

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5967768号
(P5967768)

(45) 発行日 平成28年8月10日 (2016. 8. 10)

(24) 登録日 平成28年7月15日 (2016. 7. 15)

(51) Int. Cl. F 1
 HO 4W 28/16 (2009. 01) HO 4W 28/16
 HO 4W 24/10 (2009. 01) HO 4W 24/10
 HO 4W 84/12 (2009. 01) HO 4W 84/12

請求項の数 6 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2012-228070 (P2012-228070)	(73) 特許権者	000004226 日本電信電話株式会社 東京都千代田区大手町一丁目5番1号
(22) 出願日	平成24年10月15日 (2012. 10. 15)	(73) 特許権者	504132272 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
(65) 公開番号	特開2014-17800 (P2014-17800A)	(74) 代理人	110001634 特許業務法人 志賀国際特許事務所
(43) 公開日	平成26年1月30日 (2014. 1. 30)	(72) 発明者	石原 浩一 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
審査請求日	平成27年2月26日 (2015. 2. 26)	(72) 発明者	工藤 理一 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2012-133127 (P2012-133127)		
(32) 優先日	平成24年6月12日 (2012. 6. 12)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		
特許法第30条第2項適用 電子情報通信学会、電子情報通信学会技術研究報告、vol. 112、No. 192、2012年8月23日発行 電子情報通信学会、電子情報通信学会技術研究報告、vol. 112、No. 11、2012年4月12日発行 電子情報通信学会、電子情報通信学会技術研究報告、vol. 111、No. 403、2012年1月19日発行			

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線通信システム及び無線通信方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

集中制御局と、前記集中制御局によって制御され端末装置と無線通信する基地局装置とを備えた無線通信システムであって、

前記基地局装置は、

他の無線装置の通信品質情報を収集する情報収集部と、

前記情報収集部が収集した前記通信品質情報を前記集中制御局に通知する通知部と、

端末装置との無線通信に用いるパラメータを、前記集中制御局から通知されたパラメータに設定するパラメータ設定部と、

前記集中制御局は、

前記基地局装置より通知された前記通信品質情報に基づいて、前記基地局装置毎の通信パラメータを決定するパラメータ決定部と、

前記通信パラメータを前記基地局装置に通知する通知部と、

を備え、

前記パラメータ決定部は、前記基地局装置毎の通信パラメータとして第一の通信パラメータを決定し、

前記パラメータ設定部は、前記端末装置との無線通信に用いるパラメータを、前記集中制御局から通知された前記第一の通信パラメータに設定し、

前記パラメータ決定部は、前記第一の通信パラメータの再設定が不要である場合に、前記基地局装置から再度通知された前記通信品質情報に基づいて、前記第一の通信パラメータ

タとは異なる通信パラメータである第二の通信パラメータを前記基地局装置毎の通信パラメータとして決定し、

前記パラメータ設定部は、前記端末装置との無線通信に用いるパラメータを、前記集中制御局から通知された前記第二の通信パラメータに設定する無線通信システム。

【請求項 2】

前記パラメータ決定部は、システムスループットが最大となるように、前記基地局装置毎の通信パラメータを決定する請求項 1 に記載の無線通信システム。

【請求項 3】

前記パラメータ決定部は、各基地局装置のスループットの和が最大となるように、前記基地局装置毎の通信パラメータを決定する請求項 2 に記載の無線通信システム。

10

【請求項 4】

前記パラメータ決定部は、各基地局装置のスループットの積が最大となるように、前記基地局装置毎の通信パラメータを決定する請求項 2 に記載の無線通信システム。

【請求項 5】

前記基地局装置は、前記パラメータ設定部が前記パラメータを設定した後に前記端末装置との間の無線通信におけるスループットを前記集中制御局に通知するスループット通知部を更に備え、

前記集中制御局は、前記基地局装置から通知された前記スループットを集計し、システムスループットが低下したか否か判断する判断部を更に備え、

前記パラメータ決定部は、前記判断部が前記システムスループットが低下したと判断した場合、前回決定した通信パラメータとは異なるように、前記基地局装置毎の通信パラメータを決定する、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の無線通信システム。

20

【請求項 6】

集中制御局と、前記集中制御局によって制御され端末装置と無線通信する基地局装置とを備えた無線通信システムが行う無線通信方法であって、

前記基地局装置が、他の無線装置の通信品質情報を収集する情報収集ステップと、

前記基地局装置が、収集した前記通信品質情報を前記集中制御局に通知する通知ステップと、

前記集中制御局が、前記基地局装置から通知された前記通信品質情報に基づいて、前記基地局装置毎の通信パラメータを決定するパラメータ決定ステップと、

30

前記集中制御局が、前記通信パラメータを前記基地局装置に通知する通知ステップと、

前記基地局装置が、前記端末装置との無線通信に用いるパラメータを、前記集中制御局から通知されたパラメータに設定するパラメータ設定ステップとを有し、

前記集中制御局が、前記パラメータ決定ステップにおいて、前記基地局装置毎の通信パラメータとして第一の通信パラメータを決定し、

前記基地局装置が、前記パラメータ設定ステップにおいて、前記端末装置との無線通信に用いるパラメータを、前記集中制御局から通知された前記第一の通信パラメータに設定し、

前記集中制御局が、前記パラメータ決定ステップにおいて、前記第一の通信パラメータの再設定が不要である場合に、前記基地局装置から再度通知された前記通信品質情報に基づいて、前記第一の通信パラメータとは異なる通信パラメータである第二の通信パラメータを前記基地局装置毎の通信パラメータとして決定し、

40

前記基地局装置が、前記パラメータ設定ステップにおいて、前記端末装置との無線通信に用いるパラメータを、前記集中制御局から通知された前記第二の通信パラメータに設定する無線通信方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線通信を行う基地局装置を制御する技術に関する。

50

【背景技術】

【0002】

近年、2.4GHz帯又は5GHz帯を用いた高速無線アクセスシステムとして、IEEE802.11g規格、IEEE802.11a規格などに基づいた基地局装置（AP：Access point）が広く普及している。これらの規格に基づいたシステムでは、マルチパスフェージング環境での特性を安定化させるための技術である直交周波数分割多重（OFDM：Orthogonal Frequency Division Multiplexing）変調方式を用い、最大で54Mbpsの伝送速度を実現している。

【0003】

ただし、上述した伝送速度は物理レイヤ上での伝送速度であり、ユーザにとって有効なデータのスループットではない。実際には、MAC（Medium Access Control）レイヤでの伝送効率が50～70%程度であるために、スループットは30Mbps程度が上限値となっている。

10

【0004】

一方、有線LANの通信速度もFTTH（Fiber to the home）の普及から、上昇の一途をたどっている。そのため、今後無線LANにおいても更なる伝送速度の高速化が求められることが想定される。無線区間のスループット増大のために、MIMOやマルチユーザMIMOなど様々な空間信号処理技術が検討されているが、他の方法として通信周波数帯域の拡大も行なわれている。IEEE802.11aでは、各チャネル20MHzの周波数帯域が用いられていたが、IEEE802.11nでは、40MHzの周波数帯域が用いられている。さらに、IEEE802.11acでは、オプションを含めると160MHzまで検討されている。このように、チャネルの帯域拡大が進んでいる。

20

【0005】

このように、チャネルの周波数帯域はIEEE802.11aから11acまでで、8倍に拡大している。しかし、無線LANに用いることのできる周波数帯域全体については、大きな拡張が認められていない。よって、無線端末の普及に伴い、周波数資源は十分でなくなりつつある。例えば、複数の基地局装置が同じ周波数帯域を用いる環境が増加している。このため、基地局装置が選択したチャネルによっては、通信セルが互いにオーバーラップする他の基地局装置からのパケット信号の影響によって、スループットが低下したり、システム全体のスループット効率が低下したりするという問題があった。更に、各基地局装置が選択しうるチャネルの帯域幅も多様化している。そのため、集中制御局（AC：Access point controller）を用いて基地局装置の周波数チャネルを管理する場合、どの周波数を用いるかだけでなく、どの周波数帯域を用いるかも判断する必要がある。

30

【0006】

複数の基地局装置を集中制御局に接続し、各基地局装置にチャネルを割り当てる方法については特許文献1に記載されている。特許文献1では、基地局装置におけるスループットなどの通信状態を入力情報として用い、システムスループットを最大化するようにチャネルを選択することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0007】

【特許文献1】特開2007-74097号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、特許文献1の方法では、無線通信システムにおいて制御可能な基地局装置の近隣に干渉源が存在することは想定されていない。例えば、無線通信システムにおいて制御できない基地局装置が干渉源として存在する場合に、干渉源が様々な周波数帯域のチャネルを用いて通信するような状況は想定されていない。無線LANの例では、近隣に20～160MHzのチャネルを用いる基地局装置が存在する中で、集中制御局がどのよ

50

うなチャネルを用い、それらをどのように接続された基地局装置に割り当てるかは明らかにされていない。

上記事情に鑑み、本発明は、干渉源が近隣に存在し干渉信号が生じている無線通信システムにおいて、無線通信の効率を向上させる技術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】

【0009】

本発明の一態様は、集中制御局と、前記集中制御局によって制御され端末装置と無線通信する基地局装置とを備えた無線通信システムであって、前記基地局装置は、他の無線装置の通信品質情報を収集する情報収集部と、前記情報収集部が収集した前記通信品質情報を前記集中制御局に通知する通知部と、端末装置との無線通信に用いるパラメータを、前記集中制御局から通知されたパラメータに設定するパラメータ設定部と、前記集中制御局は、前記基地局装置より通知された前記通信品質情報に基づいて、前記基地局装置毎の通信パラメータを決定するパラメータ決定部と、前記通信パラメータを前記基地局装置に通知する通知部と、を備える無線通信システムである。

10

【0010】

本発明の一態様は、上記の無線通信システムであって、前記パラメータ決定部は、前記システムスループットが最大となるように、前記基地局装置毎の通信パラメータを決定する。

【0011】

本発明の一態様は、上記の無線通信システムであって、前記パラメータ決定部は、各基地局装置のスループットの和が最大となるように、前記基地局装置毎の通信パラメータを決定する。

20

【0012】

本発明の一態様は、上記の無線通信システムであって、前記パラメータ決定部は、各基地局装置のスループットの積が最大となるように、前記基地局装置毎の通信パラメータを決定する。

【0013】

本発明の一態様は、上記の無線通信システムであって、前記基地局装置は、前記パラメータ設定部が前記パラメータを設定した後に前記端末装置との間の無線通信におけるスループットを前記集中制御局に通知するスループット通知部を更に備え、前記集中制御局は、前記基地局装置から通知された前記スループットを集計し、システムスループットが低下したか否か判断する判断部を更に備え、前記パラメータ決定部は、前記判断部が前記システムスループットが低下したと判断した場合、前回決定した通信パラメータとは異なるように、前記基地局装置毎の通信パラメータを決定する。

30

【0014】

本発明の一態様は、集中制御局と、前記集中制御局によって制御され端末装置と無線通信する基地局装置とを備えた無線通信システムが行う無線通信方法であって、前記基地局装置が、他の無線装置の通信品質情報を収集する情報収集ステップと、前記基地局装置が、収集した前記通信品質情報を前記集中制御局に通知する通知ステップと、前記集中制御局が、前記基地局装置から通知された前記通信品質情報に基づいて、前記基地局装置毎の通信パラメータを決定するパラメータ決定ステップと、前記集中制御局が、前記通信パラメータを前記基地局装置に通知する通知ステップと、前記基地局装置が、前記端末装置との無線通信に用いるパラメータを、前記集中制御局から通知されたパラメータに設定するパラメータ設定ステップとを有する無線通信方法である。

40

【発明の効果】

【0015】

本発明により、干渉源が近隣に存在し干渉信号が生じている無線通信システムにおいて、無線通信の効率を向上させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

50

【図 1】本発明における無線通信システムのシステム構成を示す図である。

【図 2】本発明で使用するチャネル及び帯域幅の一例である。

【図 3】集中制御局 10 及び基地局装置 20 の機能構成を表す概略ブロック図である。

【図 4】本発明の第一動作例におけるパラメータ決定方法の処理の流れを示すフローチャートである。

【図 5】本発明の第二動作例におけるパラメータ決定方法の処理の流れを示すフローチャートである。

【図 6】無線通信システムにおける効果の具体例を示す図である。

【図 7】チャネルのみが選択可能な場合のスループットの計算結果を表す図である。

【図 8】チャネル及び端末数が選択可能な場合のスループットの計算結果を表す図である

10

【図 9】LUT 記憶部が記憶している LUT の具体例の一部を示す図である。

【図 10】LUT 記憶部が記憶している LUT の具体例の一部を示す図である。

【図 11】チャネル及び端末数が選択可能な場合において、各基地局装置 20 のスループットの実測値の積が最大となるように動作させた場合の計算結果を表す図である。

【図 12】スループットの実測値の積が最大となるように動作させた場合の公平性を示す指標を表す図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明の一実施形態を、図面を参照しながら説明する。

20

図 1 は、本発明における無線通信システムのシステム構成を示す図である。本発明の無線通信システムは、集中制御局 (AC) 10、複数の基地局装置 (AP-c) 20、複数の端末装置 30 を備える。無線通信システムの近傍には単数もしくは複数の干渉 AP 40 およびその干渉 AP 40 に従属する単数もしくは複数の端末装置 50 が存在する。

以下の説明では、説明の簡略のため、基地局装置 20 の台数を 2 台、端末装置 30 の台数を 10 台、干渉 AP 40 の台数を 1 台、干渉端末装置 50 の台数を 5 台とする。

【0018】

集中制御局 10 は、情報処理装置を用いて構成され、複数の基地局装置 20 と通信可能に接続される。集中制御局 10 は、各基地局装置 20 の動作を制御する。

基地局装置 20 は、無線 LAN のアクセスポイントであり、自装置に接続された端末装置 30 と無線通信を行う。基地局装置 20 は、集中制御局 10 による制御にしたがって各端末装置 30 と無線通信する。

30

【0019】

端末装置 30 は、例えばスマートフォン、携帯電話機、PDA (Personal Digital Assistant)、携帯ゲーム装置、タブレット装置、パーソナルコンピュータ等の情報処理装置を用いて構成される。端末装置 30 は、基地局装置 20 と無線通信を行う。

干渉 AP 40 および干渉端末装置 50 は、基地局装置 20 と端末装置 30 とが送受信する無線信号に干渉する信号を出力する装置である。干渉 AP 40 は、集中制御局 10 による制御を受けない。

【0020】

40

図 2 は、本発明で使用するチャネル及び帯域幅の一例である。各基地局装置 20 は、予め定められた複数のモードのいずれか一つで動作する。基地局装置 20 は、例えば 40 MHz モード、80 MHz モード、160 MHz モードの 3 つのいずれかのモードで動作する。基地局装置 20 が使用可能な帯域は、5.17 GHz から 5.33 GHz までの 160 MHz 帯域 (8 つの 20 MHz チャネル) である。使用可能なチャネルを左から順に 40 MHz ずつに分け、順に 1、2、3、4 とし、80 MHz のチャネルを 5、6 とし、160 MHz のチャネルを 7 とする。なお、使用しているチャネルを "1"、使用していないチャネルを "0" で表す。例えば、(0, 0, 1, 1) は、帯域 3 及び帯域 4 を用いて 80 MHz モードで動作していることを表している。

【0021】

50

各基地局装置 20 は、通信を行うために 1 から 7 のいずれかのチャネルを用いる。各基地局装置 20 が用いるチャネルの集合 C_i は、 $C_i = \{(0, 0, 0, 1), (0, 0, 1, 0), (0, 1, 0, 0), (1, 0, 0, 0), (0, 0, 1, 1), (1, 1, 0, 0), (1, 1, 1, 1)\}$ である。

【0022】

2 台の基地局装置 20 は集中制御局 10 に接続されている。そのため、集中制御局 10 の制御に応じて連携して動作することが可能である。チャネルと端末数を通信パラメータとして選択可能な場合には、2 台の基地局装置 20 間で、計 10 台の端末装置 30 をどちらの基地局装置 20 にも割り当てることができる。1 台目の基地局装置 20 に接続される端末装置 30 の数に関する集合 M_{12} は、 $M_{12} = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$ となる。たとえば、 $M_{12} = 3$ の場合、1 台目の基地局装置 20 と無線通信する端末装置 30 の台数は 3 台であり、2 台目の基地局装置 20 と無線通信する端末装置 30 の台数は 7 台である。

10

【0023】

基地局装置 20 及び干渉 AP 40 をまとめて通信装置 i として表現する。通信装置 i が形成するセルをセル i とし、セル i のトータルスループットを $u(a_i, a-i)$ とする。

3 台の通信装置が使用するチャネルの一部又は全てがオーバーラップする場合、上記 3 台の全ての装置のチャネルがオーバーラップしているチャネルをプライマリチャネルとして設定する。また、上記 3 台のうち 2 台の装置の使用するチャネルの一部又は全てがオーバーラップする場合、オーバーラップしているチャネルをプライマリとして設定する。

20

【0024】

また、通信装置 i の帯域内に 2 つの直交するチャネルを使用する通信装置 j 及び通信装置 k が存在する場合、通信装置 i は通信装置 j 又は通信装置 k のプライマリチャネルと自身のプライマリチャネルとを揃える必要がある。しかし、本発明においては、通信装置 1 (1 台目の基地局装置 20) と通信装置 2 (2 台目の基地局装置 20) とは連携動作する。そのため、通信装置 1 と通信装置 2 が使用するチャネルがオーバーラップしており、プライマリチャネルを揃えることが可能な場合は、優先してプライマリチャネルを揃えて動作する。

なお、スループットの計算方法の具体例は以下の文献に記載されている。

30

花田, 山本, 工藤, 石原, 守倉, “無線 LAN システムにおける基地局連携チャネル選択のゲーム理論的解析,” 信学技報 RCS2011-304, pp.211-216, Jan 2012.

【0025】

図 3 は、集中制御局 10 及び基地局装置 20 の機能構成を表す概略ブロック図である。まず、集中制御局 10 の機能構成を説明する。集中制御局 10 は、バスで接続された CPU (Central Processing Unit) やメモリや補助記憶装置などを備え、制御プログラムを実行する。制御プログラムの実行によって、集中制御局 10 は、受信部 101、通信品質情報記憶部 102、計算部 103、パラメータ決定部 104、スループット記憶部 105、判断部 106、通知部 107 を備える装置として機能する。なお、集中制御局 10 の各機能の全て又は一部は、ASIC (Application Specific Integrated Circuit) や PLD (Programmable Logic Device) や FPGA (Field Programmable Gate Array) 等のハードウェアを用いて実現されても良い。また、制御プログラムは、コンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録されても良い。コンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、例えば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である。また、制御プログラムは、電気通信回線を介して送受信されても良い。

40

【0026】

受信部 101 は、基地局装置 20 から通知された情報 (例えば干渉 AP 40 の通信品質情報、基地局装置 20 のスループット) を受信する。受信部 101 は、基地局装置 20 との間で無線通信を行っても良いし有線通信を行っても良い。

50

通信品質情報記憶部 102 は、磁気ハードディスク装置や半導体記憶装置などの記憶装置を用いて構成される。通信品質情報記憶部 102 は、基地局装置 20 から通知された干渉 AP40 と干渉端末装置 50 の少なくとも一方の通信品質情報を記憶する。通信品質情報とは、干渉 AP40 と干渉端末装置 50 の少なくとも一方が行っている無線通信に関する情報である。通信品質情報は、例えば使用チャネルや、帯域幅、通信頻度、トラヒック量、信号強度、位置情報、QoS (Quality of Service) などを表す。また、干渉 AP40 に接続している端末数を表しても良い。

【0027】

計算部 103 は、各基地局装置 20 に対してある通信パラメータを設定した場合のシステムスループットの推定値（以下、「スループット指標」という。）を算出する。システムスループットとは、個々の基地局装置 20 におけるスループットではなく、複数の基地局装置 20 を備える無線通信システム全体のスループットである。

10

【0028】

以下、計算部 103 の処理の具体例について説明する。計算部 103 は、通信品質情報記憶部 102 が記憶している通信品質情報に基づいて、各基地局装置 20 に対して割り当てるべき通信パラメータの候補（以下、「通信パラメータ候補」という。）を複数決定する。通信パラメータとは、基地局装置 20 と端末装置 30 との間で行われる無線通信に関するパラメータである。通信パラメータは、例えば、使用されるチャネルと、基地局装置 20 に従属する端末数とを表す。計算部 103 は、例えば干渉 AP40 と干渉端末装置 50 の少なくとも一方において利用されていないチャネル、干渉 AP40 と干渉端末装置 50 の少なくとも一方のトラヒック量の少ないチャネル、干渉 AP40 と干渉端末装置 50 の少なくとも一方による無線信号の信号強度が弱いチャネルなどを、その干渉 AP40 と干渉端末装置 50 の少なくとも一方の近傍に位置する基地局装置 20 に割り当てる通信パラメータ候補のチャネルとして選択する。また、計算部 103 は、選択されたチャネルに応じて、各基地局装置 20 に割り当てられる端末装置 30 の数を、通信パラメータ候補の端末数として選択する。計算部 103 は、パラメータ候補毎に、そのパラメータ候補で各基地局装置 20 が無線通信を行った場合のスループット指標を計算する。

20

【0029】

パラメータ決定部 104 は、スループット指標に基づいて、通信パラメータ候補の中から一つの通信パラメータを決定する。例えば、パラメータ決定部 104 は、計算部 103 が計算したスループット指標に基づいて、無線通信システムのシステムスループットが最大となるように通信パラメータを決定する。

30

【0030】

スループット記憶部 105 は、磁気ハードディスク装置や半導体記憶装置などの記憶装置を用いて構成される。スループット記憶部 105 は、受信部 101 が受信した各基地局装置 20 のスループットの実測値を記憶する。

判断部 106 は、スループット記憶部 105 が記憶している基地局装置 20 毎のスループットの実測値に基づいて、無線通信システムのシステムスループットの実測値を算出する。例えば、判断部 106 は、基地局装置 20 毎のスループットの実測値の和をシステムスループットの実測値として算出して良い。判断部 106 は、算出したシステムスループットの実測値に基づいて、通信パラメータの再設定が必要か否かを判断する。

40

通知部 107 は、パラメータ決定部 104 が決定したパラメータを各基地局装置 20 に通知する。

【0031】

次に、基地局装置 20 の機能構成を説明する。基地局装置 20 は、バスで接続された CPU やメモリや補助記憶装置などを備え、基地局プログラムを実行する。基地局プログラムの実行によって、基地局装置 20 は、情報収集部 201、検出部 202、スループット算出部 203、受信部 204、パラメータ設定部 205、パラメータ記憶部 206、通信部 207、通知部 208 を備える装置として機能する。なお、基地局装置 20 の各機能の全て又は一部は、ASIC や PLD や FPGA 等のハードウェアを用いて実現されても良

50

い。また、基地局プログラムは、コンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録されても良い。コンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、例えば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である。また、基地局プログラムは、電気通信回線を介して送受信されても良い。

【0032】

情報収集部201は、自装置（基地局装置20）の近傍に位置する干渉AP40と干渉端末装置50の少なくとも一方の通信品質情報を収集する。近傍に位置する干渉AP40もしくは干渉端末装置50とは、すなわち自装置（基地局装置20）においてその干渉AP40もしくは干渉端末装置50から送出された無線信号を受信可能な干渉AP40もしくは干渉端末装置50である。

10

検出部202は、情報収集部201が収集した通信品質情報の変化を検出する。

【0033】

スループット算出部203は、自装置（基地局装置20）と端末装置30との間の無線通信におけるスループットを算出する。例えば、スループット算出部203は、パラメータ設定直後と、一定時間経過後（例えば、5秒後、30秒後、1分後、5分後など）とで、端末装置30との間で行われる無線通信におけるスループット実測値を算出する。

受信部204は、集中制御局10から通知される情報（例えば、通信パラメータ）を受信する。

【0034】

20

パラメータ設定部205は、受信部204が受信した通信パラメータを、自装置（基地局装置20）が行う無線通信の通信パラメータとして設定する。具体的には、パラメータ設定部205は、受信部204が受信した通信パラメータを用いて、パラメータ記憶部206に記憶されている通信パラメータを上書きする。

【0035】

パラメータ記憶部206は、磁気ハードディスク装置や半導体記憶装置などの記憶装置を用いて構成される。パラメータ記憶部206は、パラメータ設定部205によって設定された通信パラメータを記憶する。

通信部207は、パラメータ設定部205が設定した通信パラメータで、端末装置30との間で無線通信を行う。

30

通知部208は、通信品質情報やスループット実測値を集中制御局10に通知する。

【0036】

[第一動作例]

図4は、本発明の第一動作例におけるパラメータ決定方法の処理の流れを示すフローチャートである。

まず、基地局装置20の情報収集部201は、干渉AP40と干渉端末装置50の少なくとも一方の通信品質情報を収集する。通知部208は、収集した通信品質情報を集中制御局10に通知する。集中制御局10の受信部101は、各基地局装置20から通信品質情報を収集する（ステップS101）。受信部101は、各基地局装置20から受信した通信品質情報を通信品質情報記憶部102に記録する。次に、計算部103は、通信品質情報に基づいてスループット指標を計算する。パラメータ決定部104は、スループット指標に基づいて、各基地局装置20が使用する通信パラメータを決定する。通知部107は、決定した通信パラメータを各基地局装置20に通知する（ステップS102）。

40

【0037】

基地局装置20の受信部204は、集中制御局10から通知された通信パラメータを受信する。パラメータ設定部205は、受信された通信パラメータを、自装置が行う無線通信の通信パラメータとして設定する（ステップS103）。通信部207は、設定された通信パラメータで端末装置30と無線通信を行う（ステップS104）。スループット算出部203は、パラメータ設定直後及び一定時間経過後に端末装置30との間の無線通信におけるスループットを算出する。通知部208は、算出されたスループットを集中制御

50

局 10 に通知する (ステップ S 105)。

【0038】

集中制御局 10 の受信部 101 は、各基地局装置 20 から通知されたスループットを収集し、スループット記憶部 105 に記録する。判断部 106 は、パラメータ設定直後のシステムスループットの実測値と、一定時間経過後のシステムスループットの実測値とに基づいて、通信パラメータの再設定の要否を判定する (ステップ S 106)。判断部 106 は、システムスループットの実測値が既定値以上減少している場合に、通信パラメータの再設定が必要であると判定する (ステップ S 106 - YES)。この場合、無線通信システムはステップ S 101 から処理を繰り返し実行する。そして、ステップ S 102 の処理において、パラメータ決定部 104 は、前回のステップ S 102 の処理で決定された通信パラメータとは異なる通信パラメータを決定し通知する。

10

【0039】

一方、判断部 106 は、システムスループットの実測値が既定値以上減少していない場合に、通信パラメータの再設定が不要であると判定する (ステップ S 106 - NO)。この場合、処理は終了する。

基地局装置 20 の検出部 202 は、干渉 AP 40 と干渉端末装置 50 の少なくとも一方の通信状態の変化を検出した場合、集中制御局 10 に通知する (ステップ S 108)。また、集中制御局 10 に新しく基地局装置 20 が接続された場合、接続された基地局装置 20 の通知部 208 は、新たに接続されたことを集中制御局 10 に通知する (ステップ S 109)。ステップ S 108 又はステップ S 109 における通知がなされた場合、無線通信システムはステップ S 101 以降の処理を実行する。

20

【0040】

[第二動作例]

図 5 は、本発明の第二動作例におけるパラメータ決定方法の処理の流れを示すフローチャートである。

まず、基地局装置 20 の情報収集部 201 は、干渉 AP 40 と干渉端末装置 50 の少なくとも一方の通信品質情報を収集する。通知部 208 は、収集した通信品質情報を集中制御局 10 に通知する。集中制御局 10 の受信部 101 は、各基地局装置 20 から通信品質情報を収集する (ステップ S 201)。受信部 101 は、各基地局装置 20 から受信した通信品質情報を通信品質情報記憶部 102 に記録する。次に、計算部 103 は、通信品質情報に基づいてスループット指標を計算する。パラメータ決定部 104 は、スループット指標に基づいて、各基地局装置 20 が使用する第一の通信パラメータ (例えばチャンネル) を決定する。通知部 107 は、決定した第一の通信パラメータを各基地局装置 20 に通知する (ステップ S 202)。

30

【0041】

基地局装置 20 の受信部 204 は、集中制御局 10 から通知された第一の通信パラメータを受信する。パラメータ設定部 205 は、受信された第一の通信パラメータを、自装置が行う無線通信の通信パラメータとして設定する (ステップ S 203)。通信部 207 は、設定された第一の通信パラメータで端末装置 30 と無線通信を行う (ステップ S 204)。スループット算出部 203 は、第一のパラメータ設定直後及び一定時間経過後に端末装置 30 との間の無線通信におけるスループットを算出する。通知部 208 は、算出されたスループットを集中制御局 10 に通知する (ステップ S 205)。

40

【0042】

集中制御局 10 の受信部 101 は、各基地局装置 20 が通知したスループットを収集し、スループット記憶部 105 に記録する。判断部 106 は、第一の通信パラメータ設定直後のシステムスループットの実測値と、一定時間経過後のシステムスループットの実測値とに基づいて、第一の通信パラメータの再設定の要否を判定する (ステップ S 206)。判断部 106 は、システムスループットの実測値が既定値以上減少している場合に、第一の通信パラメータの再設定が必要であると判定する (ステップ S 206 - YES)。この場合、無線通信システムはステップ S 201 から処理を繰り返し実行する。そして、ステ

50

ップS 2 0 2の処理において、パラメータ決定部1 0 4は、前回のステップS 2 0 2の処理で決定された第一の通信パラメータとは異なる第一の通信パラメータを決定し通知する。

【0 0 4 3】

一方、判断部1 0 6は、システムスループットの実測値が既定値以上減少していない場合に、第一の通信パラメータの再設定が不要であると判定する(ステップS 2 0 6 - N O)。この場合、基地局装置2 0の情報収集部2 0 1は、干渉A P 4 0と干渉端末装置5 0の少なくとも一方の通信品質情報を再び収集する。通知部2 0 8は、収集した通信品質情報を集中制御局1 0に通知する。集中制御局1 0の受信部1 0 1は、各基地局装置2 0から通信品質情報を収集する(ステップS 2 0 7)。受信部1 0 1は、各基地局装置2 0から受信した通信品質情報を通信品質情報記憶部1 0 2に記録する。次に、計算部1 0 3は、通信品質情報に基づいてスループット指標を計算する。パラメータ決定部1 0 4は、スループット指標に基づいて、各基地局装置2 0が使用する第二の通信パラメータ(例えば接続する端末装置の台数)を決定する。通知部1 0 7は、決定した第二の通信パラメータを各基地局装置2 0に通知する(ステップS 2 0 8)。

10

【0 0 4 4】

基地局装置2 0の受信部2 0 4は、集中制御局1 0から通知された第二の通信パラメータを受信する。パラメータ設定部2 0 5は、受信された第二の通信パラメータを、自装置が行う無線通信の通信パラメータとして設定する(ステップS 2 0 9)。通信部2 0 7は、設定された第二の通信パラメータで端末装置3 0と無線通信を行う(ステップS 2 1 0)。スループット算出部2 0 3は、第二のパラメータ設定直後及び一定時間経過後に端末装置3 0との間の無線通信におけるスループットを算出する。通知部2 0 8は、算出されたスループットを集中制御局1 0に通知する(ステップS 2 1 1)。

20

【0 0 4 5】

集中制御局1 0の受信部1 0 1は、各基地局装置2 0が通知したスループットを収集し、スループット記憶部1 0 5に記録する。判断部1 0 6は、第二の通信パラメータ設定直後のシステムスループットの実測値と、一定時間経過後のシステムスループットの実測値とに基づいて、第二の通信パラメータの再設定の要否を判定する(ステップS 2 1 2)。判断部1 0 6は、システムスループットの実測値が既定値以上減少している場合に、第二の通信パラメータの再設定が必要であると判定する(ステップS 2 1 2 - Y E S)。この場合、無線通信システムはステップS 2 0 7から処理を繰り返し実行する。そして、ステップS 2 0 8の処理において、パラメータ決定部1 0 4は、前回のステップS 2 0 8の処理で決定された第二の通信パラメータとは異なる第二の通信パラメータを決定し通知する。

30

【0 0 4 6】

一方、判断部1 0 6は、システムスループットの実測値が既定値以上減少していない場合に、第二の通信パラメータの再設定が不要であると判定する(ステップS 2 1 2 - N O)。この場合、処理は終了する。

基地局装置2 0の検出部2 0 2は、干渉A P 4 0と干渉端末装置5 0の少なくとも一方の通信状態の変化を検出した場合、集中制御局1 0に通知する(ステップS 2 1 4)。また、集中制御局1 0に新しく基地局装置2 0が接続された場合、接続された基地局装置2 0の通知部2 0 8は、新たに接続されたことを集中制御局1 0に通知する(ステップS 2 1 5)。ステップS 2 1 4又はステップS 2 1 5における通知がなされた場合、無線通信システムはステップS 2 0 1以降の処理を実行する。

40

【0 0 4 7】

以上のように構成された無線通信システムによれば、干渉A P 4 0もしくは干渉端末装置5 0の影響に応じてシステムスループットが最大となるように各基地局装置2 0の通信パラメータが設定される。そのため、干渉A P 4 0と干渉端末装置5 0の少なくとも一方が近隣に存在し干渉信号が生じている無線通信システムにおいて、無線通信の効率を向上させることが可能となる。

50

また、通信パラメータを設定した後にシステムスループットが低下した場合には、他の通信パラメータが改めて設定される。そのため、より確実に無線通信の効率の向上を図ることが可能となる。

【 0 0 4 8 】

図 6 は、無線通信システムにおける効果の具体例を示す図である。干渉 A P 4 0 が 5 . 2 5 ~ 5 . 3 3 M H z の 8 0 M H z を使用して 5 台の端末と通信している場合を想定する。1 台目の基地局装置 2 0 が 5 . 1 7 ~ 5 . 2 5 M H z の 8 0 M H z を使用して 1 台の端末装置 3 0 と無線通信し、2 台目の基地局装置 2 0 が 5 . 2 5 ~ 5 . 3 3 M H z の 8 0 M H z を使用して 9 台の端末装置 3 0 と無線通信すると、5 . 1 7 ~ 5 . 2 5 M H z のチャンネルの方がトラヒック量（通信頻度）が少なくなる。そのため、干渉 A P 4 0 は、5 . 1 7 ~ 5 . 2 5 M H z のチャンネルの方がよりスループットが高く通信できると認識し、そちらのチャンネルに遷移する。以上のように、集中制御局 1 0 は、各基地局装置 2 0 のパラメータを設定することによって、干渉 A P 4 0 が用いるチャンネルを間接的に制御することができる。そのため、干渉 A P 4 0 のチャンネルも含めて、無線通信システム全体のスループット（システムスループット）を向上させることが可能となる。

【 0 0 4 9 】

図 7 は、チャンネルのみが選択可能な場合のスループットの計算結果を表す図である。図 8 は、チャンネル及び端末数が選択可能な場合のスループットの計算結果を表す図である。いずれの図でも、縦軸はシステムスループットを表し、横軸は干渉 A P 4 0 のスループットを表す。なお、図 7 及び図 8 におけるシミュレーション諸元は、上述した文献に示す通りである。図 7 の (i) と図 8 の (i i) とからわかるように、チャンネルのみ変えられる場合と比べて、端末数も変えることで、システムスループットがより大きく改善されている。図 8 の (i i) は、1 台目の基地局装置 2 0 が「 1 , 1 , 0 , 0 」で端末数が 9、2 台目の基地局装置 2 0 が「 0 , 0 , 1 , 1 」で端末数が 1、干渉 A P 4 0 が「 1 , 1 , 1 , 1 」で端末数が 5 である場合の値である。1 台目の基地局装置 2 0 の方により多くの端末装置 3 0 を従属させることで、システムスループットが向上している。

【 0 0 5 0 】

< 変形例 >

基地局装置 2 0 は、自身に接続する複数の端末装置 3 0 と無線通信可能な装置であればどのような装置であっても良く、無線 L A N のアクセスポイントに限定される必要は無い。基地局装置 2 0 は、例えば携帯電話通信網の基地局装置であっても良い。なお、無線 L A N システムの具体例には、I E E E 8 0 2 . 1 1 a / b / g / n / a c といった C S M A / C A によるシステムがある。

【 0 0 5 1 】

上記第一動作例のステップ S 1 0 6 の処理、第二動作例のステップ S 2 0 6 の処理及び S 2 1 2 の処理において、システムスループットの実測値が既定値以上減少しているか否かに基づいて分岐の判断を行うのではなく、所定回数 S 1 0 1 ~ S 1 0 5 等の処理を繰り返してから処理を終了又は次の処理に移行するように構成されても良い。また、上記各処理において、システムスループットの実測値が閾値を超えた場合に、処理を終了又は次の処理に移行するように構成されても良い。

【 0 0 5 2 】

通信品質情報を収集する装置は、基地局装置 2 0 に限定される必要は無く、端末装置 3 0 であっても良いし、他の装置であっても良い。このように構成されることにより、隠れ端末問題に対する特性劣化を低減することができる。

集中制御局 1 0 は、L U T 記憶部を更に備えるように構成されても良い。L U T 記憶部は、磁気ハードディスク装置や半導体記憶装置などの記憶装置を用いて構成される。L U T 記憶部は、シミュレーションなどにより予め求められた L U T (Look Up Table) のデータを記憶している。

【 0 0 5 3 】

図 9 及び図 1 0 は、L U T 記憶部が記憶している L U T の具体例の一部を示す図である

。図9は、チャンネルのみが選択可能な場合のLUTであり、図10は、チャンネル及び端末数が選択可能な場合のLUTである。LUT記憶部が記憶しているLUTは、各基地局装置20に割り当てられるパラメータの組み合わせ毎に、そのパラメータの元で各基地局装置20が動作した場合の各装置のスループットの予測値を定義したLUTである。この場合、計算部103は、LUT記憶部に記憶されているLUTを参照することによって、スループット指標を取得しても良い。

【0054】

図9及び図10のLUTについてより詳細に説明する。縦に基地局装置20のチャンネル使用情報を示し、横に干渉源40のチャンネル使用情報を並べ、各組み合わせにおける各通信装置のスループットを表している。例えば、「1, 1, 0, 0」の場合は、図2における「5」のようなチャンネルの使用を行った場合に相当する。なお、カッコ内の数字は、各通信装置に従属されている端末数を示し、LUT内の数値は左から順に1台目の基地局装置20、2台目の基地局装置20、干渉源40のスループットをそれぞれ表す。は、ゲーム理論におけるナッシュ均衡点を表している。

【0055】

上述した本実施形態では、集中制御局10は、システムスループットが最大となるように制御を行う。即ち、集中制御局10は、基地局装置20毎のスループットの実測値の和が最大となるように制御を行う。これに対し、集中制御局10は、基地局装置20毎のスループットの実測値の積が最大となるように制御を行ってもよい。

その際、例えば、以下のような処理が行われる。具体例として、図4のフローチャートを用いて説明する。また、ステップS101からステップS105までの処理は、図4と同様のため説明を省略する。

【0056】

集中制御局10の判断部106は、パラメータ設定直後の各基地局装置20から収集したスループットの実測値の積と、一定時間経過後の各基地局装置20から収集したスループットの実測値の積とに基づいて、通信パラメータの再設定の要否を判定する(ステップS106)。一定時間経過後の各基地局装置20から収集したスループットの実測値の積が既定値以上減少している場合(ステップS106 - YES)、無線通信システムはステップS101以降の処理を繰り返し実行する。そして、ステップS102の処理において、パラメータ決定部104は、前回のステップS102の処理で決定された通信パラメータとは異なる通信パラメータを決定し通知する。

一方、一定時間経過後の各基地局装置20から収集したスループットの実測値の積が既定値以上減少していない場合(ステップS106 - NO)、無線通信システムは処理を終了する。

【0057】

図11は、チャンネル及び端末数が選択可能な場合において、各基地局装置20のスループットの実測値の積が最大となるように動作させた場合の計算結果を表す図である。

図11の縦軸はシステムスループットを表し、横軸は干渉AP40のスループットを表す。なお、シミュレーション諸元は、上述した文献(花田, 山本, 工藤, 石原, 守倉, “無線LANシステムにおける基地局連携チャンネル選択のゲーム理論的解析,” 信学技報RCS2 011-304, pp.211-216, Jan 2012.)に示す通りである。また、図11のチャンネル及び端末数が選択可能な場合において各基地局装置20のスループットの実測値の積が最大となるように動作させた場合の計算結果と、図8のチャンネル及び端末数が選択可能な場合のスループットの計算結果とを比較すると、図11にはナッシュ均衡点が存在している。

【0058】

図12は、スループットの実測値の積が最大となるように動作させた場合の公平性を示す指標を表す図である。図12の縦軸は公平性を示す指標(Jain's fairness index)を表し、横軸はナッシュ均衡点を表す。図12に示すように、ナッシュ均衡点A, B, C, D, G, K, Mの全点において、端末数を集中制御局10が制御するパラメータに加えることで、Jain's fairness indexの値が改善され、公平なリソースの配分が可能となって

10

20

30

40

50

いることが推定できる。

【0059】

以上、この発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も含まれる。

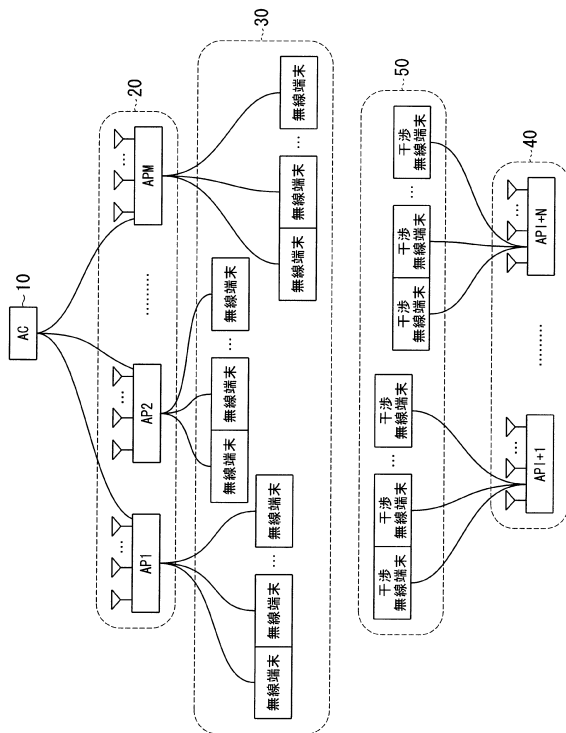
【符号の説明】

【0060】

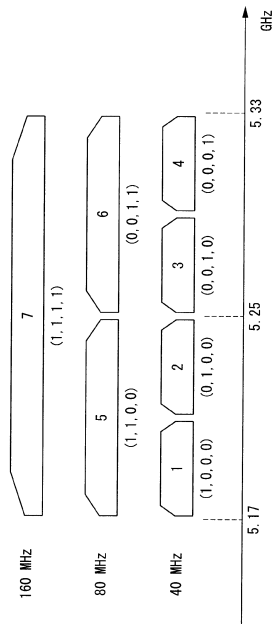
10...集中制御局(AC), 20...基地局装置(AP-c), 30...端末装置, 40...干渉AP(AP-n), 50...干渉端末装置, 101...受信部, 102...通信品質情報記憶部, 103...計算部, 104...パラメータ決定部, 105...スループット記憶部, 106...判断部, 107...通知部, 201...情報収集部, 202...検出部, 203...スループット算出部, 204...受信部, 205...パラメータ記憶部, 206...パラメータ設定部, 207...通信部, 208...通知部

10

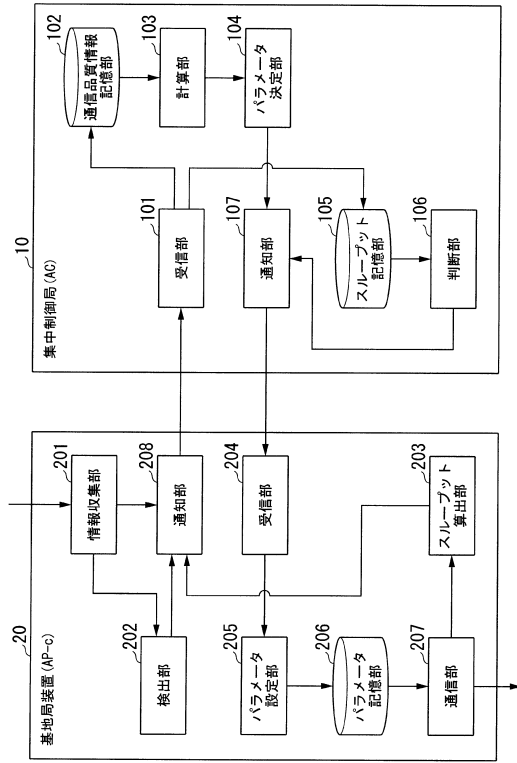
【図1】



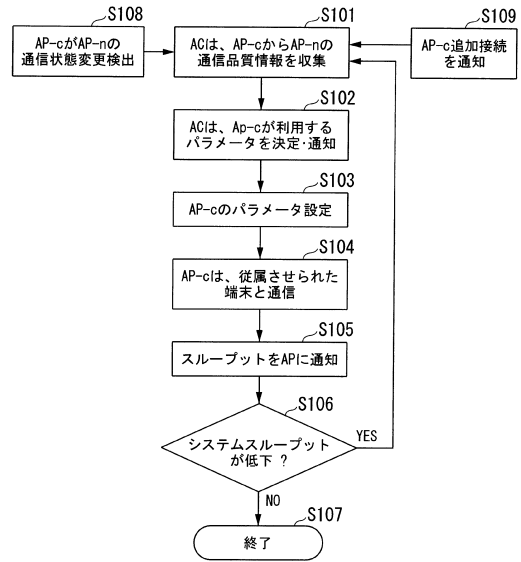
【図2】



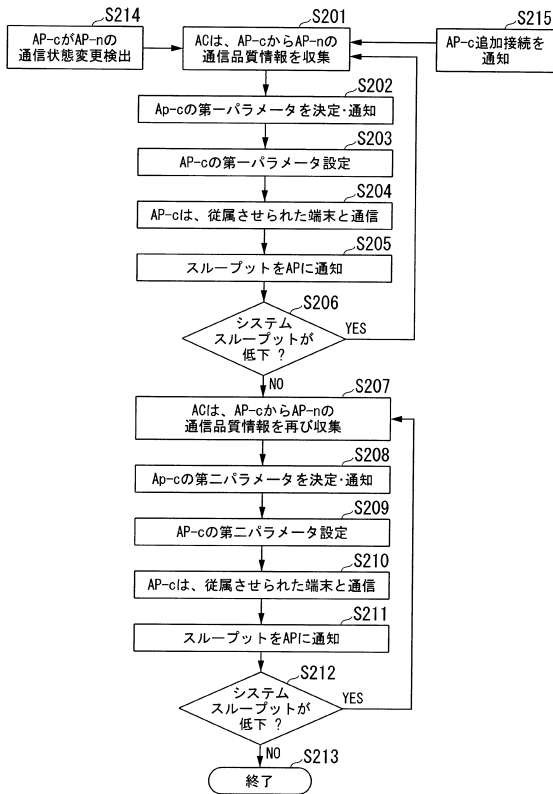
【図3】



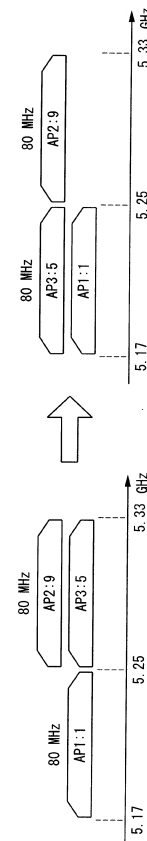
【図4】



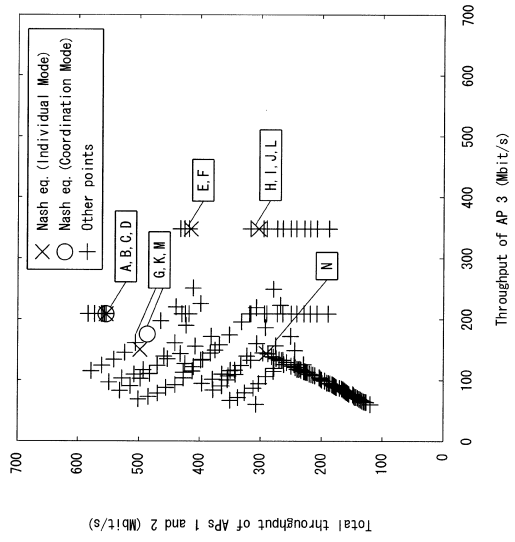
【図5】



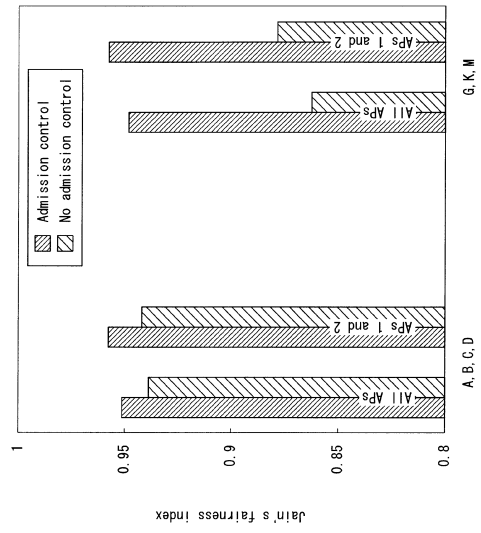
【図6】



【 1 1 】



【 1 2 】



フロントページの続き

- (72)発明者 溝口 匡人
東京都千代田区大手町二丁目3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 国立大学法人京都大学大学院情報学研究科内
- (72)発明者 花田 光平
京都府京都市左京区吉田本町 国立大学法人京都大学大学院情報学研究科内

審査官 田部井 和彦

- (56)参考文献 特開2006-229778(JP,A)
特開2010-233202(JP,A)
特開2011-035743(JP,A)
国際公開第2009/148162(WO,A1)
特開2010-206577(JP,A)
花田 光平 Kohei HANADA, 無線LANシステムにおける基地局連携受付制御・チャネル選択のゲーム理論的解析 Game-theoretic Analysis for Admission Control and Channel Selection by Coordinated APs in Wireless LAN Systems, 電子情報通信学会技術研究報告 Vol. 112 No. 122 IEICE Technical Report, 日本, 一般社団法人電子情報通信学会 The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, 2012年 7月13日, 第112巻

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 7/24 - 7/26
H04W 4/00 - 99/00
H04B 17/00