

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6418323号
(P6418323)

(45) 発行日 平成30年11月7日 (2018. 11. 7)

(24) 登録日 平成30年10月19日 (2018. 10. 19)

(51) Int. Cl.	F I
HO 4W 16/02 (2009. 01)	HO 4W 16/02
HO 4W 28/16 (2009. 01)	HO 4W 28/16
HO 4W 84/12 (2009. 01)	HO 4W 84/12
HO 4W 72/04 (2009. 01)	HO 4W 72/04 1 3 2

請求項の数 4 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2017-515314 (P2017-515314)	(73) 特許権者	000005223
(86) (22) 出願日	平成27年4月28日 (2015. 4. 28)		富士通株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2015/062790		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(87) 国際公開番号	W02016/174728	(74) 代理人	100089118
(87) 国際公開日	平成28年11月3日 (2016. 11. 3)		弁理士 酒井 宏明
審査請求日	平成29年10月5日 (2017. 10. 5)	(72) 発明者	中山 貴祥
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
		(72) 発明者	尾崎 一幸
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
		(72) 発明者	藤田 裕志
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 チャネル割当装置、無線通信システム及びチャネル割当方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の無線アクセスポイントの各々での被干渉量を要素とする数値群を対称行列によって表現し、前記被干渉量の大きさに基づいて前記対称行列において行の交換及び列の交換を行い、行の交換及び列の交換後の対称行列から上三角行列または下三角行列を生成する被干渉量処理部と、

前記上三角行列または前記下三角行列を用いて、周波数チャネルの複数の割当候補から前記被干渉量の大きさに応じた最適な割当候補を選択する所定のアルゴリズムに従って、前記複数の無線アクセスポイントの各々に周波数チャネルを割り当てる割当部と、

を具備するチャネル割当装置。

10

【請求項 2】

前記複数の無線アクセスポイントの各々が他の無線アクセスポイントから受ける前記被干渉量を前記他の無線アクセスポイントの送信電力値に基づいて正規化する正規化部、をさらに具備し、

前記被干渉量処理部は、正規化後の被干渉量を要素とする対称行列から前記上三角行列または前記下三角行列を生成する、

請求項 1 に記載のチャネル割当装置。

【請求項 3】

複数の無線アクセスポイントと、チャネル割当装置とを具備する無線通信システムであって、

20

前記複数の無線アクセスポイントの各々は、前記複数の無線アクセスポイントの各々での被干渉量を前記チャンネル割当装置へ報告し、

前記チャンネル割当装置は、報告された前記被干渉量を要素とする数値群を対称行列によって表現し、前記被干渉量の大きさに基づいて前記対称行列において行の交換及び列の交換を行い、行の交換及び列の交換後の対称行列から上三角行列または下三角行列を生成し、前記上三角行列または前記下三角行列を用いて、周波数チャンネルの複数の割当候補から前記被干渉量の大きさに応じた最適な割当候補を選択する所定のアルゴリズムに従って、前記複数の無線アクセスポイントの各々に周波数チャンネルを割り当て、周波数チャンネルの割当結果を前記複数の無線アクセスポイントの各々へ通知し、

前記複数の無線アクセスポイントの各々は、送信チャンネルを前記割当結果に従った周波数チャンネルに設定する、

無線通信システム。

【請求項 4】

チャンネル割当装置が、複数の無線アクセスポイントの各々での被干渉量を要素とする数値群を対称行列によって表現し、前記被干渉量の大きさに基づいて前記対称行列において行の交換及び列の交換を行い、行の交換及び列の交換後の対称行列から上三角行列または下三角行列を生成し、

前記チャンネル割当装置が、前記上三角行列または前記下三角行列を用いて、周波数チャンネルの複数の割当候補から前記被干渉量の大きさに応じた最適な割当候補を選択する所定のアルゴリズムに従って、前記複数の無線アクセスポイントの各々に周波数チャンネルを割り当てる、

チャンネル割当方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、チャンネル割当装置、無線通信システム及びチャンネル割当方法に関する。

【背景技術】

【0002】

無線 LAN (Wireless Local Area Network) 等の無線通信システムでは、無線アクセスポイントと無線端末との間で周波数チャンネルを用いて無線通信が行われる。各無線アクセスポイントには、無線通信システム内で使用可能な複数の周波数チャンネルのうち何れか一つの周波数チャンネルが割り当てられる。以下では、無線アクセスポイントを「AP」と表記することがある。

【0003】

無線通信システムにおいて使用可能な周波数チャンネルの数には限りがあるため、使用可能な周波数チャンネルの数より多い数の AP が無線通信システム内に存在する場合、同一の周波数チャンネルが複数の AP に割り当てられることがある。同一の周波数チャンネルが複数の AP に割り当てられると、それらの複数の AP 間で電波干渉が発生して、無線通信システムのスループットが低下する。また、AP 間での電波干渉は無線環境の変化に応じて増減する。そこで、AP 間での電波干渉を低減するために、AP に対する周波数チャンネルの割当を無線環境の変化に応じて動的に行う「ダイナミック割当法」がある。また、ダイナミック割当法の関連技術として、例えば、無線通信システム内の全 AP に対する周波数チャンネルの割当を一斉に行うものがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2010-119087 号公報

【特許文献 2】特開平 10-079977 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記の関連技術では、無線環境の変化に応じて、全APの周波数チャネルを一斉に変更することができる。しかし、上記の関連技術では、周波数チャネルの割当に係る計算の量（以下では「割当計算量」と呼ぶことがある）が、無線通信システム内に存在するAPの数に応じて指数関数的に増大する。例えば、無線通信システム内にN個のAPが設置された環境においてC個の周波数チャネルが使用可能である場合、周波数チャネルの割当に係る計算パターン数は C^N となる。このように割当計算量が指数関数的に増大すると、周波数チャネルの割当に係る計算時間（以下では「割当計算時間」と呼ぶことがある）が長くなってしまふ。割当計算時間が長くなると、周波数チャネルの割当の基になる無線環境の測定時点から、周波数チャネルの割当時点までの間に長時間経過してしまうため、周波数チャネルの割当時点での実際の無線環境が、測定時点での無線環境と大きく異なることがある。このように、周波数チャネルの割当時点での実際の無線環境が測定時点での無線環境と大きく異なると、実際の無線環境に応じた周波数チャネルの最適な割当が為されないため、無線通信システムのスループットが低下する。つまり、無線環境に基づく周波数チャネルの割当において割当計算量が増大すると、無線通信システムのスループットが低下することがある。

10

【0006】

開示の技術は、上記に鑑みてなされたものであって、無線通信システムのスループットを向上することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

20

【0007】

開示の態様では、チャネル割当装置は、被干渉量処理部と、割当部とを有する。前記被干渉量処理部は、複数の無線アクセスポイントの各々での被干渉量を要素とする数値群を、伝搬路の対称性に基づいて処理する。前記割当部は、前記被干渉量処理部での処理後の数値群を用いて、前記複数の無線アクセスポイントの各々に周波数チャネルを割り当てる。

【発明の効果】

【0008】

開示の態様によれば、無線通信システムのスループットを向上できる。

【図面の簡単な説明】

30

【0009】

【図1】図1は、実施例1の無線通信システムの構成例を示す図である。

【図2】図2は、実施例1の無線アクセスポイントの構成例を示す図である。

【図3】図3は、実施例1の制御局の構成例を示す図である。

【図4】図4は、実施例1のチャネル割当装置の動作例の説明に供する図である。

【図5】図5は、実施例1のチャネル割当装置の動作例の説明に供する図である。

【図6】図6は、実施例1のチャネル割当装置の処理例の説明に供するフローチャートである。

【図7】図7は、実施例2の制御局の構成例を示す図である。

【図8】図8は、実施例3の無線通信システムの構成例を示す図である。

40

【図9】図9は、実施例3の無線アクセスポイントの構成例を示す図である。

【図10】図10は、制御局のハードウェア構成例を示す図である。

【図11】図11は、無線アクセスポイントのハードウェア構成例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下に、本願の開示するチャネル割当装置、無線通信システム及びチャネル割当方法の実施例を図面に基づいて説明する。なお、この実施例により本願の開示するチャネル割当装置、無線通信システム及びチャネル割当方法が限定されるものではない。また、各実施例において同一の機能を有する構成、及び、同一の処理を行うステップには同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

50

【0011】

〔実施例1〕

＜無線通信システムの構成例＞

図1は、実施例1の無線通信システムの構成例を示す図である。図1において、無線通信システム1は、制御局10と、AP20-1～20-4と、無線端末30-1～30-7とを有する。以下では、AP20-1～20-4を区別しない場合にはAP20と総称し、無線端末30-1～30-7を区別しない場合には無線端末30と総称することがある。また、図1に示すAP20及び無線端末30の台数は一例であり、無線通信システム1が有するAP20及び無線端末30の台数は限定されない。

【0012】

制御局10とAP20とは有線リンクで接続されて有線通信を行い、AP20と無線端末30とは無線リンクで接続されて無線通信を行う。図1に示す例では、AP20-1は無線端末30-1、30-2と接続されており、AP20-2は無線端末30-3と接続されており、AP20-3は無線端末30-4、30-5、30-6と接続されており、AP20-4は無線端末30-7と接続されている。また例えば、無線通信システム1において使用可能な周波数チャンネルは、1ch、6ch、11chの3つの周波数チャンネルであり、これらの3つの周波数チャンネルの何れかが、制御局10によって各AP20に割り当てられる。よって例えば、AP20-1と無線端末30-1、30-2との通信は1chを用いて行われ、AP20-2と無線端末30-3との通信は6chを用いて行われる。また例えば、AP20-3と無線端末30-4、30-5、30-6との通信は11chを用いて行われ、AP20-4と無線端末30-7との通信は1chを用いて行われる。

【0013】

以下では、無線通信システム1において使用可能な周波数チャンネルが、1ch、6ch、11chの3つの周波数チャンネルである場合を一例に挙げて説明する。また以下では、AP20-1は1番AP、AP20-2は2番AP、AP20-3は3番AP、AP20-4は4番APと呼ばれることがある。

【0014】

＜無線アクセスポイントの構成例＞

図2は、実施例1の無線アクセスポイントの構成例を示す図である。図2に示すAP20aは、図1に示すAP20に相当する。図2において、AP20aは、アンテナ201と、無線受信部202と、受信電力測定部203と、測定結果記録部204と、有線通信部205と、チャンネル設定部206と、無線送信部207とを有する。

【0015】

無線受信部202は、自AP以外の他のAPから送信されたビーコン信号をアンテナ201を介して受信する。無線受信部202は、受信したビーコン信号にダウンコンバート等の所定の無線受信処理を施し、無線受信処理後のビーコン信号を受信電力測定部203へ出力する。無線受信部202は、1ch、6ch、11chのすべての周波数チャンネルでビーコン信号を受信する。ここで、他のAPは、自APが属する無線通信システム（以下では「自システム」と呼ぶことがある）に属する他のAPと、自システム以外の無線通信システム（以下では「他システム」と呼ぶことがある）に属する他のAPとに区別される。そこで、ビーコン信号には、各APが属する無線通信システムを一意に特定可能な識別子（以下では「システム識別子」と呼ぶことがある）と、ビーコン信号の送信元のAPを一意に特定可能な識別子（以下では「AP識別子」と呼ぶことがある）とが付加されている。無線受信部202は、受信したビーコン信号を、当該ビーコン信号に付加されているシステム識別子及びAP識別子と共に受信電力測定部203へ出力する。

【0016】

受信電力測定部203は、一定周期で、各ビーコン信号の受信電力値を測定し、測定結果を測定結果記録部204へ出力する。例えばAP20-1（図1）の受信電力測定部203は、AP20-2、20-3、20-4の各々から送信されたビーコン信号の受信電

10

20

30

40

50

力値 r_{12} , r_{13} , r_{14} と、他システムに属する A P から送信されたビーコン信号の受信電力値の評価値 r_{11} とを測定する。受信電力の評価値として、例えば、無線通信システムにおいて使用可能なすべての周波数チャンネルに渡る受信電力値の平均値を用いることができる。 r_{12} は A P 2 0 - 2 から送信されたビーコン信号の A P 2 0 - 1 における受信電力値、 r_{13} は A P 2 0 - 3 から送信されたビーコン信号の A P 2 0 - 1 における受信電力値、 r_{14} は A P 2 0 - 4 から送信されたビーコン信号の A P 2 0 - 1 における受信電力値を示す。つまり、 r_{12} は A P 2 0 - 2 からの A P 2 0 - 1 における被干渉量に相当し、 r_{13} は A P 2 0 - 3 からの A P 2 0 - 1 における被干渉量に相当し、 r_{14} は A P 2 0 - 4 からの A P 2 0 - 1 における被干渉量に相当する。また、 r_{11} は他システムに属する A P からの A P 2 0 - 1 における被干渉量に相当する。

10

【0017】

また、受信電力測定部 2 0 3 は、自システムのシステム識別子を予め記憶している。受信電力測定部 2 0 3 は、ビーコン信号に付加されているシステム識別子が自システムのシステム識別子と一致するときは、当該ビーコン信号が自システムに属する A P から送信されたものであると判断する。一方で、受信電力測定部 2 0 3 は、ビーコン信号に付加されているシステム識別子が自システムのシステム識別子と一致しないときは、当該ビーコン信号が他システムに属する A P から送信されたものであると判断する。また、受信電力測定部 2 0 3 は、ビーコン信号に付加されている A P 識別子に基づいて、当該ビーコン信号の送信元の A P を特定する。

【0018】

20

測定結果記録部 2 0 4 は、受信電力測定部 2 0 3 によって測定された受信電力値及び評価値を記録する。例えば A P 2 0 - 1 (図 1) の測定結果記録部 2 0 4 は、受信電力値 r_{12} , r_{13} , r_{14} 及び評価値 r_{11} を記録する。測定結果記録部 2 0 4 に記録される受信電力値及び評価値は受信電力測定部 2 0 3 によって一定周期で更新される。

【0019】

有線通信部 2 0 5 は、制御局 1 0 と有線リンクで接続されて制御局 1 0 と通信する。有線通信部 2 0 5 は、測定結果記録部 2 0 4 に記録された受信電力値及び評価値を制御局 1 0 (図 1) へ一定周期で報告する。また、有線通信部 2 0 5 は、制御局 1 0 から通知された、周波数チャンネルの割当結果 (以下では「チャンネル割当結果」と呼ぶことがある) を受信し、受信したチャンネル割当結果をチャンネル設定部 2 0 6 へ出力する。

30

【0020】

チャンネル設定部 2 0 6 は、無線送信部 2 0 7 における送信チャンネルを、制御局 1 0 から通知されたチャンネル割当結果に従った周波数チャンネルに設定する。チャンネル割当結果には、A P 識別子と、周波数チャンネル番号とが対応付けて示されている。そこで、チャンネル設定部 2 0 6 は、チャンネル割当結果において自 A P の識別子に対応付けられているチャンネル番号の周波数チャンネルが、自 A P に割り当てられた周波数チャンネルであると判断する。

【0021】

無線送信部 2 0 7 は、チャンネル設定部 2 0 6 から設定される送信チャンネルに従って、ベースバンド信号及びビーコン信号にアップコンバート等の所定の無線送信処理を施し、無線送信処理後の信号をアンテナ 2 0 1 を介して送信する。ベースバンド信号及びビーコン信号には、自システムのシステム識別子及び自 A P の A P 識別子が付加されている。

40

【0022】

<制御局の構成例>

図 3 は、実施例 1 の制御局の構成例を示す図である。図 3 に示す制御局 1 0 a は、図 1 に示す制御局 1 0 に相当する。図 3 において、制御局 1 0 a は、有線通信部 1 0 1 と、チャンネル割当装置 1 1 とを有する。チャンネル割当装置 1 1 は、行列操作部 1 0 2 と、チャンネル割当部 1 0 3 とを有する。

【0023】

有線通信部 1 0 1 は、A P 2 0 a と有線リンクで接続されて A P 2 0 a と通信する。有線通信部 1 0 1 は、A P 2 0 a から報告された受信電力値及び評価値を受信し、受信した

50

受信電力値及び評価値を行列操作部102へ出力する。また、有線通信部101は、チャンネル割当部103から入力されるチャンネル割当結果をAP20aへ通知する。有線通信部101は、チャンネル割当結果を自システムに属する全AP20aへ一斉に通知する。チャンネル割当結果が自システムに属する全AP20aへ一斉に通知されることにより、自システムに属する全AP20aは周波数チャンネルを一斉に切り替えることができる。

【0024】

行列操作部102は、AP20aから報告された受信電力値及び評価値を要素（つまり、成分）とする対称行列を生成する。また、行列操作部102は、生成した対称行列から上三角行列を生成する。そして、行列操作部102は、生成した上三角行列をチャンネル割当部103へ出力する。行列操作部102の動作の詳細は後述する。

10

【0025】

チャンネル割当部103は、行列操作部102によって生成された上三角行列を用いてAP20aに周波数チャンネルを割り当てる。また、チャンネル割当部103は、AP20aに周波数チャンネルを割り当てた後、チャンネル割当結果を有線通信部101へ出力する。チャンネル割当部103の動作の詳細は後述する。

【0026】

＜チャンネル割当装置の動作例＞

図4及び図5は、実施例1のチャンネル割当装置の動作例の説明に供する図である。以下の説明では、図1に示すAP20-1～20-4の各々が、図2に示すAP20aに相当する。よって、AP20-1は、AP20-2から送信されたビーコン信号のAP20-1における受信電力値 r_{12} と、AP20-3から送信されたビーコン信号のAP20-1における受信電力値 r_{13} と、AP20-4から送信されたビーコン信号のAP20-1における受信電力値 r_{14} と、他システムに属するAPから送信されたビーコン信号のAP20-1における受信電力値の評価値 r_{11} とを制御局10aへ報告する。また、AP20-2は、AP20-1から送信されたビーコン信号のAP20-2における受信電力値 r_{21} と、AP20-3から送信されたビーコン信号のAP20-2における受信電力値 r_{23} と、AP20-4から送信されたビーコン信号のAP20-2における受信電力値 r_{24} と、他システムに属するAPから送信されたビーコン信号のAP20-2における受信電力値の評価値 r_{22} とを制御局10aへ報告する。また、AP20-3は、AP20-1から送信されたビーコン信号のAP20-3における受信電力値 r_{31} と、AP20-2から送信されたビーコン信号のAP20-3における受信電力値 r_{32} と、AP20-4から送信されたビーコン信号のAP20-3における受信電力値 r_{34} と、他システムに属するAPから送信されたビーコン信号のAP20-3における受信電力値の評価値 r_{33} とを制御局10aへ報告する。また、AP20-4は、AP20-1から送信されたビーコン信号のAP20-4における受信電力値 r_{41} と、AP20-2から送信されたビーコン信号のAP20-4における受信電力値 r_{42} と、AP20-3から送信されたビーコン信号のAP20-4における受信電力値 r_{43} と、他システムに属するAPから送信されたビーコン信号のAP20-4における受信電力値の評価値 r_{44} とを制御局10aへ報告する。AP20-1～20-4から報告される受信電力値及び評価値は、上記のとおり、各APが他のAPから受ける被干渉量に相当する。

20

30

40

【0027】

チャンネル割当装置11（図3）において、行列操作部102は、図4に示すように、まず、AP20-1～20-4から報告された受信電力値を要素とする行列R1を生成する。ここで、AP20-1～20-4の送信電力値は互いに等しく、かつ、AP20-1～20-4において各AP間の伝送路が対称であるとする。よって、行列R1は対称行列となる。つまり、行列R1において、 r_{12} と r_{21} とは等しく、 r_{13} と r_{31} とは等しく、 r_{14} と r_{41} とは等しく、 r_{23} と r_{32} とは等しく、 r_{24} と r_{42} とは等しく、 r_{34} と r_{43} とは等しい。行列操作部102は、このような各AP間での伝搬路の対称性に基づいて、対称行列の各要素に対して、以下に示すような処理を施す。

【0028】

50

すなわち、行列操作部102は、行列R1において、行の交換と列の交換とを行う。行の交換は、行列R1の各行の要素の合計値（つまり、AP20毎の被干渉量の合計値）Sに基づいて行われる。ここでは、AP20-1の被干渉量の合計値は $S_1 = r_{11} + r_{12} + r_{13} + r_{14}$ となり、AP20-2の被干渉量の合計値は $S_2 = r_{21} + r_{22} + r_{23} + r_{24}$ となる。また、AP20-3の被干渉量の合計値は $S_3 = r_{31} + r_{32} + r_{33} + r_{34}$ となり、AP20-4の被干渉量の合計値は $S_4 = r_{41} + r_{42} + r_{43} + r_{44}$ となる。ここで、例えば、「 $S_1 < S_3 < S_2 < S_4$ 」であるとする。そこで、行列操作部102は、行番号が大きくなるに従って被干渉量の合計値が大きくなるように、行列R1において、2行目と3行目とを交換する。次いで、行列操作部102は、行の交換に合わせて、列を交換する。つまり、行列操作部102は、行列R1において、2行目と3行目との交換後、2列目と3列目とを交換する。

10

【0029】

よって、行の交換と列の交換とが為された後の行列は、行列R2となる。行列R2では、被干渉量の合計値は、1行目における S_1 、2行目における S_3 、3行目における S_2 、4行目における S_4 の順に大きくなっている。つまり、行列R2では、行番号が大きくなるに従って、各AP20での被干渉量の合計値が大きくなっている。また、行の交換に合わせて列の交換を行ったことにより、行列R2によって表現される物理的な状況は、行列R1によって表現される物理的な状況と等価になる。よって、行列R2も、行列R1と同様に、対称行列となる。

20

【0030】

次いで、行列操作部102は、行列R2が対称行列であるため、行列R2の対角要素より下の要素（つまり、下三角要素）のすべてを0に置き換えることによって上三角行列R3を生成する。行列操作部102は、生成した上三角行列R3をチャンネル割当部103へ出力する。

【0031】

チャンネル割当部103は、上三角行列R3を用いて、AP20-1～20-4の各々に周波数チャンネルを割り当てる。周波数チャンネルの割当は、所定のアルゴリズムに従って行われる。所定のアルゴリズムとして、例えば、周波数チャンネルの複数の割当候補から被干渉量の大きさに応じた最適な割当候補を選択するアルゴリズムを用いる。以下では、所定のアルゴリズムとして、例えば、Mアルゴリズムを用いる場合について説明する。また、以下では、各ステップにおける選択候補数Mを、例えば $M=4$ とする。また、以下では、式(1)によって表される候補ベクトルcを用いて周波数チャンネルの割当候補を選択する。候補ベクトルcは、N行1列の縦ベクトルであり（Nは、自システムに属するAPの総数）、候補ベクトルcにおけるi番要素は、i番APに対する割当候補のチャンネル番号を示す。

30

【0032】

よって例えば、候補ベクトルcにおいて、第4要素 c_4 は被干渉量の合計値が S_4 であるAP20-4に対して設定した割当候補のチャンネル番号を表し、第3要素 c_3 は被干渉量の合計値が S_2 であるAP20-2に対して設定した割当候補のチャンネル番号を表す。また、第2要素 c_2 は被干渉量の合計値が S_3 であるAP20-3に対して設定した割当候補のチャンネル番号を表し、第1要素 c_1 は被干渉量の合計値が S_1 であるAP20-1に対して設定した割当候補のチャンネル番号を表す。なお、上記のとおり「 $S_1 < S_3 < S_2 < S_4$ 」である。

40

【数1】

$$\mathbf{c} = \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \\ c_3 \\ c_4 \end{bmatrix} \quad \dots (1)$$

50

【0033】

図5に示すように、チャンネル割当部103は、 $k=1\sim 4$ の4回のステップそれぞれにおいて、AP1台ずつ、周波数チャンネルの割当候補を追加していく。また、チャンネル割当部103は、被干渉量の合計値がより大きいAPから順に、周波数チャンネルの割当候補を設定していく。

【0034】

すなわち、自システムにおいて使用可能な周波数チャンネルは1ch, 6ch, 11chの3つのチャンネルであるため、チャンネル割当部103は、まず第1ステップで、候補ベクトル c_{1a} , c_{1b} , c_{1c} の3つの候補ベクトルを生成する。候補ベクトルにおける1, 6, 11の数値は、1ch, 6ch, 11chのチャンネル番号を示す。また、候補ベクトルにおける0の数値は、周波数チャンネルの割当候補の設定前であることを示す。チャンネル割当部103は、候補ベクトル c_{1a} , c_{1b} , c_{1c} の各々について、第kステップにおけるメトリック I_k を式(2)に従って算出する。

【数2】

$$I_k = \sum_{i \neq j \text{かつ} i, j > (N-k)} d_{ij} r_{ij} \quad \dots (2)$$

$d_{ij}=1$ i番APとj番APとが同一周波数チャンネルを使用する場合

$d_{ij}=0$ 上記条件以外

【0035】

よって、図5における第1ステップでは、 c_{1a} についてのメトリック I_{1a} 、 c_{1b} についてのメトリック I_{1b} 、 c_{1c} についてのメトリック I_{1c} はすべて r_{44} で等しくなる。また、 $M=4$ である。このため、チャンネル割当部103は、 c_{1a} 、 c_{1b} 及び c_{1c} の3個の候補ベクトルすべてを選択して、図5における第2ステップへ進む。以下、候補ベクトルcの添え字と、メトリックIの添え字とは1対1で対応する。

【0036】

次いで、第2ステップでは、チャンネル割当部103は、候補ベクトル $c_{2a} \sim c_{2i}$ の9個の候補ベクトルを生成し、候補ベクトル $c_{2a} \sim c_{2i}$ の各々について、メトリック I_k を式(2)に従って算出する。その結果、メトリック I_{2a} , I_{2e} , I_{2i} は「 $r_{44} + r_{33} + r_{34}$ 」で等しくなり、メトリック I_{2b} , I_{2c} , I_{2d} , I_{2f} , I_{2g} , I_{2h} は「 $r_{44} + r_{33}$ 」で等しくなる。よって、第2ステップにおける最小のメトリックは「 $r_{44} + r_{33}$ 」となる。また、 $M=4$ である。そこで、チャンネル割当部103は、候補ベクトル c_{2b} , c_{2c} , c_{2d} , c_{2f} , c_{2g} , c_{2h} から4個の候補ベクトルを、所定の規則に従って、または、ランダムに選択して、図5における第3ステップへ進む。ここでは、候補ベクトル c_{2b} , c_{2d} , c_{2g} , c_{2h} の4個の候補ベクトルが選択されたものとする。

【0037】

次いで、第3ステップでは、チャンネル割当部103は、候補ベクトル $c_{3a} \sim c_{3l}$ の12個の候補ベクトルを生成し、候補ベクトル $c_{3a} \sim c_{3l}$ の各々について、メトリック I_k を式(2)に従って算出する。その結果、メトリック I_{3a} , I_{3e} , I_{3i} , I_{3l} は「 $r_{44} + r_{33} + r_{22} + r_{24}$ 」で等しくなり、メトリック I_{3b} , I_{3d} , I_{3g} , I_{3k} は「 $r_{44} + r_{33} + r_{22} + r_{23}$ 」で等しくなり、メトリック I_{3c} , I_{3f} , I_{3h} , I_{3j} は「 $r_{44} + r_{33} + r_{22}$ 」で等しくなる。よって、第3ステップにおける最小のメトリックは「 $r_{44} + r_{33} + r_{22}$ 」となる。また、 $M=4$ である。そこで、チャンネル割当部103は、候補ベクトル $c_{3a} \sim c_{3l}$ から候補ベクトル c_{3c} , c_{3f} , c_{3h} , c_{3j} の4個の候補ベクトルを選択して、図5における第4ステップへ進む。

【0038】

次いで、第4ステップでは、チャンネル割当部103は、候補ベクトル $c_{4a} \sim c_{4l}$ の12個の候補ベクトルを生成し、候補ベクトル $c_{4a} \sim c_{4l}$ の各々について、メトリック

ク I_k を式 (2) に従って算出する。その結果、メトリック I_{4a} , I_{4e} , I_{4i} , I_{4l} は「 $r_{44} + r_{33} + r_{22} + r_{11} + r_{14}$ 」で等しくなり、メトリック I_{4b} , I_{4d} , I_{4g} , I_{4k} は「 $r_{44} + r_{33} + r_{22} + r_{11} + r_{13}$ 」で等しくなり、メトリック I_{4c} , I_{4f} , I_{4h} , I_{4j} は「 $r_{44} + r_{33} + r_{22} + r_{11} + r_{12}$ 」で等しくなる。チャンネル割当部 103 は、「 $r_{44} + r_{33} + r_{22} + r_{11} + r_{14}$ 」、「 $r_{44} + r_{33} + r_{22} + r_{11} + r_{13}$ 」、「 $r_{44} + r_{33} + r_{22} + r_{11} + r_{12}$ 」のうちから最小のメトリックを選択する。そして、チャンネル割当部 103 は、最小のメトリックを有する候補ベクトルを周波数チャンネルの割当結果に決定する。最小のメトリックを有する候補ベクトルが複数存在する場合は、所定の規則に従って、または、ランダムに何れか一つの候補ベクトルを選択すると良い。例えば、「 $r_{44} + r_{33} + r_{22} + r_{11} + r_{14}$ 」が最小のメトリックとなる場合、チャンネル割当部 103 は、候補ベクトル c_{4a} を周波数チャンネルの割当結果に決定する。チャンネル割当部 103 は、候補ベクトル c_{4a} を周波数チャンネルの割当結果に決定した場合、1ch を AP20-4 に、6ch を AP20-2 に、11ch を AP20-3 に、1ch を AP20-1 にそれぞれ割り当てる。

10

【0039】

ここで、第1～第4ステップの各ステップで算出されるメトリックは、候補ベクトルで示される周波数チャンネルが各APに割り当てられた場合の各APにおける被干渉量の合計値に相当する。よって、第1～第4ステップの各ステップにおいてメトリックが最小の候補ベクトルを選択することは、各APにおける被干渉量の合計値を最小とする周波数チャンネルの割当候補を選択していることに等しい。また、各APにおける被干渉量が小さいほど無線通信システムのスループットを大きくすることができる。よって、各APにおける被干渉量の合計値を最小とする周波数チャンネルの割当候補を選択することは、周波数チャンネルの最適な割当候補を選択していると言える。

20

【0040】

また、各ステップにおける選択候補数をM、ステップ総数をN（Nは、自システムに属するAPの総数）とすると、周波数チャンネルの割当に係る計算工数はMN程度のオーダーになる。また、各ステップにおける選択候補数Mは、 $M = CN$ とするのが好ましい（Cは、自システムにおいて使用可能な周波数チャンネル数）。よって、上記動作例によれば、周波数チャンネルの割当に係る計算工数を N^2 程度のオーダーに抑えることができる。

30

【0041】

＜チャンネル割当装置の処理例＞

図6は、実施例1のチャンネル割当装置の処理例の説明に供するフローチャートである。図6に示すフローチャートは、例えば、ビーコン信号の各AP20における受信電力値及び評価値が有線通信部101からチャンネル割当装置11へ入力されたときに開始される。

【0042】

図6において、ステップS301では、行列操作部102は、式(3)によって表されるN行N列の対称行列Rを生成する。式(3)におけるNは、自システムに属するAPの総数を示す。

【数3】

40

$$R = [r_{ij}]_{N \times N} \quad \dots (3)$$

$$r_{ij} = \begin{pmatrix} \text{自システムに属する}j\text{番APから送信された} \\ \text{ビーコン信号の}i\text{番APにおける受信電力値} \end{pmatrix} \quad \text{for } i \neq j$$

$$r_{ii} = \begin{pmatrix} \text{他システムに属するAPから送信された} \\ \text{ビーコン信号の}i\text{番APにおける受信電力値の評価値} \end{pmatrix}$$

【0043】

次いで、ステップS303では、行列操作部102は、式(3)によって表される対称

50

行列 R において、行の交換及び列の交換を行う。行列操作部 102 は、式 (4) によって表される各行 i の和の値 S_i が、行番号が大きくなるに従って大きくなるように、各行を相互に交換する。つまり、行列操作部 102 は、対称行列 R において、 S_i が 1 行目から昇順に並ぶように各行を相互に交換する。また、行列操作部 102 は、行の交換後、交換対称とした各行と同一番号の各列を交換する。

【数 4】

$$S_i = \sum_{k=1}^N r_{ik} \quad \dots (4)$$

【0044】

次いで、ステップ S305 では、行列操作部 102 は、行及び列の交換後の対称行列の下三角要素 r_{ij} ($i > j$) を 0 に置き換えることにより上三角行列を生成する。

10

【0045】

次いで、ステップ S307 では、チャンネル割当部 103 は、 k を 1 に設定する。

【0046】

次いで、ステップ S309 では、チャンネル割当部 103 は、候補ベクトル c を生成する。

【0047】

次いで、ステップ S311 では、チャンネル割当部 103 は、ステップ S305 で生成した上三角行列を用いて、各候補ベクトル c についてメトリック I を算出する。

【0048】

20

次いで、ステップ S313 では、チャンネル割当部 103 は、メトリックが小さいものから順に M 個の候補ベクトルを選択する。

【0049】

次いで、ステップ S315 では、チャンネル割当部 103 は、 k が N であるか否かを判断する。 k が N でないときは (ステップ S315: No)、処理はステップ S317 へ進み、 k が N であるときは (ステップ S315: Yes)、処理はステップ S319 へ進む。

【0050】

ステップ S317 では、チャンネル割当部 103 は、 k をインクリメントする。 k のインクリメント後、処理はステップ S309 へ戻る。

【0051】

30

ステップ S319 では、チャンネル割当部 103 は、最小のメトリックを有する候補ベクトルを周波数チャンネルの割当結果に決定する。つまり、チャンネル割当部 103 は、各 AP に対する周波数チャンネルの割当を決定する。ステップ S319 の処理後、処理は終了する。

【0052】

以上のように、実施例 1 のチャンネル割当装置は、行列操作部 102 と、チャンネル割当部 103 とを有する。行列操作部 102 は、AP20-1~20-4 の各々が他の AP から受ける被干渉量を要素とする対称行列から上三角行列を生成する。チャンネル割当部 103 は、行列操作部 102 によって生成された上三角行列を用いて、AP20-1~20-4 の各々に周波数チャンネルを割り当てる。

40

【0053】

こうすることで、周波数チャンネルの割当の計算の際に、対称行列の下三角要素の計算が省かれて周波数チャンネルの割当に係る計算量が減少する。これにより、被干渉量測定時と周波数チャンネルの割当时との時間差が減少するため、周波数チャンネルの割当时点での実際の被干渉量と、測定時点での被干渉量との差が減少する。よって、実施例に 1 によれば、無線通信システムのスループットを向上できる。

【0054】

また、実施例 1 では、行列操作部 102 は、被干渉量の大きさに基づいて、対称行列において、行の交換及び列の交換を行い、行の交換及び列の交換後の対称行列から上三角行列を生成する。チャンネル割当部 103 は、行列操作部 102 によって生成された上三角行

50

列を用いて、周波数チャネルの複数の割当候補から被干渉量の大きさに応じた最適な割当候補を選択する所定のアルゴリズムに従って、A P 2 0 - 1 ~ 2 0 - 4 の各々に周波数チャネルを割り当てる。

【0055】

こうすることで、被干渉量がより大きいA Pに対してより優先的に周波数チャネルを割り当てることによりA P間での電波干渉を最小化させる周波数チャネルの割当を、少ない計算量で高速に行うことができる。

【0056】

[実施例2]

実施例1では、A P 2 0 - 1 ~ 2 0 - 4 の送信電力値が互いに等しいことを前提にして説明した。これに対し、実施例2では、A P 2 0 - 1 ~ 2 0 - 4 の送信電力値が互いに異なる場合について説明する。

【0057】

<制御局の構成例>

図7は、実施例2の制御局の構成例を示す図である。図7に示す制御局10bは、図1に示す制御局10に相当する。図7において、制御局10bは、有線通信部101と、チャネル割当装置15とを有する。チャネル割当装置15は、正規化部105と、行列操作部102と、チャネル割当部103とを有する。以下、実施例1と異なる点について説明する。

【0058】

有線通信部101は、A P 2 0 aから報告された受信電力値及び評価値を受信し、受信した受信電力値及び評価値を正規化部105へ出力する。

【0059】

正規化部105は、A P 2 0 aから報告された受信電力値及び評価値を、各A P 2 0 aの送信電力値に基づいて正規化する。例えば、正規化部105は、式(5)及び式(6)に従って、A P 2 0 aから報告された受信電力値及び評価値 r_{ij} を正規化する。式(6)において、 p_k はk番A Pの送信電力値、 p は基準送信電力値を示す。正規化部105は、送信電力値 p_k をk番A Pから報告されることにより、予め知っている。また、例えば、自システムに属する全A Pの送信電力値の平均値を基準送信電力値 p にするのが好ましい。そして、正規化部105は、正規化後の受信電力値及び評価値 r_{ij}' を行列操作部102へ出力する。

【数5】

$$r_{ik}' = (t_{ik})^{-1} r_{ik}, t_{ik} = (\text{k番APの送信電力値によって設定される定数}), i=1, \dots, N$$

・・・(5)

【数6】

$$t_{ik} = p_k / p \quad \dots (6)$$

【0060】

行列操作部102は、実施例1での受信電力値及び評価値 r_{ij} に代えて、正規化後の受信電力値及び評価値 r_{ij}' を要素とする対称行列を生成する。以降の行列操作部102及びチャネル割当部103での処理は、実施例1と同様である。

【0061】

以上のように、実施例2のチャネル割当装置は、さらに、正規化部105を有する。正規化部105は、A P 2 0 - 1 ~ 2 0 - 4 の各々が他のA Pから受ける被干渉量を他のA Pの送信電力値に基づいて正規化する。行列操作部102は、正規化後の被干渉量を要素とする対称行列から上三角行列を生成する。

【0062】

こうすることで、各々のA Pの送信電力値が異なる場合でも、被干渉量を要素とする対称行列を得ることができる。このため、各々のA Pの送信電力値が異なる場合でも、対称

10

20

30

40

50

行列の下三角要素の計算が省かれるので、周波数チャネルの割当に係る計算量を減少することができる。

【0063】

〔実施例3〕

実施例1では、チャネル割当装置が制御局10に搭載される場合について説明した。これに対し、実施例3では、チャネル割当装置が、複数のAP20のうち代表のAPに搭載される場合について説明する。

【0064】

＜無線通信システムの構成例＞

図8は、実施例3の無線通信システムの構成例を示す図である。図3において、無線通信システム2は、ネットワーク40と、AP20-1～20-4と、無線端末30-1～30-7とを有する。AP20-1～20-4は、ネットワーク40を介して互いに接続されており、互いに通信可能である。以下では、一例として、AP20-1～20-4のうち、AP20-1を、チャネル割当装置が搭載される代表APとする場合について説明する。

【0065】

＜無線アクセスポイントの構成例＞

図9は、実施例3の無線アクセスポイントの構成例を示す図である。図9に示すAP20bは、図8に示す代表AP20-1に相当する。

【0066】

代表AP20-1以外のAP20-2～20-4の構成例は、図2と同様であり、AP20-2～20-4の有線通信部205は、代表AP20-1とネットワーク40を介して有線リンクで接続されて代表AP20-1と通信する。有線通信部205は、測定結果記録部204に記録された受信電力値及び評価値を代表AP20-1へ一定周期で報告する。また、有線通信部205は、代表AP20-1から通知されたチャネル割当結果を受信し、受信したチャネル割当結果をチャネル設定部206へ出力する。

【0067】

図9において、AP20bは、アンテナ201と、無線受信部202と、受信電力測定部203と、測定結果記録部204と、有線通信部211と、チャネル設定部215と、無線送信部207と、チャネル割当装置21とを有する。チャネル割当装置21は、行列操作部212と、チャネル割当部213とを有する。

【0068】

行列操作部212は、AP20-2～20-4から報告された受信電力値及び評価値 r_{21} , r_{22} , r_{23} , r_{24} , r_{31} , r_{32} , r_{33} , r_{34} , r_{41} , r_{42} , r_{43} , r_{44} と、測定結果記録部204に記録された受信電力値及び評価値 r_{11} , r_{12} , r_{13} , r_{14} とを要素とする対称行列を生成する。また、行列操作部212は、生成した対称行列から上三角行列を生成する。そして、行列操作部212は、生成した上三角行列をチャネル割当部213へ出力する。行列操作部212の動作は、実施例1の行列操作部102（図3）の動作と同様である。

【0069】

チャネル割当部213の動作は、実施例1のチャネル割当部103（図3）の動作と同様である。但し、チャネル割当部213は、チャネル割当結果を有線通信部211及びチャネル設定部215へ出力する。

【0070】

チャネル設定部215は、無線送信部207における送信チャネルを、チャネル割当部213から入力されたチャネル割当結果に従った周波数チャネルに設定する。

【0071】

以上のように、実施例3では、APがチャネル割当装置を有する。

【0072】

こうすることで、チャネル割当装置の設置形態を多様化することができる。

【0073】

〔他の実施例〕

〔1〕実施例2を実施例3に適用することも可能である。

【0074】

〔2〕実施例1では、他システムに属するAPから送信されたビーコン信号の受信電力値の評価値の一例として、無線通信システムにおいて使用可能なすべての周波数チャンネルに渡る受信電力値の平均値を挙げた。これに対し、評価値として、他システムに属するAPから送信されたビーコン信号の受信電力値の時間方向での期待値を用いても良い。すなわち、各APにおいて、所定の測定期間T秒中に、他システムに属するAPから送信されたビーコン信号を受信している時間をt秒としたとき、受信時間率を t/T と定義する。この受信時間率 t/T によって、他システムに属するAPから送信されたビーコン信号の受信電力値に対する重み付けを行い、重み付けされた受信電力値を評価値として用いても良い。

10

【0075】

〔3〕上記の各実施例では、各APにおける受信電力値に基づいて各APにおける被干渉量を測定した。これに対し、各APにおける受信電力値と、各APに接続されている無線端末の数、及び、各APにおける上りリンクまたは下りリンクのトラフィック量に基づいて各APにおける被干渉量を測定しても良い。または、各APにおける受信電力値と、各APにおける送信電力値とに基づいて各APにおける被干渉量を測定しても良い。さらに、他システムに属するAPからの被干渉量を、自システムにおいて使用可能な周波数チャンネル毎に測定しても良い。

20

【0076】

〔4〕上記の各実施例では、対称行列から生成した上三角行列を用いて周波数チャンネルの割当を行った。これに対し、対称行列から下三角行列を生成し、下三角行列を用いて周波数チャンネルの割当を行っても良い。下三角行列を用いて周波数チャンネルの割当を行う場合は、上三角行列を用いて周波数チャンネルの割当を行う場合と以下の点が異なる。すなわち、対称行列において、行番号が大きくなるに従って被干渉量の合計値が小さくなるように行の交換を行う点が異なる。また、行及び列の交換後の対称行列において、対角要素より上の要素（つまり、上三角要素）のすべてを0に置き換えることによって下上三角行列を生成する点が異なる。また、第kステップにおけるメトリック I_k を式（7）に従って算出する点が異なる。

30

【数7】

$$I_k = \sum_{i \geq j \text{ かつ } i, j \leq k} d_{ij} r_{ij} \quad \cdots (7)$$

$d_{ij} = 1$ i番APとj番APとが同一周波数チャンネルを使用する場合

$d_{ij} = 0$ 上記条件以外

【0077】

〔5〕上記の各実施例では、周波数チャンネルの割当候補の組合せとして1ch, 6ch, 11chを一例に挙げて、周波数チャンネルの割当を行った。これに対し、周波数チャンネルの割当候補の組合せとして、2ch, 7ch, 12chの組合せや、1ch, 5ch, 9ch, 13chの組合せ等、他の割当候補の組合せを用いて周波数チャンネルの割当を行っても良い。また、ある1つの割当候補の組合せ（例えば、1ch, 6ch, 11chの組合せ）を用いて周波数チャンネルの割当を行なった結果の第kステップにおけるメトリックと、他の割当候補の組合せ（例えば、2ch, 7ch, 12chの組合せ）を用いて周波数チャンネルの割当を行った結果の第kステップにおけるメトリックとを比較して、より小さいメトリックを有する割当結果を採用しても良い。

40

【0078】

〔6〕上記の各実施例では、複数のAPの各々に周波数チャンネルを割り当てる際に、各

50

A Pが他のA Pから受ける被干渉量を要素とする対称行列、及び、その対称行列から生成された上三角行列または下三角行列を用いた。これに対し、複数のA Pの各々が他のA Pから受ける被干渉量を要素とする「数値群」を伝搬路の対称性に基づいて処理し、上三角行列及び下三角行列に代えて、処理後の数値群を用いて、複数のA Pの各々に周波数チャネルを割り当てても良い。つまり、対称行列は、複数のA Pの各々が他のA Pから受ける被干渉量を要素とする数値群の一例であり、上三角行列及び下三角行列は、伝搬路の対称性に基づいた処理後の数値群の一例である。また、行列操作部102、212は、複数のA Pの各々が他のA Pから受ける被干渉量を要素とする数値群を伝搬路の対称性に基づいて処理する「被干渉量処理部」の一例である。つまり、被干渉量を要素とする数値群は、必ずしも行列によって表現される必要は無く、行列に対する操作と等価な処理を、数値群に対して直接行っても良い。

10

【0079】

〔7〕上記の各実施例では、対称行列は、各A Pが他のA Pから受ける被干渉量を要素とした。これに対し、対称行列は、各A Pが他のA Pから受ける被干渉量、及び、各A Pが他のA P以外の干渉源から受ける被干渉量を要素としても良い。他のA P以外の干渉源として、例えば、無線端末、電子レンジ等、自システムにおいて使用される周波数帯域に含まれる周波数で電波を送出する電波送出源が挙げられる。

【0080】

〔8〕制御局10a、10bは、次のようなハードウェア構成により実現することができる。図10は、制御局のハードウェア構成例を示す図である。図10に示すように、制御局10a、10bは、ハードウェアの構成要素として、プロセッサ41と、メモリ42と、ネットワークインタフェースモジュール43とを有する。プロセッサ41の一例として、CPU (Central Processing Unit)、DSP (Digital Signal Processor)、FPGA (Field Programmable Gate Array) 等が挙げられる。また、制御局10a、10bは、プロセッサ41と周辺回路とを含むLSI (Large Scale Integrated circuit) を有しても良い。メモリ42の一例として、SDRAM等のRAM、ROM、フラッシュメモリ等が挙げられる。

20

【0081】

行列操作部102と、チャネル割当部103と、正規化部105とは、プロセッサ41により実現される。有線通信部101は、ネットワークインタフェースモジュール43により実現される。

30

【0082】

〔9〕AP20a、20bは、次のようなハードウェア構成により実現することができる。図11は、無線アクセスポイントのハードウェア構成例を示す図である。図11に示すように、AP20a、20bは、ハードウェアの構成要素として、プロセッサ51と、メモリ52と、無線通信モジュール53と、ネットワークインタフェースモジュール54とを有する。プロセッサ51の一例として、CPU、DSP、FPGA等が挙げられる。また、AP20a、20bは、プロセッサ51と周辺回路とを含むLSIを有しても良い。メモリ52の一例として、SDRAM等のRAM、ROM、フラッシュメモリ等が挙げられる。

40

【0083】

受信電力測定部203と、チャネル設定部206、215と、行列操作部212と、チャネル割当部213とは、プロセッサ51により実現される。測定結果記録部204は、メモリ52により実現される。アンテナ201と、無線受信部202と、無線送信部207とは、無線通信モジュール53により実現される。有線通信部205、211は、ネットワークインタフェースモジュール54により実現される。

【符号の説明】**【0084】**

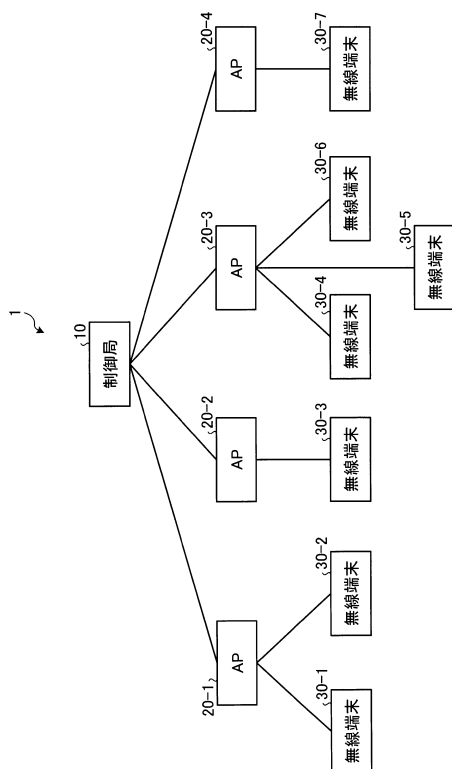
1、2 無線通信システム
10、10a、10b 制御局

50

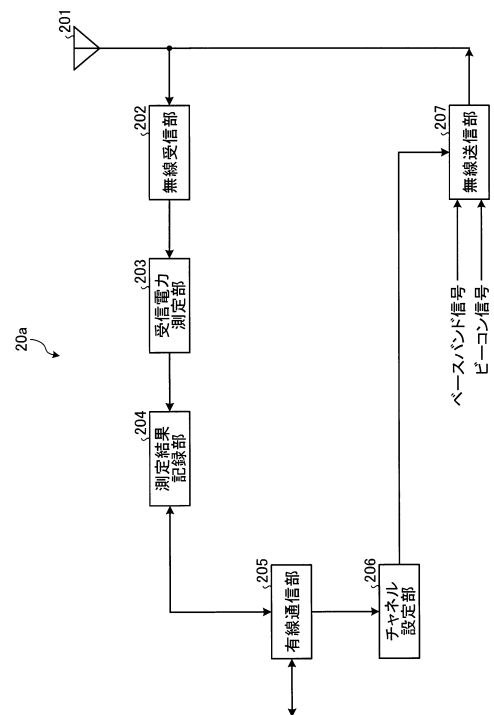
20-1～20-4, 20a, 20b 無線アクセスポイント
 30-1～30-7 無線端末
 40 ネットワーク
 11, 15, 21 チャンネル割当装置
 102, 212 行列操作部
 103, 213 チャンネル割当部
 105 正規化部
 203 受信電力測定部
 204 測定結果記録部
 206, 215 チャンネル設定部

10

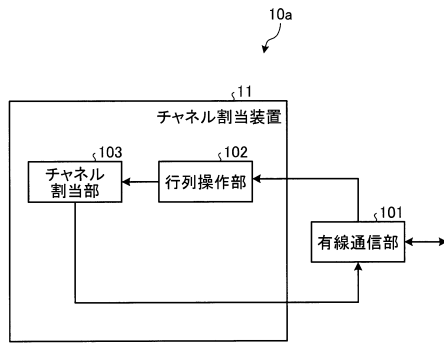
【図 1】



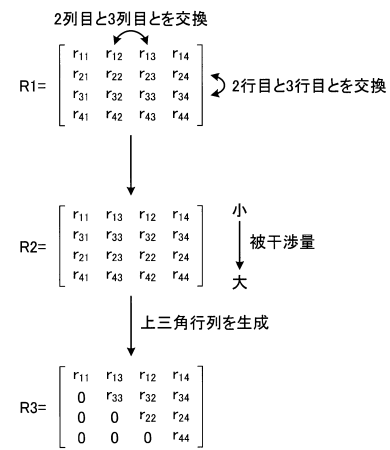
【図 2】



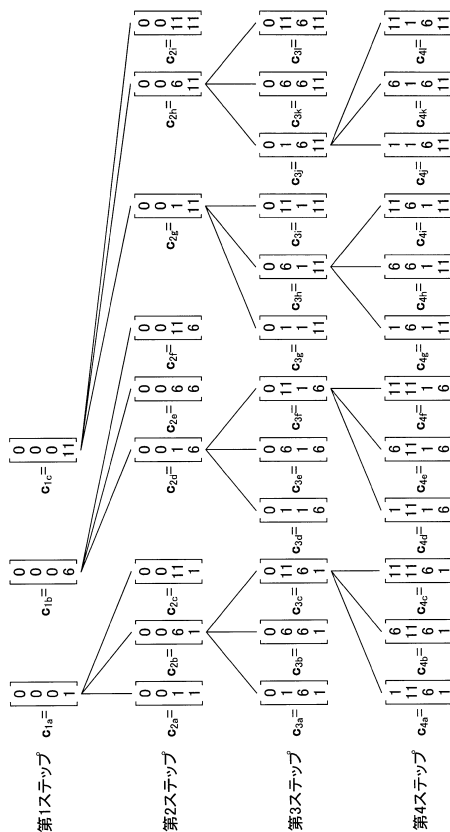
【図 3】



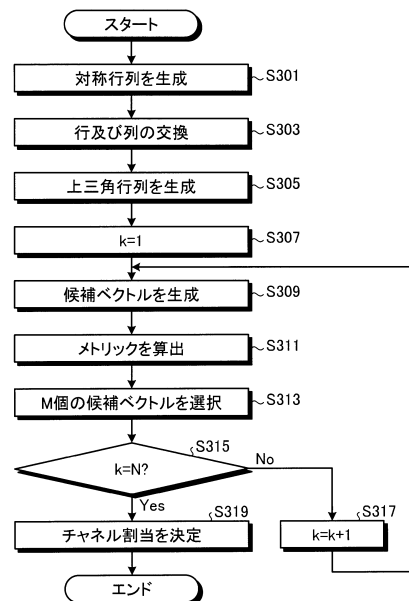
【図 4】



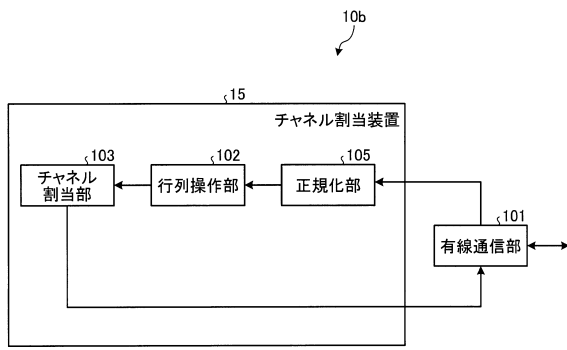
【図 5】



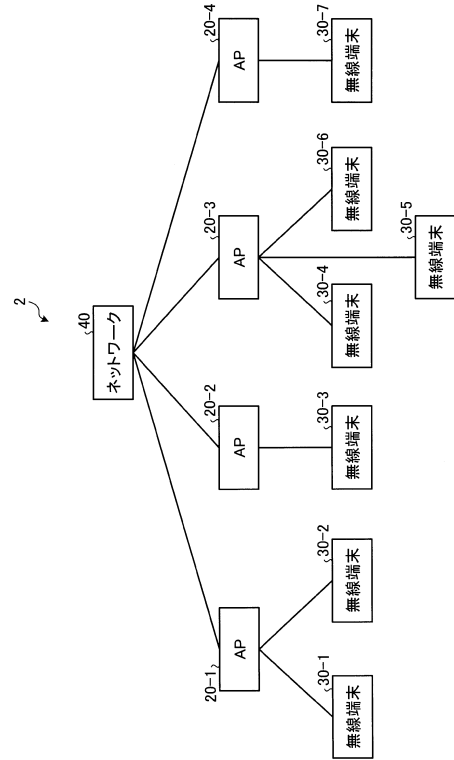
【図 6】



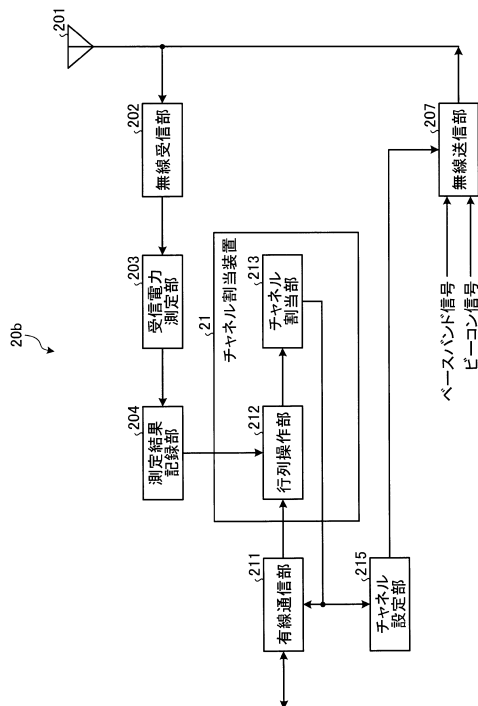
【図 7】



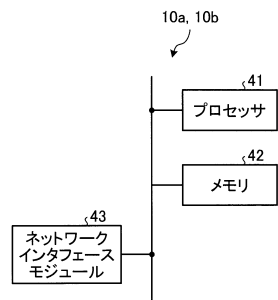
【図 8】



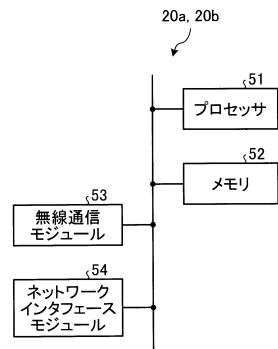
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

審査官 松野 吉宏

- (56)参考文献 村上誉、小川恭孝、大鐘武雄、遺伝的アルゴリズムを用いた移動無線通信における固定チャネル割当法、電子情報通信学会論文誌 (J 8 3 - B) 第 6 号 THE TRANSACTIONS OF THE INSTITUTE OF ELECTRONICS, INFORMATION AND COMMUNICATION ENGINEERS B, 日本, 社団法人電子情報通信学会, 2 0 0 0 年 6 月 2 5 日, 第J83-B巻

- (58)調査した分野(Int.Cl., D B名)

H 0 4 B	7 / 2 4	-	7 / 2 6
H 0 4 W	4 / 0 0	-	9 9 / 0 0
3 G P P	T S G	R A N	W G 1 - 4
		S A	W G 1 - 4
		C T	W G 1、4