、前記干渉に基づく、請求項 15 に記載の装置。

【請求項 18】

前記キャリア感知しきい値を含むデータ転送要求を送信するための手段をさらに備える、請求項 15 に記載の装置。

【請求項 19】

前記ネットワークノードに送信を控えるよう指令する制御信号を送信するための手段をさらに備え、前記信号の伝送期間は、前記ネットワークノードが送信を控えるとする時間の長さを表す、請求項 15 に記載の装置。

【請求項 20】

少なくとも 1 個のアクセスポイントから、前記アクセスポイントの少なくとも 1 個の近接ノードに関係する信号強度情報を含むノード情報を受信し、

前記受信されたノード情報に応じてデータ伝送を管理するために利用されるキャリア感知しきい値を決定し、

前記ノード情報から隠れノードを識別し、

前記ノード情報に応じて前記隠れノードからの干渉を計算するための命令を備え、前記キャリア感知しきい値が前記干渉に応じて決定される、コンピュータ可読媒体。

【請求項 21】

前記受信信号強度表示器に応じて前記少なくとも 1 個の近接ノードからの干渉を計算するための命令をさらに備え、キャリア感知しきい値が、少なくとも一部、前記干渉に基づく、請求項 20 に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項 22】

送信元アクセスポイントから送信要求を受信し、

送信レートに応じて送信電力を計算し、

送信するための許可が付与されるかどうかを決定するために前記キャリア感知しきい値を利用し、

前記送信電力を利用して送信可能信号を送信する

ための命令をさらに備える、請求項 20 に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項 23】

前記送信元アクセスポイントからの通信の間、送信を回避するよう前記少なくとも 1 個の近接ノードに指令する制御信号を送信するための命令をさらに備える、請求項 22 に記載のコンピュータ可読媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本出願は、2006 年 4 月 13 日に出願した、「METHOD AND SYSTEM TO SET THE CARRIER SENSING THRESHOLDS IN WLAN SYSTEMS」という表題の米国仮特許出願第 60/792,141 号および 2006 年 10 月 3 日に出願した、「HIERARCHICAL MESH NETWORK ARCHITECTURE FOR PROVIDING 802.11-BASED SERVICES」という表題の米国仮特許出願第 60/827,908 号の優先権を主張するものである。上に参照された出願の全体は参照により本明細書に組み込まれている。

【0002】

以下の説明は、一般に、無線通信に関し、中でも、無線ネットワークにおける空間の再

10

20

30

40

50

利用に関する。

【背景技術】

【0003】

無線ネットワークシステムは、それにより世界中の人々の大部分がデータを通信および転送、アクセス、操作および処理するようになった、広く普及した手段になった。消費者は、移動通信電話、携帯情報端末（PDA）、ラップトップコンピュータなどの無線デバイスに依存するようになり、無線ネットワークに関して、信頼性のあるサービスおよび拡張された受信可能範囲領域を要求している。

【0004】

多くの個人および／または組織は、伝統的な有線ネットワークを無線ネットワークシステムに置き換えるか、または伝統的な有線ネットワークを無線ネットワークシステムで補完している。一般に、端末または端末デバイスは、アクセスポイントのセットを経由してネットワークに接続する。これらのアクセスポイントは、ネットワークインフラストラクチャに有線で接続され得る。しかし、メッシュ（mesh）無線ローカルエリアネットワーク（WLAN）などの無線ネットワークでは、アクセスポイントのサブセットは、ネットワークインフラストラクチャに無線で接続することが可能である。メッシュネットワークまたは無線ネットワークの1つの利点は、配備または設置の容易さである。有線インフラストラクチャが設置されると、無線アクセスポイントは、受信可能範囲を最適化するために、所望される受信可能範囲領域の全体にわたって分散され得る。有線アクセスポイントと異なり、無線アクセスポイントは、ケーブルまたは線の追加の架線を要求せずに、容易に再配置されることが可能である。加えて、ユーザは拡張された柔軟性を享受する。

【0005】

無線アクセスポイントは、ネットワークとの通信を円滑にするために、有線アクセスポイントにデータを中継する。データは複数の無線アクセスポイントを通じて送信され得る。しかし、利用可能なシステムリソースは制限される可能性があり、複数の無線アクセスポイントによる伝送は、干渉を引き起こして、システム性能を低減し、データの損失を引き起こす可能性がある。

【特許文献1】米国仮特許出願第60／792, 141号

【特許文献2】米国仮特許出願第60／827, 908号

【発明の開示】

【発明の概要】

【0006】

以下は、1つまたは複数の態様の基本的な理解をもたらしするために、かかる態様の簡素化された概要を提示する。この概要は、すべての企画される態様の広範囲な概要ではなく、すべての態様の主なもしくは重大な要素を識別することも、または任意のもしくはすべての態様の範囲を描写することも意図されない。その唯一の目的は、後に提示されるより詳細な説明への前置きとして、1つまたは複数の態様のいくつかの概念を簡素化された形で提示することである。

【0007】

1つまたは複数の態様およびその対応する開示によれば、無線ネットワーク内の通信を円滑にすることに関して様々な態様が説明される。より詳細には、1つまたは複数の態様は、干渉を最低限に抑えると同時に、無線ネットワーク（例えば、メッシュネットワーク）のスループットを最大化または増大する。一般に、アクセスポイントは、現在の雑音レベルまたはキャリアレベルを監視して、観測されたレベルを、キャリア感知しきい値（carrier-sensing threshold）（CST）と呼ばれる固定しきい値と比較する。検出されたレベルが所定のしきい値未満である場合、アクセスポイントは送信要求（RTS）を使用して送信するための許可を要求することが可能である。そうでない場合、アクセスポイントは、そのレベルがキャリア感知しきい値を下回るまで、送信を控えることになる。その結果、任意の時点において通信することが可能なアクセスポイントの数は、キャリア感知しきい値とアクセスポイントの構成とに基づいて制限される。

【0008】

ネットワークは、アクセスポイントが動的にキャリア感知しきい値および伝送電力を設定することを可能にすることによって、空間の再利用を増大することが可能である。特に、キャリア感知しきい値は、送信元アクセスポイントと宛先アクセスポイントの間の距離に基づいて決定され得る。アクセスポイントは、交換された受信信号強度表示器(received signal strength indicator)(RSSI)情報に基づいて、アクセスポイント間またはノード間の距離を計算するために使用され得るRSSI情報を交換することが可能である。加えて、RSSIは、隠れノードからの干渉ならびに伝送電力を計算するために使用されることが可能である。動的キャリア感知しきい値は、ノードと送信電力の間の距離に応じて計算され得る。

10

【0009】

態様では、本開示は、近接ノードに関係するノード情報を取得することを備える、無線ネットワーク環境での通信を円滑にする方法を提供する。方法はまた、ノード情報に応じてネットワークスループットを最適化するために適切なキャリア感知しきい値を決定することも備える。さらに、方法は、少なくとも一部、キャリア感知しきい値に基づいて、データ転送を制御することを備える。

【0010】

もう1つの態様では、本開示は、ネットワーク通信を円滑にする装置を提供する。装置は、少なくとも1個のネットワークノードに関連する情報を受信し、受信された情報に応じてキャリア感知しきい値を選択し、少なくとも一部、キャリア感知しきい値に基づいて、ネットワーク通信を管理するための命令を実行するプロセッサを備える。装置はプロセッサに結合されたメモリも備える。

20

【0011】

しかももう1つの態様によれば、本開示は、ネットワークノードに関係するノードデータを取得するための手段を備える、ネットワークスループットの最適化を円滑にする装置を提供する。装置はまた、ノードデータに応じてキャリア感知しきい値を設定するための手段を備え、キャリア感知しきい値は、送信元アクセスポイントと宛先アクセスポイントの間のデータ転送を指令するために利用される。

【0012】

さらなる態様によれば、本開示は、少なくとも1つのアクセスポイントからノード情報を受信するための命令を有するコンピュータ可読媒体を提供し、ノード情報はアクセスポイントの少なくとも1つの近接ノードに関係する信号強度情報を含む。コンピュータ可読媒体は、受信されたノード情報に応じてデータ伝送を管理するために利用されるキャリア感知しきい値を決定するための命令を含む。

30

【0013】

もう1つの態様によれば、本開示は、ネットワーク通信を円滑にするコンピュータ実行可能命令を実行するプロセッサを提供する。命令は、少なくとも1個のネットワークノードと、関連する信号強度とを列挙するノード情報を含む定期信号を受信することを備える。命令はまた、ノード情報に応じてキャリア感知しきい値を設定することも備え得る。加えて、命令は、少なくとも一部、キャリア感知しきい値に基づいて、データの転送を制御することも含み得る。

40

【0014】

前述の説明および関係する結果の達成のために、1つまたは複数の態様は、下で完全に説明され、特に、特許請求の範囲において指摘される特徴を備える。以下の説明および添付の図面は、いくつかの例示的な態様を詳細に記載する。しかし、これらの態様は、本明細書で説明される原理が用いられることが可能な様々な方法の少数を示し、説明される態様はそれらの均等物を含むことが意図される。

【詳細な説明】

【0015】

次に、その全体にわたって同じ要素を指すために同じ参照番号が使用される図面を参照

50

して、様々な態様が説明される。以下の説明では、説明の目的で、1つまたは複数の態様の十分な理解をもたらすために、多数の特定の詳細が記載される。しかし、かかる（1つまたは複数の）態様はこれらの特定の詳細なしに実施され得ることは明らかであろう。その他の例では、1つまたは複数の態様の説明を円滑にするために、よく知られている構造およびデバイスはブロック図の形で示される。

【0016】

本出願で使用されるように、用語「成分」、「システム」などは、コンピュータ関係の実体（ハードウェア、ハードウェアおよびソフトウェアの組合せ、ソフトウェア、または実行中のソフトウェア）を指すことが意図される。例えば、成分は、プロセッサ上で実行しているプロセス、プロセッサ、オブジェクト、エキューセキュータブル（executable）、一連の実行、プログラム、および／またはコンピュータであり得るが、これらに限定されない。例として、通信デバイス上で実行しているアプリケーションおよびデバイスは両方とも成分であり得る。1つまたは複数の成分は、プロセス内および／または一連の実行内に常駐することが可能であり、成分は1個のコンピュータ上にローカライズされることが可能でありかつ／または2つ以上の成分の間で分散されることも可能である。また、これらの成分は、様々なデータ構造を記憶した様々なコンピュータ可読媒体から実行することが可能である。成分は、1つまたは複数のパケット（例えば、局所システム内、分散されたシステム内、および／または信号によりその他のシステムを用いてインターネットなどネットワークの全域でもう1つの成分と相互に作用する1つの成分からのデータ）を有する信号に従ってなど、局所的なプロセスおよび／または遠隔のプロセスによって通信することが可能である。

【0017】

さらに、本明細書において、様々な態様が端末またはクライアントに関して説明される。端末は、システム、ユーザデバイス、加入者装置、加入者局、移動体局、移動体デバイス、遠隔局、アクセスポイント、基地局、遠隔端末、アクセス端末、ユーザ端末、端末、ユーザエージェント、ユーザ装置（UE）またはクライアントと呼ばれる場合もある。端末は、移動通信電話、コードレス電話、セッション開始プロトコル（SIP）電話、無線ローカルループ（WLL）局、PDA、無線接続能力を有するハンドヘルドデバイス、または無線モデムに接続されたその他の処理デバイスであり得る。

【0018】

さらに、本明細書で説明される様々な態様または特徴は、標準のプログラミングおよび／またはエンジニアリング技術を使用する方法、装置、または製品として実施され得る。本明細書で使用される場合、用語「製品」は、任意のコンピュータ可読デバイス、キャリア、または媒体からアクセス可能なコンピュータプログラムを包括することが意図される。例えば、コンピュータ可読媒体は、磁気記憶デバイス（例えば、ハードディスク、フロッピー（登録商標）ディスク、磁気ストリップ．．．）、光ディスク（例えば、コンパクトディスク（CD）、デジタル多目的ディスク（DVD）．．．）、スマートカード、およびフレッシュメモリデバイス（例えば、カード、スティック、キードライブ（key drive）．．．）を含み得るが、これらに限定されない。

【0019】

多くの無線ネットワークプロトコルは、近接ノードによる伝送を検出して、かかる伝送が検出された場合、送信を控えることによって干渉を回避する。特に、IEEE 802.11a/b/e/g/nシステムおよび超広帯域（Ultra Wide Band）（UWB）システムは、それぞれ、搬送波感知多重アクセス衝突回避方式（Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance）（CSMA/CA）およびプリアンブル感知多重アクセス衝突回避方式（Preamble Sense Multiple Access with Collision Avoidance）（PSMA/CA）に基づく。CSMA/CAアルゴリズムでは、その他のノードの伝送の検出は、エネルギー、キャリアおよび／またはそれら両方の組合せの検出に基づく。PSMA/CAアルゴリズムでは、その他のノードによる伝送の検出は、伝送のキャリアまたはプリアンブルの検出に基づく。両方のプロトコルにおいて、媒体を送信することまたは媒体に

アクセスすることを望むすべてのノードは、まず、媒体内のエネルギーをサンプリングして、もう1つのノードがすでに媒体内で送信しているかどうかを決定する。かかるサンプリングは、それらのシステムがエネルギーの存在を決定するだけでなく、このエネルギーを処理することにも役立つ。ノードは、（空中にフレーム伝送が存在した場合）プリアンブルおよびパイロットと同期化することが可能であり得る。ノードがプリアンブルおよびパイロットと同期化することが可能である場合、ノードは、空中にフレーム伝送が存在したかどうかを決定するために媒体アクセス制御（MAC）ヘッダを復号することができる。

【0020】

特に、その他のノードによるその他の伝送の検出は、2つのキャリア感知方式を使用することによって達成され得る。すなわち、（1）物理搬送波感知（PCS）および（2）仮想搬送波感知（VCS）である。PCS方式では、媒体内のエネルギーが一定の所定のしきい値より高い場合、アクセスポイントは伝送を延期する。VCS機構を使用して、送信要求（RTS）および送信可能（Clear to Send）（CTS）などの信号交換またはフレーム交換は、伝送を回避するようにすべての近接ノードに通知する。送信アクセスポイントがノードを感知していてもいなくても、CTSを受信する任意のノードは送信を控えるため、VCS方式は隠れノードの問題を解決することが可能である。本明細書で 사용되는場合、隠れノードは、送信ノードに知られていない任意のノードである。その結果、隠れノードによる伝送は干渉を引き起こす可能性がある。VCSは隠れノードによって引き起こされた問題を解決することができるが、VCSは暴露されたノードに関して問題を

【0021】

メッシュネットワーク（例えば、IEEE 802.11sメッシュネットワーク）では、より高い領域スループットをサポートするために、同時に動作することが可能なノードの数を最大化すると有利である。動的キャリア／エネルギー感知しきい値および／または伝送電力は、同時に通信するノードの数を最大化して、領域スループットを最適化するために使用され得る。

【0022】

次に図を参照すると、図1は無線アクセスポイントのセット間の通信を円滑にするシステム100の態様を示す。一般に、かかるシステムは、固定送信電力とキャリア感知しきい値とを利用する。しかし、この結果、いくつかのノードが干渉を引き起こさずに送信を控えることが可能な場合、それらのノードは送信を控えることになる（本明細書で暴露されたノード問題と呼ばれる）。その他のノードからの伝送を検出するためにノードによって使用される送信電力ならびにしきい値を動的に調整することによって、より多くの数の伝送は干渉を引き起こさずに同時に発生することが可能である。この増大は、結果として、ネットワークに関するスループット全体の増加をもたらす。

【0023】

システム100は、本明細書でノード情報と呼ばれる、近接ノードに関係するデータを含むメッセージを送受信することが可能なノード成分102を含み得る。ノード情報は、ノードアドレス、RSSIおよび特定のノードに関係する任意のその他の情報を含み得る。本明細書で 사용되는場合、ノードは任意のクライアント、アクセスポイント、端末またはその他のデバイスである。メッセージは、定期的にブロードキャストされることが可能であり、任意の近くのノードによって受信されることが可能である。

【0024】

態様では、IEEE 802.11a/b/g/n MACプロトコルによって定義されるビーコンフレームは、かかるノード情報を含めるために修正されることが可能である。特に、メッセージまたはビーコンフレームは、ビーコンを送信しているアクセスポイントの

近接ノードに関するRSSI情報を含み得る。プロトコルに関するビーコンフレームのこの修正は、メッシュアクセスポイント(MAP)およびメッシュポータル(MP)とも呼ばれる、メッシュネットワーク内のアクセスポイントに関するビーコンフレームにだけ適用され得る。

【0025】

アクセスポイント間の順方向トラヒックおよびクライアントからの着信トラヒックが衝突しなくてよいように、クライアントおよび無線局(Clients and Wireless STations)

(WSTA)は、第1のチャネルを使用してMAPに接続することが可能であり、MAPは第2の異なるチャネルを使用して互いに接続することが可能である。一般に、各MAPはブロードキャストメッセージまたはビーコンフレームをそのクライアントに定期的送信する。ブロードキャストメッセージは、管理情報および時間同期情報を含むことが可能であり、順方向チャネル内でその他のMAPに送信されることも可能である。あるいは、MAPのメディアアクセス制御(MAC)は、順方向チャネル内でメッセージまたはビーコンを送信することが可能である。メッセージは、すべての近くのMAPまたはノードによって受信および復号され得る。受信ノードのノード成分102は、送信されたメッセージ内に含まれたノード情報(例えば、RSSI)を記録することが可能であり、近接ノードと送信MAPの間の経路損失を計算することができる。ノードに関するRSSIは、簡単な低域フィルタを使用して、いくつかの受信されたメッセージまたはビーコン全体にわたって平均化され得る。加えて、そのMAPのMACビーコンフレームは、その近接ノードおよびそれらのRSSIに関係するノード情報を含み得る。

【0026】

システム100は、キャリア感知しきい値を動的に決定するしきい値成分104を含み得る。しきい値成分104は、過剰な干渉を回避すると同時に、領域スループットを最適化するための適切なキャリア感知しきい値を決定するために、ノード成分102によって取得された近接情報を利用することが可能である。特に、しきい値成分104は、近接情報に応じて、隠れノードからの干渉を予測して、それに応じて、キャリア感知しきい値を調整することが可能である。

【0027】

データ転送成分106は、近接ノードからのデータの送受信を円滑にするために、計算されたキャリア感知しきい値を利用することが可能である。通常、ネットワークプロトコル(例えば、IEEE802.11、WLANプロトコル)は、意図された受信機が近接ノードまたは近接アクセスポイントからの最低干渉を有することを確実にするように設計される。データ転送成分106は、動的キャリア感知しきい値(CST)を利用して、送信電力を調整することによって、暴露されたノード問題を抑圧することが可能である。加えて、データ転送成分106は、近接ノードへの伝送内に、計算されたキャリア感知しきい値を含むことが可能である。データ転送成分106は、CTS伝送内および/またはRTS伝送内にキャリア感知しきい値を含むことが可能である。

【0028】

次に図2を参照すると、例示的な無線メッシュネットワーク200が示される。ネットワーク200は、802.11ベースのプロトコルまたはその他のタイプのプロトコルに従って動作することが可能な、メッシュアクセスポイント(MAP)またはメッシュポイント(MP)とも呼ばれる、いくつかのアクセスポイントを含み得る。アクセスポイントは、領域(例えば、構内領域、都心、ショッピングセンターまたは、通常、高い人口密度を特徴とするその他のホットゾーン)全体にわたって配備されることが可能である。配備費および運転費を削減するために、アクセスポイント220のサブセットだけが有線インフラストラクチャ210(例えば、バックボーン)に直接的に接続される。その結果、非有線アクセスポイントをネットワークのバックボーンに接続するためにアクセスポイント間メッシュ通信が用いられる。

【0029】

メッシュネットワークでは、メッシュアクセスポイント(MAP)230は有線アクセ

スポイント 2 2 0 にデータを転送する。フレーム（またはパケット）は、M A P 2 3 0 からなる経路内で送信元から宛先に流れる。ルーティングアルゴリズムは、宛先に達する前に、フレームが通過するための M A P 2 3 0 の正確な系列を決定するために使用され得る。順方向 M A P 2 3 0 が輻輳する場合、ネットワーク 2 0 0 の輻輳を緩和するために速度を落とすよう、自己のトラヒックを転送するその他の M A P 2 3 0 に要求することが可能である。

【0 0 3 0】

ネットワーク 2 0 0 内で、M A P 2 3 0 および 2 2 0 は各帯域で時分割複信（Time Division Duplex）（T D D）を使用して、2 つの帯域内で（例えば、同じフレーム内でまたは連続フレーム内で）同時に操作するように設計されることが可能である。同時通信のための例示的な方式では、2 つの個別の帯域が利用され得る。クライアントアクセス動作帯域は、クライアントへの通信またはクライアントからの通信のために使用され得る。クライアント帯域は、8 0 2 . 1 1 b、g、n デバイスおよび 8 0 2 . 1 1 a、n デバイスをサポートするために通常使用される既存の 2 . 4 および／または 5 . x の無許可の帯域を使用して提供され得る。単一の 2 0 M H z キャリア上で動作するアクセスポイント 2 2 0 または 2 3 0 は、そのアクセスポイントに登録されたクライアントと基本サービスセット（B S S）を形成することが可能である。異なる B S S は調整されていない方法で動作することが可能であり、同じキャリア上または識別可能な R F キャリア上に配備されることが可能である。クライアントアクセスは標準 8 0 2 . 1 1 ベースであり得る。

【0 0 3 1】

個別の A P 無線相互接続動作帯域（wireless interconnect operating band）は、M A P 間の通信のために利用され得る。M A P の一部だけが有線インフラストラクチャに接続されるため、非有線 M A P および有線 M A P の間の相互接続は、クライアントアクセスのために使用される帯域とは別のキャリア上で動作することによって促される。加えて、無許可の帯域内よりもより高い送信電力が許可される、許可された帯域内でアクセスポイント相互接続ネットワークを操作することが可能である。A P－A P 相互接続は、8 0 2 . 1 1 n 内で使用されるのと類似した技術に基づくことが可能である。例示的なシステムは、本質的に M A P 向けの 1 つの帯域をクライアント接続または端末接続のために使用すると同時に、もう一方の帯域が本質的に M A P 間の通信のために使用されることを可能にする。

【0 0 3 2】

一般に、すべての A P は、無許可の帯域内で 8 0 2 . 1 1 ベースのサービスを提供することが可能である。A P は単一の 2 0 M H z キャリア上または複数の 2 0 M H z キャリア上でアクセスを提供することが可能である。A P 相互接続ネットワークの場合、ネットワーク階層内に 2 つの基本的な A P タイプが存在する。すなわち、ルータおよびゲートウェイである。ルータは、有線バックボーン接続なしに配備され得る M A P である。ルータは、A P ゲートウェイと通信するために排他的に使用される（場合によっては、許可された）個別の専用のキャリア上で動作することが可能である。ゲートウェイは、有線 A P に関連したルータと通信するために排他的に使用される（この場合も、場合によっては、許可された）個別の専用のキャリア上で動作する有線 A P である。

【0 0 3 3】

I n s t i t u t i o n o f E l e c t r i c a l a n d E l e c t r o n i c E n g i n e e r s（I E E E）は、8 0 2 . 1 1 技術に基づいて、拡張性があり簡単に配備可能なメッシュネットワークインフラストラクチャを約束する無線ローカルエリアネットワーク（W L A N）標準を構築している。目標は、マルチホップメッシュトポロジー（multihop mesh topologies）全体にわたってブロードキャストトランスポート、マルチキャストトランスポート、およびユニキャストトランスポートをサポートする適応性のある自動構成システムを含む。効率的な I E E E 8 0 2 . 1 1 s メッシュ W L A N を構築する際の主な課題は、スペクトルの再利用を最適化すること、したがって、その領域スループットを最大化することである。

【0034】

次に図3を参照すると、無線ネットワーク通信のためのいくつかの重要な範囲が例示される。送信元ノード302および宛先ノード304は、送信元／宛先距離と呼ばれる距離306によって隔てられる。伝送範囲308は、受信機で信号電力がサイズLのフレームの適切な復号のための一定のしきい値より高い範囲として定義される。干渉範囲310は、ノードが受信機に干渉し、受信されたフレームを破壊することが可能な範囲を表す。NAVセット範囲（図示せず）は、無線局がRTS／CTSフレーム内の存続期間／ID情報に基づいて、正しくNAVを設定することが可能であり、送信元ノード302と宛先ノード304の間の後続のデータ／Ackフレーム交換に干渉しないことになる範囲である。

10

【0035】

クリアチャネル評価（CCA）使用中範囲（図示せず）は、ノードが、データ伝送の間、チャンネルが使用中であることを物理的に感知して、自己の伝送の試みを延期することが可能な範囲を表す。ノードがIEEE802.11n内でCCA使用中を報告するための2つの方法が存在する。1つは、キャリア検出（-82dBm）に基づき、もう1つは、ノードがED（エネルギー検出）しきい値より高い任意の信号電力の検出時に使用中媒体を報告することになるエネルギー検出（-62dBm）に基づく。しきい値設定に応じて、これらの範囲の半径は異なる。IEEE802.11n PHYでは、最大送信範囲は、受信機の復号器が-91.44dBmより高い電力を有する信号を受信することが可能になり、これにより、0.6dBより大きなSINRを達成することになる距離である。干渉範囲を決定するために、最悪の場合を考慮したシナリオを考慮する。

20

【0036】

様々なしきい値設定に応じて、これらの範囲の半径は異なる。IEEE802.11n PHYでは、最大送信範囲は、受信機の復号器が-91.4dBmより高い電力を有する信号を受信することが可能になり、これにより、0.6dBより大きなSINRを達成することになる距離である。干渉範囲を決定するために、最悪の場合を考慮したシナリオが解析され得る。

【0037】

図4は、もう1つのノード406との通信の際に受信機404を取り囲む6つの干渉源または潜在的な干渉源402が存在する、最悪の場合を考慮したシナリオを例示する。本明細書で、用語「干渉源」および「潜在的な干渉源」は交換可能に使用される。干渉源402は、同時に送信することが可能であり、同じ固定送信電力を有する。説明を簡単にするために、すべての干渉源402と受信機404の間の距離は同じであり、雑音電力は無視され得ると仮定できる。干渉電力は雑音電力を支配するため、このシナリオは干渉制限レジーム（interference limited regime）と呼ばれる場合がある。

30

【0038】

次に図5を参照すると、例示的な経路損失モデルを示すグラフ500が示される。経路損失は、干渉解析にかなりの影響を有する。距離dでの経路損失（すなわち、距離dで受信された電力）は、以下のように、ブレイクポイントを有する2つの傾斜モデル（slope model）によってモデル形成されることが可能である。

40

【数1】

$$\begin{aligned} PL(d) &= a * d^{n_1}, \text{ if } d \leq R_B \\ PL(d) &= a * R_B^{n_1} \left(\frac{d}{R_B} \right)^{n_2}, \text{ if } d > R_B \end{aligned} \quad (1)$$

【0039】

このモデルは、現実的なWLAN室内環境を表し得る。ここで、

【数2】

$$a = \frac{4\pi f}{c}$$

50

【0040】

であり、 f は搬送周波数であり、 c は光の速度であり、 (n_1, n_2) は2つの経路損失係数であり、 R_B は中断点の距離である。

【0041】

意図された受信機と送信機間の距離 d および干渉源と意図された受信機間の最低距離 D_{min} の両方が、経路損失モデルのブレイクポイントを超える場合、1つまたは複数の知られている計算が適用され得る。例えば、移動通信ネットワークの場合などの計算を使用すると、

【数3】

$$D_{min} \geq \sqrt[n]{6 \cdot 10^{\frac{SINR}{10}}} \cdot d \quad (2)$$

10

【0042】

より高い物理的伝送レートは、受信機で非常に高い $SINR$ を要求することになる。したがって、受信機の周囲の大きな領域は送信または「NAV」アウトされることが妨げられる可能性がある。 $SINR$ 要件が小さい場合、潜在的な干渉源は受信機近くに維持され得る。加えて、 D_{min} は送信機と受信機間の距離に依存する。

【0043】

受信機と送信機間の意図された距離 d がブレイクポイント距離未満であり、意図された受信機／干渉源距離がブレイクポイントを超える場合、干渉距離 D_{min} を計算するために、異なる公式が使用され得る。

20

【数4】

$$D_{min-BP} \geq \sqrt[n]{6 \cdot 10^{\frac{SINR}{10}} (d + R_B)^{n_1}} \quad (3)$$

【0044】

この公式は干渉距離がブレイクポイント距離 R_B にも応じることを表示する。

【0045】

表Iは、PHYレートに基づく干渉距離の例示的な計算を含む。表内に含まれた値は代表的であり、異なる伝搬環境に関して異なり得る。特に、表は、特定のPHYレートで動作するためにIEEE 802.11nのレート表を使用した、最悪および最良の場合を考慮した干渉距離 D_{min} を含む。表では、列5は、23dBmの送信電力を使用して、特定のPHYレートでリンクを操作するための最大送信半径 R_{max} を示す。列6は、方程式(2)を使用して各PHYレートに関する送信機／受信機距離に対する最低干渉距離の比率を含む。異なる $SINR$ 要件のため、比率は異なるPHYレートに関して異なる。列7は、方程式(5)を使用した最良の場合を考慮したシナリオを表示する。これらの比率は、依然として固定され、送信元／宛先距離に応じるが、送信電力から独立している。レート表は単一の流れに関する。レートのうちのいくつかは、後方互換性を維持するためにIEEE 802.11a/gに類似する。256QAMの使用を含めて、拡張されたスペクトル効率性を提供するために、追加のコードレートが導入される。最大の4つの空間流れがサポートされる。

30

40

【0046】

表I：IEEE 802.11nの異なるPHYレートに関する最大送信半径(R_{max})および最低干渉距離(D_{min})の決定

【表 1】

表 1

SNR	レート (Mb/s)	変調	コード レート	R _{max} w/ブレイク ポイント=30m および送信 電力=23dB	X=D _{min} /R 方程式(2)	X=D _{min} /R 方程式(5)
27.0	84	256-QUAM	7/8	42	8.71	5.37
24.9	72	256-QUAM	3/4	49	7.64	4.71
20.3	60	256-QUAM	5/8	60	5.74	3.56
19.0	54	64-QUAM	3/4	65	5.29	3.26
17.6	48	64-QUAM	2/3	70	4.85	3.00
16.5	42	64-QUAM	7/12	76	4.53	2.79
13.0	36	16-QUAM	1/2	87	3.64	2.25
11.5	30	16-QUAM	5/8	100	3.32	2.05
10.0	24	16-QUAM	3/4	112	3.02	1.86
6.3	18	QPSK	1/2	137	2.41	1.49
3.6	12	QPSK	3/4	163	2.03	1.25
2.1	9	BPSK	3/4	180	1.85	1.14
0.6	6	BPSK	1/2	193	1.68	1.04

【0047】

次に図6を参照すると、異なるブレイクポイント値に関して様々な領域スループットを示すグラフ600が例示される。領域の2乗、すなわち、 $A = L^2$ メートルの場合、成功した同時転送または同時伝送の最大数は、すべてのリンクが同じ物理的伝送レートを有するように、干渉距離に応じて計算され得る。この解析を実行するために、干渉源と送信機との距離（ D_{min} ）が決定され得る。干渉源の間の距離は、上の方程式（2）または方程式（3）から取得され得る。2個の干渉源の間の水平距離は D_{min} によって示され、干渉源の間の垂直距離は

【数5】

$$\frac{\sqrt{3}}{2} D_{min}$$

【0048】

に等しい。

【0049】

領域（A）内の同時転送の最大数は以下のように計算され得る。

【数6】

$$N_{max} = \frac{2L^2}{\sqrt{3}D_{min}^2} \quad (4)$$

【0050】

ここで、 N_{max} は、6個の干渉源が受信機ノードを取り囲む、最悪の場合を考慮した干渉仮定に基づいて導かれる。最良の場合を考慮したシナリオは1つの干渉源だけが存在する場合に生じる。最良の場合を考慮したシナリオ（上の方程式（2）から（4））は、以

下のように修正され得る。

【数 7】

$$D_{min}^{best} \geq \sqrt[n]{10^{\frac{SINR}{10}}} * r \quad (5)$$

$$D_{min-BP}^{best} \geq \sqrt[n]{10^{\frac{SINR}{10}}} R_{Br} \quad (6)$$

$$N_{max}^{best} = \frac{2L^2}{\sqrt{3}(D_{min}^{best})^2} \quad (7)$$

10

【0051】

次に図7を参照すると、要求されるSINRおよび経路損失ブレイクポイントに応じて干渉距離を示すグラフ700が例示される。スループットに対するブレイクポイントの影響を理解する目的で、以下のように、領域スループットを計算するために、Shannon-Hartley Theoremに基づくShannonの容量計算が使用され得る。

【数 8】

$$S_{theoretical} = N_{max} B \log_2(1 + SINR)$$

20

【0052】

領域スループットならびにDminに対するブレイクポイントおよびSINRの影響が図7および下の表IIで例示される。さらに、表IIから、ブレイクポイント距離が減少する場合、領域スループットは増大することは明らかである。干渉信号の電力は、ブレイクポイントの後、電力4に衰え、干渉源／受信機距離は送信機／受信機距離よりもより大きいという事実により、意図された受信機でより低い干渉をもたらす。各ブレイクポイントに関して、送信機と受信機間の距離の2倍から3倍にわたる最適干渉距離Dminが存在する。また表IIから、より大きなブレイクポイント要件およびより大きなSINR要件はDminの値を増大することは明らかである。より大きなSINR要件は、より高いPHYレートで意図されたノードを操作することから生じ、より大きなブレイクポイント

30

【0053】

表II：40メートルの送信元／宛先距離を使用した、最良および最悪の場合を考慮したシナリオに関する領域スループット。

【表 2】

表 2

レート (Mb/s)	X=Dmin/Ft 方程式(2) (最悪の場合)	同時に動作する ノードの数	領域スループット (最悪の場合)
84	8.71	38.045	1357.7
72	7.64	49.414	1644.1
60	5.74	87.599	2662.6
54	5.29	102.984	2959.6
48	4.85	122.588	3298.3
42	4.53	140.575	3495.6
36	3.64	217.318	4908.1
30	3.32	261.925	5242.0
24	3.02	315.689	5396.4
18	2.41	494.144	6795.0
12	2.03	700.173	69221.0
9	1.85	843.891	6510.9
6	1.68	1017.1	5453.7

【0054】

所与の領域Aにおいて、システムの現実的なスループットは、パケットサイズ L_{packet} およびヘッダを各パケットに加えることから生じるオーバーヘッド、ならびにバックオフオーバーヘッドを考慮して、以下のように計算され得る。

【数9】

$$S = N_{max} \frac{L_{packet}}{T + T_{backoff} + \frac{L_{packet} + H}{R}} \quad (8)$$

【0055】

$T = 2T_{preamble} + T_{ack} + T_{IFS} + T_{SIFS}$ である。ここで、 T は、標準によって特定される固定オーバーヘッドを表し、 $T_{backoff}$ は平均バックオフ値を表し、 L_{packet} はフレームサイズをビット単位で表し、 H は、MACおよび情報に加えられたより高い層によるオーバーヘッドをビット単位で表す。 R は受信機で獲得された $SINR$ の関数である。 $T_{preamble}$ は、 $T_{preamble} = T_{P-LCP} + T_{P-LCPsig} = 20 \mu s$ によってさらに提示される。異なる変調方式およびコーディング方式を考慮し、かつより高い層によるオーバーヘッドを無視して、方程式(8)は以下のように簡素化され得る。

【数10】

$$S = N_{max} \frac{L_{packet}}{T + T_{backoff} + \frac{288 + L_{packet}}{R}} \quad (9)$$

【0056】

ここで、 H は 288 ビットに等しい。(バックオフプロセス内に1つの段階だけが存在すると仮定して) 指数バックオフを無視すると、 $T_{backoff}$ は $72 \mu s$ に等しい。しかし、 $T_{backoff}$ のこの値は単なる表示であり、1つのバックオフ段階だけが存在

すると仮定する。 T_{backoff} の正確な値は、局の数、バックオフ段階の数、および優先順位に応じる。 T_{ack} 、 T_{SIFS} 、 T_{IFS} は、それぞれ、 $28\mu\text{s}$ 、 $16\mu\text{s}$ 、および $34\mu\text{s}$ として提示される。したがって、方程式(9)は以下のように書かれることが可能である。

【数11】

$$S = N_{\text{max}} \frac{L_{\text{packet}}}{190\mu\text{s} + \frac{288 + L_{\text{packet}}}{R}} \quad (10)$$

【0057】

表IIは、40メートルの送信元／宛先距離に関して最悪の場合を考慮した干渉方程式を使用し、かつ図5に示された経路損失モデルを使用して取得され得る、最大領域スループットを示す。より高いPHYレートは、受信機で非常に高いSINRを要求する。したがって、キャリア感知しきい値は、より多くのノードをNAVアウトすることが可能であり、結果として、より低い領域スループットをもたらす。逆に、より低いPHYレートは、結果として、大きなキャリア感知しきい値をもたらす。結果として、意図された受信機でより多いアクティブノードとより高い干渉許容範囲とをもたらす。メッシュネットワーク設計に関する主な基準が公平さである場合、より低いPHYレートが選択され得る。サービスの品質がより重要である場合、より高いPHYレートが選択されることが可能であり、結果として、より少ない数のアクティブノードをもたらす。12MbpsのPHYレートで動作することは、より多くの数のアクティブノード間のバランスを取り、より高いPHYレートで各アクティブノードを操作するため、最適スループットをもたらすことが推論され得る。

【0058】

再び例示的なシステムを考察すると、40メートルの送信元／宛先距離に関して、キャリア感知範囲は、84MbpsのPHYレートを達成するために348.4メートルの距離をカバーするように設定され得る。キャリア感知範囲は、6MbpsのPHYレートを達成するために67メートルの距離をカバーするように送信され得る。84Mbpsを達成するためには、(23dBmの送信電力および40メートルの送信機／受信機距離を仮定すると)最も近い干渉源は93.15dBmで信号を検知することが可能である。しかし、デバイスが82dBm未満の信号を復号できない場合、これは不可能な場合がある。一般に、WLANデバイスは、無線周波数(RF)フロントエンド内で、92dBmで信号を検知することが可能である。しかし、10dBの固定実施損失は、何が送信されたかを決定する復号器にとって利用可能な信号電力をさらに低減する。

【0059】

次に図8を参照すると、領域スループットに対する送信電力の影響を示すグラフ800が例示される。方程式(2)に基づく経路損失の計算は、ノードの送信電力から独立している。しかし、より大きな送信電力が使用される場合、送信を控えるようにノードに指令する信号の受信可能領域はより大きくなる。その結果、同時伝送の数は低減されることになる。逆に、より小さな送信電力が使用される場合、受信可能領域はより小さいことになる。これは、より多くのノードが同時に通信することを可能にし、それにより、空間の再利用ならびに潜在的な干渉を増大することになる。大きな送信電力で、RTS/CTSメッセージは、大きな領域全体にわたって、多くのその他の近接ノードによって復号されることになり、それにより、より多くのノードを「NAVアウト」して、空間の再利用を低減することは明らかである。また、大きな送信電力は、特定のPHYレートを維持するために、送信元と宛先の対の間により大きな通信半径を提供する。逆に、より小さい送信電力は、特定のPHYレートを維持するために、送信元と宛先の対の間により小さな通信範囲を提供する。

【0060】

この影響をよりよく理解するために、例示的なネットワークシミュレーションが解析され得る。簡単なシミュレーションでは、IEEE802.11n/sメッシュWLANノ

10

20

30

40

50

ードは、六角形の半径を100メートルに設定して、六角セルの縁に配置される。ノードは、各ノードが4000x4000平方メートルの地理的領域内に6個の近接ノードを有するように配備され得る。送信者は(0,0)にあり、(100,0)に配置された受信機に通信していることも仮定される。領域スループットの結果および電力およびアクティブノード密度の影響は、図8に示される。ここで、ノードに関する送信電力は、10dBmおよび30dBmの間で異なる。各ノードでのより高い送信電力は、結果として、IEEE 802.11nのRTS/CTS機構をより大きな領域からNAVアウトさせる。

【0061】

送信電力制御の影響をさらに理解するために、送信電力はライズオーバーサーマル (rise over thermal) に応じてモデル形成され得る。ライズオーバーサーマル (ROT) は以下

10

【数12】

$$ROT = \frac{P_{Thermal} + P_{Interference}}{P_{Thermal}} \quad (11)$$

【0062】

ROTは、干渉に寄与する受信機の周囲の負荷に応じることが推論され得る。意図された送信元ノードおよび宛先ノードがPHYレート*i*で通信することを望むと仮定し、簡単な距離ベースの経路損失を仮定すると、送信元および宛先の間で一定のPHYレートを達成するために要求される送信電力は、以下の例示的な公式を使用して計算され得る。

20

【数13】

$$\begin{aligned} P_{TPC}^i &= \frac{SINR(i)(P_{Thermal} + P_{Interference})}{d^{-\gamma}} \\ &= P_{Thermal} * SINR(i) * ROT * d^{\gamma} \end{aligned} \quad (12)$$

【0063】

上の方程式、で

【数14】

$$P_{TPC}^i$$

30

【0064】

は、意図された受信機を用いて特定のPHYレートを達成するための、送信機での最適送信電力であり、SINR(*i*)はPHYレート*i*を達成するために最低限要求されるSINRである。上の方程式から、ROTが1より大きかった場合、干渉に対応するためにより多くの電力が要求されることになることは明らかである。ROTが1に等しかった場合、システムはゼロ干渉を伴って動作することになる。ROTが1に近い場合、受信機で見られる干渉は最小であるため、送信機の電力を減少させるために上の方程式が使用され得る。

【0065】

先の段落で表示されたように、送信機/受信機距離は、キャリア感知しきい値を設定する際に重要な役割を果たす。簡単な例を考慮する。40メートルの距離によって隔てられた送信元と宛先の対が84Mbpsで動作する場合、(通常のレイアウトおよび、図4に示されたように、6個のその他の送信機からの最悪の場合を考慮した干渉を仮定すると) 干渉範囲D_{min} = 348.4の外のノードは送信することが許可されるべきである。先に示されたように、通常、ノードは、RTS/CTSフレーム内の存続期間IDを適切に復号するために-82dBmまたは-81.4dBm未満の伝送を復号することはできない。したがって、送信電力は、348.3メートルで配置された干渉ノードが-81.4dBmで送信された信号を受信して、84MbpsのPHYレートを使用して信号を受信するために受信機に送信することを控えることが可能であるように増大され得る。経路損失方程式は、送信電力を決定するために使用され得る。この例では、CTSは、2.4G

40

50

H z または 5 G H z の伝送のために設定された限度より高い、34.77 dBm（または 3 ワット）で送信されることが可能である。あるいは、これは、23 dBm の送信電力を使用すると、現在のプロトコルの下で 84 Mbps を達成することは決してできないことを示唆する。

【0066】

最適なキャリア感知しきい値は、送信元ノードと宛先ノードの間の距離、および経路損失に基づいて計算され得る。比率 y は、やはりキャリア感知しきい値である、6 Mbps での受信感度 ($RS(6)$) に対する特定の変調方式での受信感度 ($RS(i)$) の比率として定義され得る ($CS_{thresh} = -84 \text{ dBm}$)。以下が決定されている。

【数15】

$$P_T D_{min}^{-\gamma} = CS_{thresh} \quad (13)$$

$$P_T r^{-\gamma} = RS(i) \quad (14)$$

【0067】

ここで、 P_T は伝送電力を表し、送信元と宛先の間の距離は r によって表され、 γ は経路損失を示す。上の方程式を再構成すると、 y は以下のように表示され得る。

【数16】

$$y = \frac{RS(i)}{CS_{thresh}} = \left(\frac{D_{min}}{r} \right)^{\gamma} = X^{\gamma} \quad (15)$$

【0068】

ここで、

【数17】

$$X = \frac{D_{min}}{r}$$

【0069】

である。 X は異なる PHY レートに関して異なるため、 X_i は特定の PHY レート R_i を指すために使用されることになる。 X_i は特定の PHY レート R_i に関する定数である。 X_i は定数であるため、 y_i も特定の PHY レートに関する定数である。ここで、 y_i は特定の PHY レート (R_i) に関する y の値を指す。先の方程式は以下をもたらすために修正され得る。

【数18】

$$\frac{P_T r^{-\gamma}}{y_i} = CS_{thresh} = \frac{P_R}{y_i} \quad (16)$$

【0070】

ここで、 P_R は、送信者または送信元ノードによる RTS フレームの伝送に起因する、意図された受信機での受信電力である。意図された受信機は、送信者が以下によって与えられる電力で CTS フレームを送信することによって対応するためにその情報を通信および使用することを望む、対応する PHY レートを決定することが可能である。

【数19】

$$P_T^{CTS} = CS_{thresh} \left(D_{min}^i \right)^{\gamma} \quad (17)$$

【0071】

上の方程式は、WLAN の感知能力は -81.4 dBm より高い範囲内であり得ると仮定する。条件

10

20

30

40

【数 20】

$$D_{\min}^i$$

【0072】

に関する指標は、異なるPHYレートは異なる干渉距離 $D_{\min}$ を有することになることを示し、したがって、キャリア感知しきい値は、送信者と受信者の間の距離に応じて異なる。

【0073】

図9は、キャリア感知しきい値に応じた領域スループットを例示するグラフ900を示す。上述のキャリア感知しきい値の性能をさらに列挙するために、Matlab内でノードのランダムレイアウトに関して簡単なシミュレーションが実行され得る。シミュレーションの間、送信元は[100, 0]に維持され、宛先は[0, 0]に維持される。図5の経路損失モデルは、現実的なシミュレーションを表すために選択される。図9から、より低いキャリア感知しきい値を有するより高い送信電力は、より低い領域スループットをもたらすことは明らかである。この効果は、より低いキャリア感知しきい値を有するより高い電力は、大きな地理的領域をNAVアウトし、結果として、任意の時点で、より少ないアクティブノードをもたらすという事実に基づく。同じキャリア感知しきい値を有するより低い電力を使用する場合、より多くのノードが同時に送信することが許可されるため、領域スループットは改善する。小さな送信電力および非常に高いキャリア感知しきい値は、最高の領域スループットをもたらす。送信電力が固定される場合、一定のキャリア感知しきい値を超えた上方飛越し(upward jump)が存在する。これは、SINR制約を考慮すると、しきい値に関する動作レートが劇的に減少するためである。これはまた、キャリア感知しきい値を選択することは複雑であるが、ノードの通常のランダムレイアウトに関して利点をもたらすことも示唆する。キャリア感知しきい値を増大することは、受信可能範囲領域を低減する利点ももたらすことも明らかである。考慮された送信元と宛先の対は100メートルに維持されるため、受信機に達することになる任意のキャリア感知範囲は、上のシミュレーションで考慮されない。

【0074】

図10は、本明細書で提示される1つまたは複数の態様による、無線ネットワーク内の通信を最適化するためにキャリア感知しきい値を設定するための例示的な方法論1000を示す。1002で、近接ノードに関係するノード情報が取得され得る。ノード情報は、ノードアドレス、RSSIまたはノードに関係する任意のその他の情報を含み得る。態様では、アクセスポイントは、ビーコンフレーム内でなど、ノード情報を定期的にブロードキャストすることが可能である。受信アクセスポイントとノードの間の相対距離は、ノード情報に基づいて計算され得る。

【0075】

1004で、送信電力は、取得されたノード情報に応じて決定されることが可能である。送信電力は、目標アクセスノードが伝送を受信することを確実にするために調整され得る。加えて、送信電力は、干渉距離内のノードが送信を控えるように通知されることを確実にするために決定され得る。干渉距離を超えるノードは、自己の伝送が宛先ノードでの受信に影響を与えずに送信することが可能である。その他のノードに対する信号の長さは、ノードが送信を控えることとなる時間の長さを制御するように選択されることが可能である。

【0076】

1006で、キャリア感知しきい値が計算され得る。キャリア感知しきい値は、しきい値未満の伝送が送信元ノードからの伝送の受信および復号に影響を与えないこととなるように決定されることが可能である。1008で、計算された送信電力およびキャリア感知しきい値は、アクセスノードに関するデータ伝送を制御するために利用され得る。しきい値および送信電力を動的に調整することは、最適な数のアクセスポイントが同時に通信することを可能にする。

10

20

30

40

50

【0077】

次に図11を参照すると、図1で例示された通信システムの態様が示される。ノード成分102は、近接アクセスポイントから受信された信号（例えば、ブロードキャストフレームまたはビーコンフレーム）を解析する解析成分1102を含み得る。特に、解析成分1102は、受信された信号に関するRSSIを決定することが可能である。加えて、解析成分1102は、送信ノードと現在のアクセスポイントの間の経路損失を決定することが可能である。解析成分1102は、信号内に含まれるノード情報を取得するために受信された信号を評価することも可能である。

【0078】

ノードマネージャ成分1104は、RSSIまたは、ノード情報、経路損失演算、距離演算、計算された各ノードから受信された電力ならびに総電力および任意のその他の関連情報を含むその他の信号情報を維持することが可能である。ノードマネージャ成分1104は、維持された情報を更新し、追加の信号が受信および分析されると情報を追加または削除することができる。

【0079】

ノードメッセージジェネレータ成分1106は、その他のアクセスポイントに送信されることになるノード情報を含むメッセージを生成することが可能である。ノード情報はブロードキャストメッセージ内に含まれて、定期的に送信されることが可能である。特に、ノード情報はビーコンフレーム内に含まれ得る。

【0080】

図12は、ノード情報を取得および管理するための方法論1200の態様を例示する。1202で、ノード情報を含む伝送が受信される。伝送は定期的にブロードキャストされることが可能であり、または要求に応じて送信されることが可能である。ノード情報は、ノード情報を送信するアクセスポイントに最も近いノードのセットに関係するデータを含み得る。特に、ノード情報は、ノードアドレスならびにノードから送信アクセスポイントで受信された信号の強度を表すRSSIを含み得る。

【0081】

1204で、受信された伝送およびノード情報が解析され得る。特に、受信された伝送からのRSSIが決定されることが可能である。さらに、送信ノードからの経路損失が決定され得る。受信された伝送は解析されることが可能であり、ノード情報は1206で、アクセスポイントで維持されたノード情報のセットに加えられることが可能である。特定のノードに関連するデータは、各受信された伝送に関して更新され得る。任意の新しいノードは、ノード情報のセットに加えられることが可能である。加えて、一定期間にわたり特定のノードに関して情報が受信されていない場合、ノードは範囲から移動した、またはそうでない場合、伝送を中止したと推論され得る。かかるノードに関連するノード情報は、維持されたノード情報のセットから削除されることが可能である。

【0082】

図13は、ノード情報を生成および送信するための方法論1300の態様を例示する。1302で、1つまたは複数の信号が受信され得る。各受信された信号に関して、ノードアドレスおよび信号強度が1304で記録され得る。ノードに関する任意のその他の関連情報も記録され得る。

【0083】

1306で、伝送が受信されているノードのそれぞれに関して平均信号強度が計算され得る。平均は、ノードから受信されたすべての信号に基づいて決定されることが可能である。あるいは、平均は、伝送のサブセットに関して計算され得る。例えば、ノードからの最後の10個の伝送が平均化されることが可能である。1308で、ノード情報を含むメッセージまたは伝送が生成されることが可能である。伝送は定期的にブロードキャストされることが可能であり、または要求に応じて送信されることが可能である。

【0084】

次に図14を参照すると、無線通信を円滑にするためにキャリア感知しきい値を動的に

10

20

30

40

50

利用する図1のシステムの通信のもう1つの態様が例示される。しきい値成分104は、ノードマネージャ成分1104によって維持されたノード情報を評価して、隠れノードから受信された電力および／または干渉を決定する電力成分1402を含み得る。特に、ノード情報は、近接ノードのそれぞれと送信ノードの間のRSSIを含み得る。このノード情報は、現在のアクセスポイントから隠れたノードの数を決定するために使用されることが可能である。加えて、近接ノードからの距離および干渉は、下でさらに詳細に説明されるように推定され得る。

【0085】

電力成分1402は、受信MAPと呼ばれる、ノード情報を受信しているMAPに関する隠れノードの数を測定するために、ノード情報を利用することが可能である。隠れノードから受信MAPまでのRSSIは、以下の擬似コード内で提示されるアルゴリズムを使用して推定され得る。

【0086】

開始 ()

{

ノード情報を受信する；

隠れノードの数を計算する；

(各隠れノードj) に関して

{

隠れノードjから送信MAPまでのRSSIを決定する；

RSSIを隠れノードから送信MAPまでの経路距離に変換する；

信号RSSIを送信MAPから受信MAPまでの距離に変換する；

隠れノードjと受信MAPの間の距離を推定するために距離公式を使用する；

固定送信電力を仮定して、この距離を受信された電力に変換する。

【0087】

(各送信電力レベルk) に関して

{

受信された電力を計算する；

}

送信MAPによって説明されるすべての隠れノードが考慮に入れられる場合、受信MAPで総電力を加える；

}

}

このプロセスは、受信MAPにノード情報を提供する各近接MAPに関して繰り返されることが可能である。総累積受信電力は、すべての隠れノードから受信MAPによって観測された総干渉に等しい。現在のキャリア感知しきい値は、この近接MAPからRTSまたはCTSが交換される場合、かかるMAPに送信を回避させることになるため、送信MAPからの干渉は計算されない。

【0088】

隠れノードからの累積干渉は、受信アクセスポイントが送信要求信号または送信可能信号(RTSまたはCTS)を送信するときはいつでも、伝送要求に関して提供されることが可能であり、かつ伝送要求内に含まれることが可能である。受信アクセスポイントがCTSを発行している場合、ノードは、近接アクセスポイントとの通信のために所望される物理的伝送レートを知ることになる。アクセスポイントは、アクセスポイントが近接送信MAPノードのうちのいずれかから伝送を受信している場合、隠れノードが送信を控える確率が高いように、送信電力を上げることができる。

【0089】

しきい値成分104は、少なくとも一部、ノード成分102から取得された、受信されたノード情報の解析に基づいて、動的キャリア感知しきい値(CST)を決定するしきい値ジェネレータ成分1404を含み得る。計算されたキャリア感知しきい値は、過剰なレ

10

20

30

40

50

ベルの干渉を防ぐと同時に、およそ同時に通信することが可能なアクセスポイントの数を増大するために選択されることが可能である。

【0090】

IEEE 802.11 a/g/n システムでは、ノード向けの物理層がプリアンプルおよびパイロットの存在を検出できなかった場合、ノードはそのエネルギー検出しきい値 20 dB を 6 Mbps で -82 dBm の受信しきい値より高く上げることが可能である。かかるシステムでは、検出性能を制限するのは 6 Mbps (BPSK 変調) である。かかるネットワークでは、ノードの対 (例えば、WLAN トランシーバの対) が非常に高い物理的伝送レートで通信するとした場合 (例えば、より高い変調およびコーディング方式)、比較的小さい量の干渉はデータの誤りおよび潜在的な損失または破壊を引き起こす可能性がある。その結果、その他のノードが干渉を回避するためにノードの対から十分離れている場合だけ、その他のノードは通信することが可能である。潜在的な干渉ノードまたは潜在的な干渉源は、フレームが低い誤り確率を伴って復号され得るように、受信機から比較的離れている可能性がある。

10

【0091】

動作 PHY レートおよび干渉の数に応じて、キャリア感知しきい値を決定する例示的な方式は以下によって与えられる。

【数 21】

$$D_{CSThresh}^{(m)} \approx d \times \sqrt[N_{INT}]{\frac{SINR(m)}{10^{10}}}$$

20

【0092】

上の方程式では、 d は、送信元ノードと宛先ノードの間の距離を表し、 γ は経路損失係数であり、 N_{INT} は、データを受信している場合、意図された受信機と干渉する可能性がある隠れノードの数を表し、 $SINR(m)$ は、変調/コーディングレート (m) を達成するために最低限要求される信号対干渉雑音比 (signal to interference noise ratio) ($SINR$) を表す。

【0093】

しきい値ジェネレータ成分 1404 は、送信電力、干渉距離、および経路損失に応じて、適切なキャリア感知しきい値 (CST) を動的に決定することが可能である。CST は、アクセスポイントが宛先 MAP に関して RTS フレームを生成する場合はいつでも計算され得る。宛先ノードは、近接ノードに基づいて潜在的な干渉を計算し、新しいキャリア感知しきい値を計算することが可能である。宛先ノードは、干渉源を NAV アウトするために新しい電力レベルでCTSを送信することが可能である。

30

【0094】

図 15 は、適切な送信電力を決定するための例示的な方法論 1500 を示す。1502 で、隠れノードの数は 1 つまたは複数の近接アクセスポイントから取得されたノード情報に基づいて計算される。ノードに関する RSSI 情報は 1504 で取得され得る。例えば、ノードマネージャ成分 1104 は、特定の隠れノードに関する RSSI 情報を取り出すことが可能である。1506 で、隠れノードとノード情報を提供したアクセスポイントの間の距離が RSSI に応じて計算され得る。

40

【0095】

隠れノードと受信アクセスポイントの間の距離は 1508 で計算され得る。この距離は、隠れノードとノード情報を提供したノードの間の距離と、提供しているノードとノード情報を受信しているアクセスポイントの間の距離とに基づいて計算され得る。距離公式はこの距離を計算するために使用される。

【0096】

1510 で、この隠れノードからの伝送に基づいて、受信アクセスポイントで受信された電力が計算され得る。この電力は、1512 で受信アクセスポイントによって観測され

50

た総電力を取得するために、その他の隠れノードから受信された伝送からの電力に加えられることが可能である。1514で、処理するための追加の隠れノードが存在するかどうかについて決定が行われ得る。「はい」である場合、プロセスは、次の隠れノードに関するRSSI情報が取得される1504に戻る。「いいえ」である場合、プロセスは、特定の受信アクセスポイントに関して隠れノードからの総電力を計算させて終了することができる。この電力は、受信アクセスポイントによって観測された干渉を計算して、適切なキャリア感知しきい値および／または送信電力を決定するために使用されることが可能である。

【0097】

次に図16を参照すると、図1のシステムのさらなる態様が例示される。データ転送成分106は、RTSなど、通信および／またはデータ伝送の要求を受信するデータ受信機成分1602を含み得る。受信されたRTSは、送信アクセスポイントによって決定されたキャリア感知しきい値を含み得る。RTS信号内にキャリア感知しきい値情報を含める1つの利点は、近接ノードが送信機の設計の知らせを受けることである。要求を受信する隠れノードは、意図された受信機で自己の伝送が、当該受信機から隠されている可能性があり、または隠されていない可能性もある干渉を引き起こす確率が高いかどうかを決定することが可能である。動的キャリア感知しきい値はCTS内に含まれることも可能である。

【0098】

データ送信成分106は、データを送信することが可能なデータ送信成分1604も含み得る。特に、データ送信成分1604は、その他のアクセスポイントとの通信を円滑にするために、RTS信号またはCTS信号を送信する。データ送信成分1604は、その他のノードからの伝送を検出して、送信を控えるかどうかを決定するために、しきい値ジェネレータ成分1504によって決定されたしきい値を利用することが可能である。

【0099】

データ送信成分1604は、RTS、CTSおよび任意のその他の信号またはメッセージを送信するために電力成分1402によって決定された電力を利用することが可能である。加えて、データ送信成分1604は、CTS信号の後、特定の電力で送信することによって、隠れノードを含めて、近接ノードに信号で知らせることができる。信号は、特定の期間、送信を控えるように近接ノードに指令することが可能である。伝送電力は標準および連邦通信委員会(FCC)規則によって制限される。伝送電力をFCCによって特定された最大レベル未満に維持すると同時にノードに接触するために、データ送信成分1604はキャリアのサブセット全体にわたって送信することが可能である。

【0100】

CTSフレームを送信した後、連続的に、データ送信成分1604は選択されたサブトーン上で、固定電力で送信することが可能である。電力は、意図されたMAP送信機と受信アクセスポイントの間の通信の物理的レートに応じてよい。同じ総電力が直交周波数分割多重(OFDM)トーンのあるサブセットに加えられる場合、電力スペクトル密度(PSD)は増大する。この増大の結果、信号は、すべての電力が(ガードトーンを除いて)すべてのトーンに加えられた場合に達するであろうよりもさらに遠くに達することになる。特に、IEEE802.11a/g/nプロトコル内には64個のキャリアが存在し、1つのサブキャリア上で総電力全体を送信する場合、最大電力スペクトル密度が取得され得る。これは、IEEE802.11a/g/nシステムによってカバーされ得る最大範囲を表すことになる。形成されたPSDは、潜在的な干渉が形成されたPSDのエネルギーをサンプリングして、送信APと受信APの間の通信の存続期間中、送信を控えることを可能にするのに十分長い所定の期間、送信されることが可能である。例えば、形成されたPSDは少なくとも4ミリ秒の間、送信されることが可能である。

【0101】

形成されたPSDの伝送の長さは、ノードが送信を控えることになる期間を制御するために使用され得る。形成されたPSDは、所定の期間(例えば、4マイクロ秒、8マイク

10

20

30

40

50

ロ秒など) のセットのうちの 1 つに対して送信されることが可能である。通常、4 マイクロ秒は検出アルゴリズムがすべての受信機内で作動する最小時間である。形成された P S D 伝送の長さに応じて、受信ノードは所定の期間、送信を控えることになる。例えば、4 つのレベルの P S D 伝送が定義され得る。伝送が 4 マイクロ秒の長さである場合、潜在的な干渉源は一定の期間 t_1 の間、送信を控えるように指令される。P S D 波形が 8 マイクロ秒の間送信される場合、潜在的な干渉源は第 2 の所定期間 t_2 に対して送信を控えるように指令されるなどである。

【0102】

図 17 は、近接アクセスポイントとの通信を開始するための例示的な方法論 1700 を示す。1702 で、キャリア感知しきい値は、隠れノードからの干渉、受信アクセスポイントまでの距離および／または所望される伝送レートに基づいて計算され得る。1704 で、媒体は、伝送が送信され得るかどうかを決定するために、計算されたしきい値を使用して監視されることが可能である。送信可能であると決定されると、送信要求すなわち R T S が目標アクセスポイント 1706 に送信され得る。R T S は、任意の受信ノードにアクセスポイントからの伝送に関する情報を提供するしきい値情報を含み得る。R T S はまた、目標アクセスポイントに所望される P H Y レートを信号で知らせることも可能である。

10

【0103】

1708 で、アクセスポイントが送信するための許可を付与する C T S 信号を受信したかどうかについて決定が行われ得る。「いいえ」である場合、プロセスは、アクセスポイントが通信を要求するために次の機会を待っている媒体を監視する 1704 に戻る。「はい」である場合、アクセスポイントは 1710 でデータの転送を開始することができる。受信された C T S 信号は、目標アクセスポイントによって決定されたキャリア感知しきい値も含み得る。

20

【0104】

次に図 18 を参照すると、通信要求に応答するための例示的な方法論 1800 が示される。1802 で、R T S またはその他の通信要求が受信され得る。1804 で、キャリア感知しきい値が決定され得る。しきい値は、受信されたノード情報に基づいて決定された、隠れノードから受信された干渉に応じて計算されることが可能である。しきい値はまた、R T S に基づいて決定され得る、要求された P H Y レートに応じることが可能である。送信元アクセスポイントと宛先アクセスポイントの間の距離は、適切なしきい値レベルの演算に影響を与える可能性もある。

30

【0105】

1806 で、宛先アクセスポイントは、送信元アクセスポイントとの通信を干渉することになる伝送が存在するかどうかを決定するために媒体を監視することが可能である。1808 で、媒体が伝送可能かどうかについて決定が行われ得る。「いいえ」である場合、プロセスは、もう 1 つの R T S が受信されるまで終了することが可能である。「はい」である場合、C T S 信号に関する適切な伝送電力が 1810 で決定され得る。伝送電力は、隠れノードに関する情報、送信元アクセスポイントと宛先アクセスポイントの間の距離、および任意のその他の関連情報に基づくことが可能である。1812 で、データを送信するための許可を付与する C T S 信号が送信元アクセスポイントに送信され得る。C T S は、任意の受信ノードを知らせる、計算されたキャリア感知しきい値を含むことも可能である。

40

【0106】

加えて、1814 で、信号は送信元アクセスポイントからのデータ送信の間送信しないように、近くのノードに通知するために送信され得る。信号の電力は、意図された送信元アクセスポイントと宛先アクセスポイントの間の通信の物理的レートに応じることが可能である。信号は形成された P S D 信号であり得、形成された P S D の伝送の長さは、ノードが送信を控える期間を制御するために使用され得る。形成された P S D は、所定の期間(例えば、4 マイクロ秒、8 マイクロ秒など)のセットのうちの 1 つに対して送信され得

50

る。通常、4マイクロ秒は検出アルゴリズムがすべての受信機内で作動する最小時間である。形成されたP S D伝送の長さに応じて、受信ノードは所定の期間に対して送信を控えることになる。

【0107】

次に図19を参照すると、ノード情報および／または動的キャリア感知しきい値を通信するための例示的なフレームが示される。修正された送信要求信号(R T S)フレーム1900は、計算されたキャリア感知しきい値(C S T)を特定する追加のバイトを含み得る。このR T Sフレームは、送信元アクセスポイントから、送信元が通信することを所望する宛先アクセスポイントに送信されることが可能である。宛先アクセスポイントは、修正された送信可能信号(C T S)を送信することによって許可を付与することができる。修正されたC T Sフレーム1902はまた、計算されたキャリア感知しきい値(C S T)も含み得る。

10

【0108】

ノード情報は、802.11sプロトコルのビーコン信号など、ブロードキャストメッセージを利用して、近接アクセスポイントに提供されることが可能である。修正されたブロードキャストメッセージまたはビーコンフレーム1904は、フレームの本体内に情報エレメントを含むことが可能である。情報エレメントは、ビーコンフレームを送信しているアクセスポイントの近接ノードに関するノード情報を含み得る。特に、情報エレメントは、各近接ノードに関するアドレスおよびR S S Iを含み得る。

20

【0109】

説明を簡単にするために、上の方法論は一連の動作として示され、説明されるものの、いくつかの動作は、1つまたは複数の態様によれば、本明細書で示され、説明されるその他の動作と異なる順序でかつ／またはそれらの動作と同時に発生し得るため、方法論は動作の順序によって制限されない点を理解および認識されたい。例えば、当業者は、方法論はあるいは、状態図の形でなど、一連の相互に関連する状態または事象として表されることが可能である点を理解および認識されよう。さらに、すべての例示された動作が、1つまたは複数の態様による方法論を実施するために利用されなくてもよい。

【0110】

推論は、端末の分類などに関してなされ得る点を理解されよう。本明細書で使用される場合、用語「推論する」または「推論」は、一般に、事象および／またはデータを介して捕捉された観測のセットから、システム、環境、および／またはユーザの状態について推理するまたはその状態を推論するプロセスを指す。推論は、例えば、特定のコンテキストまたは動作を識別するために用いられることが可能であり、または状態に対する確率分布を生成することが可能である。推論は確率的、すなわち、データおよび事象の考慮に基づく、当該状態に対する確率分布の演算であり得る。推論は、事象および／またはデータのセットからより高いレベルの事象を構成するために用いられる技術を指す場合もある。かかる推論は、結果として、事象が密接な時間的接近性(close temporal proximity)において相互に関係していてもいなくても、かつ事象およびデータが1つの事象およびデータの源からもたらされても、またはいくつかの事象およびデータの源からもたらされても、観測された事象および／または記憶された事象データのセットから新しい事象または動作の構成をもたらす。

30

40

【0111】

図20は、様々な態様による、通信環境での動的キャリア感知しきい値の使用を円滑にするシステム2000の例示である。システム2000は、1つまたは複数の受信アンテナ2006を通じて1つまたは複数の端末2004から(1つまたは複数の)信号を受信し、1つまたは複数の送信アンテナ2008を通じて1つまたは複数の端末2004に送信する受信機2010を有するアクセスポイント2002を備える。1つまたは複数の態様では、受信アンテナ2006および送信アンテナ2008は、アンテナの単一のセットを使用して実施され得る。受信機2010は、受信アンテナ2006から情報を受信することが可能であり、受信された情報を復調する復調器2012に関連して動作可能である

50

。受信機 2010 は、当業者によって理解されるように、MMS E ベースの受信機、または受信機に割り当てられた端末を分離するためのいくつかのその他の適切な受信機であり得る。様々な態様によれば、複数の受信機（例えば、受信アンテナ当たり 1 個）が用いられることが可能であり、かかる受信機はユーザデータの改善された推定を提供するために互いに通信することが可能である。

【0112】

アクセスポイント 2002 は、受信機 2010 と異なる、または受信機 2010 と一体化したプロセッサであり得る通信成分 2022 をさらに備える。通信成分 2022 は、ノード情報を解析および評価して、ネットワークスループットを最適化するために、送信電力および動的キャリア感知しきい値を計算することが可能である。

10

【0113】

復調された記号はプロセッサ 2014 によって解析される。プロセッサ 2014 は、等化器関数、等化器行列、および等化に関係する任意のその他のデータなど、等化に関連する情報を記憶するメモリ 2016 に結合される。本明細書で説明されるデータ記憶（例えば、メモリ）成分は、揮発性メモリもしくは不揮発性メモリであってよく、または揮発性メモリおよび不揮発性メモリの両方を含んでもよい点を理解されよう。限定ではなく、例として、不揮発性メモリは、読出し専用メモリ（ROM）、プログラム可能 ROM（PROM）、電氣的にプログラム可能な ROM（EPROM）、電氣的に消去可能な ROM（EEPROM）、またはフラッシュメモリを含み得る。揮発性メモリは、外部のキャッシュメモリとして機能するランダムアクセスメモリ（RAM）を含み得る。限定ではなく、例として、RAM は、同期 RAM（SRAM）、ダイナミック RAM（DRAM）、同期 DRAM（SDRAM）、ダブルデータレート SDRAM（DDR SDRAM）、拡張 SDRAM（ESDRAM）、シンクリンク DRAM（SLDRAM）、およびダイレクト Rambus（direct Rambus）RAM（DRRAM）など、多くの形で利用可能である。主題のシステムおよび方法のメモリ 2010 は、これらのメモリおよび任意のその他の適切なタイプのメモリに限定されていることなしに、これらのメモリおよび任意のその他の適切なタイプのメモリを備えることが意図される。各アンテナに関する受信アウトプットは、受信機 2010 および／またはプロセッサ 2014 によって共同で処理されることが可能である。変調器 2018 は、送信アンテナ 2008 から端末 2004 までの送信機 2020 による伝送のために信号を多重化することが可能である。

20

30

【0114】

図 21 を参照すると、多元接続無線通信システム 2100 内の送信機および受信機の一実施形態が例示される。送信機システム 2110 で、いくつかのデータ流れに関するトラヒックデータがデータソース 2112 から送信（TX）データプロセッサ 2114 に提供される。実施形態では、各データ流れはそれぞれの送信アンテナ上で送信される。TX データプロセッサ 2114 は、符号化データを提供するために各データ流れに関して選択された特定のコーディング方式に基づいて、そのデータ流れに関するトラヒックデータをフォーマット、符号化、およびインターリーブする。いくつかの実施形態では、TX データプロセッサ 2114 は、ユーザおよび、そこから記号が送信されているアンテナに基づいて、データ流れの記号にプリコーディング（precoding）重みを加える。いくつかの実施形態では、プリコーディング重みは、ランシーバ 2154 で生成されたコードブックへの指標に基づいて生成され、コードブックおよびその指標の知識を有するランシーバ 2122 へのフィードバックとして提供されることが可能である。さらに、それらのスケジュールされた伝送の場合、TX データプロセッサ 2114 は、ユーザから送信されるランク情報に基づいて、パケットフォーマットを選択することが可能である。

40

【0115】

各データ流れに関する符号化データは、OFDM 技術を使用して、パイロットデータを用いて多重化されることが可能である。パイロットデータは、通常、知られている方法で処理される、知られているデータパターンであり、チャネル応答を推定するために受信機システムで使用されることが可能である。各データ流れに関する多重化されたパイロット

50

データおよび符号化データは、次いで、変調記号を提供するためにそのデータ流れに関して選択された特定の変調方式（例えば、BPSK、QPSK、MPSK、またはMQAM）に基づいて変調される（例えば、記号マップされる）。各データ流れに関するデータ転送速度、コーディング、および変調は、プロセッサ2130によって実行される命令によって決定され得る。

【0116】

すべてのデータ流れに関する変調記号は、次いで、（例えば、OFDMの場合）変調記号をさらに処理することが可能なTX MIMOプロセッサ2120に提供される。TX MIMOプロセッサ2120は、次いで、 N_T 変調記号流れを N_T トランシーバ（TMT）2122aないし2122tに提供する。いくつかの実施形態では、TX MIMOプロセッサ2120は、記号が送信されているユーザおよびそこから記号がそのユーザのチャネル応答情報から送信されているアンテナに基づいて、データ流れの記号にプリコーディング重みを加える。

10

【0117】

各トランシーバ2122は、1つまたは複数のアナログ信号を提供するために、それぞれの記号流れを受信および処理して、MIMOチャネル上の伝送に適した変調信号を提供するためにアナログ信号をさらに調整（例えば、増幅、フィルタ処理、およびアップコンバート）する。トランシーバ2122aないし2122tからの N_T 変調信号は、次いで、それぞれ、 N_T アンテナ2124aないし2124tから送信される。

20

【0118】

受信機システム2150で、送信された変調信号は、 N_R アンテナ2152aないし2152rによって受信されて、各アンテナ2152から受信された信号はそれぞれのトランシーバ（RCVR）2154に提供される。各トランシーバ2154は、それぞれの受信された信号を調整（例えば、フィルタ化、増幅、およびダウンコンバート）し、サンプルを提供するために調整された信号をデジタル化し、対応する「受信された」記号流れを提供するためにサンプルをさらに処理する。

【0119】

RXデータプロセッサ2160は、次いで、 N_R 「検出された」記号流れを提供するために、特定の受信機処理技術に基づいて、 N_R トランシーバ2154からの N_R 受信された記号流れを受信および処理する。RXデータプロセッサ2160による処理は、下でさらに詳細に説明される。各検出された記号流れは、対応するデータ流れに関して送信された変調記号の推定である記号を含む。RXデータプロセッサ2160は、次いで、データ流れに関してトラヒックデータを回復するために、各検出された記号流れを復調、ディインタリーブ、および復号する。RXデータプロセッサ2160による処理は、送信機システム2110でTX MIMOプロセッサ2120およびTXデータプロセッサ2114によって実行される処理に対して補完的である。

30

【0120】

RXプロセッサ2160によって生成されたチャネル応答推定は、空間、受信機での空間／時間処理を実行するため、電力レベルを調整するため、変調レートまたは変調方式を変更するため、またはその他の動作のために使用され得る。RXプロセッサ2160は、検出された記号流れの信号対干渉雑音比（SINR）、および場合によっては、その他のチャネル特性をさらに推定することが可能であり、これらの量をプロセッサ2170に提供する。RXデータプロセッサ2160またはプロセッサ2170は、システムに関して「動作」SINRの推定をさらに導き出すことが可能である。プロセッサ2170は、次いで、通信リンクおよび／または受信されたデータ流れに関する様々なタイプの情報を備え得る、推定された（CSI）を提供する。例えば、CSIは動作SINRだけを備える可能性がある。CSIは、次いで、データソース2176からいくつかのデータ流れに関するトラヒックデータも受信するTXデータプロセッサ2178によって処理され、変調器2180によって変調され、トランシーバ2154aないし2154rによって調整され、送信機システム2110に送信し戻される。

40

50

【0121】

送信機システム2110で、受信機システム2150からの変調された信号は、アンテナ2124によって受信され、受信機2122によって調整され、復調器2140によって復調され、受信機システムによって報告されたCSIを回復するために、RXデータプロセッサ2142によって処理される。報告された量子化された情報（例えば、CQI）は、次いで、プロセッサ2130に提供されて、（1）データ流れに関して使用されることになるデータ転送速度ならびにコーディング方式および変調方式を決定するために、（2）TXデータプロセッサ2114およびTX MIMOプロセッサ2120に関して様々な制御を生成するために使用される。

【0122】

本明細書で説明された技術は、様々な方法で実施され得る。例えば、これらの技術は、ハードウェア、ソフトウェア、またはそれらの組合せで実施され得る。ハードウェア実装の場合、これらの技術に関する処理装置は、1つまたは複数の特定用途向け集積回路（ASIC）、デジタル信号プロセッサ（DSP）、デジタル信号処理デバイス（DSPD）、プログラム可能な論理デバイス（PLD）、フィールドプログラム可能なゲートアレイ（FPGA）、プロセッサ、コントローラ、マイクロコントローラ、マイクロプロセッサ、本明細書で説明される機能を実行するように設計されたその他の電子装置、またはそれらの組合せの中で実施されることが可能である。

【0123】

次に図22を参照すると、無線ネットワークスループットの最適化を円滑にするシステム2200の態様が例示される。システム2200は近接ノードに関係するノードデータを取得するモジュール2202を含む。特に、アクセスポイントは、近くのノードを列挙して、ノードデータを含む、定期的なブロードキャストを送信することができる。かかるノードデータは、相対的な信号強度表示器（RSSI）を含み得る。さらに、このノードデータは、アクセスポイントのクライアントとの同期を制御するために利用されるビーコンフレーム内に組み込まれることが可能である。ビーコンフレームは、近接アクセスポイントならびにクライアントに送信され得る。

【0124】

システム2200はまた、少なくとも一部、取得されたノードデータに基づいて、適切なキャリア感知しきい値を決定するモジュール2204も含み得る。ノードデータは、隠れノードの数およびアクセスポイントが経験するノード干渉を推定するために使用され得る。キャリア感知しきい値は、この干渉、送信元／宛先アクセスポイントの間の距離、PHYレートおよびその他の関連情報に基づいて選択されることが可能である。適切なキャリア感知しきい値の選択は、ネットワークスループットを増大して、無線ネットワーク内の同時通信の増大を提供する。

【0125】

ソフトウェア実装の場合、本明細書で説明される技術は、本明細書で説明される機能を実行するモジュール（例えば、手順、機能など）を用いて実施され得る。ソフトウェアコードは、メモリ装置内に記憶されて、プロセッサによって実行されることが可能である。メモリ装置は、プロセッサ内で実装されることが可能であり、またはプロセッサの外部で実装されることも可能であり、その場合、メモリは当技術分野で知られている様々な手段によりプロセッサに通信可能に結合され得る。

【0126】

上で説明されたことは、1つまたは複数の態様の例を含む。当然、前述の態様を説明する目的で、成分または方法論のすべての考えられる組合せを説明することは不可能であるが、当業者は様々な態様の多くのさらなる組合せおよび置換えが可能であることを認識されよう。したがって、説明された態様は、特許請求の範囲の精神内および範囲内に包括されるすべてのかかる改変形態、修正形態および変更形態を包括することが意図される。さらに、詳細な説明または特許請求の範囲において用語「含む」が使用される範囲まで、かかる用語は、用語「備える」が特許請求の範囲内の移行部分の用語として用いられる場合

10

20

30

40

50

に「備える」が解釈されるのと同じように包括的であることが意図される。

【図面の簡単な説明】

【0127】

【図1】本明細書で提示される1つまたは複数の態様による、キャリア感知しきい値を動的に調整するシステムのブロック図。

【図2】本明細書で提示される1つまたは複数の態様による、例示的なメッシュ無線ネットワークのブロック図。

【図3】無線ネットワーク通信のための関連範囲を例示する図。

【図4】無線ネットワークに関する例示的な干渉シナリオを示す図。

【図5】例示的な経路損失モデルを示すグラフ。

【図6】経路損失ブレイクポイント値に基づく領域スループット (area throughput) を示すグラフ。

【図7】要求される SINR および経路損失ブレイクポイント距離に応じた干渉距離を示すグラフ。

【図8】領域スループットに対する送信電力の影響を示すグラフ。

【図9】キャリア感知しきい値に応じた領域スループットを例示するグラフ。

【図10】本明細書で提示される1つまたは複数の態様による、無線ネットワーク内の通信を最適化するためにキャリア感知しきい値を設定するための例示的な方法論を示す図。

【図11】本明細書で提示される1つまたは複数の態様による、近接情報を取得および提供するシステムのブロック図。

【図12】本明細書で提示される1つまたは複数の態様による、ノード情報を取得および管理するための方法論を例示する図。

【図13】本明細書で提示される1つまたは複数の態様による、ノード情報を含むブロードキャストメッセージを生成するための方法論を例示する図。

【図14】本明細書で提示される1つまたは複数の態様による、キャリア感知しきい値を動的に決定するシステムのブロック図。

【図15】本明細書で提示される1つまたは複数の態様による、適切な送信電力を決定するための方法論を例示する図。

【図16】本明細書で提示される1つまたは複数の態様による、データ転送を制御するために動的に決定されたキャリア感知しきい値を利用するシステムのブロック図。

【図17】本明細書で提示される1つまたは複数の態様による、近接アクセスポイントとの通信を開始するための方法論を例示する図。

【図18】本明細書で提示される1つまたは複数の態様による、通信要求に応答するための方法論を例示する図。

【図19】本明細書で提示される1つまたは複数の態様による、ノード情報および／または動的キャリア感知しきい値を通信するための例示的なフレームを示す図。

【図20】本明細書で提示される1つまたは複数の態様による無線通信システムを例示する図。

【図21】本明細書で提示される様々なシステムおよび方法に関して用いられることが可能な無線通信環境を例示する図。

【図22】本明細書で提示される1つまたは複数の態様による、動的キャリアしきい値を使用して無線通信を円滑にするシステムを例示する図。

10

20

30

40

【図 1】

図 1

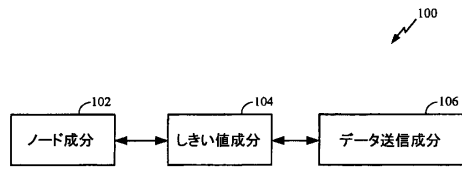


FIG. 1

【図 2】

図 2

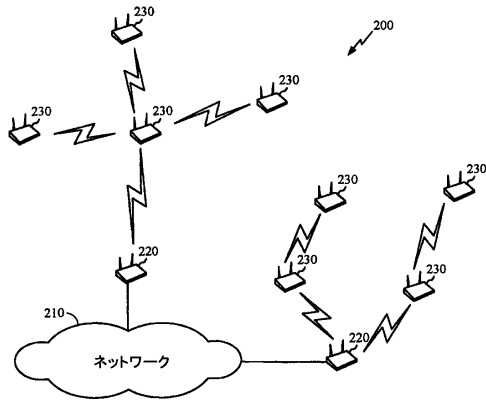


FIG. 2

【図 3】

図 3

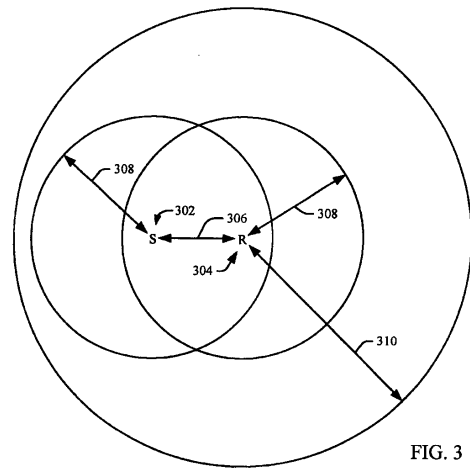


FIG. 3

【図 4】

図 4

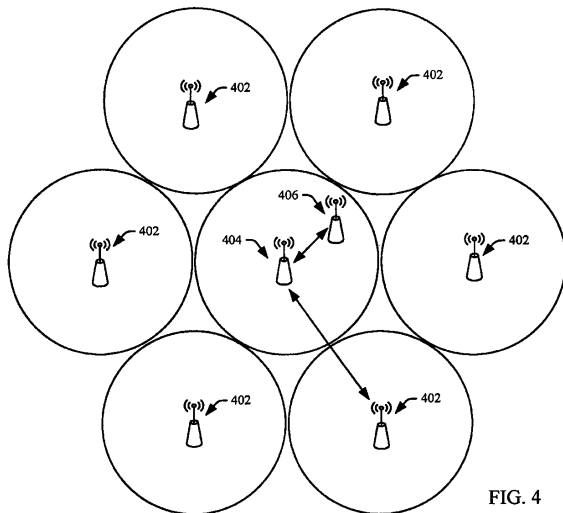


FIG. 4

【図 5】

図 5

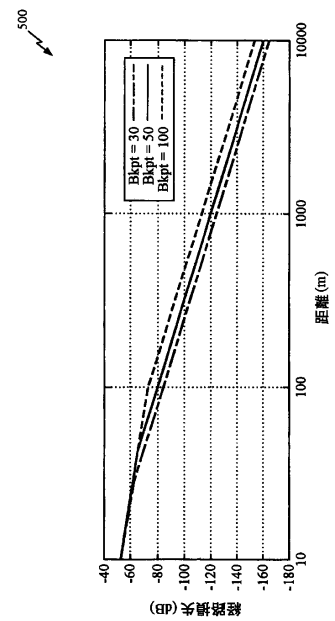


FIG. 5

【図 6】

図 6

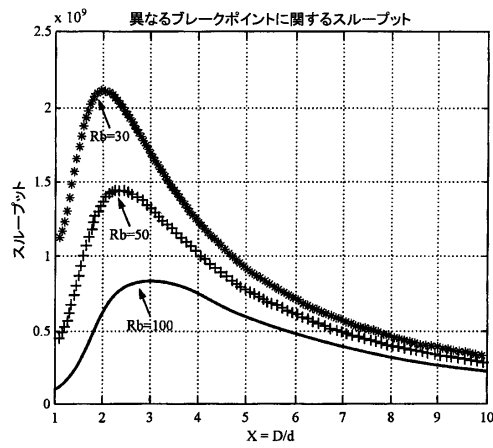


FIG. 6

【図 7】

図 7

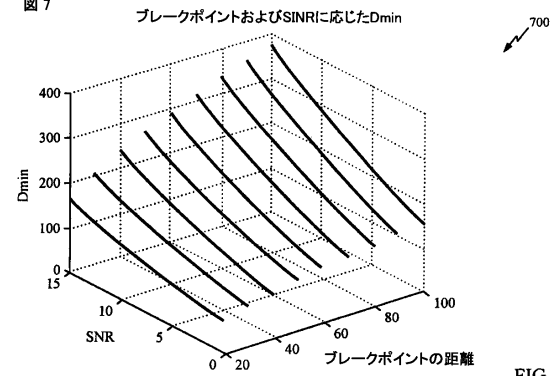


FIG. 7

【図 8】

図 8

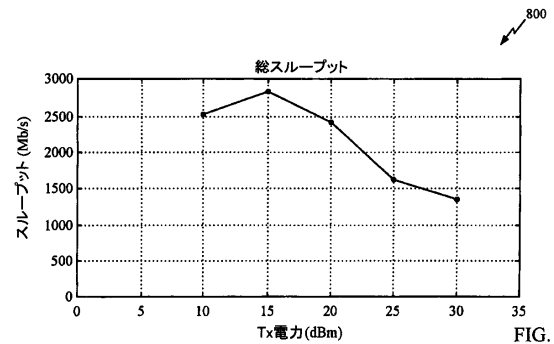


FIG. 8

【図 9】

図 9

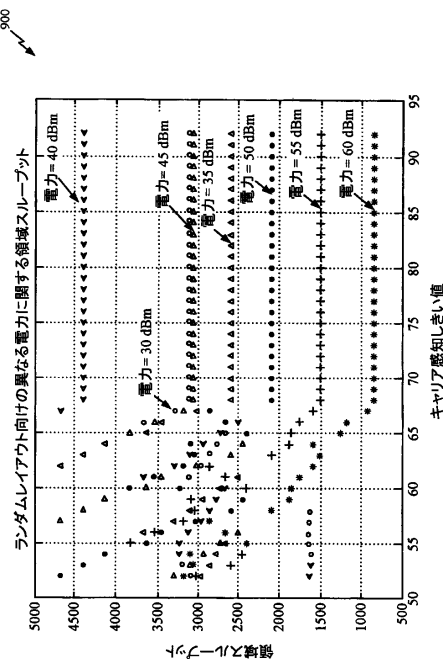


FIG. 9

【図 10】

図 10

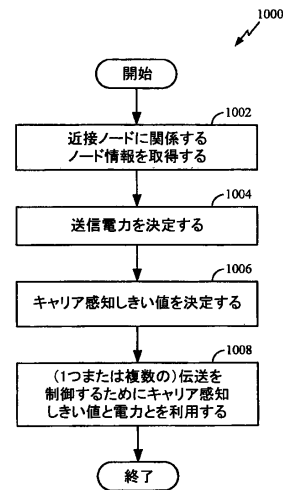


FIG. 10

【図 1 1】

図 11

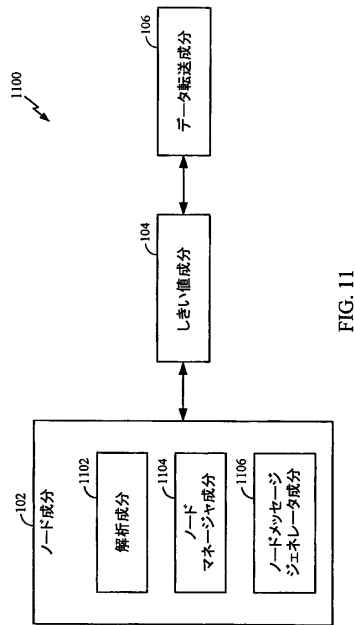


FIG. 11

【図 1 2】

図 12

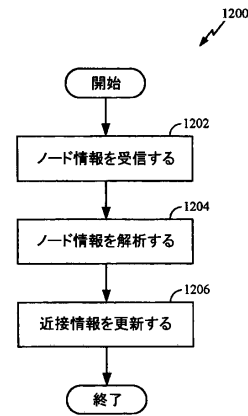


FIG. 12

【図 1 3】

図 13

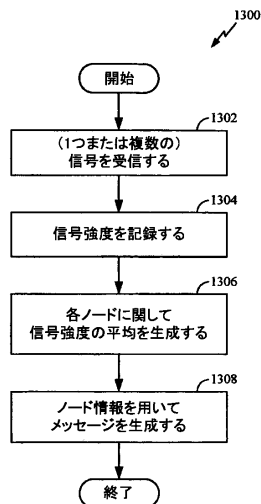


FIG. 13

【図 1 4】

図 14

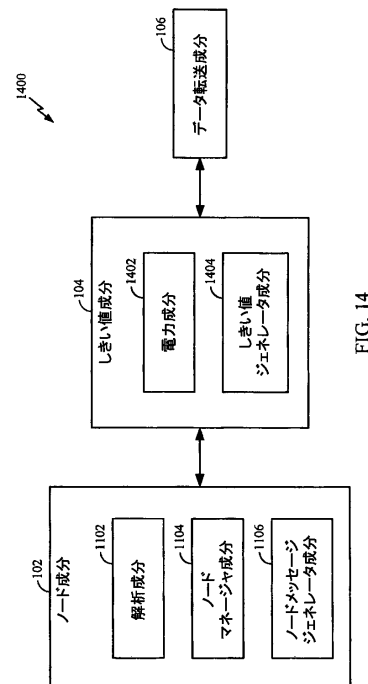


FIG. 14

【図 15】

図 15

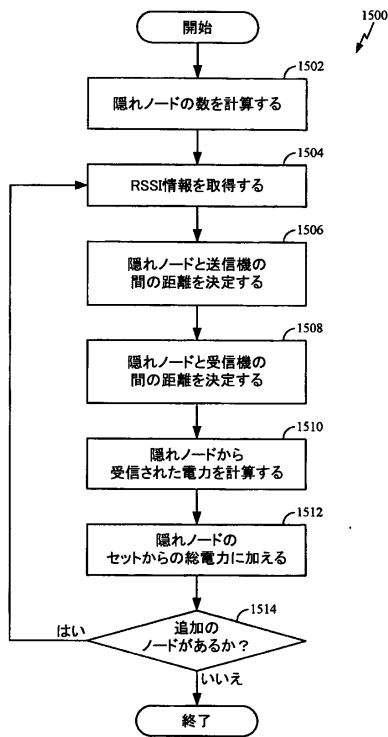


FIG. 15

【図 16】

図 16

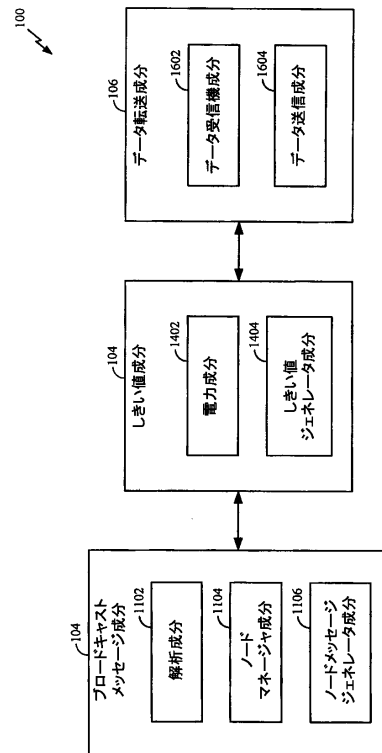


FIG. 16

【図 17】

図 17

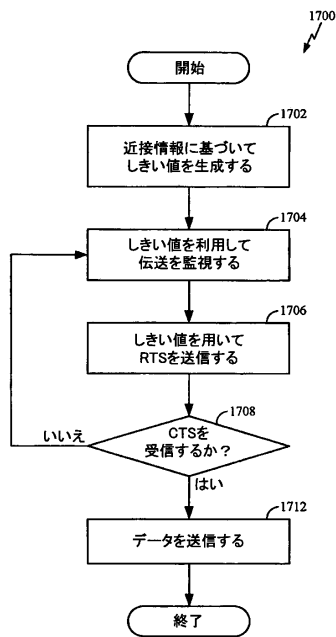


FIG. 17

【図 18】

図 18

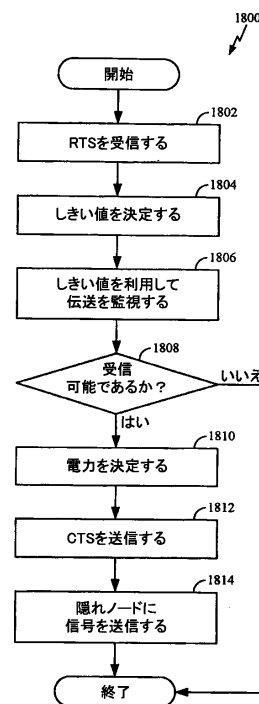


FIG. 18

【図 19】

図 19

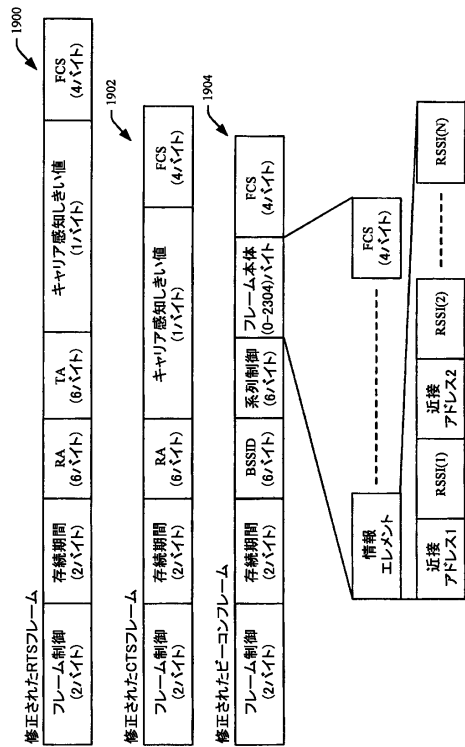


FIG. 19

【図 20】

図 20

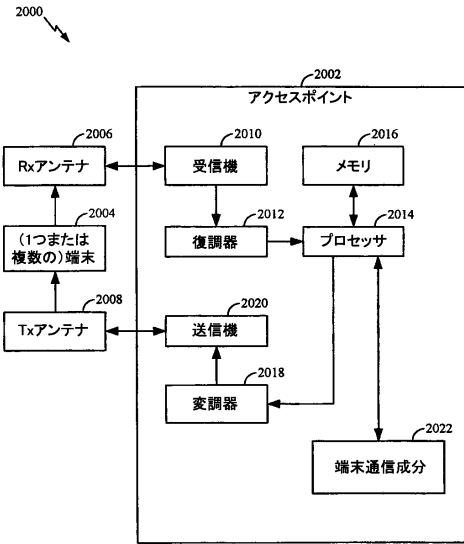


FIG. 20

【図 21】

図 21

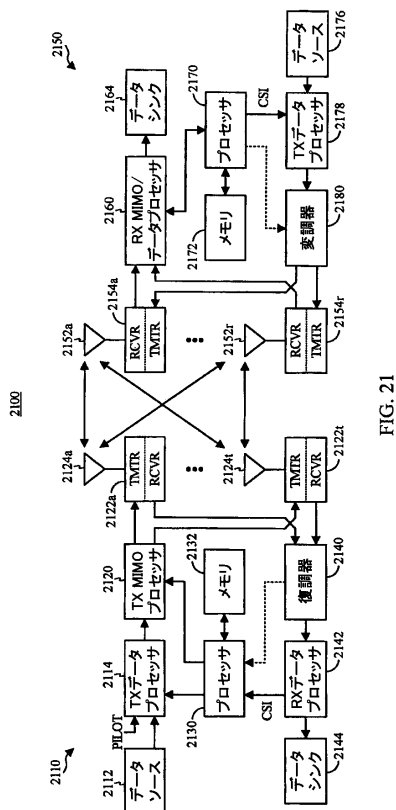


FIG. 21

【図 22】

図 22

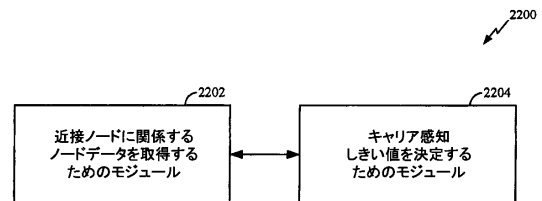


FIG. 22

フロントページの続き

- (74)代理人 100075672
弁理士 峰 隆司
- (74)代理人 100095441
弁理士 白根 俊郎
- (74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
- (74)代理人 100103034
弁理士 野河 信久
- (74)代理人 100119976
弁理士 幸長 保次郎
- (74)代理人 100153051
弁理士 河野 直樹
- (74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克
- (74)代理人 100100952
弁理士 風間 鉄也
- (74)代理人 100101812
弁理士 勝村 紘
- (74)代理人 100070437
弁理士 河井 将次
- (74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志
- (74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志
- (74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子
- (74)代理人 100134290
弁理士 竹内 将訓
- (74)代理人 100127144
弁理士 市原 卓三
- (74)代理人 100141933
弁理士 山下 元
- (72)発明者 ナンダゴパラン、サイ
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92129、サン・ディエゴ、ダークウッド・ロード 12105
- (72)発明者 アブラハム、サントシュ
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92129、サン・ディエゴ、バヤモン・ロード 9535

審査官 富田 高史

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2005/0129051 (US, A1)
特表2005-509357 (JP, A)
特表2004-533158 (JP, A)
特開2004-040373 (JP, A)
Ping Chung Ng;Soung Chang Liew;Li Bin Jiang , Achieving scalable performance in large-scale IEEE 802.11 wireless networks, Wireless Communications and Networking Conference , IEEE, 2005年 3月17日, URL, <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1424478>

Jing Zhu ; Xingang Guo;Yang, L.L.;Conner, W.S., Leveraging spatial reuse in 802.11 mesh networks with enhanced physical carrier sensing, Communications, 2004 IEEE International Conference, IEEE, 2004年 6月20日, URL, <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1313303>

Yang, X.;Vaidya, N., On physical carrier sensing in wireless ad hoc networks, INFOCOM 2005. 24th Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. Proceedings IEEE, IEEE, 2005年 3月13日, URL, <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1498537>

Hui Ma;Alazemi, H.M.K.;Roy, S., A stochastic model for optimizing physical carrier sensing and spatial reuse in wireless ad hoc networks, Mobile Adhoc and Sensor Systems Conference, 2005. IEEE International Conference, IEEE, 2005年11月 7日, URL, <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1542851>

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04W 72/08

H04W 52/46

H04W 74/04

H04W 84/22

H04J 11/00