

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6472739号  
(P6472739)

(45) 発行日 平成31年2月20日 (2019. 2. 20)

(24) 登録日 平成31年2月1日 (2019. 2. 1)

(51) Int. Cl.		F I
HO 4W 16/02	(2009. 01)	HO 4W 16/02
HO 4W 92/12	(2009. 01)	HO 4W 92/12
HO 4W 84/12	(2009. 01)	HO 4W 84/12

請求項の数 7 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2015-234151 (P2015-234151)	(73) 特許権者	000004226
(22) 出願日	平成27年11月30日 (2015. 11. 30)		日本電信電話株式会社
(65) 公開番号	特開2017-103553 (P2017-103553A)		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6月8日 (2017. 6. 8)	(74) 代理人	100072718
審査請求日	平成29年7月27日 (2017. 7. 27)		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	石原 浩一
			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	アベーサーカラ ヒランタシティア
			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、無線通信方法、集中制御局および無線基地局

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

C S M A / C A (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) によるアクセス制御により、それぞれ帰属する無線端末と無線通信を行う複数の無線基地局と、前記複数の無線基地局に接続され、前記複数の無線基地局の無線環境情報および基地局装置情報に基づいて各無線基地局の通信制御に用いるパラメータを設定する集中制御局とを備え、所定の無線基地局が同一のチャンネルで同時送信を行う無線通信システムであって、

前記無線基地局は、前記無線環境情報を取得し、前記基地局装置情報とともに前記集中制御局に通知する情報通知手段と、前記集中制御局が設定するパラメータによりアンテナパターン、送信電力値、C C A (Clear Channel assessment) 閾値、R S (Receiving Sensitivity) 閾値、チャンネルおよび帯域幅を制御するパラメータ制御手段とを備え、

前記集中制御局は、前記複数の無線基地局から通知される前記無線環境情報および前記基地局装置情報に基づいて、アンテナパターンにより通信エリアを制御する第1のパラメータと、送信電力値、C C A 閾値、R S 閾値の少なくとも1つにより通信エリアを制御する第2のパラメータと、チャンネルおよび帯域幅を設定する第3のパラメータとを算出し、前記複数の無線基地局に各パラメータを設定するパラメータ算出・制御手段を備え、

前記無線基地局の情報通知手段は、前記第1のパラメータにより設定されたアンテナパターンごとに取得した前記無線環境情報を前記集中制御局に通知し、さらに前記第2のパラメータにより設定された通信エリアで取得した前記無線環境情報を前記集中制御局に通知

10

20

する構成であり、

前記集中制御局の前記パラメータ算出・制御手段は、前記アンテナパターンごとの前記無線環境情報に基づいて、前記第2のパラメータを算出して設定し、さらに前記第2のパラメータで設定された通信エリアで取得した無線環境情報に基づいて、前記第3のパラメータを算出して設定する構成である

ことを特徴とする無線通信システム。

【請求項2】

請求項1に記載の無線通信システムにおいて、

前記集中制御局の前記パラメータ算出・制御手段は、前記第1のパラメータにより設定されたアンテナパターンごとの前記無線環境情報に基づいて、同一のチャンネルで同時送信が可能な無線基地局同士を同一グループとするクラスタリングを行い、前記複数の無線基地局のクラスタリング結果と前記無線環境情報および前記基地局装置情報に基づいて、前記第2のパラメータおよび前記第3のパラメータを算出して設定する構成である

10

ことを特徴とする無線通信システム。

【請求項3】

C S M A / C A (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) によるアクセス制御により、それぞれ帰属する無線端末と無線通信を行う複数の無線基地局と、複数の無線基地局に接続され、複数の無線基地局の無線環境情報および基地局装置情報に基づいて各無線基地局の通信制御に用いるパラメータを設定する集中制御局とを備え、所定の無線基地局が同一のチャンネルで同時送信を行う無線通信方法であって、

20

前記無線基地局は、前記無線環境情報を取得し、前記基地局装置情報とともに前記集中制御局に通知するステップと、前記集中制御局が設定するパラメータによりアンテナパターン、送信電力値、C C A (Clear Channel assessment) 閾値、R S (Receiving Sensitivity) 閾値、チャンネルおよび帯域幅を制御するステップとを有し、

前記集中制御局は、前記複数の無線基地局から通知される前記無線環境情報および前記基地局装置情報に基づいて、アンテナパターンにより通信エリアを制御する第1のパラメータを算出するステップと、送信電力値、C C A 閾値、R S 閾値の少なくとも1つにより通信エリアを制御する第2のパラメータを算出するステップと、チャンネルおよび帯域幅を設定する第3のパラメータとを算出するステップと、前記複数の無線基地局に各パラメータを設定するステップとを有し、

30

前記無線基地局は、前記第1のパラメータにより設定されたアンテナパターンごとに取得した前記無線環境情報を前記集中制御局に通知し、さらに前記第2のパラメータにより設定された通信エリアで取得した前記無線環境情報を前記集中制御局に通知し、

前記集中制御局は、前記アンテナパターンごとの前記無線環境情報に基づいて、前記第2のパラメータを算出して設定し、さらに前記第2のパラメータで設定された通信エリアで取得した無線環境情報に基づいて、前記第3のパラメータを算出して設定する

ことを特徴とする無線通信方法。

【請求項4】

請求項3に記載の無線通信方法において、

前記集中制御局は、前記第1のパラメータにより設定されたアンテナパターンごとの前記無線環境情報に基づいて、同一のチャンネルで同時送信が可能な無線基地局同士を同一グループとするクラスタリングを行い、前記複数の無線基地局のクラスタリング結果と前記無線環境情報および前記基地局装置情報に基づいて、前記第2のパラメータおよび前記第3のパラメータを算出して設定する

40

ことを特徴とする無線通信方法。

【請求項5】

C S M A / C A (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) によるアクセス制御により、それぞれ帰属する無線端末と無線通信を行う複数の無線基地局と、前記複数の無線基地局に接続され、前記複数の無線基地局の無線環境情報および基地局装置情報に基づいて各無線基地局の通信制御に用いるパラメータを設定する集中制御局とを

50

備え、所定の無線基地局が同一のチャンネルで同時送信を行う無線通信システムの集中制御局であって、

前記複数の無線基地局から通知される前記無線環境情報および前記基地局装置情報に基づいて、アンテナパターンにより通信エリアを制御する第1のパラメータと、送信電力値、CCA (Clear Channel assessment) 閾値、RS (Receiving Sensitivity) 閾値の少なくとも1つにより通信エリアを制御する第2のパラメータと、チャンネルおよび帯域幅を設定する第3のパラメータとを算出し、前記複数の無線基地局に各パラメータを設定するパラメータ算出・制御手段を備え、

前記パラメータ算出・制御手段は、前記無線基地局から前記第1のパラメータにより設定したアンテナパターンごとに取得した前記無線環境情報を取得し、この無線環境情報に基づいて前記第2のパラメータを算出して設定し、さらに前記無線基地局から前記第2のパラメータにより設定した通信エリアで取得した前記無線環境情報を取得し、この無線環境情報に基づいて前記第3のパラメータを算出して設定する構成である

10

ことを特徴とする集中制御局。

#### 【請求項6】

請求項5に記載の集中制御局において、

前記パラメータ算出・制御手段は、前記第1のパラメータにより設定されたアンテナパターンごとの前記無線環境情報に基づいて、同一のチャンネルで同時送信が可能な無線基地局同士を同一グループとするクラスタリングを行い、前記複数の無線基地局のクラスタリング結果と前記無線環境情報および前記基地局装置情報に基づいて、前記第2のパラメータおよび前記第3のパラメータを算出して設定する構成である

20

ことを特徴とする集中制御局。

#### 【請求項7】

CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) によるアクセス制御により、それぞれ帰属する無線端末と無線通信を行う複数の無線基地局と、前記複数の無線基地局に接続され、前記複数の無線基地局の無線環境情報および基地局装置情報に基づいて各無線基地局の通信制御に用いるパラメータを設定する集中制御局とを備え、所定の無線基地局が同一のチャンネルで同時送信を行う無線通信システムの無線基地局であって、

前記無線環境情報を取得し、前記基地局装置情報とともに前記集中制御局に通知する情報通知手段と、

30

前記集中制御局が設定する第1のパラメータにより、アンテナパターンに応じた通信エリアを設定し、さらに前記集中制御局が前記アンテナパターンごとの前記無線環境情報に基づいて設定する第2のパラメータにより送信電力値、CCA (Clear Channel assessment) 閾値、RS (Receiving Sensitivity) 閾値の少なくとも1つに応じた通信エリアを設定し、さらに前記集中制御局が前記第2のパラメータで設定された通信エリアで取得した無線環境情報に基づいて設定する第3のパラメータによりチャンネルおよび帯域幅を制御するパラメータ制御手段とを備え、

前記情報通知手段は、前記第1のパラメータにより設定されたアンテナパターンごとに取得した前記無線環境情報を前記集中制御局に通知し、さらに前記第2のパラメータにより設定された通信エリアで取得した前記無線環境情報を前記集中制御局に通知する構成である

40

ことを特徴とする無線基地局。

#### 【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、無線基地局および無線端末のCSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) 制御に起因するシステム全体のスループットの低下を改善する無線通信システム、無線通信方法、集中制御局および無線基地局に関する。

50

## 【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、2.4GHz帯を用いるIEEE802.11b/g/n規格の無線LANと、5GHz帯を用いるIEEE802.11a/n/ac規格の無線LANがある。

## 【0003】

IEEE802.11b規格やIEEE802.11g規格の無線LANでは、2400MHzから2483.5MHz間に5MHz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。

10

## 【0004】

IEEE802.11a規格の無線LANでは、日本の場合は、5170MHzから5330MHz間と、5490MHzから5710MHz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20MHzに固定されている（非特許文献1，2）。

## 【0005】

無線LANの最大伝送速度は、IEEE802.11b規格の場合は11Mbpsであり、IEEE802.11a規格やIEEE802.11g規格の場合は54Mbps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5Mbps程度、IEEE802.11a規格やIEEE802.11g規格では30Mbps程度である。また、伝送速度は、情報を送信しようとする無線基地局や無線端末が増えればさらに低下する。

20

## 【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FTTH（Fiber to the home）の普及から、100Mbps～1Gbps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20MHzと固定されていたチャンネル帯域幅が最大で40MHz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600Mbpsの通信速度を実現可能である。

30

## 【0008】

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（例えば、非特許文献3参照）。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。

40

## 【0009】

ただし、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。

## 【0010】

このように、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

50

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（AP：Access Point）が自セル（BSS：Basic Service Set）内で使用するチャンネルを選択する必要がある。

#### 【0011】

ここで、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。

10

#### 【0012】

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、この間に他の無線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。無線局は、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、この間にも他の無線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無線局（TXOP Holder）は、同一BSS内の他の無線局にデータを送信することや、それらの無線局からデータを受信することができる。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。

20

#### 【0013】

AP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いため、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。AP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少ないチャンネルを選択し、選択したチャンネル上で配下の無線端末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。

30

#### 【0014】

ここで、APにおいてキャリアセンスを行うに当たり、RSSIを用いてチャンネル使用状況を判断するCCA（Clear Channel Assessment）閾値が設定されている。例えばIEEE802.11規格では、2つのCCA閾値が規定されている。1つは、キャリアセンスの際に受信する受信信号において無線LAN信号のプリアンプルを検出できた場合のCCA閾値（以下、CCA-SD（Signal Detection）閾値とする）であり、もう1つは、キャリアセンスの際に受信する受信信号において無線LAN信号のプリアンプルを検出できなかった場合のCCA閾値（以下、CCA-ED（Energy Detection）閾値とする）である。例えば、IEEE802.11a規格では、CCA-SD閾値は-82dBmに設定される。CCA-ED閾値は-62dBmに設定される。

40

#### 【0015】

キャリアセンスにより、RSSIがCCA-SD閾値以上で、かつ無線LAN信号のプリアンプルを検出した場合は、そのチャンネルはビジー（通信不可）と判定する。また、キャリアセンスにより無線LAN信号のプリアンプルを検出できない場合でも、RSSIがCCA-ED閾値以上の場合は、近隣BSSや他システムからの干渉波と見なしてそのチャンネルはビジー（通信不可）と判定する。それ以外の場合は、チャンネルがアイドル（通信可）と判定する。以下、単に「CCA閾値」と記載する場合は、上記のCCA-SD閾値およびCCA-ED閾値を含むものとする。

50

## 【 0 0 1 6 】

このように、IEEE802.11規格の無線LANでは、APがBSSを形成する際に、自BSSで対応可能なチャネルのうち、どのチャネルで運用するのかを決めているが、さらにものくらの送信電力で無線信号を送信するかなどを決定する必要がある。

## 【 0 0 1 7 】

そして、APは、自BSSで使用するパラメータの設定値および自BSSで対応可能なその他のパラメータを定期的に送信するビーコンフレームや、無線端末から受信するプローブ要求フレームに対するプローブ応答フレーム等に記載し、運用が決定されたチャネル上でフレームを送信し、帰属する無線端末および周辺の他の無線局に通知することで、BSSの運用を行っている。

10

## 【 0 0 1 8 】

ここで、自BSSで使用するパラメータの設定値には、CSMA/CAのキャリアセンスに用いるCCA閾値に加えて、送信電力値、受信感度を定めるRS (Receiving Sensitivity) 閾値、CW (Contention Window) の最小値・最大値などの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AP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データレートに関するデータレートセット (MCS : Modulation and coding scheme) などが含まれる。さらには、アナログ/デジタルビームフォーミングやアンテナ切替などによりアンテナ指向性パターンを動的に変えることにより、通信エリアのサイズや形状を可変にすることも考えられる。

20

## 【 0 0 1 9 】

APにおける利用チャネルや送信電力値などの各種パラメータの選択および設定方法として、例えば、(a) AP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、(b) APを運用するユーザが手動で設定した値を使用する方法、(c) 各AP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設定する方法、(d) 無線LANコントローラなどの集中制御装置で決定されたパラメータ値を使用し設定する方法などを挙げられる。

## 【 0 0 2 0 】

無線LANでは、このような制御を行うため、隣接するBSSが多くなるほどスループットが低下する。したがって、周辺の無線環境をモニタリングし、適切なチャネルや送信電力値、CCA閾値などの各種パラメータを設定する必要がある。

30

## 【 0 0 2 1 】

さらに、無線LANは、前述したようにCSMA/CAで動作しているため、BSSが稠密に配置される環境では、キャリアセンスにおいて干渉によりチャネルがビジーになる頻度が高くなるため、送信機会 (チャネルの利用権を得る機会) が低下してしまう。そのため、アンテナ指向性パターン、送信電力値、CCA閾値、RS閾値などのパラメータを制御することで、BSSの通信エリアを制御し、送信機会を増やすことでスループットを改善させる提案がされている (例えば、非特許文献4, 5)。

## 【 先行技術文献 】

40

## 【 非特許文献 】

## 【 0 0 2 2 】

【 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、pp.6-9、インプレスR&D、2008年3月

【 非特許文献 2 】 IEEE. Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications.

【 非特許文献 3 】 IEEE. Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications: Enhancements for Very High Throughput for Operation in Bands below 6 GHz. IEEE Std. 802.11ac-2013.

【 非特許文献 4 】 J. Zhu (Intel), et al., "Adaptive CSMA for scalable network cap

50

acity in high-density WLAN: a hardware prototyping approach,” in Proc. IEEE INFOCOM, 2006.

【非特許文献5】H. Ma, et al., “On loss differentiation for CSMA-based dense wireless network,” IEEE Commun. Lett., vol.11, no.11, pp.877-879, Nov. 2007.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0023】

前述した (a) ~ (d) のチャンネルや送信電力値およびその他のパラメータの選択および設定方法のうち、特に、安価な AP は、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、近くに同じメーカーの AP が複数台設置された環境の場合、全ての AP が同じチャンネルや送信電力値を使うことになるので、AP 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。

10

【0024】

一般家庭など比較的小規模なネットワークでは、無線 LAN を運用するユーザが適切なパラメータを設定することは考えられる。特に、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、無線 LAN それぞれについて適切なパラメータ値をユーザまたは管理者が設定することは困難である。

【0025】

各 AP 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する自律分散動作可能な AP では、起動される順番によって適切なパラメータ値が異なる。また、それぞれの AP 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。

20

【0026】

このため、例えば、公共施設やオフィス環境など数十台 ~ 数百台の AP で形成される大規模な無線 LAN システムの場合は、無線 LAN コントローラなどの集中制御装置を配置し、無線 LAN コントローラによって各 AP のパラメータ値を決定し、AP の制御を行う方法がある。

【0027】

しかし、従来の無線 LAN コントローラでは、個々のパラメータの最適値設定は可能であるが、様々な無線環境情報をもとに多様なパラメータの最適値を統合的に計算していなかった。特に、BSS が稠密に配置された環境においては、BSS 間の干渉がスループットに大きく影響するため、各種パラメータを制御してシステム全体を最適化する必要があるが、パラメータの種類が膨大であり、かつ BSS 数も多いため、無線 LAN コントローラによる適切な制御・パラメータ設定が必要になる。

30

【0028】

特に、BSS が稠密に配置される環境では、アンテナ指向性パターン、送信電力値、CCA 閾値、RS 閾値などのパラメータを制御することで BSS の通信エリアを制御することで、送信機会を増やすことも考えられるが、各 AP や端末がそれぞれ自律的に行うと、かえって干渉が増加してしまい、通信品質が低下してしまう問題がある。そのため、無線 LAN コントローラによる集中制御が考えられるが、チャンネルの選択やその他パラメータとの相関関係があるため、それぞれ個別に最適化するのではなく統合的に最適になるよう制御する必要がある。

40

【0029】

また、従来の AP や無線 LAN コントローラでは、一度選択したパラメータの再設定は基本的に行っていないため、環境変化（例えば、起動中の AP 数の変化、各 AP 配下の無線端末装置の変化、各セル内の無線装置により送出されるデータ量の変化、無線伝搬環境の変化など）が起きても使用パラメータの統合的な最適化を行っていないため、環境の変化により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

50

が劣化したりする問題がある。

【 0 0 3 0 】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、無線LANの稠密環境において、無線通信システム全体の周波数利用効率もしくは全体スループットが向上するように無線基地局のパラメータ設定を行い、また局地的なスループットの低下を回避することができる無線通信システム、無線通信方法、集中制御局および無線基地局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】

【 0 0 3 1 】

第1の発明は、CSMA/CAによるアクセス制御により、それぞれ帰属する無線端末と無線通信を行う複数の無線基地局と、複数の無線基地局に接続され、複数の無線基地局の無線環境情報および基地局装置情報に基づいて各無線基地局の通信制御に用いるパラメータを設定する集中制御局とを備え、所定の無線基地局が同一のチャンネルで同時送信を行う無線通信システムであって、無線基地局は、無線環境情報を取得し、基地局装置情報とともに集中制御局に通知する情報通知手段と、集中制御局が設定するパラメータによりアンテナパターン、送信電力値、CCA閾値、RS閾値、チャンネルおよび帯域幅を制御するパラメータ制御手段とを備え、集中制御局は、複数の無線基地局から通知される無線環境情報および基地局装置情報に基づいて、アンテナパターンにより通信エリアを制御する第1のパラメータと、送信電力値、CCA閾値、RS閾値の少なくとも1つにより通信エリアを制御する第2のパラメータと、チャンネルおよび帯域幅を設定する第3のパラメータとを算出し、複数の無線基地局に各パラメータを設定するパラメータ算出・制御手段を備え、無線基地局の情報通知手段は、第1のパラメータにより設定されたアンテナパターンごとに取得した無線環境情報を集中制御局に通知し、さらに第2のパラメータにより設定された通信エリアで取得した無線環境情報を集中制御局に通知する構成であり、集中制御局のパラメータ算出・制御手段は、アンテナパターンごとの無線環境情報に基づいて、第2のパラメータを算出して設定し、さらに第2のパラメータで設定された通信エリアで取得した無線環境情報に基づいて、第3のパラメータを算出して設定する構成である。

【 0 0 3 4 】

第1の発明の無線通信システムにおいて、集中制御局のパラメータ算出・制御手段は、第1のパラメータにより設定されたアンテナパターンごとの無線環境情報に基づいて、同一のチャンネルで同時送信が可能な無線基地局同士を同一グループとするクラスタリングを行い、複数の無線基地局のクラスタリング結果と無線環境情報および基地局装置情報に基づいて、第2のパラメータおよび第3のパラメータを算出して設定する構成である。

【 0 0 3 5 】

第2の発明は、CSMA/CAによるアクセス制御により、それぞれ帰属する無線端末と無線通信を行う複数の無線基地局と、複数の無線基地局に接続され、複数の無線基地局の無線環境情報および基地局装置情報に基づいて各無線基地局の通信制御に用いるパラメータを設定する集中制御局とを備え、所定の無線基地局が同一のチャンネルで同時送信を行う無線通信方法であって、無線基地局は、無線環境情報を取得し、基地局装置情報とともに集中制御局に通知するステップと、集中制御局が設定するパラメータによりアンテナパターン、送信電力値、CCA閾値、RS閾値、チャンネルおよび帯域幅を制御するステップとを有し、集中制御局は、複数の無線基地局から通知される無線環境情報および基地局装置情報に基づいて、アンテナパターンにより通信エリアを制御する第1のパラメータを算出するステップと、送信電力値、CCA閾値、RS閾値の少なくとも1つにより通信エリアを制御する第2のパラメータを算出するステップと、チャンネルおよび帯域幅を設定する第3のパラメータとを算出するステップと、複数の無線基地局に各パラメータを設定するステップとを有し、無線基地局は、第1のパラメータにより設定されたアンテナパターンごとに取得した無線環境情報を集中制御局に通知し、さらに第2のパラメータにより設定された通信エリアで取得した無線環境情報を集中制御局に通知し、集中制御局は、アンテナパターンごとの無線環境情報に基づいて、第2のパラメータを算出して設定し、さらに第2のパ

10

20

30

40

50

ラメータで設定された通信エリアで取得した無線環境情報に基づいて、第3のパラメータを算出して設定する。

【0038】

第2の発明の無線通信方法において、集中制御局は、第1のパラメータにより設定されたアンテナパタンごとの無線環境情報に基づいて、同一のチャンネルで同時送信が可能な無線基地局同士を同一グループとするクラスタリングを行い、複数の無線基地局のクラスタリング結果と無線環境情報および基地局装置情報に基づいて、第2のパラメータおよび第3のパラメータを算出して設定する。

【0039】

第3の発明は、CSMA/CAによるアクセス制御により、それぞれ帰属する無線端末と無線通信を行う複数の無線基地局と、複数の無線基地局に接続され、複数の無線基地局の無線環境情報および基地局装置情報に基づいて各無線基地局の通信制御に用いるパラメータを設定する集中制御局とを備え、所定の無線基地局が同一のチャンネルで同時送信を行う無線通信システムの集中制御局であって、複数の無線基地局から通知される無線環境情報および基地局装置情報に基づいて、アンテナパタンにより通信エリアを制御する第1のパラメータと、送信電力値、CCA閾値、RS閾値の少なくとも1つにより通信エリアを制御する第2のパラメータと、チャンネルおよび帯域幅を設定する第3のパラメータとを算出し、複数の無線基地局に各パラメータを設定するパラメータ算出・制御手段を備え、パラメータ算出・制御手段は、無線基地局から第1のパラメータにより設定したアンテナパタンごとに取得した無線環境情報を取得し、この無線環境情報に基づいて第2のパラメータを算出して設定し、さらに無線基地局から第2のパラメータにより設定した通信エリアで取得した無線環境情報を取得し、この無線環境情報に基づいて第3のパラメータを算出して設定する構成である。

【0042】

第3の発明の集中制御局において、パラメータ算出・制御手段は、第1のパラメータにより設定されたアンテナパタンごとの無線環境情報に基づいて、同一のチャンネルで同時送信が可能な無線基地局同士を同一グループとするクラスタリングを行い、複数の無線基地局のクラスタリング結果と無線環境情報および基地局装置情報に基づいて、第2のパラメータおよび第3のパラメータを算出して設定する構成である。

【0043】

第4の発明は、CSMA/CAによるアクセス制御により、それぞれ帰属する無線端末と無線通信を行う複数の無線基地局と、複数の無線基地局に接続され、複数の無線基地局の無線環境情報および基地局装置情報に基づいて各無線基地局の通信制御に用いるパラメータを設定する集中制御局とを備え、所定の無線基地局が同一のチャンネルで同時送信を行う無線通信システムの無線基地局であって、無線環境情報を取得し、基地局装置情報とともに集中制御局に通知する情報通知手段と、集中制御局が設定する第1のパラメータにより、アンテナパタンに応じた通信エリアを設定し、さらに集中制御局がアンテナパタンごとの無線環境情報に基づいて設定する第2のパラメータにより送信電力値、CCA (Clear Channel assessment) 閾値、RS (Receiving Sensitively) 閾値の少なくとも1つに応じた通信エリアを設定し、さらに集中制御局が第2のパラメータで設定された通信エリアで取得した無線環境情報に基づいて設定する第3のパラメータによりチャンネルおよび帯域幅を制御するパラメータ制御手段とを備え、情報通知手段は、第1のパラメータにより設定されたアンテナパタンごとに取得した無線環境情報を集中制御局に通知し、さらに第2のパラメータにより設定された通信エリアで取得した無線環境情報を集中制御局に通知する構成である。

【発明の効果】

【0044】

本発明は、CSMA/CAによりアクセス制御を行う無線LANの稠密環境において、集中制御局が複数の無線基地局から取得する無線環境情報および基地局装置情報に基づいて、アンテナパタンによる通信エリアの制御を行い、送信電力値、CCA閾値、RS閾値

10

20

30

40

50

の少なくとも1つよる通信エリアの制御を行い、さらにチャネルおよび帯域幅を集中的に制御することにより、無線通信システム全体で最適な通信エリア設計が可能となり、各無線基地局は通信機会を増加させつつスループットを向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図1】本発明の無線通信システムの実施例構成を示す図である。

【図2】アンテナパタン制御とチャネル制御を組み合わせた制御例を示す図である。

【図3】アンテナパタン制御とRS閾値制御を組み合わせた制御例を示す図である。

【図4】無線基地局10および集中制御局40の構成例を示す図である。

【図5】アンテナ指向性によるアンテナパタンの制御例を示す図である。

【図6】分散アンテナによるアンテナパタンの制御例を示す図である。

【図7】無線基地局10および集中制御局40の処理手順例を示すフローチャートである。

【図8】基地局10と集中制御局40との間の情報のやり取りの例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0046】

(実施例1)

図1は、本発明の無線通信システムの実施例構成を示す。

図1において、無線通信システムは、隣接するBSSの無線基地局(AP)10-1~10-N(Nは2以上の整数)がそれぞれ一周波数を用いて帰属する無線端末(STA)とデータ通信を行う構成である。ここで、無線基地局10-n(nは1~N)に帰属する無線端末を20-n-1~20-n-Ns(Nsは1以上の整数)とするが、各無線基地局に帰属する無線端末は必ずしも同数Nsである必要はない。各無線基地局10-nには、ネットワーク30を介して集中制御局40が接続される。各無線基地局とネットワークの間の接続形態、ネットワークと集中制御局との間の接続形態は、それぞれ有線接続、無線接続のいずれでもよい。

【0047】

ここで、無線基地局10-1を中心とする円は、送信電力値、CCA(Clear Channel assessment)閾値、RS(Receiving Sensitivity)閾値に応じた通信エリアを模式的に示す。実線矢印は無線基地局と帰属する無線端末との間で送受信する無線信号、破線矢印は隣接するBSSとの間の干渉信号を示す。

【0048】

送信電力値は、無線基地局の送信信号が所定のレベル(品質)で届く通信エリアを決める。送信電力値が大きいほど通信エリアは大きくなるが、当該通信エリア内に存在する近隣BSSに対しては干渉信号となり、無線通信システム全体のスループットの低下要因になる。一方、送信電力値が小さくなれば、近隣BSSに対する干渉信号は小さくなるものの、宛先無線端末におけるSNR(Signal-to-Noise Power Ratio)あるいはSINR(Signal-to-Interference Plus Noise Power Ratio)の低下により、変調方式と符号化率の組み合わせであるMCS(Modulation and coding scheme)が低下し、スループットが低下することになる。

【0049】

CCA閾値はCSMA/CA制御により送信可否を判断するキャリアセンス範囲を決め、RS閾値は復調する受信信号の受信範囲(受信感度)を決め、ともに受信信号のRSSIに基づく通信エリアを決める。CCA閾値およびRS閾値が大きいほど通信エリアは小さくなり、各閾値以下の信号に対してチャネルアイドルとなって送信機会が増加する。ただし、送信機会の増加は、近隣BSSに対しては干渉信号が増加することになるので、無線通信システム全体のスループットの低下要因になる。また、アッテネータ等を用いて受信電力値を下げて等価的にCCA閾値を大きくして送信機会を増加させると同時に、送信電力値を下げて干渉を低減する制御も考えられているが(特開平2015-167288号公報)、送信機会の増加と送信電力値の低下に伴うMCSの低下のトレードオフの関係

10

20

30

40

50

によって、必ずしもスループットが増加するとは限らない。

【 0 0 5 0 】

したがって、無線基地局における通信エリアを決める送信電力値、C C A 閾値および R S 閾値を含む通信エリア設定用パラメータは、干渉レベルなどの無線環境情報に応じて、無線通信システム全体としてスループットが最大になるように適切に設定する必要がある。

【 0 0 5 1 】

また、無線基地局では、アンテナパタン制御により通信エリアのサイズ、形状、位置の制御が可能である。この場合には、アンテナパタン制御と、通信エリア設定用パラメータである送信電力値、C C A 閾値および R S 閾値の制御を組み合わせることで通信エリアを制御する方法が有効となる。

【 0 0 5 2 】

以上に基づき、本発明の無線通信システムの実施例 1 では、集中制御局から各無線基地局に対して、

- (1) アンテナパタン制御による通信エリアの制御、
- (2) 通信エリア設定用パラメータ（送信電力値，C C A 閾値，R S 閾値）制御による通信エリアの制御、
- (3) チャネルおよび帯域幅の制御、

の順番でパラメータ設定を行うことで最適な通信エリア設計が可能となり、送信機会を増加させつつスループットを向上させることを特徴とする。

【 0 0 5 3 】

(1) では、アナログ/デジタルビームフォーミングやアンテナ指向性が異なるアンテナの選択、あるいは異なる位置に配置したアンテナの選択によるアンテナパタン制御により通信エリアのサイズ、形状、位置を制御する。制御のポリシーとしては、全体の通信エリア（無線端末をサポートするべきカバーエリア）を満足するようにアンテナパタン制御を行い、さらに S I N R と送信機会が向上し、スループットが最大となるようにアンテナパタン制御を行う。

【 0 0 5 4 】

(2) では、通信エリア設定用パラメータである送信電力値，C C A 閾値，R S 閾値を制御し、同時送信可能な無線基地局同士は積極的に同時送信を行えるように通信エリアのサイズを調整することで、空間リソースを有効利用しつつスループットを向上させる。

【 0 0 5 5 】

(3) では、同時送信可能な無線基地局にチャネルおよび帯域幅を設定するとともに、同時送信不可能な無線基地局は干渉を回避するために異なるチャネルを利用するように制御する。また、空いている周波数リソースは積極的に利用するために帯域幅も干渉状況に応じて可変で割り当てる。

【 0 0 5 6 】

図 2 は、アンテナパタン制御とチャネル制御を組み合わせた制御例を示す。

図 2 (a) は、4 つの無線基地局 A P 1 ~ A P 4 の通信エリア ( B S S ) が重なる状況でチャネル制御のみを行った場合であり、互いに干渉を回避するためにそれぞれ異なる合計 4 チャネルを用いる必要がある。図 2 (b) は、アンテナ指向性によるアンテナパタン制御を併用する場合であり、例えば A P 1 と A P 3 との間、A P 2 と A P 4 との間で干渉を回避できる通信エリアを形成すると、それぞれで同一チャネルを用いることが可能となり、合計 2 チャネルで対応することが可能となる。これにより、各チャネルで 2 倍の帯域を用いても干渉することがなくなり、結果としてスループットを向上させることができる。

【 0 0 5 7 】

図 3 は、アンテナパタン制御と R S 閾値制御を組み合わせた制御例を示す。なお、R S 閾値制御に代えて C C A 閾値制御を行っても同様である。

図 3 (a) は、2 つの無線基地局 A P 1 , A P 2 でアンテナ指向性によるアンテナパタン制御および R S 閾値制御を行う前の状況であり、各無線基地局の通信エリア ( B S S ) が

10

20

30

40

50

大きく重なって互いに干渉を受けるため、同一チャネルを用いる場合にはC S M A / C Aにより時間リソースを2分割する必要がある。図3(b)は、R S 閾値制御のみを行った状況であり、各無線基地局の通信エリア(B S S)の重なりは小さくなるものの依然として互いに干渉を受けるため、同一チャネルを用いる場合にはC S M A / C Aにより時間リソースを2分割する必要がある。図3(c)は、アンテナ指向性によるアンテナパタン制御とR S 閾値制御を組み合わせた場合であり、各無線基地局の通信エリア(B S S)の重なりが大幅に小さくなって空間的に同時送信ができるようになり、結果としてスループットを向上させることができる。

**【0058】**

なお、図2および図3に示す通信エリアの制御では、アンテナ指向性によるアンテナパタン制御による通信エリアの変化の割合が大きいので、上記の(1)～(3)の順番のように、アンテナパタン制御を行ったうえで、R S 閾値制御(またはC C A 閾値制御)を行い、最後にチャネル・帯域幅制御を行うことが望ましい。

10

**【0059】**

すなわち、集中制御局は、(1)アンテナ指向性によるアンテナパタン制御により大まかな通信エリアの制御を行い、(2)通信エリア設定パラメータ(送信電力値、C C A 閾値、R S 閾値)の制御により、無線基地局間の干渉や受信電力に対する通信エリアの微調整を行うことで同時送信ができる無線基地局間をグルーピング(もしくはクラスタリング)し、最後に(3)チャネルおよび帯域幅制御を行う。以上の順番で集中制御局から各無線基地局に対してパラメータ設定を行うことにより、同時伝送ができない無線基地局間あるいは通信エリア設計パラメータではスループット向上が望めない無線基地局間、すなわち異なるグルーピングもしくはクラスタリングの無線基地局間で、同じチャネルを用いないようにチャネル・帯域を設定することにより、最適なエリア設計が可能となり、送信機会を増加させつつスループットを向上させることができる。

20

**【0060】**

図4は、無線基地局10、無線端末20および集中制御局40の構成例を示す。

図4において、無線基地局10は、アンテナ素子11-1～11-n、アンテナ制御部12、無線信号処理部13、情報処理部14、ネットワーク信号処理部15により構成される。さらに、無線信号処理部13はパラメータ制御部131を備え、情報処理部14は記憶部141を備える。

30

**【0061】**

アンテナ素子11-1～11-nは、無線端末20との間で無線信号を送受信する。アンテナ制御部12は、集中制御局40からアンテナパタンを設定するパラメータが情報処理部14を介して通知され、アンテナ素子ごとの振幅・位相を制御するアナログ/デジタルビームフォーミングや、アンテナ指向性が異なるアンテナの選択や、異なる位置に配置したアンテナの選択によりアンテナパタンを制御する。

**【0062】**

図5(a)に示すように、無線基地局10に予めアナログ/デジタルビームフォーミングによりアンテナ指向性が異なるアンテナパタンとして4種類用意されているときに、集中制御局40より、例えばパタン1, 3, 4の3つのパタンを指定するパラメータが通知された場合に、アンテナ制御部12は、パタン1, 3, 4の合成した通信エリアにおいて無線環境情報の測定や無線通信を行う。また、図5(b)に示すように、無線基地局10に予めアンテナ指向性が異なるアンテナが3種類用意されているときに、集中制御局40より、どのアンテナを用いるかを示すパラメータが通知される。例えば、アンテナ選択の組み合わせ(アンテナ1)、(アンテナ2)、(アンテナ3)、(アンテナ1, アンテナ2)、(アンテナ2, アンテナ3)、(アンテナ1, アンテナ2, アンテナ3)と、6つのアンテナ選択の組み合わせが通知された場合、無線基地局10では、この6つのアンテナ指向性の組み合わせにより形成されるアンテナパタンの通信エリアにおいて無線環境情報の測定や無線通信を行う。

40

**【0063】**

50

また、複数のアンテナを異なる設置場所に配置する分散アンテナとして実施することもできる。図 6 (a) に示すように、無線基地局 10 に A 個（ここでは 2 個）のアンテナポートがあり、各アンテナポートに RF ケーブルを介して接続されるアンテナ 1、アンテナ 2 をそれぞれ異なる設置場所に配置し、それぞれ対応する通信エリアを形成する。集中制御局 40 より、通信エリアに対応するアンテナを選択するパラメータが通知されるとき、アンテナ制御部 12 は、各アンテナの設置場所に依じた通信エリアにおいて無線環境情報の測定や無線通信を行う。

【 0 0 6 4 】

また、図 6 (b) に示すように、無線基地局 10 の A 個（ここでは 2 個）のアンテナポートに切替スイッチを介してそれぞれ L 個（ここでは 2 個）のアンテナが接続され、アンテナ 1 - 1 とアンテナ 2 - 1、アンテナ 1 - 2 とアンテナ 2 - 2 をそれぞれ同じ場所に配置する。ただし、切替スイッチの選択により、全体でアンテナポート数 A に依じたアンテナが選択される。例えば、同じ場所にあるアンテナ 1 - 1 とアンテナ 2 - 1 を選択することによりシングルユーザ MIMO 伝送が可能となり、異なる場所にあるアンテナ 1 - 1 とアンテナ 2 - 2 を選択することによりマルチユーザ MIMO 伝送が可能となる。集中制御局 40 より、どのアンテナを用いるかを示すパラメータが通知されるとき、アンテナ制御部 12 は、各アンテナの設置場所に依じた通信エリアにおいて無線環境情報の測定や無線通信を行う。

【 0 0 6 5 】

無線信号処理部 13 は、アンテナ素子 11 - 1 ~ 11 - n に受信した無線信号をアンテナ制御部 12 を介して入力してベースバンド信号に復調し、誤り訂正およびデータ信号系列への復号などの信号受信処理を行い、情報処理部 14 を介してネットワーク信号処理部 15 に出力する。また、無線信号処理部 13 は、アンテナ素子 11 - 1 ~ 11 - n が受信した無線信号の RSSI などの無線環境情報を取得し、基地局装置情報とともに情報処理部 14 に出力する。また、無線信号処理部 13 は、ネットワーク信号処理部 15 から情報処理部 14 を介して無線端末 20 への送信データを入力し、誤り訂正符号化などの信号送信処理を行ってベースバンド信号に変換し、さらに無線信号に変調し、アンテナ制御部 12 を介してアンテナ素子 11 - 1 ~ 11 - n から送信する。

【 0 0 6 6 】

無線信号処理部 13 のパラメータ制御部 131 は、情報処理部 13 から入力する通信エリア設定用パラメータ、チャネルおよび帯域幅、その他各種設定パラメータを設定し、その設定に基づいて無線信号を生成する。

【 0 0 6 7 】

なお、無線信号処理部 13 のパラメータ制御部 131 は、アンテナ制御部 12 の機能も備え、パラメータ制御部 131 でアンテナパタンの制御を行うようにしてもよい。ただし、図 4 のように、アンテナ制御部 12 を分離して構成することにより、無線基地局 10 において、アンテナ制御部 12 およびアンテナ素子 11 と、無線信号処理部 13 とを分けて設計することが可能となり、利用環境に応じてアンテナ制御およびアンテナ素子の設計が容易になる。

【 0 0 6 8 】

情報処理部 14 は、無線信号処理部 13 から入力する無線環境情報および基地局装置情報を記憶部 141 に記憶し、当該無線環境情報および基地局装置情報を集中制御局 40 からの要求に応じたフォーマットに変換してネットワーク信号処理部 15 に出力する。また、情報処理部 14 は、集中制御局 40 から入力するパラメータに関する制御信号を無線信号処理部 13 およびアンテナ制御部 12 で設定するパラメータのフォーマットに変換し、無線信号処理部 13 およびアンテナ制御部 12 にそれぞれ出力する。

【 0 0 6 9 】

ネットワーク信号処理部 15 は、集中制御局 40 からネットワーク 30 を介して受信した送信データおよび制御信号を情報処理部 14 に出力する。また、ネットワーク信号処理部 15 は、情報処理部 14 から出力された受信データ、無線環境情報および基地局装置情

10

20

30

40

50

報をネットワーク 30 を介して集中制御局 40 へ送信する。

【0070】

集中制御局 40 は、ネットワーク信号処理部 41、パラメータ算出・制御部 42、情報データベース 43 により構成される。

ネットワーク信号処理部 41 は、ネットワーク 30 を介して無線基地局 10 と通信し、無線基地局 10 に無線環境情報および基地局装置情報を要求する制御信号を送信するとともに、各情報を取得してパラメータ算出・制御部 42 に出力する。また、ネットワーク信号処理部 41 は、パラメータ算出・制御部 42 で算出されたパラメータに関する制御信号をネットワーク 30 を介して無線基地局 10 に送信する。

【0071】

パラメータ算出・制御部 42 は、無線基地局 10 から無線環境情報および基地局装置情報を取得するための制御信号を生成し、ネットワーク信号処理部 41 が取得した各情報を入力して情報データベース 43 へ書き込む。また、パラメータ算出・制御部 42 は、情報データベース 43 から読み出した各情報に基づき、無線基地局 10 に設定するパラメータを算出し、ネットワーク信号処理部 41 に出力する。

【0072】

情報データベース 43 は、パラメータ算出・制御部 42 から入力する無線環境情報および基地局装置情報をデータベースとして保持し、パラメータ算出・制御部 42 からの要求に応じて出力する。

【0073】

図 7 は、無線基地局 10 および集中制御局 40 の処理手順例を示す。

図 7 において、(ステップ S10) 集中制御局と無線基地局は接続確認を行う。なお、接続の確認は、集中制御局側から行ってもよいし、各無線基地局から行ってもよい。

【0074】

(ステップ S11) 集中制御局は、各無線基地局から基地局装置情報および無線環境情報を取得する。ここで、基地局装置情報とは、基地局装置の性能(ケイパビリティ)に関する情報であり、例えば、各無線基地局の無線 LAN 標準化規格(11a/b/g/n/ac など)、メーカー型番、BSSID(Basic Service Set Identifier)、MAC アドレス、SSID(Service Set Identifier)、設定可能チャンネル、帯域幅、送信電力の設定可能最大、最小値およびそのステップ幅、RTS(Request-To-Send)の可否、CCA 閾値・RS 閾値の設定の可否、アンテナ数、送信可能ストリーム数、MCS セットなどがある。

【0075】

また、無線環境情報とは、無線基地局(および無線端末)で観測できる周辺の無線環境に関する情報であり、例えば、検出した周辺の他無線基地局に関する、無線 LAN 標準化規格(11a/b/g/n/ac など)、メーカー型番、BSSID、MAC アドレス、SSID、設定チャンネル、帯域幅、RSSI 値、その他性能(ケイパビリティ)に関する情報などや、各無線基地局における雑音、干渉電力、システム外干渉情報(レーダ検出の有無、検出時刻など)などがある。

【0076】

(ステップ S12) 集中制御局は、各無線基地局に対して順番に、アンテナパタン制御に伴うパラメータを通知する。各無線基地局は、集中制御局からの通知に従い、様々なアンテナパタンで無線環境情報の測定を行い、その結果を集中制御局に通知する。無線基地局の順番は、例えば、設置した順番でもよいし、ランダムでもよいし、ある指標(値)に基づく順番でもよい。ここで、アンテナパタン制御に伴うパラメータとは、アナログ/デジタルビームフォーミングやアンテナ指向性が異なるアンテナの選択に関する情報や、通信エリアの位置の選択に関する情報であり、図 5 または図 6 に示すようなアンテナパタンが設定される。

【0077】

ここで測定される無線環境情報とは、他の無線基地局から定期的送信されるビーコンやテストパケット、データ信号などから得られるRSSI、SNR、SINRなどの情報

10

20

30

40

50

がある。なお、その際、他の無線基地局は、無指向性もしくはある特定のアンテナ指向性に基づくアンテナパターン（基準となるアンテナパターン）で信号を送信するものとする。

【 0 0 7 8 】

また、各無線基地局において、様々なアンテナパターンで無線環境情報の測定を行う場合には、測定対象の無線基地局全てを同じ1つの周波数チャンネルに設定することにより、測定を簡易化することができる。一方、異なるチャンネルで測定することで、アンテナの周波数依存性を測定することもできる。また、上記説明における測定は、アンテナパターンを変える無線基地局がネットワークに接続されている他の無線基地局から定期的に送信されるビーコンやテストパケット、データ信号などを受信することで測定した。逆に、アンテナパターンを変える無線基地局がビーコンやテストパケット、データ信号などを送信し、ネットワークに接続されている他の無線基地局がその信号を受信することで測定してもよい。その際には、送信する無線基地局がどのパターンで送信したときの結果かという、一対一の対応を認識する必要がある。認識する方法としては、例えば、集中制御局からトリガをかけて測定する方法や、予めパターンごとに送信する時刻を決めておき各時刻で測定する方法などが挙げられる。なお、その際、他の無線基地局は、無指向性パターンもしくはある特定のアンテナ指向性に基づくアンテナパターン（基準となるアンテナパターン）で信号を送信するものとする。

10

【 0 0 7 9 】

対象となる無線基地局に対して、集中制御局から通知されたアンテナパターンに対して全測定を行った後、各無線基地局は、各アンテナパターンで測定した無線環境情報の結果を測定パターン情報とセットで集中制御局へ最終的に通知してステップS12の処理を終える。

20

【 0 0 8 0 】

（ステップS13）集中制御局は、各無線基地局から取得したアンテナパターンごとの無線環境情報を基に、各無線基地局に設定可能なアンテナパターンのパラメータを通知する。各無線基地局は、集中制御局からの通知に従いアンテナパターンを設定する。ここで、設定可能なアンテナ制御におけるパラメータとは、ステップS12で取得したアンテナパターンごとの無線環境情報から、予め設定した基準を満たしたパラメータのことを示す。例えば、基準をRSSIが-75dBm以下と設定した場合、測定したアンテナパターンの中でRSSIが-75dBm以下のパターンのみを設定可能なアンテナパターンのパラメータとして通知する。各無線基地局は、集中制御局からの通知に従い、設定可能なアンテナパターンのみを運用中は利用する。

30

【 0 0 8 1 】

ここで、集中制御局で利用可能なアンテナパターンを制限することで、各無線基地局におけるBSの通信エリアを集中制御局で調整することができ、互いの無線基地局に対して干渉を与えないようにするか、SINRを大きくすることで、システムスループットを向上することができる。なお、該当するアンテナパターンがなく、他の候補がある場合はその候補パターンで再測定を行ったり、その無線基地局は用いない、あるいは、運用（通信）中は無指向性パターンを用いたりすることで対応することができる。なお、アンテナパターンの選択肢が複数ある場合、各無線基地局において運用状況（例えば無線端末の分布や数、通信頻度など）に応じて使い分けることができる。

40

【 0 0 8 2 】

（ステップS14）集中制御局は、各無線基地局から取得した基地局装置情報および無線環境情報を基に、各無線基地局に対して、通信エリア設定用パラメータ（送信電力値、CCA閾値、RS閾値など）を通知する。各無線基地局は、集中制御局からの通知に従い、通信エリア設定用パラメータを設定する。例えば、無線基地局の送信電力値を小さく設定することによって、他の無線基地局に対して干渉電力を小さくするが、一方で通信できる通信エリアも小さくなってしまいうため、集中制御局で適切な値を無線環境情報から算出し、その結果を各無線基地局に通知し、各無線基地局ではその値に設定する。また、CCA閾値やRS閾値を上げると、CSMA/CAにより送信機会が増加するが、一方で他の無線基地局に対する干渉も増加してしまう。そのため、集中制御局で最適な値を無線環境情

50

報から算出し、その結果を各無線基地局に通知し、各無線基地局ではその値に設定する。また、各無線基地局は、通信エリア設定用パラメータ（送信電力値，C C A 閾値，R S 値など）の設定による通信エリアで取得した無線環境情報を集中制御局にフィードバックし、当該無線環境情報を次の処理に利用してもよい。また、送信電力制御は、ステップ S 13 のアンテナパタン制御においてアンテナの利得をアナログで制御することで行ってもよい。

#### 【 0 0 8 3 】

（ステップ S 15） 集中制御局は、各無線基地局から取得した基地局装置情報および無線環境情報を基に、各無線基地局に対して、チャンネルおよび帯域幅を通知する。各無線基地局は集中制御局からの通知に従い、チャンネルおよび帯域幅を設定する。チャンネルおよび帯域幅については、他の無線基地局との干渉が小さくなり、かつ各無線基地局での通信容量（スループット）や送信機会が最大となるように集中制御局で算出した結果を各無線基地局に通知し、各無線基地局は集中制御局からの通知に従い、チャンネルおよび帯域幅を設定する。

10

#### 【 0 0 8 4 】

（ステップ S 16） 集中制御局は、各無線基地局から取得した基地局装置情報および無線環境情報を基に、各無線基地局に対して、その他の各種設定パラメータを通知する。各無線基地局は、集中制御局からの通知に従い、その他の各種設定パラメータを設定する。その他の各種設定パラメータとは、例えば、M C S 設定範囲や R T S 閾値、送信データ長など、B S S のエリア設計に直接波関係しない通信パラメータを示す。

20

#### 【 0 0 8 5 】

なお、ステップ S 11 における無線環境情報の取得は、必ずしもステップ S 11 で行う必要はなく、例えば、ステップ S 13 後、ステップ S 14 後、ステップ S 15 後の少なくとも一つで行ってもよい。また、ステップ S 15 を行った後に、再度ステップ S 12 に戻り、繰り返し処理を行うことでパラメータの設定精度を高めることもできる。

#### 【 0 0 8 6 】

図 8 は、集中制御局 4 0 と無線基地局 1 0 との間の情報のやり取りの例を示す。ここでは、図 7 に示すフローチャートの各ステップと対比して示す。

図 8 において、ステップ S 10 では、集中制御局と無線基地局が接続確認情報をやり取りする（T01）。ステップ S 11 では、集中制御局から無線基地局へ基地局装置情報要求を行い（T02）、無線基地局から集中制御局へ基地局装置情報を通知し（T03）、集中制御局から無線基地局へ無線環境情報要求を行い（T04）、無線基地局で測定した無線環境情報を集中制御局へ通知する（T05）。

30

#### 【 0 0 8 7 】

ステップ S 12 では、集中制御局から無線基地局へアンテナパタンのパラメータを通知し（T06）、無線基地局はアンテナパタンに対応した無線環境情報を測定し、その結果を集中制御局へ通知する（T07）。ステップ S 13 では、集中制御局から無線基地局へ設定可能なアンテナパタンのパラメータを通知する（T08）。ステップ S 14 では、集中制御局から無線基地局へ通信エリア設定用パラメータを通知する（T09）。ステップ S 15 では、集中制御局から無線基地局へチャンネル・帯域幅を通知する（T10）。ステップ S 16 では、集中制御局から無線基地局へその他各種設定パラメータを通知する（T11）。

40

#### 【 0 0 8 8 】

以上の説明では、各無線基地局を運用するための初期値の設定を想定しているが、運用中にも適用することができる。その場合、図 7 に示す全制御フローを行ってもよいが、全てを行うとパラメータ設定までの処理時間が大きくかかってしまうため、一部処理を省略して例えば、ステップ S 16 のみ、もしくはステップ S 15 ~ S 16 のみ、もしくはステップ S 14 ~ S 16 のみとしてもよい。なお、運用中におけるパラメータ変更のための制御フローを動作させるためのトリガは、例えば、所定の周期毎や時刻を予め設定してその都度行ってもよいし、システムスループットや R S S I 値などの特性を表すパラメータを定期的に集中制御局で監視し、予め設定した基準値を下回った場合に動作してもよい。また、図 7 の

50

パラメータの設定順序をサービス用途や設置環境などに応じて変更してもよく、その際はステップ S 12 ~ S 16 の順番を入れ替えて制御、設定を行ってもよい。

【 0 0 8 9 】

( 実施例 2 )

本発明の無線通信システムの実施例 2 では、複数の無線基地局の中で同時送信が可能な条件を満たす無線基地局同士を同一グループとするクラスタリングを行った上で、実施例 1 と同様に

- (1) アンテナパタン制御による通信エリアの制御、
- (2) 通信エリア設定用パラメータ ( 送信電力値 , C C A 閾値 , R S 閾値 ) 制御による通信エリアの制御、
- (3) チャンネルおよび帯域幅の制御、

の順番でパラメータ設定を行うことで、送信機会を増加させつつスループットを向上させる最適な通信エリア設計を実現する。

【 0 0 9 0 】

集中制御局および無線基地局は、図 7 のステップ S 10 ~ S 12 ( 図 8 の T 01 ~ T 07 ) の処理を行った後に、集中制御局は各無線基地局から取得したアンテナパタンごとの無線環境情報を基に、同時送信が可能な無線基地局のクラスタリングを行う。ここで、同時送信が可能か否かの条件については、例えば C S M A / C A 制御を行う無線 L A N システムにおいて、無線基地局間の R S S I が所定の閾値 ( 例えば C C A - E D : - 62dBm ) より小さな値になる無線基地局同士とする。

【 0 0 9 1 】

図 7 に示すステップ S 13 以下の処理および図 8 に示す T 08 以下の処理は、各無線基地局にクラスタリング結果を通知した後に、各無線基地局のクラスタリング結果に基づいて行われる。

【 0 0 9 2 】

すなわち、集中制御局は、図 7 に示すステップ S 13 において、各無線基地局のクラスタリング結果を基に、各無線基地局において設定可能なアンテナパタンのパラメータを通知する。クラスタリングされた各無線基地局は、集中制御局からの通知に従いアンテナパタンを設定する。

【 0 0 9 3 】

次に集中制御局は、図 7 に示すステップ S 14 において、各無線基地局から取得した基地局装置情報および無線環境情報と、各無線基地局のクラスタリング結果を基に、各無線基地局に対して、通信エリア設定用パラメータ ( 送信電力値 , C C A 閾値 , R S 閾値 など ) を通知する。クラスタリングされた各無線基地局は、集中制御局からの通知に従い、通信エリア設定用パラメータを設定する。なお、無線基地局のクラスタリングにおいて同時送信可能な条件を満足した送信電力値を設定したり、クラスタリングにより同時送信可能な無線基地局のペアがあった場合は、その無線基地局同士が同時送信できるように C C A 閾値や R S 閾値を設定する。例えば、クラスタリングにより同時送信可能と判断された無線基地局間の R S S I が - 72dBm だった場合、C C A 閾値を - 72dBm より大きい値に設定することで、同時送信できる機会を増加させることができる。

【 0 0 9 4 】

次に集中制御局は、図 7 に示すステップ S 15 において、各無線基地局から取得した基地局装置情報および無線環境情報と、各無線基地局のクラスタリング結果を基に、各無線基地局に対して、チャンネルおよび帯域幅を通知する。各無線基地局は集中制御局からの通知に従い、チャンネルおよび帯域幅を設定する。

【 0 0 9 5 】

最後に集中制御局は、図 7 に示すステップ S 16 において、各無線基地局から取得した基地局装置情報および無線環境情報と、各無線基地局のクラスタリング結果を基に、各無線基地局に対して、その他の各種設定パラメータを通知する。各無線基地局は、集中制御局からの通知に従い、その他の各種設定パラメータを設定する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 9 6 】

( 補 足 事 項 )

上述した実施例における無線基地局、無線端末の各機能部は、専用のハードウェア（例えば、ワイヤードロジック等）により実現されてもよく、各機能部を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することによりその機能を実現させるものであってもよい。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、OSや周辺機器等のハードウェアを含むものとする。また、「コンピュータシステム」は、ホームページ提供環境（あるいは表示環境）を備えたWWWシステムも含むものとする。また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムが送信された場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリ（RAM）のように、一定時間プログラムを保持しているものも含むものとする。

10

## 【 0 0 9 7 】

また、上記プログラムは、このプログラムを記憶装置等に格納したコンピュータシステムから、伝送媒体を介して、あるいは、伝送媒体中の伝送波により他のコンピュータシステムに伝送されてもよい。ここで、プログラムを伝送する「伝送媒体」は、インターネット等のネットワーク（通信網）や電話回線等の通信回線（通信線）のように情報を伝送する機能を有する媒体のことをいう。また、上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであってもよい。さらに、前述した機能をコンピュータシステムに既に記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるもの、いわゆる差分ファイル（差分プログラム）であってもよい。

20

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 9 8 】

- 1 0 無線基地局
- 1 1 - 1 ~ 1 1 - n アンテナ素子
- 1 2 アンテナ制御部
- 1 3 無線信号処理部
- 1 3 1 パラメータ制御部
- 1 4 情報処理部
- 1 4 1 記憶部
- 1 5 ネットワーク信号処理部
- 2 0 無線端末
- 3 0 ネットワーク
- 4 0 集中制御局
- 4 1 ネットワーク信号処理部
- 4 2 パラメータ算出・制御部
- 4 3 情報データベース

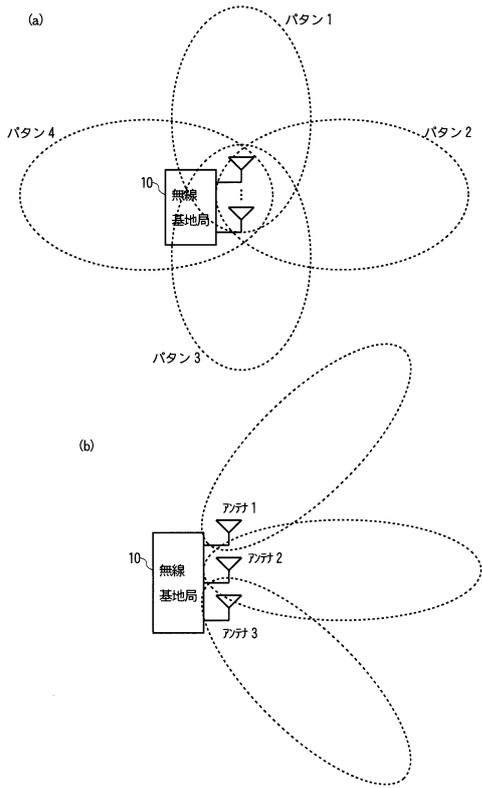
30

40



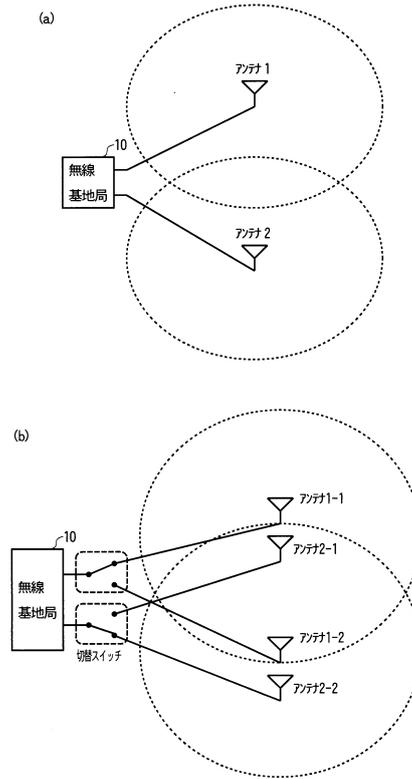
【図5】

アンテナ指向性によるアンテナパタンの制御例



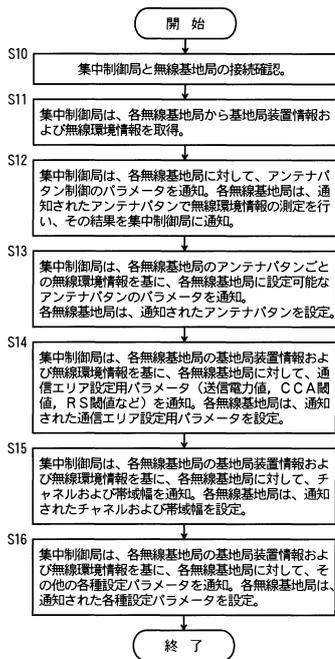
【図6】

分散アンテナによるアンテナパタンの制御例



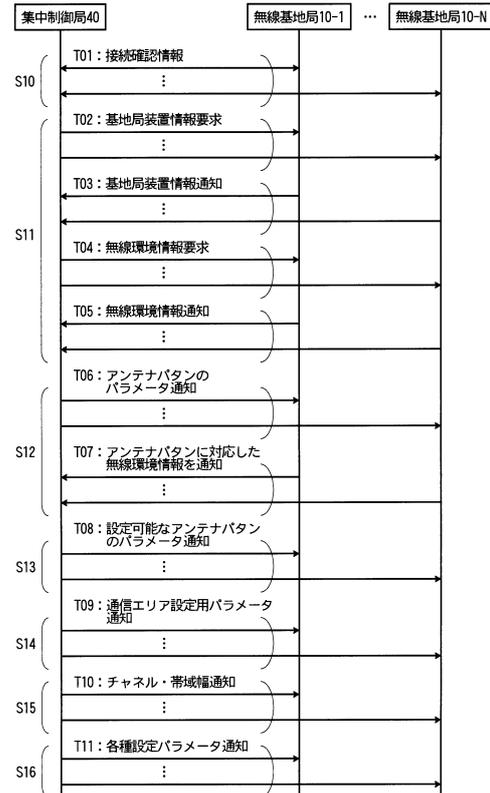
【図7】

無線基地局10および集中制御局40の処理手順例



【図8】

無線基地局10と集中制御局40との間の情報のやり取りの例



## フロントページの続き

- (72)発明者 村上 友規  
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 中平 俊朗  
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 鷹取 泰司  
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

審査官 小林 正明

- (56)参考文献 特開2015-167286(JP,A)  
特開2005-027189(JP,A)  
国際公開第2014/073706(WO,A1)  
特開2015-076753(JP,A)  
特開2008-193452(JP,A)  
特開2009-182401(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B7/24-7/26

H04W4/00-99/00