

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4803281号

(P4803281)

(45) 発行日 平成23年10月26日 (2011.10.26)

(24) 登録日 平成23年8月19日 (2011.8.19)

(51) Int. Cl.		F I			
HO 4 W	72/08	(2009.01)	HO 4 Q	7/00	5 5 5
HO 4 W	88/02	(2009.01)	HO 4 Q	7/00	6 4 9
HO 4 J	1/00	(2006.01)	HO 4 J	1/00	

請求項の数 8 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2009-133901 (P2009-133901)	(73) 特許権者	000001443
(22) 出願日	平成21年6月3日 (2009.6.3)		カシオ計算機株式会社
(65) 公開番号	特開2010-283496 (P2010-283496A)		東京都渋谷区本町 1 丁目 6 番 2 号
(43) 公開日	平成22年12月16日 (2010.12.16)	(74) 代理人	110001254
審査請求日	平成22年6月8日 (2010.6.8)		特許業務法人光陽国際特許事務所
		(74) 代理人	100090033
			弁理士 荒船 博司
		(74) 代理人	100093045
			弁理士 荒船 良男
		(72) 発明者	相原 岳浩
			東京都羽村市栄町 3 丁目 2 番 1 号 カシオ
			計算機株式会社 羽村技術センター内
		(72) 発明者	雨谷 一志
			東京都羽村市栄町 3 丁目 2 番 1 号 カシオ
			計算機株式会社 羽村技術センター内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線通信装置及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

予め設定された周波数帯域を複数に分割した複数の無線チャンネルのうちいずれか一つの選択された無線チャンネルを用いて無線通信を行う無線通信部装置であって、

前記無線チャンネルの電界強度を検出する検出部と、

前記複数の無線チャンネルの通信状況の検出タイミング時に、前記複数の無線チャンネルの中の一部の複数の無線チャンネルに対して、その電界強度を前記検出部で検出し、この検出された電界強度に基づいて前記検出部で検出されていない未検出の無線チャンネルの電界強度を推定することで前記複数の無線チャンネルの電界強度を決定する制御部と、

前記通信状況の検出タイミング毎に、前記制御部で決定された各無線チャンネルの電界強度を最新の電界強度の情報として更新記憶する電界強度テーブルと、

送受信に現在使用している無線チャンネルである使用チャンネルの通信状況が悪化したか否かを判別し、悪化したことを判別した際は、前記電界強度テーブルに更新記憶されている各無線チャンネルの最新の電界強度を読み出し、その読み出された電界強度に基づいて前記使用チャンネルを変更するチャンネル変更部と、

を備えたことを特徴とする無線通信装置。

【請求項 2】

前記チャンネル変更部は、前記使用チャンネルの通信品質が悪化したか否かを、現在使用している無線チャンネルでのデータ送信あるいは受信後にあって判別する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の無線通信装置。

10

20

【請求項 3】

前記チャンネル変更部は、前記使用チャンネルの通信品質が悪化したか否かの判別を、当該使用チャンネルの電界強度を前記電界強度テーブルに記憶された各無線チャンネルの電界強度を参照することで判別する、

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の無線通信装置。

【請求項 4】

前記チャンネル変更部は、前記電界強度憶テーブルの参照で通信品質の悪化を検出されない場合であっても、前記使用チャンネルの通信品質が悪化したか否かの判別を、当該使用チャンネルで実際に送受信した際のエラー発生率や受信率に基づいて、前記通信品質が悪化したか否かを判別する、

ことを特徴とする請求項 3 に記載の無線通信装置。

【請求項 5】

前記制御部は、前記未検出の無線チャンネル毎に、当該未検出の無線チャンネルの前後に存在する予め設定された無線チャンネルの電界強度の平均値を算出し、当該算出した平均値を当該未検出の無線チャンネルの電界強度の推定値とする、

ことを特徴とする請求項 1 ～ 4 に記載の無線通信装置。

【請求項 6】

前記制御部は、前記未検出の無線チャンネル毎に、当該未検出の無線チャンネルの前後に存在する予め設定された無線チャンネルの電界強度のうち高い方を、当該未検出の無線チャンネルの電界強度の推定値とする、

ことを特徴とする請求項 1 ～ 4 に記載の無線通信装置。

【請求項 7】

前記制御部は、前記未検出の無線チャンネル毎に、当該未検出の無線チャンネルから当該未検出の無線チャンネルの前に存在する予め設定された無線チャンネルの間の無線チャンネル間隔数に対する当該未検出の無線チャンネルの前後に存在する予め設定された無線チャンネルの間の無線チャンネル間隔数の比と、当該未検出の無線チャンネルの電界強度と当該未検出の無線チャンネルの前に存在する予め設定された無線チャンネルの電界強度との差分値に対する当該未検出の無線チャンネルの前後に存在する予め設定された無線チャンネルの電界強度の差分値の比と、が等しくなるように、前記未検出の無線チャンネルの電界強度の推定値を算出する、

ことを特徴とする請求項 1 ～ 4 に記載の無線通信装置。

【請求項 8】

予め設定された周波数帯域を複数に分割した複数の無線チャンネルのうちいずれか一つの選択された無線チャンネルを用いて無線通信を行う無線通信部装置のコンピュータを制御するためのプログラムであって、

前記コンピュータを、

前記無線チャンネルの電界強度を検出する検出部、

前記複数の無線チャンネルの通信状況の検出タイミング時に、前記複数の無線チャンネルの中の一部の複数の無線チャンネルに対して、その電界強度を前記検出部で検出し、この検出された電界強度に基づいて前記検出部で検出されていない未検出の無線チャンネルの電界強度を推定することで前記複数の無線チャンネルの電界強度を決定する制御部、

前記通信状況の検出タイミング毎に、前記制御部で決定された各無線チャンネルの電界強度を最新の電界強度の情報として更新記憶する電界強度テーブル、

送受信に現在使用している無線チャンネルである使用チャンネルの通信状況が悪化したか否かを判別し、悪化したことを判別した際は、前記電界強度テーブルに更新記憶されている各無線チャンネルの最新の電界強度を読み出し、その読み出された電界強度に基づいて前記使用チャンネルを変更するチャンネル変更部、

として機能させるようにしたコンピュータ読み取り可能なプログラム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

10

20

30

40

50

【 0 0 0 1 】

本発明は、無線通信装置及びプログラムに関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

近年、IEEE 802.15.4に規定されている無線通信システムでは、予め設定された無線周波数帯域が所定の帯域幅で互いに重ならないように複数の無線チャンネルに分割されており、このうち何れか一つの無線チャンネルが選択され、選択された無線チャンネルにおいて無線通信装置間での無線通信が行われている。

【 0 0 0 3 】

無線チャンネルを選択するために、無線通信装置は、選択可能な全ての無線チャンネルの通信状況を検証している。この通信状況の検証処理として、全ての無線チャンネルの電界強度の検出（エネルギースキャン）が行なわれる。そして、無線通信装置は、選択可能な全ての無線チャンネルの電界強度の検出結果に応じて干渉波レベル等を算出し、通信状況の良い無線チャンネルを選択している。

10

【 0 0 0 4 】

例えば、アクセスポイントの電波強度を予め定められた時間間隔で測定し、電波強度が第1の閾値を下回るとスキャン間隔でスキャンを実行して他のアクセスポイントに接続し、電波強度が第3の閾値を超えるとスキャンの実行を中止する技術が開示されている（特許文献1参照）。

【 先行技術文献 】

20

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 7 - 3 1 1 8 5 1 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

しかしながら、特許文献1のように、定期的に全ての無線チャンネルの電界強度を検出することは、「無線チャンネル数」に「無線チャンネル1つ分の検出時間」を乗算した時間を要することとなる。そのため、この全ての無線チャンネルの電界強度の検出に要する時間を短縮することができず、良好な通信状況の無線チャンネルを選択するために要する処理時間を短縮することが困難であった。

30

また、全ての無線チャンネルに対して電界強度の検出を定期的に行なうことから、定期的に多大な電力が消費されるという問題も生じている。

【 0 0 0 7 】

本発明の課題は、上記問題に鑑みて、選択可能な複数の無線チャンネルの通信状況を検証する際に実行される電界強度の検出に要する時間の短縮化及び省電力化を図り、無線チャンネルの選択処理に要する時間の短縮化及び省電力化を実現することである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

本発明は、予め設定された周波数帯域を複数に分割した複数の無線チャンネルのうちいずれか一つの選択された無線チャンネルを用いて無線通信を行う無線通信部装置であって、前記無線チャンネルの電界強度を検出する検出部と、前記複数の無線チャンネルの通信状況の検出タイミング時に、前記複数の無線チャンネルの中の一部の複数の無線チャンネルに対して、その電界強度を前記検出部で検出し、この検出された電界強度に基づいて前記検出部で検出されていない未検出の無線チャンネルの電界強度を推定することで前記複数の無線チャンネルの電界強度を決定する制御部と、前記通信状況の検出タイミング毎に、前記制御部で決定された各無線チャンネルの電界強度を最新の電界強度の情報として更新記憶する電界強度テーブルと、送信用に現在使用している無線チャンネルである使用チャンネルの通信状況が悪化したか否かを判別し、悪化したことを判別した際は、前記電界強度テーブルに更新記憶されている各無線チャンネルの最新の電界強度を読み出し、そ

40

50

の読み出された電界強度に基づいて前記使用チャンネルを変更するチャンネル変更部と、
を備えたことを特徴としている。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、複数の無線チャンネルの通信状況を検証する際の電界強度の検出に要する時間の短縮化及び省電力化を図ることができ、無線チャンネルの選択処理に要する時間の短縮化及び省電力化を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】実施の形態1における無線通信システムの概略構成図である。

10

【図2】無線中継装置の概略構成図である。

【図3】実施の形態1のチャンネルスキャン処理のメインフローチャートである。

【図4】実施の形態1の検出処理のフローチャートである。

【図5】第1推定処理のフローチャートである。

【図6】第2推定処理のフローチャートである。

【図7】第3推定処理のフローチャートである。

【図8】図8(a)はステップS3に第1推定処理が設定された場合における電界強度テーブルの例、図8(b)はステップS3に第2推定処理が設定された場合における電界強度テーブルの例、図8(c)はステップS3に第3推定処理が設定された場合における電界強度テーブルの例、である。

20

【図9】実施の形態2のチャンネルスキャン処理のメインフローチャートである。

【図10】実施の形態2の検出処理のフローチャートである。

【図11】第4推定処理のフローチャートである。

【図12】第5推定処理のフローチャートである。

【図13】第6推定処理のフローチャートである。

【図14】ステップS64に第4推定処理が設定された場合における電界強度テーブルの例である。

【図15】ステップS64に第5推定処理が設定された場合における電界強度テーブルの例である。

【図16】ステップS64に第6推定処理が設定された場合における電界強度テーブルの例である。

30

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、図を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。なお、この発明にはこの実施の形態に限定されるものではない。また、この発明の実施の形態は、発明の最も好ましい形態を示すものであり、この発明の用語はこれに限定されない。

【0021】

[実施の形態1]

まず、構成を説明する。

図1に、本実施の形態1における無線通信システムAの概略構成図を示す。

40

図1に示すように、無線通信システムAは、通信ネットワークNを介して他の無線中継装置又は外部装置と接続された無線中継装置1と、無線中継装置1と無線を介して接続される複数の無線端末装置2と、を備えている。

【0022】

無線通信システムAでは、予め設定された周波数帯域を複数の分割した複数の無線チャンネルのいずれか一つが用いられ、無線中継装置1と無線端末装置2との間で無線通信が行われる。例えば、2.4 [GHz]帯の周波数帯域を11 [ch] ~ 26 [ch]の全16チャンネルに分割し、何れか一のチャンネルを用いて、無線中継装置1と無線端末装置2との間で無線通信が行われる。

以下、無線中継装置1及び無線端末装置2を無線通信装置と総称する。

50

【 0 0 2 3 】

図 2 に、無線中継装置 1 の概略構成図を示す。

図 2 に示すように、無線中継装置 1 は、制御部 1 0、記憶部 1 1、端末情報用メモリ 1 2、タイマ 1 3、無線送信部 1 4 a、無線受信部 1 4 b、検出部 1 5、S W (切替部) 1 6、I / F (InterFace) 部 1 7、バッファ 1 8、アンテナ 1 9 等を備え、各部が電氣的に接続されている。

【 0 0 2 4 】

制御部 1 0 は、C P U (Central Processing Unit)、R O M (Read Only Memory)、R A M (Random Access Memory) 等を備える。制御部 1 0 は、記憶部 1 1 や端末情報用メモリ 1 2 に記憶されている各種プログラム、各種テーブルやデータ等の中から指定されたプログラム、テーブルやデータを読み出し、R A M 又は記憶部 1 1 や端末情報用メモリ 1 2 のワークエリアに展開し、上記プログラムとの協働によって各種処理を実行し、その処理結果を R A M 内又は記憶部 1 1 や端末情報用メモリ 1 2 の所定の領域に格納するとともに、無線中継装置 1 内の各部に指示して、無線中継装置 1 の動作全般を統括的に制御する。

10

【 0 0 2 5 】

また、制御部 1 0 は、予め複数の無線チャンネルに分割されている無線周波数帯域のうち最も干渉波レベルが低く電波状況の良い無線チャンネルを、無線端末装置 2 と無線通信を行う際に使用する無線チャンネル (使用チャンネル) として選択するために、無線チャンネルの通信状況の検証処理 (チャンネルスキャン処理) を行なう。

20

【 0 0 2 6 】

本実施の形態 1 におけるチャンネルスキャン処理では、選択可能な複数の無線チャンネルの電界強度を検出する際 (エネルギースキャンを実行する際)、当該複数の無線チャンネルの中から予め設定された無線チャンネル (検出対象チャンネル) に対して、電界強度が検出部 1 5 により検出される。そして、検出対象チャンネルの電界強度に基づいて、電界強度が未検出の無線チャンネル (未検出チャンネル) の電界強度の推定値が算出される推定処理が実行される。

【 0 0 2 7 】

本実施の形態 1 の推定処理では、例えば、1 1 [ch] ~ 2 6 [ch] の全 1 6 チャンネルのうち、検出対象チャンネルが 1 1、1 4、1 7、2 0、2 3、2 6 [ch] である場合、未検出チャンネルである 1 2、1 3、1 5、1 6、1 8、1 9、2 1、2 2、2 4、2 5 [ch] の電界強度の推定値が算出される。

30

【 0 0 2 8 】

本実施の形態 1 の推定処理としては、以下に述べる第 1 ~ 3 推定処理の 3 つの種類があり、いずれか一つの処理が予め設定されている。

【 0 0 2 9 】

第 1 推定処理では、未検出チャンネル毎に、未検出チャンネルの前後の周波数帯域に存在する検出対象チャンネルの電界強度の平均値が算出され、算出された平均値が当該未検出チャンネルの電界強度の推定値となる。

【 0 0 3 0 】

第 2 推定処理では、未検出チャンネル毎に、当該未検出チャンネルの前後の周波数帯域に存在する検出対象チャンネルの電界強度のうち高い方が、当該未検出チャンネルの電界強度の推定値となる。

40

【 0 0 3 1 】

第 3 推定処理では、未検出チャンネル毎に、『「未検出チャンネルから当該未検出チャンネルの前の周波数帯域に存在する検出対象チャンネルの間の無線チャンネル間隔数」に対する「当該未検出チャンネルの前後の周波数帯域に存在する検出対象チャンネルの間の無線チャンネル間隔数」の比』と、『「当該未検出チャンネルの電界強度と当該未検出チャンネルの前の周波数帯域に存在する検出対象チャンネルの電界強度との差分値」に対する「当該未検出チャンネルの前後の周波数帯域に存在する検出対象チャンネルの電界強度

50

の差分値」の比』と、が等しくなるように、未検出チャンネルの電界強度の推定値が算出される。

【 0 0 3 2 】

記憶部 11 は、磁氣的、光学的記録媒体又は半導体等の電氣的に消去及び書き換えが可能な不揮発性メモリで構成されており、無線中継装置 1 に固定的に設けられたもの又は着脱自在に装着されるものである。また、記憶部 11 には、制御部 10 により実行される各種プログラム及びこれらプログラムで使用される各種テーブルやデータ、電界強度テーブル等が予め記憶されている。

【 0 0 3 3 】

本実施の形態 1 における電界強度テーブルには、各無線チャンネルに対して検出又は推定された電界強度が記憶されている。

10

【 0 0 3 4 】

端末情報用メモリ 12 は、電氣的に消去及び書き換えが可能なメモリで構成されている。端末情報用メモリ 12 には、無線中継装置 1 と接続される無線端末装置 2 それぞれの固有の情報が示されたノードアドレス等の端末情報が記憶されている。

【 0 0 3 5 】

タイマ 13 は、複数の無線チャンネルの通信状況を検証するタイミングの間隔（スキャン間隔）を計時し、スキャン間隔に達する度に検出タイミング信号を制御部 10 に出力する。

【 0 0 3 6 】

20

無線送信部 14 a は、変調回路や R F（Radio Frequency）回路等を備えており、パケットの送信電力の調整を行うと共に、制御部 10 からの指示に応じて送信するデータの符号化を行なってパケットを構成し、構成したパケットの変調を行い、アンテナ 19 を介して無線端末装置 2 へパケットの送信を行う。

【 0 0 3 7 】

無線受信部 14 b は、復調回路や R F 回路等を備えており、パケットの受信感度の調整を行うと共に、アンテナ 19 を介して受信したパケットの復調を行い、復調したパケットの解析を行って得られたデータを制御部 10 に出力する。

【 0 0 3 8 】

無線送信部 14 a、無線受信部 14 b、及びアンテナ 19 により、複数の無線チャンネルのいずれか一つを用いて無線通信装置である無線端末装置 2 と無線通信を行う通信部が実現される。

30

【 0 0 3 9 】

検出部 15 は、アンテナ 19 を介して無線通信に利用される複数の無線チャンネル（11～26[ch]）の電力や雑音電力、妨害波電力等を検出し、各無線チャンネルの電界強度を定期的に検出する。なお、電力検出部 15 の機能を無線受信部 14 b が備えるとしてもよい。

【 0 0 4 0 】

S W 16 は、無線送信部 14 a、無線受信部 14 b 及び検出部 15 と、アンテナ 19 と、の間に設けられており、制御部 10 からの指示に従って、アンテナ 19 と接続する各部（無線送信部 14 a、無線受信部 14 b、検出部 15）を切り替える。

40

【 0 0 4 1 】

I / F 部 17 は、所定の通信方式により通信ネットワーク N を介して接続されている他の無線中継装置 1 又は外部装置と通信を行うための通信制御を行う。

【 0 0 4 2 】

バッファ 18 は、有線 I / F 17 を介して受信したデータを一時的に記憶する。

【 0 0 4 3 】

無線端末装置 2 は、制御部、記憶部、タイマ、無線受信部、検出部、S W（切替部）、アンテナ等を備え、各部が電氣的に接続されており、複数の無線チャンネルのうち何れか一のチャンネルを用いて、無線中継装置 1 と無線通信を行う。

50

【 0 0 4 4 】

また、本実施の形態 1 の無線端末装置 2 は、使用チャンネルの通信状況が悪化した場合等に無線中継装置 1 と無線通信を行う無線チャンネルを新たに探す必要がある場合、無線中継装置 1 と同様にチャンネルスキャン処理を実行する。

なお、無線端末装置 2 で実行されるチャンネルスキャン処理は、無線中継装置 1 で実行されるチャンネルスキャン処理と同様であるため、図示及び説明は省略する。即ち、無線端末装置 2 は、無線中継装置 1 と同様のチャンネルスキャン処理を実行するため、無線中継装置 1 及び無線端末装置 2 は、無線通信装置として実現される。

【 0 0 4 5 】

次に、本実施の形態 1 の動作を説明する。

10

図 3 に、無線中継装置 1 において実行される本実施の形態 1 のチャンネルスキャン処理のメインフローチャートを示す。なお、図 3 に示す処理は、無線中継装置 1 内の制御部 10 と各部との協働により実行されるものであり、無線中継装置 1 に電力が供給されている間に実行されるものである。

【 0 0 4 6 】

制御部 10 は、タイマ 13 から検出タイミング信号が入力されたか否かを判別する（ステップ S 1）。検出タイミング信号が入力された場合（ステップ S 1；YES）、制御部 10 は、検出処理（エネルギースキャン）を実行し（ステップ S 2）、推定処理を実行する（ステップ S 3）。ステップ S 3 で実行される推定処理として、第 1 ～ 3 推定処理のうちいずれか一つが予め設定されている。

20

【 0 0 4 7 】

制御部 10 は、各無線チャンネルに対してステップ S 2 で検出及びステップ S 3 で推定された電界強度を電界強度テーブルに書き換え（ステップ S 4）、ステップ S 1 の処理に戻る。

【 0 0 4 8 】

検出タイミング信号が入力されていない場合（ステップ S 1；NO）、制御部 10 は、アンテナ 19 を介して無線受信部 14 b により受信すべきデータがあるか否かを判別する（ステップ S 5）。受信すべきデータがない場合（ステップ S 5；NO）、制御部 10 は、ステップ S 7 の処理に進む。受信すべきデータがある場合（ステップ S 5；YES）、制御部 10 は、当該受信すべきデータの受信処理を実行する（ステップ S 6）。

30

【 0 0 4 9 】

制御部 10 は、ステップ S 6 後又はステップ S 5；NO 後、無線送信部 14 a から送信すべきデータがあるか否かを判別する（ステップ S 7）。送信すべきデータがない場合（ステップ S 7；NO）、制御部 10 は、ステップ S 9 の処理に進む。送信すべきデータがある場合（ステップ S 7；YES）、制御部 10 は、当該送信すべきデータの送信処理を実行する（ステップ S 8）。

【 0 0 5 0 】

制御部 10 は、ステップ S 8 後又はステップ S 7；NO 後、記憶部 11 から電界強度テーブルを読み出し（ステップ S 9）、現在、無線端末装置 2 と無線通信を行うために無線送信部 14 a 及び無線受信部 14 b で使用している無線チャンネル（使用チャンネル）の通信状況が悪化しているか否かを判別する（ステップ S 10）。

40

【 0 0 5 1 】

ステップ S 10 では、電界強度テーブルが参照され、使用チャンネルの電界強度が予め設定されている閾値よりも大きいかが否かが判別される。使用チャンネルの電界強度が閾値よりも大きい場合、通信状況が悪化していると判別される。

【 0 0 5 2 】

使用チャンネルの通信状況が悪化した場合（ステップ S 10；YES）、制御部 10 は、電界強度テーブルを参照して最も通信状況の良い（電界強度が最も小さい）無線チャンネルに使用チャンネルを変更して（ステップ S 11）、ステップ S 1 の処理に戻る。

【 0 0 5 3 】

50

使用チャンネルの通信状況が悪化していない場合（ステップ S 1 0 ; N O ）、制御部 1 0 は、通信品質評価処理を実行する（ステップ S 1 2 ）。

ステップ S 1 2 で実行される通信品質評価処理では、使用チャンネルを用いて送信したデータに対する A C K の受信率やパケットエラーの発生率が、予め設定された比率以上か否か等が判別することにより、使用チャンネルの通信品質が悪化しているか否かが評価される。

【 0 0 5 4 】

制御部 1 0 は、ステップ S 1 2 後、使用チャンネルの通信品質が悪化しているか否かを判別する（ステップ S 1 3 ）。使用チャンネルの通信品質が悪化している場合（ステップ S 1 3 ; Y E S ）、制御部 1 0 は、ステップ S 1 1 の処理に進む。使用チャンネルの通信品質が悪化していない場合（ステップ S 1 3 ; N O ）、制御部 1 0 は、ステップ S 1 の処理に進む。

10

【 0 0 5 5 】

図 4 に、ステップ S 2 で実行される本実施の形態 1 の検出処理のフローチャートを示す。なお、図 4 に示す検出処理では、検出対象チャンネルを 1 1 [ch] から 3 つおきの無線チャンネル（ 1 1 、 1 4 、 1 7 、 2 0 、 2 3 、 2 6 [ch] ）に設定した場合の処理とする。

【 0 0 5 6 】

制御部 1 0 は、まず、変数 x を 1 1 に設定する（ステップ S 2 1 ）。そして、制御部 1 0 は、電界強度を検出する無線チャンネル（検出対象チャンネル）を変数 x が示す番号の無線チャンネルに設定する（ステップ S 2 2 ）。

20

【 0 0 5 7 】

制御部 1 0 は、検出対象チャンネルの電界強度を検出部 1 5 により検出（スキャン）させ（ステップ S 2 3 ）、検出部 1 5 により検出された検出値を検出対象チャンネルの電界強度 C [x] とする（ステップ S 2 4 ）。

【 0 0 5 8 】

制御部 1 0 は、変数 x に 3 を加算して新たな変数 x を設定し（ステップ S 2 5 ）、変数 x が設定可能な無線チャンネルのうち最大の無線チャンネルの番号（ここでは 2 6 ）よりも大きいか否かを判別する（ステップ S 2 6 ）。

【 0 0 5 9 】

変数 x が 2 6 以下の場合（ステップ S 2 6 ; N O ）、制御部 1 0 は、ステップ S 2 2 の処理に戻る。変数 x が 2 6 よりも大きい場合（ステップ S 2 6 ; Y E S ）、制御部 1 0 は、本処理を終了する。

30

【 0 0 6 0 】

次に、ステップ S 3 で実行される第 1 ～ 3 推定処理のフローチャートを図 5 ～ 7 を参照して説明する。ステップ S 3 では、図 5 ～ 7 に示す処理のいずれか一つが実行される。

なお、図 5 ～ 7 に示す推定処理では、検出対象チャンネルを 1 1 [ch] から 3 つおきの無線チャンネル（ 1 1 、 1 4 、 1 7 、 2 0 、 2 3 、 2 6 [ch] ）に設定した場合の処理とする。

【 0 0 6 1 】

図 5 に、第 1 推定処理のフローチャートを示す。

40

制御部 1 0 は、まず、 1 1 を変数 a 、変数 a に 3 を加算した 1 4 を変数 b に設定する（ステップ S 3 1 ）。変数 a 、 b は、参照すべき検出対象チャンネルの番号を示すものである。

【 0 0 6 2 】

制御部 1 0 は、変数 a が示す番号の無線チャンネルの電界強度 C [a] と、変数 b が示す番号の無線チャンネルの電界強度 C [b] と、の平均値 D を下記の式（ 1 ）を用いて算出する（ステップ S 3 2 ）。

【 0 0 6 3 】

$$D = (C [a] + C [b]) / 2 \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (1)$$

【 0 0 6 4 】

50

制御部 10 は、ステップ S 3 2 で算出した平均値 D を変数 a に 1 を加算した値が示す番号の無線チャンネルの電界強度 $C[a+1]$ 、変数 a に 2 を加算した値が示す番号の無線チャンネルの電界強度 $C[a+2]$ 、とする（ステップ S 3 3）。

【0065】

制御部 10 は、変数 a に 3 を加算して新たな変数 a を設定し、変数 b に 3 を加算して新たな変数 b を設定し（ステップ S 3 4）、変数 a が設定可能な無線チャンネルのうち最大の無線チャンネルの番号（ここでは 26）よりも大きいかなかを判別する（ステップ S 3 5）。

【0066】

制御部 10 は、変数 a が 26 以下の場合（ステップ S 3 5；NO）、ステップ S 3 2 の処理に戻り、変数 a が 26 よりも大きい場合（ステップ S 3 5；YES）、本処理を終了する。

【0067】

図 8（a）に、ステップ S 3 に第 1 推定処理が設定された場合における電界強度テーブルの例を示す。図 8（a）では、網掛けされた無線チャンネルの番号（11、14、17、20、23、26）及び電界強度が、検出対象チャンネル及びステップ S 2 で検出された電界強度である。また、網掛けされていない無線チャンネルの番号（12、13、15、16、18、19、21、22、24、25）及び電界強度が、未検出チャンネル及び第 1 推定処理により推定された電界強度である。

【0068】

図 8（a）に示すように、未検出チャンネルの電界強度は、前後の周波数帯域に存在する検出対象チャンネルの電界強度の平均値となる。

図 8（a）に示すように、例えば、未検出チャンネルが 12 [ch]、12 [ch] の前後に存在する検出対象チャンネルが 11 [ch] と 14 [ch] である場合、11 [ch] の電界強度 53 と 14 [ch] の電界強度 78 との平均値 66 が 12 [ch] の電界強度の推定値となる。

【0069】

このように、第 1 推定処理では、未検出チャンネルの前後に存在する検出対象チャンネルの電界強度の平均値を当該未検出チャンネルの電界強度の推定値とすることができる。

【0070】

図 6 に、第 2 推定処理のフローチャートを示す。

制御部 10 は、まず、11 を変数 a、変数 a に 3 を加算した 14 を変数 b に設定する（ステップ S 4 1）。変数 a、b は、参照すべき検出対象チャンネルの番号を示すものである。

【0071】

制御部 10 は、変数 a が示す番号の無線チャンネルの電界強度 $C[a]$ が、変数 b が示す番号の無線チャンネルの電界強度 $C[b]$ よりも高いかなかを判別する（ステップ S 4 2）。

【0072】

変数 a が示す番号の無線チャンネルの電界強度 $C[a]$ が、変数 b が示す番号の無線チャンネルの電界強度 $C[b]$ よりも高い場合（ステップ S 4 2；YES）、制御部 10 は、変数 a が示す番号の無線チャンネルの電界強度 $C[a]$ を、選出電界強度 E とする（ステップ S 4 3）。

【0073】

変数 a が示す番号の無線チャンネルの電界強度 $C[a]$ が、変数 b が示す番号の無線チャンネルの電界強度 $C[b]$ 以下の場合（ステップ S 4 2；NO）、制御部 10 は、変数 b が示す番号の無線チャンネルの電界強度 $C[b]$ を、選出電界強度 E とする（ステップ S 4 4）。

【0074】

制御部 10 は、ステップ S 4 3 又はステップ S 4 4 で設定した選出電界強度 E を変数 a

10

20

30

40

50

に 1 を加算した値が示す番号の無線チャンネルの電界強度 $C[a+1]$ 、変数 a に 2 を加算した値が示す番号の無線チャンネルの電界強度 $C[a+2]$ 、とする（ステップ S 4 5）。

【 0 0 7 5 】

制御部 1 0 は、変数 a に 3 を加算して新たな変数 a を設定し、変数 b に 3 を加算して新たな変数 b を設定し（ステップ S 4 6）、変数 a が設定可能な無線チャンネルのうち最大の無線チャンネルの番号（ここでは 2 6）よりも大きいかな否かを判別する（ステップ S 4 7）。

【 0 0 7 6 】

制御部 1 0 は、変数 a が 2 6 以下の場合（ステップ S 4 7；N O）、ステップ S 4 2 の処理に戻り、変数 a が 2 6 よりも大きい場合（ステップ S 4 7；Y E S）、本処理を終了する。

【 0 0 7 7 】

図 8（b）に、ステップ S 3 に第 2 推定処理が設定された場合における電界強度テーブルの例を示す。図 8（b）では、網掛けされた無線チャンネルの番号（1 1、1 4、1 7、2 0、2 3、2 6）及び電界強度が、検出対象チャンネル及びステップ S 2 で検出された電界強度である。また、網掛けされていない無線チャンネルの番号（1 2、1 3、1 5、1 6、1 8、1 9、2 1、2 2、2 4、2 5）及び電界強度が、未検出チャンネル及び第 2 推定処理により推定された電界強度である。

【 0 0 7 8 】

図 8（b）に示すように、未検出チャンネルの電界強度は、前後の周波数帯域に存在する検出対象チャンネルの電界強度のうち、電界強度が高い検出対象チャンネルの電界強度となる。

図 8（b）に示すように、例えば、未検出チャンネルが 1 2 [ch]、1 2 [ch] の前後に存在する検出対象チャンネルが 1 1 [ch] と 1 4 [ch] である場合、1 1 [ch] の電界強度 5 3 と 1 4 [ch] の電界強度 7 8 のうち高い電界強度 7 8 が 1 2 [ch] の電界強度 7 8 の推定値となる。

【 0 0 7 9 】

このように、第 2 推定処理では、未検出チャンネルの前後に存在する検出対象チャンネルの電界強度のうち高い方を当該未検出チャンネルの電界強度の推定値とすることができる。

【 0 0 8 0 】

なお、本実施の形態 1 では、3 つの無線チャンネルの間隔で電界強度を検出していることから、検出対象チャンネル間に存在する未検出チャンネルの数は 2 つとなる。そのため、ステップ S 3 3、ステップ S 4 5、では、検出対象チャンネルの間に存在する 2 つの未検出チャンネルの電界強度（ $C[a+1]$ 、 $C[a+2]$ ）を、当該未検出チャンネルの前後の検出対象チャンネル（変数 a 、 b が示す無線チャンネル）の電界強度の平均値 D 、又は、電界強度が高い検出対象チャンネルの電界強度（選出電界強度 E ）、としている。

【 0 0 8 1 】

図 7 に、第 3 推定処理のフローチャートを示す。

制御部 1 0 は、まず、変数 a を 1 1、変数 b を変数 a に 3 を加算した 1 4 に設定する（ステップ S 5 1）。変数 a 、 b は、参照すべき検出対象チャンネルの番号を示すものである。

【 0 0 8 2 】

制御部 1 0 は、下記の式（2）、（3）に基づいて、変数 a に 1 を加算した値が示す番号の無線チャンネルの電界強度 $C[a+1]$ 、変数 a に 2 を加算した値が示す番号の無線チャンネルの電界強度 $C[a+2]$ 、を算出する（ステップ S 5 2）。

【 0 0 8 3 】

$$C[a+1] = C[a] + (C[b] - C[a]) / 3 \quad \dots\dots (2)$$

$$C[a+2] = C[a] + 2(C[b] - C[a]) / 3 \quad \dots\dots (3)$$

【 0 0 8 4 】

10

20

30

40

50

式(2)は、『「未検出チャンネル(変数 $a + 1$ が示す番号の無線チャンネル)から当該未検出チャンネルの前の周波数帯域に存在する検出対象チャンネル(変数 a が示す番号の無線チャンネル)の間の無線チャンネル間隔数(1)」に対する「当該未検出の無線チャンネルの前後の周波数帯域に存在する検出対象チャンネル(変数 a 、 b が示す番号の無線チャンネル)の間の無線チャンネル間隔数(3)」の比(1:3)』と、『「当該未検出の無線チャンネルの電界強度 $C[a + 1]$ と当該未検出の無線チャンネルの前の周波数帯域に存在する検出対象チャンネルの電界強度 $C[a]$ との差分値($C[a + 1] - C[a]$)」に対する「当該未検出の無線チャンネルの前後の周波数帯域に存在する検出対象チャンネルの電界強度の差分値($C[b] - C[a]$)」の比(($C[a + 1] - C[a]$) : ($C[b] - C[a]$))』と、が等しくなるように、未検出チャンネルの電界強度 $C[a + 1]$ を算出するものである。

10

【0085】

式(3)は、『「未検出チャンネル(変数 $a + 2$ が示す番号の無線チャンネル)から当該未検出チャンネルの前の周波数帯域に存在する検出対象チャンネル(変数 a が示す番号の無線チャンネル)の間の無線チャンネル間隔数(2)」に対する「当該未検出の無線チャンネルの前後の周波数帯域に存在する検出対象チャンネル(変数 a 、 b が示す番号の無線チャンネル)の間の無線チャンネル間隔数(3)」の比(2:3)』と、『「当該未検出の無線チャンネルの電界強度 $C[a + 2]$ と当該未検出の無線チャンネルの前の周波数帯域に存在する検出対象チャンネルの電界強度 $C[a]$ との差分値($C[a + 2] - C[a]$)」に対する「当該未検出の無線チャンネルの前後の周波数帯域に存在する検出対象チャンネルの電界強度の差分値($C[b] - C[a]$)」の比(($C[a + 2] - C[a]$) : ($C[b] - C[a]$))』と、が等しくなるように、未検出チャンネルの電界強度 $C[a + 2]$ を算出するものである。

20

【0086】

制御部10は、変数 a に3を加算して新たな変数 a を設定し、変数 b に3を加算して新たな変数 b を設定し(ステップS53)、変数 a が設定可能な無線チャンネルのうち最大の無線チャンネルの番号(ここでは26)よりも大きいか否かを判別する(ステップS54)。

【0087】

制御部10は、変数 a が26以下の場合(ステップS54; NO)、ステップS52の処理に戻り、変数 a が26よりも大きい場合(ステップS54; YES)、本処理を終了する。

30

【0088】

図8(c)に、ステップS3に第3推定処理が設定された場合における電界強度テーブルの例を示す。図8(c)では、網掛けされた無線チャンネルの番号(11、14、17、20、23、26)及び電界強度が、検出対象チャンネル及びステップS2で検出された電界強度である。また、網掛けされていない無線チャンネルの番号(12、13、15、16、18、19、21、22、24、25)及び電界強度が、未検出チャンネル及び第3推定処理により推定された電界強度である。

【0089】

40

図8(c)に示すように、未検出チャンネルの電界強度は、無線チャンネル間隔数の比と電界強度の差分値の比とに基づくものである。

図8(c)に示すように、例えば、未検出チャンネルが12[ch]であり、12[ch]の前後に存在する検出対象チャンネルが11[ch]と14[ch]である場合、12[ch]から11[ch]の間の無線チャンネル間隔数は1、12[ch]の前後に存在する11[ch]から14[ch]の間の無線チャンネル間隔数は3、であることから、無線チャンネル間隔数の比が1対3となる。

そして、12[ch]の電界強度 $C[12]$ と12[ch]の前に存在する11[ch]の電界強度 $C[11] = 53$ との差分値 $C[12] - C[11]$ 、に対する、12[ch]の前後に存在する11[ch]、14[ch]の電界強度 $C[11] = 53$ 、 $C[14] = 78$ の差分値 $C[14] - C[11]$

50

の比（電界強度の差分値の比）が、無線チャンネル間隔数の比である 1 対 3 と等しくなるように、C[12]の値が算出され、算出された値（61）が12[ch]の電界強度の推定値となる。

【0090】

このように、第3推定処理では、無線チャンネル間隔数の比と無線チャンネルの電界強度の差分値の比とが等しくなるように、未検出チャンネルの電界強度の推定値を算出することができる。

【0091】

以上のように、本実施の形態1によれば、複数の無線チャンネルの通信状況を検証する際に、当該複数の無線チャンネルの中から検出対象チャンネルに対して電界強度を検出部により検出することができ、そして、検出部により電界強度が検出された検出対象チャンネルの電界強度に基づいて、未検出チャンネルの電界強度の推定値を算出することができる。

10

従って、全ての無線チャンネルに対して電界強度の検出を行なう必要がなくなるため、当該複数の無線チャンネルの通信状況を検証する際の電界強度の検出に要する時間の短縮化及び省電力化を図ることができると共に、無線チャンネルの選択処理に要する時間の短縮化及び省電力化を実現することができる。

【0092】

[実施の形態2]

まず、構成を説明する。

20

本実施の形態2における無線通信システムの概略構成は、図1に示す実施の形態1における無線通信システムの概略構成と同様であるため、図示及び説明は省略する。

【0093】

本実施の形態2における無線中継装置1の概略構成は、実施の形態1と同様であるため、図示は省略し、異なる部分のみ説明する。即ち、無線端末装置2は、無線中継装置1と同様のチャンネルスキャン処理を実行するため、無線中継装置1及び無線端末装置2は、無線通信装置として実現される。

【0094】

制御部10は、予め複数の無線チャンネルに分割されている無線周波数帯域のうち最も干渉波が少なく電波状況の良い無線チャンネルを、無線端末装置2と無線通信を行う際に使用する無線チャンネル（使用チャンネル）として選択するために、チャンネルスキャン処理を行なう。

30

【0095】

本実施の形態2におけるチャンネルスキャン処理では、選択可能な複数の無線チャンネルの電界強度を検出する際（エネルギースキャンを実行する際）、当該複数の無線チャンネルの中から予め設定された無線チャンネル（検出対象チャンネル）に対して、電界強度が検出部15により検出される。このエネルギースキャンの検出回毎に、検出対象チャンネルが周波数方向に移行（シフト）される。

そして検出回毎に、検出対象チャンネルの未検出回の電界強度の推定値が、当該検出回で検出された電界強度と当該検出回よりも前の検出回（前検出回）で検出された電界強度とに基づいて算出される推定処理が実行される。

40

【0096】

本実施の形態2では、検出回毎に検出対象チャンネルが周波数方向にシフトするため、例えば、11[ch]～26[ch]の全16チャンネルのうち、1回目の検出回には、11、14、17、20、23、26[ch]が検出対象チャンネルとして電界強度が検出され、2回目の検出回には、12、15、18、21、24[ch]が検出対象チャンネルとして電界強度が検出される。

また、推定処理により、例えば、11[ch]が1回目と4回目に電界強度が検出された場合には、2回目と3回目の電界強度の推定値が、1回目と4回目の電界強度に基づいて算出される。

50

【 0 0 9 7 】

本実施の形態 2 の推定処理として、以下に述べる第 4 ~ 6 推定処理の 3 つの種類があり、いずれか一つの処理が予め設定されている。

【 0 0 9 8 】

第 4 推定処理では、検出回の検出対象チャンネル毎に、当該検出回で検出された電界強度と前検出回で検出された電界強度との平均値が算出され、算出された平均値が当該検出回よりも前の未検出回の電界強度の推定値となる。

【 0 0 9 9 】

第 5 推定処理では、検出回の検出対象チャンネル毎に、当該検出回で検出された電界強度と前検出回で検出された電界強度とのうち高い方が、当該検出回よりも前の未検出回の電界強度の推定値となる。

10

【 0 1 0 0 】

第 6 推定処理では、検出回の検出対象チャンネル毎に、『「未検出回から前検出回までの検出回数」に対する「当該検出回から前検出回までの検出回数」の比』と、『「未検出回の電界強度と前検出回の電界強度との差分値」に対する「当該検出回の電界強度と前検出回の電界強度との差分値」の比』と、が等しくなるように、当該検出回よりも前の未検出回の電界強度の推定値が算出される。

【 0 1 0 1 】

なお、本実施の形態 2 の無線端末装置 2 は、実施の形態 1 と同様の構成であり、また、本実施の形態 2 の無線中継装置 1 が実行するチャンネルスキャン処理を実行する。そのため、無線端末装置 2 の構成及びチャンネルスキャン処理の説明は省略する。

20

【 0 1 0 2 】

次に、本実施の形態 2 の動作を説明する。

図 9 に、無線中継装置 1 において実行される本実施の形態 2 のチャンネルスキャン処理のメインフローチャートを示す。なお、図 9 に示す処理は、無線中継装置 1 内の制御部 10 と各部との協働により実行されるものであり、無線中継装置 1 に電力が供給されている間に実行されるものである。

【 0 1 0 3 】

制御部 10 は、まず、検出回をカウントするカウンタのカウンタ値 n を 0 に設定する（ステップ S 6 1）。

30

そして制御部 10 は、タイマ 13 から検出タイミング信号が入力されたか否かを判別する（ステップ S 6 2）。検出タイミング信号が入力された場合（ステップ S 6 2；YES）、制御部 10 は、検出処理（エネルギースキャン）を実行し（ステップ S 6 3）、推定処理を実行する（ステップ S 6 4）。ステップ S 6 4 で実行される推定処理として、第 4 ~ 6 推定処理のうちいずれかが予め設定されている。

【 0 1 0 4 】

制御部 10 は、各無線チャンネルに対してステップ S 6 3 で検出及びステップ S 6 4 で推定された電界強度を電界強度テーブルに書き換え（ステップ S 6 5）、検出回を示すカウンタ値 n が 255 か否かを判別する（ステップ S 6 6）。

なお、ステップ S 6 6 では、8 bit 制御を想定してカウンタ値の最大値を 254 としているがこれに限らず、カウンタ値の最大値は、無線チャンネルのチャンネル総数以上であればよい。

40

【 0 1 0 5 】

検出回を示すカウンタ値 n が 255 である場合（ステップ S 6 6；YES）、制御部 10 は、ステップ S 6 1 の処理に戻る。検出回を示すカウンタ値 n が 255 でない場合（ステップ S 6 6；NO）、制御部 10 は、検出回を示すカウンタ値 n に 1 を加算して新たなカウンタ値を設定し（ステップ S 6 7）、ステップ S 6 2 の処理に戻る。

【 0 1 0 6 】

検出タイミング信号が入力されていない場合（ステップ S 6 2；NO）、制御部 10 は、ステップ S 6 8 の処理に進む。なお、ステップ S 6 8 ~ S 7 6 は、ステップ S 7 2 にお

50

いて記憶部 11 から読み出される電界強度テーブルが、全無線チャンネルの電界強度が設定されている最新の検出回（カウンタ値 $n - 3$ ）のデータ（電界強度レコード）が読み出されること以外は、実施の形態 1 のステップ S5 ~ S13 と略同様であるため、説明は省略する。

【0107】

図 10 に、ステップ S63 で実行される本実施の形態 2 の検出処理のフローチャートを示す。なお、図 10 に示す検出処理では、初回の検出対象チャンネルを 4 つおきの無線チャンネル（例えば、11、15、19、23 [ch]）に設定した場合の処理とする。

【0108】

制御部 10 は、まず、検出回を示すカウンタ値 n を 4 で割った余りの値を 11 に加算し、当該値を変数 x に設定する（ステップ S81）。ステップ S82 ~ S84 は、実施の形態 1 のステップ S22 ~ S24 と同様であるため、説明は省略する。

10

【0109】

制御部 10 は、変数 x に 4 を加算して新たな変数 x を設定し（ステップ S85）、変数 x が設定可能な無線チャンネルのうち最大の無線チャンネルの番号（ここでは 26）よりも大きいか否かを判別する（ステップ S86）。

【0110】

変数 x が 26 以下の場合（ステップ S86；NO）、制御部 10 は、ステップ S82 の処理に戻る。変数 x が 26 よりも大きい場合（ステップ S86；YES）、制御部 10 は、本処理を終了する。

20

【0111】

次に、ステップ S64 で実行される第 4 ~ 6 推定処理のフローチャートを図 11 ~ 13 を参照して説明する。ステップ S64 では、図 11 ~ 13 に示す処理のいずれか一つが実行される。なお、図 11 ~ 13 に示す推定処理では、検出対象チャンネルは 4 つおきの無線チャンネルであるため、各検出対象チャンネルの検出回よりも前の検出回は、4 つ前の検出回となる。

【0112】

図 11 に、第 4 推定処理のフローチャートを示す。

制御部 10 は、まず、検出回を示すカウンタ値 n を 4 で割った余りの値（ $n \bmod 4$ ）を変数 a 、11 に変数 a を加算した値を変数 b に設定する（ステップ S91）。変数 b は、検出回 n において参照すべき検出対象チャンネルの番号を示すものである。

30

【0113】

制御部 10 は、変数 b が示す番号の無線チャンネルの検出回が $n - 4$ の電界強度 $C[n - 4, b]$ と、変数 b が示す番号の無線チャンネルの検出回が n の電界強度 $C[n, b]$ と、の平均値 F を下記の式（4）を用いて算出する（ステップ S92）。

【0114】

$$F = (C[n - 4, b] + C[n, b]) / 2 \quad \dots\dots (4)$$

【0115】

制御部 10 は、ステップ S92 で算出した平均値 F を、変数 b が示す番号の無線チャンネルの検出回 n の前の電界強度が未検出である検出回（ $n - 1$ 、 $n - 2$ 、 $n - 3$ ）の電界強度 $C[n - 1, b]$ 、 $C[n - 2, b]$ 、 $C[n - 3, b]$ とする（ステップ S93）。

40

【0116】

制御部 10 は、変数 b に 4 を加算して新たな変数 b を設定し（ステップ S94）、変数 b が設定可能な無線チャンネルのうち最大の無線チャンネルの番号（ここでは 26）よりも大きいか否かを判別する（ステップ S95）。

【0117】

制御部 10 は、変数 b が 26 以下の場合（ステップ S95；NO）、ステップ S92 の処理に戻り、変数 b が 26 よりも大きい場合（ステップ S95；YES）、本処理を終了する。

【0118】

50

図 1 4 に、ステップ S 6 4 に第 4 推定処理が設定された場合における電界強度テーブルの例を示す。図 1 4 は、検出回を示すカウンタ値が 1 1 である場合の電界強度テーブルの例である。図 1 4 では、各検出回 n において、網掛けされた電界強度がステップ S 6 3 で検出された電界強度であり、網掛けされていない電界強度が第 4 推定処理により推定された電界強度である。

【 0 1 1 9 】

なお、検出回よりも前の検出回の電界強度の検出値が無い場合には、当該検出回よりも前の未検出回の電界強度の推定値は算出されないため、図 1 4 では「 - 」と示す。

また、図 1 4 では、検出回であっても検出対象チャンネルでない無線チャンネルの電界強度を空欄としているが、当該電界強度に当該無線チャンネルの最新の電界強度（検出回 $n - 3$ の電界強度）が設定されていてもよい。

10

【 0 1 2 0 】

図 1 4 に示すように、各無線チャンネルの未検出のスキャン時の電界強度（推定値）は、前後のスキャン時の電界強度の検出値の平均値である。

図 1 4 に示すように、例えば、1 1 [ch] の電界強度が、1 回目のスキャン時には未検出、0、4 回目のスキャン時には検出された場合、1 1 [ch] の 0 回目のスキャン時の検出電界強度 7 0 と 1 1 [ch] の 4 回目のスキャン時の検出電界強度 6 1 との平均値 6 6 が、1 1 [ch] の 1 回目、2 回目、3 回目のスキャン時の電界強度の推定値となる。

【 0 1 2 1 】

このように、第 4 推定処理では、検出回の検出対象チャンネル毎に、検出回で検出された電界強度と当該検出回よりも前の検出回で検出された電界強度との平均値を未検出回の電界強度の推定値とすることができる。

20

【 0 1 2 2 】

図 1 2 に、第 5 推定処理のフローチャートを示す。

制御部 1 0 は、まず、検出回を示すカウンタ値 n を 4 で割った余りの値（ $n \bmod 4$ ）を変数 a 、1 1 に変数 a を加算した値を変数 b に設定する（ステップ S 1 0 1）。変数 b は、検出回 n において参照すべき検出対象チャンネルの番号を示すものである。

【 0 1 2 3 】

制御部 1 0 は、変数 b が示す番号の無線チャンネルの検出回 $n - 4$ の電界強度 $C[n - 4, b]$ が、変数 b が示す番号の無線チャンネルの検出回 n の電界強度 $C[n, b]$ よりも高いか否かを判別する（ステップ S 1 0 2）。

30

【 0 1 2 4 】

変数 b が示す番号の無線チャンネルの検出回 $n - 4$ の電界強度 $C[n - 4, b]$ が、変数 b が示す番号の無線チャンネルの検出回 n の電界強度 $C[n, b]$ よりも高い場合（ステップ S 1 0 2；YES）、制御部 1 0 は、変数 b が示す番号の無線チャンネルの検出回 $n - 4$ の電界強度 $C[n - 4, b]$ を、選出電界強度 G とする（ステップ S 1 0 3）。

【 0 1 2 5 】

変数 b が示す番号の無線チャンネルの検出回 $n - 4$ の電界強度 $C[n - 4, b]$ が、変数 b が示す番号の無線チャンネルの検出回 n の電界強度 $C[n, b]$ 以下の場合（ステップ S 1 0 2；NO）、制御部 1 0 は、変数 b が示す番号の無線チャンネルの検出回 n の電界強度 $C[n, b]$ を、選出電界強度 G とする（ステップ S 1 0 4）。

40

【 0 1 2 6 】

制御部 1 0 は、ステップ S 1 0 2 又はステップ S 1 0 3 で設定した選出電界強度 G を、変数 b が示す番号の無線チャンネルの検出回 n の前の電界強度が未検出である検出回（ $n - 1$ 、 $n - 2$ 、 $n - 3$ ）の電界強度 $C[n - 1, b]$ 、 $C[n - 2, b]$ 、 $C[n - 3, b]$ とする（ステップ S 1 0 5）。

【 0 1 2 7 】

制御部 1 0 は、変数 b に 4 を加算して新たな変数 b を設定し（ステップ S 1 0 6）、変数 b が設定可能な無線チャンネルのうち最大の無線チャンネルの番号（ここでは 2 6）よりも大きいかなかを判別する（ステップ S 1 0 7）。

50

【 0 1 2 8 】

制御部 10 は、変数 b が 26 以下の場合（ステップ S 107 ; NO）、ステップ S 102 の処理に戻り、変数 b が 26 よりも大きい場合（ステップ S 107 ; YES）、本処理を終了する。

【 0 1 2 9 】

図 15 に、ステップ S 64 に第 5 推定処理が設定された場合における電界強度テーブルの例を示す。図 15 は、スキャン回数を示すカウンタ値 n が 11 の時の電界強度テーブルの例である。図 15 では、各スキャン回数 n において、網掛けされた電界強度がステップ S 63 で検出された電界強度であり、網掛けされていない電界強度が第 5 推定処理により推定された電界強度である。

10

【 0 1 3 0 】

なお、推定には以前のスキャン時の検出値が必要であるので、以前のスキャン時の電界強度の検出値が無い場合には、電界強度の推定値は算出されないため、図 15 では「 - 」と示す。

また、図 15 では、スキャン時（例えば、 $n = 11$ ）の検出対象チャンネルでない無線チャンネルの電界強度を空欄としているが、検出対象チャンネルではないチャンネルの電界強度に当該無線チャンネルの最新の電界強度が設定されていてもよい。

【 0 1 3 1 】

図 15 に示すように、各無線チャンネルの未検出回の電界強度は、前後の検出回の電界強度のうち、電界強度が高い検出回の電界強度となる。

20

図 15 に示すように、例えば、11 [ch] において、1 回目が未検出回、0、4 回目が検出回である場合、11 [ch] の 0 回目の電界強度 70 と 11 [ch] の 4 回目の電界強度 61 のうち高い電界強度 70 が、11 [ch] の 1 回目の電界強度の推定値となる。

【 0 1 3 2 】

このように、第 5 推定処理では、検出回の検出対象チャンネル毎に、検出回で検出された電界強度と当該検出回よりも前の検出回で検出された電界強度とのうち高い方を未検出回の電界強度の推定値とすることができる。

【 0 1 3 3 】

図 13 に、第 6 推定処理のフローチャートを示す。

制御部 10 は、まず、検出回を示すカウンタ値 n を 4 で割った余りの値（ $n \bmod 4$ ）を変数 a 、11 に変数 a を加算した値を変数 b に設定する（ステップ S 111）。変数 b は、検出回 n において参照すべき検出対象チャンネルの番号を示すものである。

30

【 0 1 3 4 】

制御部 10 は、下記の式（5）～（7）に基づいて、変数 b が示す番号の無線チャンネルの検出回 n の前の電界強度が未検出である検出回（ $n - 1$ 、 $n - 2$ 、 $n - 3$ ）の電界強度 $C[n - 1, b]$ 、 $C[n - 2, b]$ 、 $C[n - 3, b]$ を算出する（ステップ S 112）。

【 0 1 3 5 】

$$C[n - 3, b] = C[n - 4, b] + (C[n, b] - C[n - 4, b]) / 4 \quad \dots \quad (5)$$

$$C[n - 2, b] = C[n - 4, b] + 2(C[n, b] - C[n - 4, b]) / 4 \quad \dots \quad (6)$$

$$C[n - 1, b] = C[n - 4, b] + 3(C[n, b] - C[n - 4, b]) / 4 \quad \dots \quad (7)$$

40

【 0 1 3 6 】

式（5）は、変数 b が示す番号の無線チャンネルにおいて、『「未検出回 $n - 3$ から当該検出回よりも前の検出回 $n - 4$ までの検出回数（1）」に対する「検出回 n から当該検出回よりも前の検出回 $n - 4$ までの検出回数（4）の比（1 : 4）」』と、『「未検出回 $n - 3$ の電界強度 $C[n - 3, b]$ と当該検出回よりも前の検出回 $n - 4$ の電界強度 $C[n - 4, b]$ との差分値（ $C[n - 3, b] - C[n - 4, b]$ ）」に対する「検出回 n の電界強度 $C[n, b]$ と当該検出回よりも前の検出回 $n - 4$ の電界強度 $C[n - 4, b]$ との差分

50

値 $(C[n, b] - C[n - 4, b])$ との比 $((C[n - 3, b] - C[n - 4, b]) : (C[n, b] - C[n - 4, b]))$ と、が等しくなるように、未検出回 $n - 3$ の電界強度の推定値を算出するものである。

【 0 1 3 7 】

式 (6) は、変数 b が示す番号の無線チャンネルにおいて、『「未検出回 $n - 2$ から当該検出回よりも前の検出回 $n - 4$ までの検出回数 (2)」に対する「検出回 n から当該検出回よりも前の検出回 $n - 4$ までの検出回数 (4) の比 (2 : 4)」』と、『「未検出回 $n - 2$ の電界強度 $C[n - 2, b]$ と当該検出回よりも前の検出回 $n - 4$ の電界強度 $C[n - 4, b]$ との差分値 $(C[n - 2, b] - C[n - 4, b])$ 」に対する「検出回 n の電界強度 $C[n, b]$ と当該検出回よりも前の検出回 $n - 4$ の電界強度 $C[n - 4, b]$ との差分値 $(C[n, b] - C[n - 4, b])$ との比 $((C[n - 2, b] - C[n - 4, b]) : (C[n, b] - C[n - 4, b]))$ 』と、が等しくなるように、未検出回 $n - 2$ の電界強度の推定値を算出するものである。

10

【 0 1 3 8 】

式 (7) は、変数 b が示す番号の無線チャンネルにおいて、『「未検出回 $n - 1$ から当該検出回よりも前の検出回 $n - 4$ までの検出回数 (3)」に対する「検出回 n から当該検出回よりも前の検出回 $n - 4$ までの検出回数 (4) の比 (3 : 4)」』と、『「未検出回 $n - 1$ の電界強度 $C[n - 1, b]$ と当該検出回よりも前の検出回 $n - 4$ の電界強度 $C[n - 4, b]$ との差分値 $(C[n - 1, b] - C[n - 4, b])$ 」に対する「検出回 n の電界強度 $C[n, b]$ と当該検出回よりも前の検出回 $n - 4$ の電界強度 $C[n - 4, b]$ との差分値 $(C[n, b] - C[n - 4, b])$ との比 $((C[n - 1, b] - C[n - 4, b]) : (C[n, b] - C[n - 4, b]))$ 』と、が等しくなるように、未検出回 $n - 1$ の電界強度の推定値を算出するものである。

20

【 0 1 3 9 】

制御部 10 は、変数 b に 4 を加算して新たな変数 b を設定し (ステップ S 1 1 3)、変数 b が設定可能な無線チャンネルのうち最大の無線チャンネルの番号 (ここでは 26) よりも大きいかなかを判別する (ステップ S 1 1 4)。

【 0 1 4 0 】

制御部 10 は、変数 b が 26 以下の場合 (ステップ S 1 1 4 ; NO)、ステップ S 1 1 2 の処理に戻り、変数 b が 26 よりも大きい場合 (ステップ S 1 1 4 ; YES)、本処理を終了する。

30

【 0 1 4 1 】

図 16 に、ステップ S 6 4 に第 6 推定処理が設定された場合における電界強度テーブルの例を示す。図 16 は、検出回を示すカウンタ値 n が 11 である場合の電界強度テーブルの例である。図 16 では、各検出回 n において、網掛けされた電界強度がステップ S 6 3 で検出された電界強度であり、網掛けされていない電界強度が第 6 推定処理により推定された電界強度である。

【 0 1 4 2 】

なお、検出回よりも前の検出回の電界強度の検出値が無い場合には、当該検出回よりも前の未検出回の電界強度の推定値は算出されないため、図 16 では「-」と示す。

40

また、図 16 では、検出回であっても検出対象チャンネルでない無線チャンネルの電界強度を空欄としているが、当該電界強度に当該無線チャンネルの最新の電界強度が設定されていてもよい。

【 0 1 4 3 】

図 16 に示すように、検出対象チャンネルの未検出回の電界強度は、検出回間の検出回数の比と電界強度の差分値の比とに基づくものである。

図 16 に示すように、例えば、検出回を示すカウンタ値 $n = 4$ であって、検出対象チャンネルである 11 [ch] の未検出回が 1 回目、当該 11 [ch] の未検出回の前後の検出回が 0、4 回目である場合、1 回目から 0 回目までの検出回数は 1、4 回目から 0 回目までの検出回数は 4、であることから、検出回間の検出回数の比は 1 : 4 となる。

50

そして、1 回目の電界強度 $C[1, 11]$ と 0 回目の電界強度 $C[0, 11] = 70$ の差分値 $C[1, 11] - C[0, 11]$ 、に対する、4 回目の電界強度 $C[4, 11] = 61$ と 0 回目の電界強度 $C[0, 11] = 70$ との差分値 $C[4, 11] - C[0, 11]$ との比（電界強度の差分値の比）が、検出回間の検出回数の比である 1 対 4 と等しくなるように、 $C[1, 11]$ の値が算出され、算出された値（68）が 11[ch] の 1 回目の電界強度の推定値となる。

【0144】

このように、第 6 推定処理では、検出回の検出対象チャンネル毎に、検出回数の比と電界強度の差分値の比とが等しくなるように、未検出回の電界強度の推定値を算出することができる。

10

【0145】

以上のように、本実施の形態 2 によれば、複数の無線チャンネルの通信状況を検証する際に、エネルギースキンの検出回毎に当該複数の無線チャンネルの中から検出対象チャンネルを周波数方向に移行（シフト）させ、当該検出対象チャンネルに対して電界強度を検出部により検出することができ、そして、検出回毎に、検出対象チャンネルの未検出回の電界強度の推定値を、当該検出回で検出された電界強度と当該検出回よりも前の検出回で検出された電界強度とに基づいて算出することができる。

そのため、複数の無線チャンネル全てが、電界強度を検出する機会を得ることができると共に、無線チャンネル全てが検出された電界強度に基づいて未検出回の電界強度を得ることができるため、各無線チャンネルの電界強度の信頼性を高めることができる。

20

従って、検出回毎に全ての無線チャンネルに対して電界強度を検出する必要がなくなり、当該複数の無線チャンネルの通信状況を検証する際の電界強度の検出に要する時間の短縮化及び省電力化を図ることができると共に、無線チャンネルの選択処理に要する時間の短縮化及び省電力化を実現することができる。

【符号の説明】

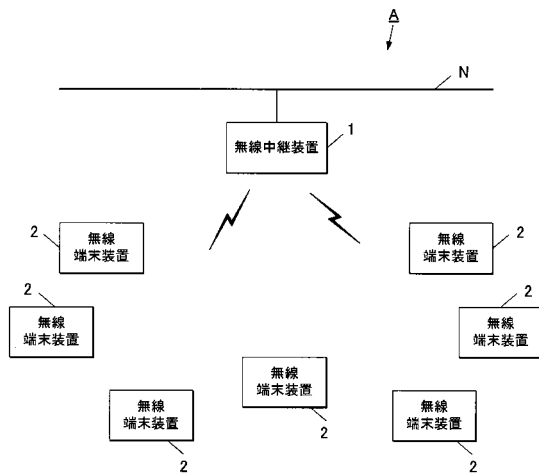
【0146】

- 1 無線中継装置
- 2 無線端末装置
- 3 端末装置
- 10 制御部
- 11 記憶部
- 12 端末情報用メモリ
- 13 タイマ
- 14 a 無線送信部
- 14 b 無線受信部
- 15 検出部
- 16 SW
- 17 I/F 部
- 18 バッファ
- 19 アンテナ
- A 無線通信システム
- N 通信ネットワーク

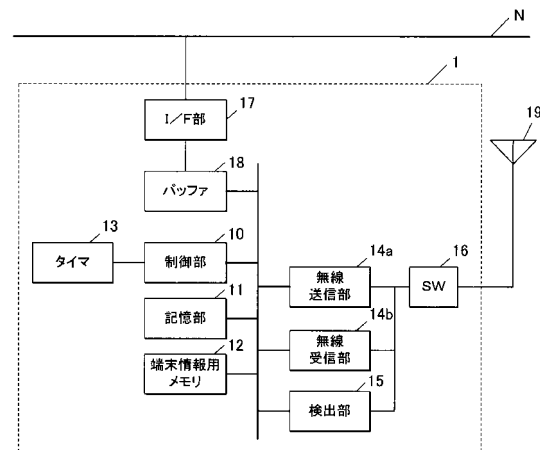
30

40

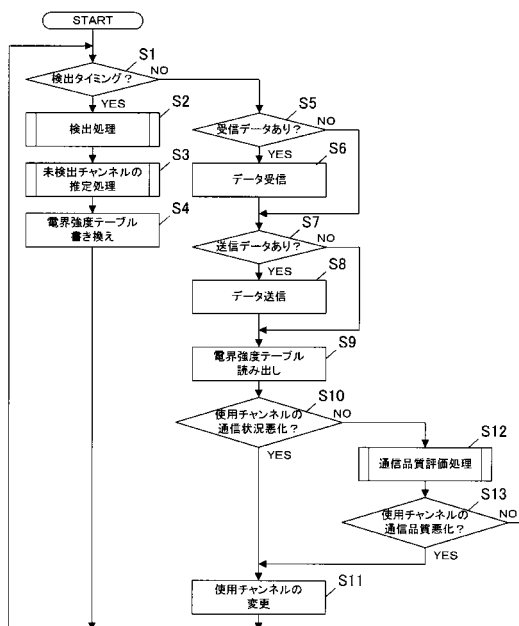
【図 1】



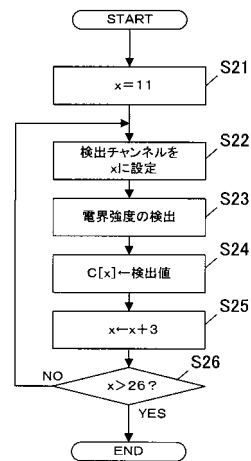
【図 2】



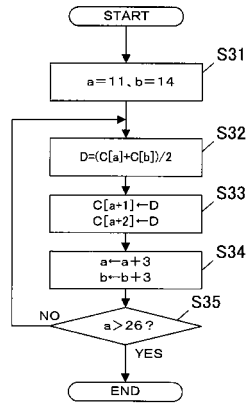
【図 3】



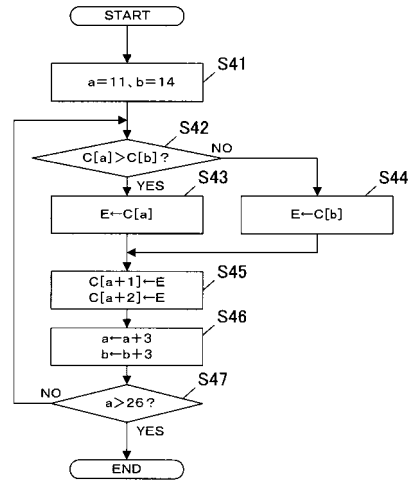
【図 4】



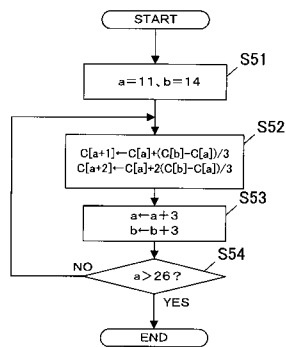
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【図 8】

チャンネル番号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
電界強度	53	86	66	78	61	61	44	57	57	69	51	51	32	45	45	58

(a)

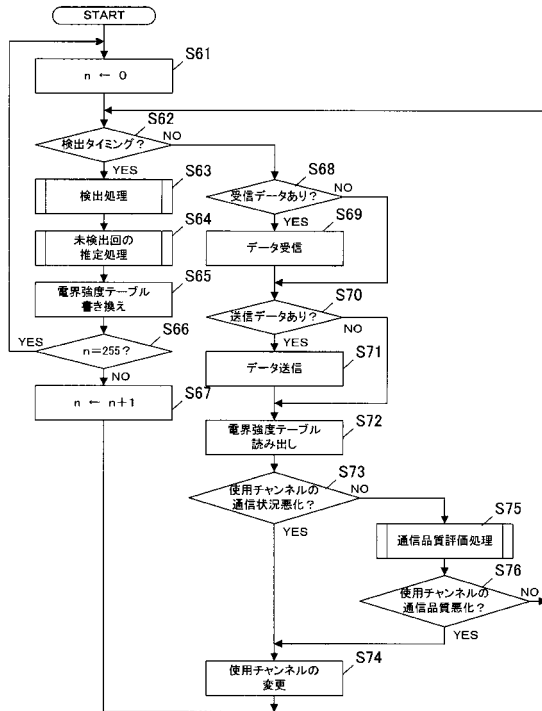
チャンネル番号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
電界強度	53	78	78	78	78	78	44	69	69	69	69	69	32	58	58	58

(b)

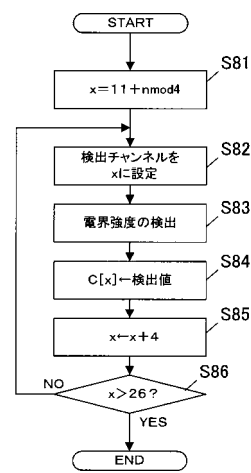
チャンネル番号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
電界強度	53	61	70	78	67	55	44	52	61	69	57	44	32	41	49	58

(c)

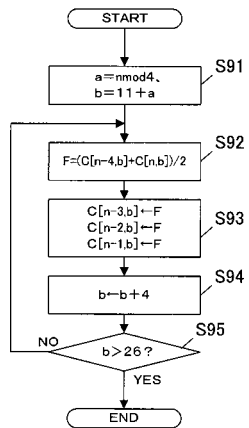
【図 9】



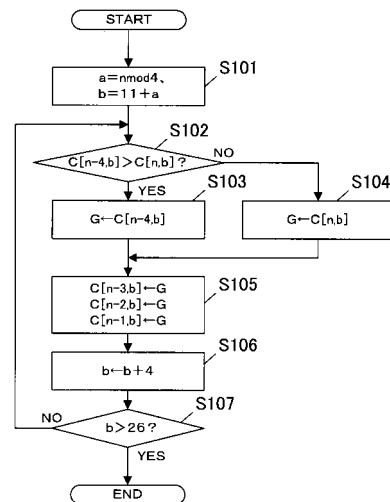
【図 10】



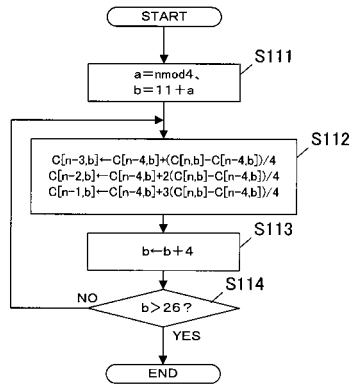
【図 11】



【図 12】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】

[illegible]

【 図 1 5 】

[illegible]

【 図 1 6 】

[illegible]

フロントページの続き

- (72)発明者 上原 直隆
東京都羽村市栄町 3 丁目 2 番 1 号 カシオ計算機株式会社 羽村技術センター内
- (72)発明者 小金 孝行
東京都羽村市栄町 3 丁目 2 番 1 号 カシオ計算機株式会社 羽村技術センター内
- (72)発明者 篠原 純人
東京都羽村市栄町 3 丁目 2 番 1 号 カシオ計算機株式会社 羽村技術センター内
- (72)発明者 布川 祐人
東京都羽村市栄町 3 丁目 2 番 1 号 カシオ計算機株式会社 羽村技術センター内
- (72)発明者 半田 哲也
東京都羽村市栄町 3 丁目 2 番 1 号 カシオ計算機株式会社 羽村技術センター内
- (72)発明者 水野 公靖
東京都羽村市栄町 3 丁目 2 番 1 号 カシオ計算機株式会社 羽村技術センター内

審査官 中元 淳二

- (56)参考文献 特開 2 0 0 5 - 0 2 0 5 6 8 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 1 5 1 4 3 3 (J P , A)
特開平 1 0 - 3 3 6 1 0 4 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 3 2 5 0 6 4 (J P , A)
特開平 1 0 - 3 2 7 4 5 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 4 W 7 2 / 0 8
H 0 4 J 1 / 0 0
H 0 4 W 8 8 / 0 2