

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6579447号
(P6579447)

(45) 発行日 令和1年9月25日(2019.9.25)

(24) 登録日 令和1年9月6日(2019.9.6)

(51) Int. Cl.		F I
HO4W 16/10	(2009.01)	HO4W 16/10
HO4W 84/12	(2009.01)	HO4W 84/12
HO4W 92/20	(2009.01)	HO4W 92/20

請求項の数 10 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2016-118188 (P2016-118188)	(73) 特許権者	000004226
(22) 出願日	平成28年6月14日 (2016.6.14)		日本電信電話株式会社
(65) 公開番号	特開2017-224948 (P2017-224948A)		東京都千代田区大手町一丁目5番1号
(43) 公開日	平成29年12月21日 (2017.12.21)	(73) 特許権者	504132272
審査請求日	平成30年7月23日 (2018.7.23)		国立大学法人京都大学
			京都府京都市左京区吉田本町36番地1
		(74) 代理人	100072718
			弁理士 古谷 史旺
		(74) 代理人	100151002
			弁理士 大橋 剛之
		(74) 代理人	100201673
			弁理士 河田 良夫
		(72) 発明者	アベセカラ ヒランタ
			東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日 本電信電話株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線通信システムおよび無線通信方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の無線基地局とそれぞれ配下の無線端末を備え、該複数の無線基地局が所定数のチャネルの中から一部のチャネルを共用して配下の無線端末と無線通信を行う無線通信システムにおいて、

前記無線基地局は、

受信信号強度が所定の閾値以上となる2つの無線基地局を「隣接する」および「隣接無線基地局」とし、該隣接無線基地局間でそれぞれの識別子と使用チャネルを含む無線環境情報を送受信し、自局に隣接する隣接無線基地局および該隣接無線基地局に隣接する次隣接無線基地局の使用チャネルを収集して保持する無線環境情報収集・保持手段と、

前記隣接無線基地局の使用チャネルに基づいて、または前記隣接無線基地局および前記次隣接無線基地局の使用チャネルに基づいて、前記所定数のチャネルの中から自局の使用チャネルとして、自局がさらし端末にならず、かつ他局をさらし端末にしないチャネルを選択して設定するチャネル選択・設定手段と

を備えたことを特徴とする無線通信システム。

【請求項2】

請求項1に記載の無線通信システムにおいて、

前記チャネル選択・設定手段は、所定のチャネルを共用する前記隣接無線基地局同士が互いに隣接しない場合に、自局の使用チャネルとして当該所定のチャネルを選択しない構成である

ことを特徴とする無線通信システム。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の無線通信システムにおいて、

前記チャンネル選択・設定手段は、所定のチャンネルを共用する前記隣接無線基地局と前記次隣接無線基地局があつて自局と前記次隣接無線基地局が隣接しない場合に、自局の使用チャンネルとして当該所定のチャンネルを選択しない構成である

ことを特徴とする無線通信システム。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の無線通信システムにおいて、

前記チャンネル選択・設定手段は、それぞれ所定のチャンネルを共用しながら互いに隣接しない前記隣接無線基地局のペア数をチャンネルごとに計数し、該ペア数が最少のチャンネルを選択する構成である

ことを特徴とする無線通信システム。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の無線通信システムにおいて、

前記チャンネル選択・設定手段は、第 1 のチャンネルを共用しながら互いに隣接しない第 1 の隣接無線基地局のペアがあり、第 2 のチャンネルを共用する第 2 の隣接無線基地局と前記次隣接無線基地局があつて自局と前記次隣接無線基地局が隣接しない場合に、自局のスルーポートを優先する場合には前記第 2 のチャンネルを選択し、第 2 の隣接無線基地局のスルーポートを優先する場合には前記第 1 のチャンネルを選択する構成である

ことを特徴とする無線通信システム。

【請求項 6】

複数の無線基地局とそれぞれ配下の無線端末を備え、該複数の無線基地局が所定数のチャンネルの中から一部のチャンネルを共用して配下の無線端末と無線通信を行う無線通信方法において、

前記無線基地局は、

受信信号強度が所定の閾値以上となる 2 つの無線基地局を「隣接する」および「隣接無線基地局」とし、該隣接無線基地局間でそれぞれの識別子と使用チャンネルを含む無線環境情報を送受信し、自局に隣接する隣接無線基地局および該隣接無線基地局に隣接する次隣接無線基地局の使用チャンネルを収集して保持する第 1 のステップと、

前記隣接無線基地局の使用チャンネルに基づいて、または前記隣接無線基地局および前記次隣接無線基地局の使用チャンネルに基づいて、前記所定数のチャンネルの中から自局の使用チャンネルとして、自局がさらし端末にならず、かつ他局をさらし端末にしないチャンネルを選択して設定する第 2 のステップと

を有することを特徴とする無線通信方法。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の無線通信方法において、

前記第 2 のステップは、所定のチャンネルを共用する前記隣接無線基地局同士が互いに隣接しない場合に、自局の使用チャンネルとして当該所定のチャンネルを選択しない処理を行うことを特徴とする無線通信方法。

【請求項 8】

請求項 6 に記載の無線通信方法において、

前記第 2 のステップは、所定のチャンネルを共用する前記隣接無線基地局と前記次隣接無線基地局があつて自局と前記次隣接無線基地局が隣接しない場合に、自局の使用チャンネルとして当該所定のチャンネルを選択しない処理を行う

ことを特徴とする無線通信方法。

【請求項 9】

請求項 6 に記載の無線通信方法において、

前記第 2 のステップは、それぞれ所定のチャンネルを共用しながら互いに隣接しない前記隣接無線基地局のペア数をチャンネルごとに計数し、該ペア数が最少のチャンネルを選択する

処理を行う

ことを特徴とする無線通信方法。

【請求項 10】

請求項 6 に記載の無線通信方法において、

前記第 2 のステップは、第 1 のチャンネルを共用しながら互いに隣接しない第 1 の隣接無線基地局のペアがあり、第 2 のチャンネルを共用する第 2 の隣接無線基地局と前記隣接無線基地局があって自局と前記隣接無線基地局が隣接しない場合に、自局のスループットを優先する場合には前記第 2 のチャンネルを選択し、第 2 の隣接無線基地局のスループットを優先する場合には前記第 1 のチャンネルを選択する処理を行う

ことを特徴とする無線通信方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線 LAN (Local Area Network) の稠密環境において、各無線局の CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) 制御に起因するスループットの低下を改善する無線通信システムおよび無線通信方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、ノートパソコンやスマートフォン等の持ち運び可能で高性能な無線端末の普及により企業や公共スペースだけではなく、一般家庭でも IEEE802.11 標準規格の無線 LAN が広く使われるようになってきている。IEEE802.11 標準規格の無線 LAN には、2.4 GHz 帯を用いる IEEE802.11b/g/n 規格の無線 LAN と、5 GHz 帯を用いる IEEE802.11a/n/ac 規格の無線 LAN がある。

20

【0003】

IEEE802.11b 規格や IEEE802.11g 規格の無線 LAN では、2400 MHz から 2483.5 MHz 間に 5 MHz 間隔で 13 チャンネルが用意されている。ただし、同一場所で複数のチャンネルを使用する際は、干渉を避けるためスペクトルが重ならないようにチャンネルを使用すると最大で 3 チャンネル、場合によっては 4 チャンネルまで同時に使用できる。

【0004】

IEEE802.11a 規格の無線 LAN では、日本の場合は、5170 MHz から 5330 MHz 間と、5490 MHz から 5710 MHz 間で、それぞれ互いに重ならない 8 チャンネルおよび 11 チャンネルの合計 19 チャンネルが規定されている。なお、IEEE802.11a 規格では、チャンネル当たりの帯域幅が 20 MHz に固定されている。

30

【0005】

無線 LAN の最大伝送速度は、IEEE802.11b 規格の場合は 11 Mbps であり、IEEE802.11a 規格や IEEE802.11g 規格の場合は 54 Mbps である。ただし、ここでの伝送速度は物理レイヤ上での伝送速度である。実際には MAC (Medium Access Control) レイヤでの伝送効率が 50~70% 程度であるため、実際のスループットの上限値は IEEE802.11b 規格では 5 Mbps 程度、IEEE802.11a 規格や IEEE802.11g 規格では 30 Mbps 程度である。また、伝送速度は、情報を送信しようとする通信局が増えればさらに低下する。

40

【0006】

一方で、有線 LAN では、Ethernet (登録商標) の 100Base-T インタフェースをはじめ、各家庭にも光ファイバを用いた FTT (Fiber to the home) の普及から、100 Mbps ~ 1 Gbps 級の高速回線の提供が普及しており、無線 LAN においても更なる伝送速度の高速化が求められている。

【0007】

そのため、2009年に標準化が完了した IEEE802.11n 規格では、これまで 20 MHz と固定されていたチャンネル帯域幅が最大で 40 MHz に拡大され、また、空間多重送信技術 (MIMO: Multiple input multiple output) 技術の導入が決定された。IEEE802.11n 規格で規定されているすべての機能を適用して送受信を行うと、物理レイヤでは最大で 600 Mbps の

50

通信速度を実現可能である。

【 0 0 0 8 】

さらに、2013年に標準化が完了したIEEE802.11ac規格では、チャンネル帯域幅を80MHzや最大で160MHzまで拡大することや、空間分割多元接続（SDMA：Space Division Multiple Access）を適用したマルチユーザMIMO（MU-MIMO）送信方法の導入が決定している。IEEE802.11ac規格で規定されているすべての機能を適用して送受信を行うと、物理レイヤでは最大で約6.9Gbpsの通信速度を実現可能である。

【 0 0 0 9 】

IEEE802.11規格の無線LANは、2.4GHz帯または5GHz帯の免許不要な周波数帯で運用するため、IEEE802.11規格の無線基地局は、無線LANセル（BSS：Basic Service Set）を形成する際に、自無線基地局で対応可能な周波数チャンネルのうち、運用する周波数チャンネルを決定する必要がある。

【 0 0 1 0 】

さらに、IEEE802.11n規格またはIEEE802.11ac規格の無線基地局では、運用する帯域幅も決定する必要がある。例えば、IEEE802.11n規格の場合は、帯域幅は最大で40MHzまで対応可能であるが、周辺の無線環境状況によって40MHzではなく20MHzで運用した方が効率的な場合がある。同様に、IEEE802.11ac規格の場合は、連続した80MHzまたは連続した160MHzまたは非連続の80+80MHz、すなわち最大で160MHzまで対応可能であるが、周辺の無線環境状況によって40MHzや20MHzで運用した方が効率的な場合がある。

【 0 0 1 1 】

自セルで使用するチャンネル、帯域幅およびそれ以外のパラメータの設定値および自無線基地局において対応可能なその他のパラメータは、定期的に送信するBeaconフレームや、無線端末から受信するProbe Request フレームに対するProbe responseフレーム等に記載し、運用が決定された周波数チャンネル上でフレームを送信し、配下の無線端末および周辺の他通信局に通知することで、セルの運用を行っている。

【 0 0 1 2 】

自セルで使用するパラメータの設定値には、例えば、アクセス権取得に関するパラメータ値やQoS（Quality of Services）等のパラメータ値が含まれる。また、自無線基地局において対応可能なその他のパラメータには、フレーム送信に用いる帯域幅、制御フレーム送信に使用する基本データレートや、データ送受信可能な変調方式と符合化率に関するデータレートセットなどが含まれる。

【 0 0 1 3 】

無線基地局において、周波数チャンネルや帯域幅およびその他のパラメータの選択および設定方法には、次の4つの方法がある。

- (1) 無線基地局の製造メーカーで設定されたデフォルトのパラメータ値をそのまま使用する方法
- (2) 無線基地局を運用するユーザが手動で設定した値を使用する方法
- (3) 各無線基地局が起動時に自局において検知する無線環境情報に基づいて自律的にパラメータ値を選択して設定する方法
- (4) 無線LANコントローラなどの集中制御局で決定されたパラメータ値を設定する方法

【 0 0 1 4 】

ここで、IEEE802.11ac規格においてチャンネル帯域幅を40MHz、80MHz、160MHzと広くする場合、5GHz帯において同一場所で同時に使えるチャンネル数は、チャンネル帯域幅が20MHzで19チャンネルだったものが、9チャンネル、4チャンネル、2チャンネルと少なくなる。すなわち、チャンネル帯域幅が増加するにつれて、使えるチャンネル数が低減することになる。

【 0 0 1 5 】

また、同一場所で同時に使えるチャンネル数は、通信に用いるチャンネル帯域幅によって、2.4GHz帯の無線LANでは3つ、5GHz帯の無線LANでは2つ、4つ、9つ、または19のチャンネルになるので、実際に無線LANを導入する際には無線基地局が自BSS内で

10

20

30

40

50

使用するチャンネルを選択する必要がある。

【0016】

このとき、使用可能なチャンネル数よりもBSS数が多い無線LANの稠密環境では、複数のBSSが同一チャンネルを使うことになる(OBSS: Overlapping BSS)。その場合、同一チャンネルを使用するBSS間の干渉の影響により、当該BSSおよびシステム全体のスループットが低下することになる。そのため無線LANでは、CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) を用いて、キャリアセンスによりチャンネルが空いているときにのみデータの送信を行う自律分散的なアクセス制御が使われている。

【0017】

具体的には、送信要求が発生した通信局は、まず所定のセンシング期間(DIFS: Distributed Inter-Frame Space)だけキャリアセンスを行って無線媒体の状態を監視し、この間に他の通信局による送信信号が存在しなければ、ランダム・バックオフを行う。通信局は、引き続きランダム・バックオフ期間中もキャリアセンスを行うが、この間にも他の通信局による送信信号が存在しない場合に、チャンネルの利用権(TXOP: Transmission Opportunity)を得る。チャンネルの利用権を得た通信局(TXOP Holder)は、同一BSS内の他の通信局にデータを送信し、またそれらの通信局からデータを受信できる。このようなCSMA/CA制御を行う場合、同一チャンネルを使用する無線LANの稠密環境では、キャリアセンスによりチャンネルがビジーになる頻度が高くなるため、送信機会(チャンネルの利用権を得る機会)が低下し、スループットが低下することになる。したがって、周辺環境をモニタリングし、適切なチャンネルを選択することが重要になる。

【0018】

無線基地局におけるチャンネルの選択方法は、IEEE802.11標準規格で定まっていなかったため、各ベンダーが独自の方法を採用しているが、最も一般的なチャンネル選択方法としては、干渉電力の最も少ないチャンネルを自律分散的に選択する方法がある。無線基地局は、一定期間すべてのチャンネルについてキャリアセンスして最も干渉電力が小さいチャンネルを選択し、選択したチャンネル上で配下の端末装置とデータの送受信を行う。なお、干渉電力とは、近隣BSSや他システムから受信する信号のレベルであり、例えば、受信信号強度(RSSI: Received Signal Strength Indicator)により測定することができる。

【0019】

また、IEEE802.11標準規格では、BSS周辺の無線状況が変化した場合におけるチャンネルの変更手順が規定されているが、基本的に、レーダ検出などによる強制移行以外は、一度選択したチャンネルの再選択を行っていない。すなわち、現状無線LANでは、無線状況の変化に応じたチャンネルの最適化は行われていない(非特許文献1)。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0020】

【非特許文献1】守倉正博、久保田周治監修、「802.11高速無線LAN教科書」改訂三版、インプレスR&D、2008年3月。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0021】

前述した周波数チャンネルや帯域幅およびその他のパラメータの選択および設定方法(1)~(4)のうち、特に安価な無線基地局は、(1)の製造メーカーで設定されたデフォルトのパラメータをそのまま使用することが多い。しかし、近くに同じ製造メーカーの無線基地局が複数台設置された環境の場合は、全ての無線基地局が同じ周波数チャンネルや送信電力値を使うことになるので、無線基地局間で干渉が発生してしまい通信品質が劣化する問題がある。

【0022】

一般家庭など比較的小規模なネットワークでは、(2)の無線LANを運用するユーザが

10

20

30

40

50

適切なパラメータを設定することが考えられる。しかし、外部干渉源がない環境では各種パラメータの設定は可能だが、都市部や集合住宅など周りで無線LANが使われている環境、または中規模や大規模なネットワークでは、ユーザまたは管理者による適切なパラメータ設定が困難である。

【0023】

自律分散動作が可能な無線基地局は、(3)の各無線基地局が起動時に自局において検知する無線環境情報に基づいて自律的にパラメータ値の選択が可能である。しかし、無線基地局が起動される順番によって適切なパラメータ値が異なる。

【0024】

また、それぞれの無線基地局は自局における最適なパラメータ値を選択して設定するため、局所的に最適化が可能だがシステム全体の最適化はできず、さらに周辺無線環境が変わった場合は対応が困難となる。例えば、起動中の無線基地局数の変化、各々の無線基地局配下の無線端末装置の変化、各々のセル内の無線装置により送出されるデータ量の変化などの環境変化が起きたときに、使用チャンネルや帯域幅の最適化を行っていないため、各々のセルのスループット間で差が生じたり、システム全体でもスループットが劣化したりするという問題がある。

【0025】

ところで、同一チャンネルを使用する無線LANの稠密環境においてCSMA/CA制御を行う場合は、キャリアセンスによりチャンネルがビジーになる頻度が高くなるが、その要因として隠れ端末およびさらし端末の問題がある。

【0026】

図12は、隠れ端末およびさらし端末の関係におけるアクセス権獲得状況を示す。

図12において、無線基地局AP1に隣接して、同一チャンネルを使用する無線基地局AP2, AP3, AP4が存在するネットワークにおいて、AP1とAP2とAP3は互いに干渉し、AP1とAP4も互いに干渉する関係にあるが、AP2, AP3と隣接しないAP4は互いにキャリアセンスによって検出できない「隠れ端末」の関係にある。したがって、AP2とAP3は一方が送信中のときは他方がチャンネルビジーとなるが、AP4とAP2, AP3との間では互いに無関係に送信が可能であり、結果としてAP1はAP2~AP4の少なくとも1つが送信中のときはチャンネルビジーとなってアクセス権を獲得できない「さらし端末」の状態になる。

【0027】

本発明は、無線LANの稠密環境において隠れ端末およびさらし端末の影響によるスループットの低下を回避できるように無線基地局が使用するチャンネルを選択する無線通信システムおよび無線通信方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0028】

第1の発明は、複数の無線基地局とそれぞれ配下の無線端末を備え、該複数の無線基地局が所定数のチャンネルの中から一部のチャンネルを共用して配下の無線端末と無線通信を行う無線通信システムにおいて、無線基地局は、受信信号強度が所定の閾値以上となる2つの無線基地局を「隣接する」および「隣接無線基地局」とし、該隣接無線基地局間でそれぞれの識別子と使用チャンネルを含む無線環境情報を送受信し、自局に隣接する隣接無線基地局および該隣接無線基地局に隣接する次隣接無線基地局の使用チャンネルを収集して保持する無線環境情報収集・保持手段と、隣接無線基地局の使用チャンネルに基づいて、または隣接無線基地局および次隣接無線基地局の使用チャンネルに基づいて、所定数のチャンネルの中から自局の使用チャンネルとして、自局がさらし端末にならず、かつ他局をさらし端末にしないチャンネルを選択して設定するチャンネル選択・設定手段とを備える。

【0029】

第1の発明の無線通信システムにおいて、チャンネル選択・設定手段は、所定のチャンネルを共用する隣接無線基地局同士が互いに隣接しない場合に、自局の使用チャンネルとして当該所定のチャンネルを選択しない構成である。

10

20

30

40

50

第1の発明の無線通信システムにおいて、チャンネル選択・設定手段は、所定のチャンネルを共用する隣接無線基地局と次隣接無線基地局があって自局と次隣接無線基地局が隣接しない場合に、自局の使用チャンネルとして当該所定のチャンネルを選択しない構成である。

【0030】

第1の発明の無線通信システムにおいて、チャンネル選択・設定手段は、それぞれ所定のチャンネルを共用しながら互いに隣接しない隣接無線基地局のペア数をチャンネルごとに計数し、該ペア数が最少のチャンネルを選択する構成である。

【0031】

第1の発明の無線通信システムにおいて、チャンネル選択・設定手段は、第1のチャンネルを共用しながら互いに隣接しない第1の隣接無線基地局のペアがあり、第2のチャンネルを共用する第2の隣接無線基地局と次隣接無線基地局があって自局と次隣接無線基地局が隣接しない場合に、自局のスループットを優先する場合には第2のチャンネルを選択し、第2の隣接無線基地局のスループットを優先する場合には第1のチャンネルを選択する構成である。

10

【0032】

第2の発明は、複数の無線基地局とそれぞれ配下の無線端末を備え、該複数の無線基地局が所定数のチャンネルの中から一部のチャンネルを共用して配下の無線端末と無線通信を行う無線通信方法において、無線基地局は、受信信号強度が所定の閾値以上となる2つの無線基地局を「隣接する」および「隣接無線基地局」とし、該隣接無線基地局間でそれぞれの識別子と使用チャンネルを含む無線環境情報を送受信し、自局に隣接する隣接無線基地局および該隣接無線基地局に隣接する次隣接無線基地局の使用チャンネルを収集して保持する第1のステップと、隣接無線基地局の使用チャンネルに基づいて、または隣接無線基地局および次隣接無線基地局の使用チャンネルに基づいて、所定数のチャンネルの中から自局の使用チャンネルとして、自局がさらし端末にならず、かつ他局をさらし端末にしないチャンネルを選択して設定する第2のステップとを有する。

20

【0033】

第2の発明の無線通信方法において、第2のステップは、所定のチャンネルを共用する隣接無線基地局同士が互いに隣接しない場合に、自局の使用チャンネルとして当該所定のチャンネルを選択しない処理を行う。

【0034】

第2の発明の無線通信方法において、第2のステップは、所定のチャンネルを共用する隣接無線基地局と次隣接無線基地局があって自局と次隣接無線基地局が隣接しない場合に、自局の使用チャンネルとして当該所定のチャンネルを選択しない処理を行う。

30

【0035】

第2の発明の無線通信方法において、第2のステップは、それぞれ所定のチャンネルを共用しながら互いに隣接しない隣接無線基地局のペア数をチャンネルごとに計数し、該ペア数が最少のチャンネルを選択する処理を行う。

【0036】

第2の発明の無線通信方法において、第2のステップは、第1のチャンネルを共用しながら互いに隣接しない第1の隣接無線基地局のペアがあり、第2のチャンネルを共用する第2の隣接無線基地局と次隣接無線基地局があって自局と次隣接無線基地局が隣接しない場合に、自局のスループットを優先する場合には第2のチャンネルを選択し、第2の隣接無線基地局のスループットを優先する場合には第1のチャンネルを選択する処理を行う。

40

【発明の効果】

【0037】

本発明は、無線基地局がさらし端末にならないように、また他の無線基地局をさらし端末にしないように、隣接無線基地局および次隣接無線基地局の使用チャンネルに基づいて自局の使用チャンネルの選択が行われるため、アクセス権の獲得が困難な無線基地局を最小限に抑えることができる。また、無線LANの稠密環境であっても、本発明のチャンネル選択により局所的なスループットの低下を回避することができる。

50

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】本発明の無線通信システムの実施例1の構成例を示す図である。

【図2】実施例1における無線基地局AP1で収集された無線環境情報を示す図である。

【図3】実施例1における無線基地局AP1のチャンネル選択例を示す図である。

【図4】無線基地局APの構成例を示す図である。

【図5】無線基地局APの処理手順例を示すフローチャートである。

【図6】本発明の無線通信システムの実施例2の構成例を示す図である。

【図7】実施例2における無線基地局AP1で収集された無線環境情報を示す図である。

【図8】実施例2における無線基地局AP1のチャンネル選択例を示す図である。

10

【図9】本発明の無線通信システムの実施例3の構成例を示す図である。

【図10】本発明の無線通信システムの実施例4の構成例を示す図である。

【図11】シミュレーション結果を示す図である。

【図12】隠れ端末およびさらし端末の関係におけるアクセス権獲得状況を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0039】

(実施例1)

図1は、本発明の無線通信システムの実施例1の構成例を示す。

図1において、無線基地局AP1～AP5は、あらかじめ設定されたチャンネルCh1またはCh2を用いてそれぞれ帰属する無線端末(図示せず)と無線通信を行う。AP2とAP4はチャンネルCh1を使用し、AP3とAP5はチャンネルCh2を使用する状況において、AP1が自セル(BSS)で使用するチャンネルの選択手順について実施例1として以下に説明する。

20

【0040】

実施例1は、AP1とAP2～AP5はそれぞれ隣接し、チャンネルCh2を使用するAP3とAP5は互いに隣接し、チャンネルCh1を使用するAP2とAP4は互いに隣接しない構成である。なお、隣接するAP間を実線で接続する。ここで、「隣接」とは、2つのAP間の受信信号強度が所定の閾値以上となり、互いに同一チャンネルを共用する場合に干渉する関係であり、CSMA/CA制御によりキャリアセンスによってアクセス権を獲得してから送信する。すなわち、チャンネルCh2を使用するAP3とAP5は互いに隣接しているので、キャリアセンスによってアクセス権を獲得した方が送信する。一方、チャンネルCh1を使用するAP2とAP4は互いに隣接しないので、キャリアセンスによって検出できない隠れ端末の関係になり、互いに制限されない送信が可能になる。

30

【0041】

各APは、それぞれ隣接するAPとの間で使用チャンネルを含む無線環境情報を通知しあう。ここでは、AP1が無線通信を開始していないので、AP2～AP5がそれぞれ隣接するAPから通知された無線環境情報のうちAPの識別子と使用チャンネルを図1中に示す。AP2およびAP4は、それぞれ無線通信開始前のAP1以外に隣接するAPがないので自局の無線環境情報のみを保持する。AP3およびAP5は、互いに隣接しているので双方の無線環境情報を保持する。

40

【0042】

図2は、実施例1における無線基地局AP1で収集された無線環境情報を示す。

図2において、AP1に隣接するAPはAP2～AP5の4台であり、AP1はAP2～AP5からそれぞれの無線環境情報を収集する。AP1で収集された隣接AP別情報は、隣接APごとに次に隣接するAP(次隣接AP)と使用チャンネルを整理したものである。さらに、チャンネルごとに隣接APおよび次隣接APを示すチャンネル別情報が整理される。ここでは、チャンネルCh1を使用するAP2とAP4は互いに隣接しないこと、チャンネルCh2を使用するAP3とAP5は互いに隣接することがわかる。

【0043】

50

A P 1 は、このチャンネル別情報に基づいて使用するチャンネルを選択する処理を行う。ここで、A P 1 が使用するチャンネルとして、互いに隣接する A P 3 と A P 5 が使用するチャンネル Ch 2 を選択した場合には、A P 1 , A P 3 , A P 5 間でキャリアセンスによるアクセス権の獲得制御が行われる。一方、A P 1 が使用するチャンネルとして、互いに隣接しない A P 2 と A P 4 が使用するチャンネル Ch 1 を選択した場合には、図 3 に示すように A P 2 と A P 4 の中間の A P 1 はさらし端末の状態になる。以上の結果から、A P 1 はさらし端末になってスループットが低下するチャンネル Ch 1 ではなく、通常の C S M A / C A 制御によるアクセス権の獲得が可能なチャンネル Ch 2 を選択する。

【 0 0 4 4 】

図 4 は、本発明の無線通信システムの無線基地局 A P の構成例を示す。

10

図 4 において、無線基地局 A P は、宛先局とデータ送受信を行う無線通信部 1 1 と、周辺の無線環境情報のスキヤニングを実施し、隣接 A P および次隣接 A P の使用チャンネルの情報を含む無線環境情報を収集して保持する無線環境情報収集・保持部 1 2 と、自局および周辺の無線環境情報を他局に通知する無線環境情報通知部 1 3 と、隣接 A P および次隣接 A P の使用チャンネルに基づいて自局の使用チャンネルを選択するチャンネル選択部 1 4 と、選択した使用チャンネルを設定するチャンネル設定部 1 5 と、使用チャンネルを用いたキャリアセンスによりアクセス権を獲得するアクセス権獲得部 1 6 とにより構成される。

【 0 0 4 5 】

図 5 は、本発明の無線通信システムの無線基地局 A P の処理手順例を示す。

図 5 において、無線基地局 A P は、周辺の無線環境情報のスキヤニングを実施し、隣接 A P および次隣接 A P の使用チャンネルの情報を含む無線環境情報を収集して保持し (S 1 1)、隣接 A P および次隣接 A P の使用チャンネルに基づいて自局の使用チャンネルを選択し (S 1 2)、選択した使用チャンネルを設定し (S 1 3)、使用チャンネルを用いて保持している自局および周辺の無線環境情報を周辺の無線局に通知する (S 1 4)。

20

【 0 0 4 6 】

本発明の特徴は、チャンネル選択部 1 4 におけるチャンネル選択処理 S 1 2 であり、例えば図 1 ~ 図 3 に示す実施例 1 における A P 1 は、原則として互いに隣接しない A P 2 と A P 4 が使用するチャンネル Ch 1 を自局の使用チャンネルとして選択せず、ここではチャンネル Ch 2 を選択する処理を行う。

【 0 0 4 7 】

(実施例 2)

図 6 は、本発明の無線通信システムの実施例 2 の構成例を示す。

図 6 において、無線基地局 A P 1 ~ A P 6 は、あらかじめ設定されたチャンネル Ch 1 または Ch 2 を用いてそれぞれ帰属する無線端末 (図示せず) と無線通信を行う。A P 2 と A P 4 と A P 6 はチャンネル Ch 1 を使用し、A P 3 と A P 5 はチャンネル Ch 2 を使用する状況において、A P 1 が自セル (B S S) で使用するチャンネルの選択手順について実施例 2 として以下に説明する。

30

【 0 0 4 8 】

実施例 2 は、図 1 に示す実施例 1 の構成に加えて、A P 4 に隣接しかつ A P 1 に隣接しない A P 6 を配置した構成である。

40

【 0 0 4 9 】

各 A P は、それぞれ隣接する A P との間で使用チャンネルを含む無線環境情報を通知しあう。ここでは、A P 1 が無線通信を開始していないので、A P 2 ~ A P 6 がそれぞれ隣接する A P から通知された無線環境情報のうち A P の識別子と使用チャンネルを図 6 中に示す。A P 2 は自局の無線環境情報のみを保持し、A P 4 と A P 6 は互いに隣接しているので双方の無線環境情報を保持し、A P 3 と A P 5 は互いに隣接しているので双方の無線環境情報を保持する。

【 0 0 5 0 】

図 7 は、実施例 2 における無線基地局 A P 1 で収集された無線環境情報を示す。

図 7 において、A P 1 に隣接する A P は A P 2 ~ A P 5 の 4 台であり、A P 1 は A P 2

50

~ A P 5 からそれぞれの無線環境情報を収集する。A P 6 と A P 1 は隣接していないため、A P 1 で収集される無線環境情報には A P 6 が保持する無線環境情報は含まれないが、A P 4 が通知する無線環境情報の中に A P 4 と A P 6 が隣接していることを示す情報がある。A P 1 で収集された隣接 A P 別情報は、隣接 A P ごとに次に隣接する A P (次隣接 A P) と使用チャネルを整理したものである。さらに、チャネルごとに隣接 A P および次隣接 A P を示すチャネル別情報が整理される。ここでは、チャネル Ch 1 を使用する A P 2 と A P 4 は互いに隣接しないこと、さらに A P 1 と隣接しない A P 6 が存在すること、チャネル Ch 2 を使用する A P 3 と A P 5 は互いに隣接することがわかる。

【 0 0 5 1 】

A P 1 は、このチャネル別情報に基づいて使用するチャネルを選択する処理を行う。ここで、A P 1 が使用するチャネルとして、互いに隣接する A P 3 と A P 5 が使用するチャネル Ch 2 を選択した場合には、A P 1, A P 3, A P 5 間でキャリアセンスによるアクセス権の獲得制御が行われる。一方、A P 1 が使用するチャネルとして、互いに隣接しない A P 2 と A P 4 と A P 6 が使用するチャネル Ch 1 を選択した場合には、図 8 に示すように A P 2 と A P 4 の中間の A P 1 はさらし端末の状態になるだけでなく、A P 1 と A P 6 の中間の A P 4 をさらし端末の状態にする。以上の結果から、A P 1 はさらし端末になってスループットが低下するチャネル Ch 1 ではなく、また A P 1 は自局のスループットは低下しないものの他の A P 4 をさらし端末にしてスループットを低下させるチャネル Ch 1 ではなく、通常の C S M A / C A 制御によるアクセス権の獲得が可能なチャネル Ch 2 を選択する。

【 0 0 5 2 】

(実施例 3)

図 9 は、本発明の無線通信システムの実施例 3 の構成例を示す。

図 9 において、無線基地局 A P 1 ~ A P 6 は、あらかじめ設定されたチャネル Ch 1 または Ch 2 を用いてそれぞれ帰属する無線端末 (図示せず) と無線通信を行う。A P 2 および A P 4 はチャネル Ch 1 を使用し、A P 3, A P 5, A P 6 はチャネル Ch 2 を使用する状況において、A P 1 が自セル (B S S) で使用するチャネルの選択手順について実施例 3 として以下に説明する。

【 0 0 5 3 】

実施例 3 は、図 1 に示す実施例 1 における A P 3 と A P 5 が隣接せず、さらに A P 3 および A P 5 と隣接しない A P 6 を配置した構成である。

【 0 0 5 4 】

A P 1 は使用するチャネルとして、互いに隣接しない A P 2 と A P 4 が使用するチャネル Ch 1 を選択した場合には、互いに隣接しない 1 組の A P ペア (A P 2 と A P 4) の中間の A P 1 はさらし端末の状態になる。同様に、互いに隣接しない A P 3 と A P 5 と A P 6 が使用するチャネル Ch 2 を選択した場合には、互いに隣接しない 3 組の A P ペア (A P 3 と A P 5、A P 3 と A P 6、A P 5 と A P 6) のそれぞれの中間の A P 1 はさらし端末の状態になる。

【 0 0 5 5 】

A P 1 はチャネル Ch 1 または Ch 2 のいずれを選択してもさらし端末の状態になるが、互いに隣接しない A P ペア数が多い方、すなわちチャネル Ch 2 を使用する方がさらし端末の状態になる頻度が高い。以上の結果から、A P 1 はさらし端末となる頻度が相対的に高いチャネル Ch 2 ではなく、さらし端末となる頻度が相対的に低いチャネル Ch 1 を選択する。

【 0 0 5 6 】

(実施例 4)

図 10 は、本発明の無線通信システムの実施例 4 の構成例を示す。

図 10 において、無線基地局 A P 1 ~ A P 5 は、あらかじめ設定されたチャネル Ch 1 または Ch 2 を用いてそれぞれ帰属する無線端末 (図示せず) と無線通信を行う。A P 2 および A P 3 はチャネル Ch 1 を使用し、A P 4, A P 5 はチャネル Ch 2 を使用する状況において、A P 1 が自セル (B S S) で使用するチャネルの選択手順について実施例 4 として以

10

20

30

40

50

下に説明する。

【 0 0 5 7 】

実施例 4 は、A P 1 と A P 2 , A P 3 , A P 4 はそれぞれ隣接し、A P 1 と A P 5 は隣接せず、チャンネルCh 1 を使用する A P 2 と A P 3 は隣接せず、チャンネルCh 2 を使用する A P 4 と A P 5 は隣接する位置関係にある。

【 0 0 5 8 】

A P 1 は使用するチャンネルとして、互いに隣接しない A P 2 と A P 3 が使用するチャンネルCh 1 を選択した場合には、A P 2 と A P 3 からさらし端末の状態になる。一方、A P 1 は使用するチャンネルとして、互いに隣接する A P 4 と A P 5 が使用するチャンネルCh 2 を選択した場合には、A P 1 は A P 4 に対してさらし端末の状態にさせることになる。このように、A P 1 が互いに隣接しない A P 2 , A P 3 の中心となるか、それとも A P 1 が互いに隣接しない A P 1 , A P 5 の一端でその中心に A P 4 が存在するかにより、A P 1 または A P 4 におけるスループットが大きく変化する。前者の中心となる A P 1 はスループットが低下し、後者の一端となる A P 1 のスループットは低下せず、中心となる A P 4 のスループットを低下させる。以上の結果から、A P 1 は自局のスループットを最大化させる場合はチャンネルCh 2 を選択し、他局 (A P 4) に与える影響を最小限にする場合はチャンネルCh 1 を選択する。

10

【 0 0 5 9 】

(シミュレーション結果)

図 1 1 は、本発明による効果を確認するシミュレーション結果を示す。

20

図 1 1 において、横軸はチャンネルを占有できたエアertime (正規化) であり、スループットに相当する。縦軸はスループットごとの出現確率を示す。シミュレーション諸元は次の通りである。

- ・ エリアサイズ : 30 × 30 m
- ・ A P 数 : 30 台 (ランダム配置)
- ・ セル半径 : 10 m
- ・ チャンネル数 : 3
- ・ 実施回数 : 100 回

【 0 0 6 0 】

スループットが 0 (横軸が 0) の端末に着目すると、当該端末は (3) に示す従来方式で 10 % 程度存在し、(2) に示すランダムチャンネル割当方式で 18 % 程度存在するが、(1) に示す本発明方式では 1 % 程度まで抑えられており、アクセス権が獲得できないスタベーションの解消ができていることがわかる。

30

【 符号の説明 】

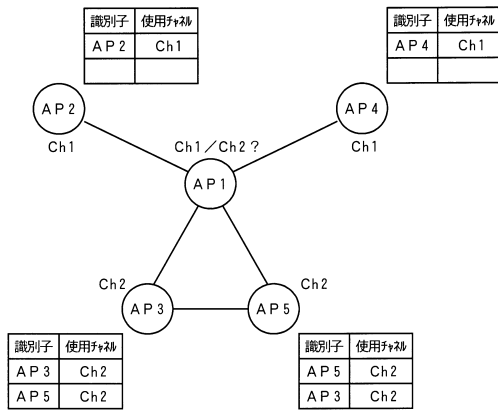
【 0 0 6 1 】

- A P 無線基地局
- 1 1 無線通信部
- 1 2 無線環境情報収集・保持部
- 1 3 無線環境情報通知部
- 1 4 チャンネル選択部
- 1 5 チャンネル設定部
- 1 6 アクセス権獲得部

40

【図1】

本発明の無線通信システムの実施例1の構成例



【図2】

実施例1における無線基地局AP1で収集された無線環境情報

AP1で収集された隣接AP別情報

隣接AP	次隣接AP	使用チャネル
AP 2	-	Ch 1
AP 3	AP 5	Ch 2
AP 4	-	Ch 1
AP 5	AP 3	Ch 2

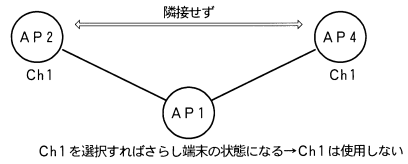
↓

AP1で収集されたチャネル別情報

チャネル	隣接AP	次隣接AP	関係
Ch 1	AP 2	-	隣接AP同士は互いに隣接しない
	AP 4	-	
Ch 2	AP 3	AP 5	隣接AP同士は互いに隣接する
	AP 5	AP 3	

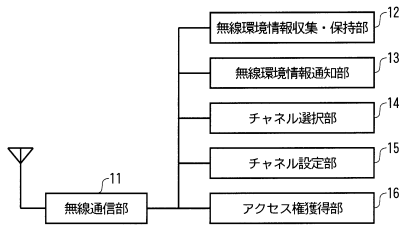
【図3】

実施例1における無線基地局AP1のチャネル選択例



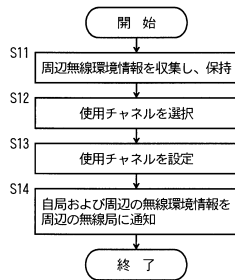
【図4】

無線基地局APの構成例



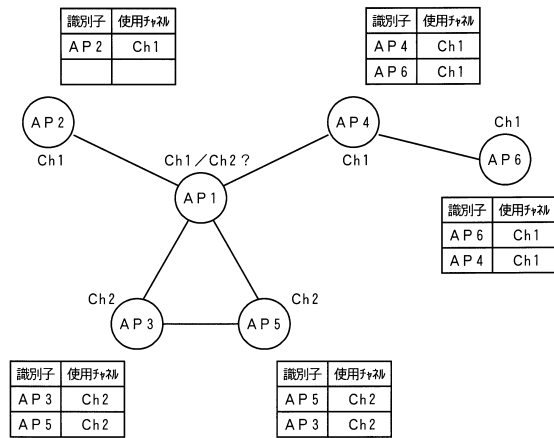
【図5】

無線基地局APの処理手順例



【図6】

本発明の無線通信システムの実施例2の構成例



【図7】

実施例2における無線基地局AP1で収集された無線環境情報

AP1で収集された隣接AP別情報

隣接AP	次隣接AP	使用チャンネル
AP2	—	Ch1
AP3	AP5	Ch2
AP4	AP6	Ch1
AP5	AP3	Ch2

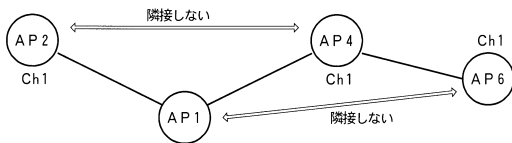


AP1で収集されたチャンネル別情報

チャンネル	隣接AP	次隣接AP	関係
Ch1	AP2	—	隣接AP同士は互いに隣接しない AP1と隣接しないAP6が存在
	AP4	AP6	
Ch2	AP3	AP5	隣接AP同士は互いに隣接する
	AP5	AP3	

【図8】

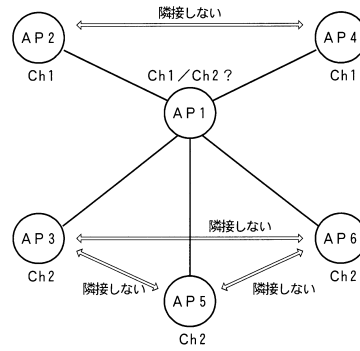
実施例2における無線基地局AP1のチャンネル選択例



Ch1を選択すればAP4をさらし状態にする→Ch1は使用しない

【図9】

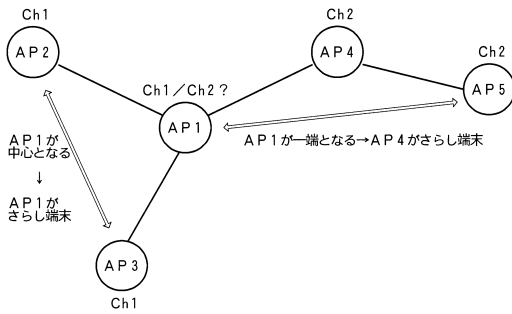
本発明の無線通信システムの実施例3の構成例



Ch1：隣接しないAPペア数=1
Ch2：隣接しないAPペア数=3
→ AP1はさらし端末になる頻度が低いCh1を選択

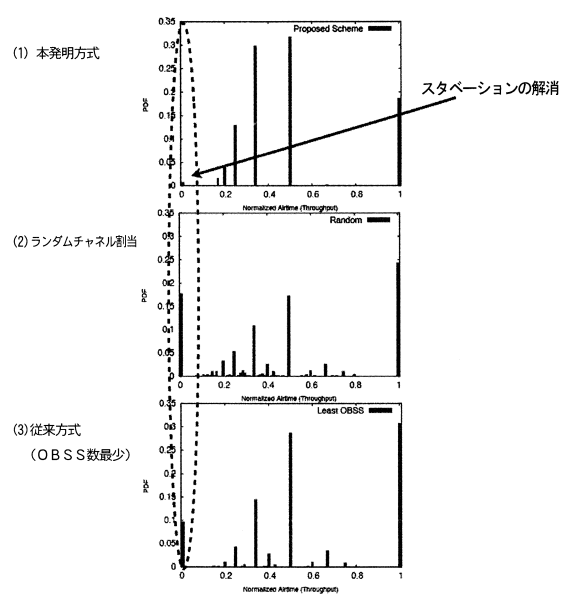
【図10】

本発明の無線通信システムの実施例4の構成例



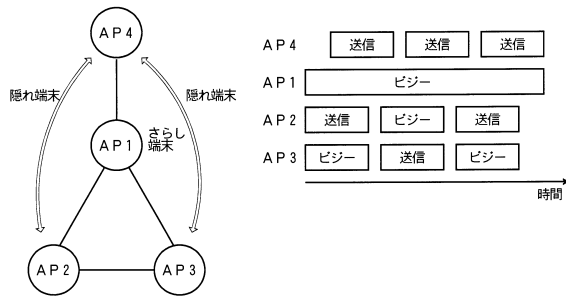
【図11】

シミュレーション結果



【図 12】

隠れ端末およびさらし端末の関係におけるアクセス権獲得状況



フロントページの続き

- (72)発明者 篠原 笑子
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 福園 隼人
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 松井 宗大
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 溝口 匡人
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 山本 高至
京都府京都市左京区吉田本町3番地1 国立大学法人京都大学内
- (72)発明者 尹 博
京都府京都市左京区吉田本町3番地1 国立大学法人京都大学内

審査官 伊東 和重

- (56)参考文献 特開2002-152272(JP,A)
特開2014-131285(JP,A)
米国特許出願公開第2008/0268858(US,A1)
特開2013-081089(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 7/24 - 7/26
H04W 4/00 - 99/00