

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5899545号
(P5899545)

(45) 発行日 平成28年4月6日(2016.4.6)

(24) 登録日 平成28年3月18日(2016.3.18)

(51) Int.Cl.		F I			
HO4W 72/08	(2009.01)	HO4W 72/08	110		
HO4W 28/18	(2009.01)	HO4W 28/18	110		

請求項の数 7 (全 28 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2012-39266 (P2012-39266)</p> <p>(22) 出願日 平成24年2月24日(2012.2.24)</p> <p>(65) 公開番号 特開2013-175940 (P2013-175940A)</p> <p>(43) 公開日 平成25年9月5日(2013.9.5)</p> <p>審査請求日 平成26年10月2日(2014.10.2)</p> <p>(出願人による申告)平成23年度、支出負担行為担当官、総務省大臣官房会計課企画官、研究テーマ「同一周波数帯における複数無線システム間無線リソース制御技術の研究開発」に関する委託研究、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願</p>	<p>(73) 特許権者 393031586 株式会社国際電気通信基礎技術研究所 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2</p> <p>(74) 代理人 100115749 弁理士 谷川 英和</p> <p>(74) 代理人 100121223 弁理士 森本 悟道</p> <p>(72) 発明者 大島 浩嗣 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内</p> <p>(72) 発明者 矢野 一人 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
---	--

(54) 【発明の名称】 通信装置、通信方法、及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

空き周波数帯域を用いて通信を行う通信装置であって、
通信データを通信する通信部と、
キャリアセンスしきい値よりも低い信号強度の周波数帯域である空き周波数帯域を検出するキャリアセンス部と、
前記キャリアセンス部が検出した空き周波数帯域を用いて通信データを通信させる制御部と、
通信帯域を増やす場合に、通信機会が高くなるように前記キャリアセンス部におけるキャリアセンス条件を変更すると共に、ビットエラー率が下がるように前記通信部における変調設定を変更する変更部と、を備えた通信装置。

【請求項2】

前記変更部が、通信機会が高くなるようにキャリアセンス条件を変更することは、前記キャリアセンスしきい値を高くすることを含む、請求項1記載の通信装置。

【請求項3】

前記変更部が、通信機会が高くなるようにキャリアセンス条件を変更することは、キャリアセンスを行う期間であるキャリアセンス期間を短くすることを含む、請求項1または請求項2記載の通信装置。

【請求項4】

通信データの通信に関する通信品質を取得する通信品質取得部と、

前記通信品質取得部が取得した通信品質が、要求される通信品質である要求通信品質をみたしているかどうか判断する判断部と、をさらに備え、
前記変更部は、前記通信品質が前記要求通信品質をみたしていないと前記判断部によって判断された場合に、キャリアセンス条件の変更及び変調設定の変更の少なくとも一方を行う、請求項 1 から請求項 3 のいずれか記載の通信装置。

【請求項 5】

要求通信品質を受け付ける要求通信品質受付部と、
要求通信品質ごとに、当該要求通信品質に応じて通信中に用いられたキャリアセンス条件及び変調設定を蓄積する蓄積部と、をさらに備え、
前記変更部は、前記要求通信品質受付部が新たに受け付けた要求通信品質に応じた通信データの通信が開始される際に、当該要求通信品質に応じて蓄積された最新のキャリアセンス条件及び最新の変調設定を初期値として設定し、
前記判断部は、前記通信品質取得部が取得した通信品質が、前記要求通信品質受付部が受け付けた要求通信品質をみたしているかどうか判断する、請求項 4 記載の通信装置。

10

【請求項 6】

空き周波数帯域を用いて通信を行う通信方法であって、
キャリアセンスしきい値よりも低い信号強度の周波数帯域である空き周波数帯域を検出するキャリアセンスステップと、
前記キャリアセンスステップで検出した空き周波数帯域を用いて通信データを通信させる制御ステップと、
通信帯域を増やす場合に、通信機会が高くなるように前記キャリアセンスステップにおけるキャリアセンス条件を変更すると共に、ビットエラー率が下がるように通信データの通信における変調設定を変更する変更ステップと、を備えた通信方法。

20

【請求項 7】

コンピュータを、
空き周波数帯域を用いて通信を行う通信装置として機能させるためのプログラムであって、
キャリアセンスしきい値よりも低い信号強度の周波数帯域である空き周波数帯域を検出するキャリアセンス部、
前記キャリアセンス部が検出した空き周波数帯域を用いて通信データを通信させる制御部、
通信帯域を増やす場合に、通信機会が高くなるように前記キャリアセンス部におけるキャリアセンス条件を変更すると共に、ビットエラー率が下がるように前記通信における変調設定を変更する変更部として機能させるためのプログラム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、空き周波数帯域を用いて通信を行う通信装置等に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、ISM (Industry - Science - Medical) 帯などにおいて、断片化した空き周波数帯域を集積し、一つの無線チャネルとして用いるダイナミックスペクトラムアクセス (DSA : Dynamic Spectrum Access) のコンセプトが提案されている (例えば、非特許文献 1 参照) 。また、その DSA に適したスペクトラム制御方式として、シングルキャリア変調のスペクトラムをバンドパスフィルタにより複数の帯域に分割し、それぞれを周波数変換して伝送するスペクトラム分割シングルキャリア変調方式も提案されている (例えば、特許文献 1 , 非特許文献 2 参照) 。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

50

【特許文献1】特開2010-232857号公報

【非特許文献】

【0004】

【非特許文献1】太郎丸真、矢野一人、塚本悟司、上羽正純、「ISMバンドにおける高効率周波数共用に向けたダイナミックスペクトラムアクセスシステムのコンセプト提案」、信学技報、vol.108, no.446, SR2008-97, p.53-57, 2009年3月

【非特許文献2】鈴木康夫、太郎丸真、矢野一人、上羽正純、「DSAのための帯域制限付きスペクトラム分割シングルキャリア伝送方式の基本性能」、信学技報、vol.109, no.164, RCS2009-81, p.19-23, 2009年8月

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従来のDSAによる通信等によれば、キャリアセンス(スペクトラムセンシング)によって空き周波数帯域を検出し、その検出した空き周波数帯域を用いることによって、高い周波数利用効率を達成可能な通信を行うことができていた。しかしながら、周囲または自身のトラフィック量の増加により空き周波数帯域が少ない状況においては、通信機会を確保できなくなり、品質をみたした通信を行うことができないという問題がある。

【0006】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、空き周波数帯域を用いた通信において、トラフィック量の多い状況においても、通信品質を考慮した通信を実現可能な通信装置等を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するため、本発明による通信装置は、空き周波数帯域を用いて通信を行う通信装置であって、通信データを通信する通信部と、キャリアセンスしきい値よりも低い信号強度の周波数帯域である空き周波数帯域を検出するキャリアセンス部と、キャリアセンス部が検出した空き周波数帯域を用いて通信データを通信させる制御部と、通信帯域を増やす場合に、通信機会が高くなるようにキャリアセンス部におけるキャリアセンス条件を変更すると共に、ビットエラー率が下がるように通信部における変調設定を変更する変更部と、を備えたものである。

30

このような構成により、通信機会が高くなるようにキャリアセンス条件を変更することによって、通信帯域を増やすことができると共に、ビットエラー率が下がるように変調設定を変更することによって、キャリアセンス条件の変更に応じたビットエラー率の上昇を回避することができるようになる。その結果、通信帯域を増やしながら、ビットエラー率が上昇しないようにすることが可能となる。

【0008】

また、本発明による通信装置では、変更部が、通信機会が高くなるようにキャリアセンス条件を変更することは、キャリアセンスしきい値を高くすることを含んでもよい。

このような構成により、キャリアセンスしきい値を高くすることによって、通信機会を高くすることができる。

40

【0009】

また、本発明による通信装置では、変更部が、通信機会が高くなるようにキャリアセンス条件を変更することは、キャリアセンスを行う期間であるキャリアセンス期間を短くすることを含んでもよい。

このような構成により、キャリアセンス期間を短くすることによって、通信機会を高くすることができる。

【0010】

また、本発明による通信装置では、通信データの通信に関する通信品質を取得する通信品質取得部と、通信品質取得部が取得した通信品質が、要求される通信品質である要求通

50

信品質をみたしているかどうか判断する判断部と、をさらに備え、変更部は、通信品質が要求通信品質をみたしていないと判断部によって判断された場合に、キャリアセンス条件の変更及び変調設定の変更の少なくとも一方を行ってもよい。

このような構成により、要求通信品質をみたしていない場合に、キャリアセンス条件や変調設定を変更することによって、ビットエラー率の上昇を抑えながら、通信帯域を増やすことができるようになる。

【0011】

また、本発明による通信装置では、要求通信品質を受け付ける要求通信品質受付部と、要求通信品質ごとに、要求通信品質に応じて通信中に用いられたキャリアセンス条件及び変調設定を蓄積する蓄積部と、をさらに備え、変更部は、要求通信品質受付部が新たに受け付けた要求通信品質に応じた通信データの通信が開始される際に、要求通信品質に応じて蓄積された最新のキャリアセンス条件及び最新の変調設定を初期値として設定し、判断部は、通信品質取得部が取得した通信品質が、要求通信品質受付部が受け付けた要求通信品質をみたしているかどうか判断してもよい。

10

このような構成により、要求通信品質に応じて設定された過去のキャリアセンス条件等を記憶しておくことによって、同じ要求通信品質に応じた後の通信において、その記憶していたキャリアセンス条件等を初期値として設定することができ、要求通信品質に応じたキャリアセンス条件等が早く収束すると考えられる。

【0012】

また、本発明による通信方法は、空き周波数帯域を用いて通信を行う通信方法であって、キャリアセンスしきい値よりも低い信号強度の周波数帯域である空き周波数帯域を検出するキャリアセンスステップと、キャリアセンスステップで検出した空き周波数帯域を用いて通信データを通信させる制御ステップと、通信帯域を増やす場合に、通信機会が高くなるようにキャリアセンスステップにおけるキャリアセンス条件を変更すると共に、ビットエラー率が下がるように通信データの通信における変調設定を変更する変更ステップと、を備えたものである。

20

【発明の効果】

【0013】

本発明による通信装置等によれば、トラフィック量の多い状況においても、通信品質を考慮した空き周波数帯域を用いた通信を実現可能となる。

30

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の実施の形態1による通信装置の構成を示すブロック図

【図2】同実施の形態による通信部の構成を示すブロック図

【図3】同実施の形態による通信装置の動作を示すフローチャート

【図4】同実施の形態による通信装置の動作を示すフローチャート

【図5】同実施の形態における変調設定の一例を示す図

【図6】同実施の形態における品質スコアの変化の一例を示す図

【図7】同実施の形態における各シミュレーションのノード配置を示す図

【図8】同実施の形態における各シミュレーションのキャリアセンス条件等を示す図

40

【図9】同実施の形態における各シミュレーションの選択IDの時間変化と受信スループットの時間変化との結果を示す図

【図10】同実施の形態における各シミュレーションの無線リソースの利用状況を示す図

【図11】同実施の形態におけるコンピュータシステムの外觀一例を示す模式図

【図12】同実施の形態におけるコンピュータシステムの構成の一例を示す図

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明による通信装置について、実施の形態を用いて説明する。なお、以下の実施の形態において、同じ符号を付した構成要素及びステップは同一または相当するものであり、再度の説明を省略することがある。

50

【 0 0 1 6 】

(実施の形態 1)

本発明の実施の形態 1 による通信装置について、図面を参照しながら説明する。本実施の形態による通信装置は、通信帯域を増やす場合に、通信機会が高くなるようにキャリアセンス条件を変更すると共に、ビットエラー率が下がるように変調設定を変更するものである。

【 0 0 1 7 】

図 1 は、本実施の形態による通信装置 1 の構成を示すブロック図である。本実施の形態による通信装置 1 は、アンテナ 2 を介し、空き周波数帯域を用いて無線通信を行うものであり、通信部 1 1 と、キャリアセンス部 1 2 と、制御部 1 3 と、要求通信品質受付部 1 4 と、通信品質取得部 1 5 と、判断部 1 6 と、蓄積部 1 7 と、変更部 1 8 とを備える。なお、本実施の形態では、通信装置 1 がモバイルステーション (MS: Mobile Station) であり、通信装置 1 の通信先の装置であるアクセスポイント (AP: Access Point) が存在する場合について主に説明するが、そうでなくてもよいことは言うまでもない。通信装置 1 が AP であってもよい。また、図 1 では、通信装置 1 の主な構成について示したものであり、図示した以外にも、例えば、アプリケーションを実行する実行部や、他の装置の有するアプリケーションの実行部と情報のやりとりを行うインターフェース等が存在してもよいことは言うまでもない。

【 0 0 1 8 】

通信部 1 1 は、通信データを通信する。その通信データの通信は、例えば、スペクトラム分割シングルキャリア変調方式により、複数の周波数帯域に応じた複数のサブスペクトラムに分割する通信であってもよく、あるいは、そうでなくてもよい。スペクトラム分割シングルキャリア変調方式以外の通信としては、例えば、スペクトラム分割を行わないシングルキャリア変調方式の通信であってもよく、スペクトラム分割を行わないマルチキャリア変調方式の通信であってもよく、あるいは、スペクトラム分割を行うマルチキャリア変調方式の通信であってもよい。いずれの通信であったとしても、通信部 1 1 は、1 個または複数の周波数帯域を用いて通信データの通信を行うものとする。その 1 個または複数の周波数帯域は、キャリアセンス部 1 2 によって検出された、使用されていない空き周波数帯域から選択されるものであり、後述するように、制御部 1 3 によって指定されるものである。その通信部 1 1 による通信は、送信であってもよく、受信であってもよく、送受信であってもよい。本実施の形態では、通信部 1 1 がスペクトラム分割シングルキャリア変調方式により送受信を行う場合について主に説明する。また、例えば、通信途中においてもキャリアセンスが行われ、その時点の空き周波数帯域を用いて通信が行われる場合には、その通信で用いられる単数または複数の周波数帯域は、通信途中においても適宜、切り替えられるものとなる。また、通信部 1 1 は、所定のタイムフレーム (例えば、5 ms 等) を単位とする CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) に基づくチャネルアクセスを行ってもよく、あるいは、そうでなくてもよい。また、通信部 1 1 は、そのチャネルアクセスにおいて、セル内での多元接続を、タイムフレームを分割したスロットを単位とする TDMA/TDD (Time Division Multiple Access/Time Division Duplex) により実現してもよく、あるいは、そうでなくてもよい。

【 0 0 1 9 】

図 2 は、通信部 1 1 における送信系 1 1 a (図 2 (a)) と、受信系 1 1 b (図 2 (b)) との詳細な構成を示すブロック図である。送信系 1 1 a は、通信データを、スペクトラム分割シングルキャリア変調方式により、複数の周波数帯域に応じた複数のサブスペクトラムに分割して送信する。受信系 1 1 b は、スペクトラム分割シングルキャリア変調方式により、複数の周波数帯域に応じた複数のサブスペクトラムに分割されて送信された通信データを受信する。

【 0 0 2 0 】

図2(a)において、送信系11aは、変調部31と、S/P(シリアル/パラレル)変換部32と、フーリエ変換部33と、スペクトラムマッピング部34と、逆フーリエ変換部35と、P/S(パラレル/シリアル)変換部36と、DA変換部37と、局部発信部38と、周波数変換部39と、電力増幅部40とを備える。

【0021】

変調部31は、デジタル信号である通信データを受け付け、その通信データによりデジタル変調する。なお、PAPR(Peak to Average Power Ratio)特性をよくするためなどの目的で、スペクトラム分割前の変調波形をロールオフフィルタにより整形してもよい(そのことについては、例えば、次の文献を参照されたい)。S/P変換部32は、デジタル変調された通信データを、複数の並列配列の信号に変換する。なお、デジタル変調時にロールオフフィルタを用いた場合には、IFFTフレーム境界付近の出力信号が歪んでしまうため、S/P変換部32及びP/S変換部36において、重複S/P変換及び重複P/S変換を行ってもよい。その重複率は、例えば、1/8であってよい。

文献：鈴木康夫、矢野一人、上羽正純、「スペクトラム分割シングルキャリア伝送の波形整形効果」、2010年電子情報通信学会ソサイエティ大会，B-5-137，p.491，2010年9月

【0022】

フーリエ変換部33は、S/P変換後の複数の並列配列の信号を受け付け、それらの信号を並列に高速フーリエ変換することによって、時間領域の信号を周波数領域の信号に変換する。スペクトラムマッピング部34は、高速フーリエ変換後の信号を受け付け、その信号に対してスペクトラムマッピングを行う。具体的には、スペクトラムマッピング部34は、高速フーリエ変換後の信号をバンドパスフィルタによってA1個に分割し、分割後のA1個の信号に対して、通信で用いる複数の周波数帯域に応じた周波数変換を行う。なお、スペクトラムマッピング部34は、高速フーリエ変換後の並列配列の信号である、複数の分割送信スペクトラムブロックに含まれる複数の周波数成分を、後述する制御部13によって設定される複数の周波数帯域に分割するためのマッピング行列を生成し、そのマッピング行列を用いて、複数の分割送信スペクトラムブロックに含まれる複数の周波数成分を複数の周波数帯域に分割してもよい。このスペクトラムマッピング部34の詳細な処理については、例えば、前述の特許文献1を参照されたい。なお、S/P変換時に重複S/P変換を行っている場合には、周波数変換後の信号位相が不連続となるため、位相補正も行う(上記文献参照)。このA1は、通信で用いられるサブスペクトラムの個数であり、1以上の整数である。複数のサブスペクトラムを用いて通信を行う場合には、A1は2以上である。逆フーリエ変換部35は、スペクトラムマッピング後の信号に対して、逆高速フーリエ変換を行い、時間領域の信号に戻す。P/S変換部36は、逆高速フーリエ変換後の信号を受け付け、並列配列の信号を直列配列に変換する。なお、前述のように、P/S変換部36は、重複P/S変換を行ってもよい。DA変換部37は、P/S変換後の直列配列のデジタル信号を受け付け、そのデジタル信号をアナログ信号に変換する。局部発信部38は、周波数変換のための信号を生成する。周波数変換部39は、局部発信部38が生成した周波数変換のための信号を用いて、DA変換部37で生成された等価ベースバンド帯域送信信号を、送信周波数帯に変換する。電力増幅部40は、周波数変換部39により周波数変換された送信信号を、所望の電力まで増幅する。その送信信号が、アンテナ2を介して送信される。

【0023】

なお、送信系11aの各構成要素が受け渡しを行う信号を、単に通信データと呼ぶこともある。また、送信系11aの構成は、これに限定されるものではなく、スペクトラム分割シングルキャリア変調方式による送信を行うことができるのであれば、他の構成であってもよい。例えば、S/P変換やP/S変換を行わなくてもよく、あるいは、高速フーリエ変換や逆高速フーリエ変換に代えて、離散フーリエ変換や逆離散フーリエ変換を用いてもよい。このように、送信系11aの構成には任意性が存在する。また、送信系11aは

10

20

30

40

50

、ハードウェアによって実現されてもよく、あるいは、ソフトウェアにより実現可能な部分については、送信デバイスを駆動するドライバ等のソフトウェアによって実現されてもよい。

【 0 0 2 4 】

図 2 (b) において、受信系 1 1 b は、低雑音増幅部 4 1 と、周波数変換部 4 2 と、局部発信部 4 3 と、A D 変換部 4 4 と、S / P 変換部 4 5 と、フーリエ変換部 4 6 と、スペクトラムデマッピング部 4 7 と、逆フーリエ変換部 4 8 と、P / S 変換部 4 9 と、復調部 5 0 とを備える。

【 0 0 2 5 】

低雑音増幅部 4 1 は、アンテナ 2 で受信された通信データのアナログ信号を受信し、その受信したアナログ信号（受信信号）を増幅する。周波数変換部 4 2 は、局部発信部 4 3 によって生成された信号を用いて、受信信号を周波数変換し、A D 変換部 4 4 で変換できる等価ベースバンド帯域受信信号に変換する。局部発信部 4 3 は、その周波数変換部 4 2 での周波数変換のための信号を生成する。A D 変換部 4 4 は、等価ベースバンド帯域受信信号であるアナログ信号をデジタル信号に変換する。S / P 変換部 4 5 は、A D 変換後のデジタル信号を受け付け、そのデジタル信号を複数の並列配列の信号に変換する。フーリエ変換部 4 6 は、S / P 変換後の複数の並列配列の信号を受け付け、それらの信号を並列に高速フーリエ変換することによって、時間領域の信号を周波数領域の信号に変換する。スペクトラムデマッピング部 4 7 は、高速フーリエ変換後の信号を受け付け、その信号に対してスペクトラムデマッピングを行う。具体的には、スペクトラムデマッピング部 4 7 は、高速フーリエ変換後の信号をバンドパスフィルタによって通信で用いられた複数の周波数帯域に応じた A 2 個の周波数帯域の信号に分割し、分割後の A 2 個の周波数帯域に応じた信号に対して周波数変換を行うことによって一つの周波数帯域の信号に結合する。なお、スペクトラムデマッピング部 4 7 は、スペクトラムマッピング部 3 4 と同様の手法によって、通信データの通信で用いられた複数の周波数帯域に応じたマッピング行列を生成し、そのマッピング行列の転置行列であるデマッピング行列を算出し、そのデマッピング行列を用いて、高速フーリエ変換後の並列配列の信号を一つの周波数帯域に結合してもよい。このスペクトラムデマッピング部 4 7 の詳細な処理については、例えば、前述の特許文献 1 を参照されたい。なお、A 2 は、通信で用いられるサブスペクトラムの個数であり、1 以上の整数である。複数のサブスペクトラムを用いて通信が行われる場合には、A 2 は 2 以上である。また、スペクトラム分割シングルキャリア変調方式により通信を行う場合には、通常、送信する通信データのサブスペクトラムの個数と、受信する通信データのサブスペクトラムの個数とは等しいため、 $A 1 = A 2$ となるが、場合によっては異なってもよい。逆フーリエ変換部 4 8 は、スペクトラムデマッピング後の信号に対して、逆高速フーリエ変換を行い、時間領域の信号に戻す。P / S 変換部 4 9 は、逆高速フーリエ変換後の信号を受け付け、並列配列の信号を直列配列に変換する。復調部 5 0 は、P / S 変換後の直列配列のデジタル信号を受け付け、そのデジタル信号をデジタル復調する。

【 0 0 2 6 】

ここで、受信系 1 1 b においても、スペクトラムデマッピング部 4 7 の後段においてローloffフィルタを用いてもよい。その場合には、逆フーリエ変換部 4 8 は、ローloffフィルタから受け取った信号に対して逆フーリエ変換を行うことになる。また、ローloffフィルタを用いる場合には、S / P 変換部 4 5 及び P / S 変換部 4 9 において、重複 S / P 変換及び重複 P / S 変換を行ってもよい。また、S / P 変換時に重複変換を行っている場合には、信号位相が不連続とならないように、スペクトラムデマッピング部 4 7 において位相補正も行う。

【 0 0 2 7 】

なお、受信系 1 1 b の各構成要素が受け渡しを行う信号を、単に通信データと呼ぶこともある。また、受信系 1 1 b の構成は、これに限定されるものではなく、スペクトラム分割シングルキャリア変調方式による受信を行うことができるのであれば、他の構成であってもよい。例えば、S / P 変換や P / S 変換を行わなくてもよく、あるいは、高速フーリ

10

20

30

40

50

工変換や逆高速フーリエ変換に代えて、離散フーリエ変換や逆離散フーリエ変換を用いてもよい。また、受信系 1 1 b において、フーリエ変換部 4 6 とスペクトラムデマッピング部 4 7 との間において等化器 (イコライザ) による等化处理を行ってもよい。このように、受信系 1 1 b の構成には任意性が存在する。また、受信系 1 1 b は、ハードウェアによって実現されてもよく、あるいは、ソフトウェアにより実現可能な部分については、受信デバイスを駆動するドライバ等のソフトウェアによって実現されてもよい。

【 0 0 2 8 】

また、送信系 1 1 a における局部発信部 3 8 と、受信系 1 1 b における局部発信部 4 3 とは、同一のものであってもよい。すなわち、同一の局部発信部を用いて、周波数変換部 3 9 , 4 2 における周波数変換が行われてもよい。また、例えば、局部発信部 3 8 , 4 3 が生成する周波数が 2 . 4 G H z であり、周波数変換部 3 9 による周波数変換後の送信信号の周波数と、アンテナ 2 で受信された受信信号の周波数とが 2 . 4 G H z であり、等価ベースバンド帯域の送信信号、受信信号の周波数が 0 G H z であってもよい。なお、これらの周波数は一例であり、これらに限定されないことは言うまでもない。

【 0 0 2 9 】

キャリアセンス部 1 2 は、キャリアセンス条件に応じてキャリアセンスを行い、通信に用いられていない周波数帯域である空き周波数帯域を検出する。その空き周波数帯域は、1 個であってもよく、あるいは、複数であってもよい。キャリアセンス条件は、キャリアセンスしきい値、及びキャリアセンス期間のうち、少なくとも一方を含むものである。そのキャリアセンス条件は、後述するように、変更部 1 8 によって変更可能なものである。本実施の形態では、キャリアセンス条件が、キャリアセンスしきい値を含む場合について主に説明する。キャリアセンス部 1 2 は、例えば、キャリアセンス期間の間、キャリアセンスしきい値よりも低い信号強度の周波数帯域である空き周波数帯域を検出してもよく、キャリアセンス期間における受信強度の平均が、キャリアセンスしきい値よりも低い周波数帯域である空き周波数帯域を検出してもよく、あるいは、その他のキャリアセンス期間とキャリアセンスしきい値とを用いたキャリアセンスを行ってもよい。キャリアセンス条件にキャリアセンスしきい値が含まれる場合には、そのキャリアセンスしきい値が変更されることになり、キャリアセンス条件にキャリアセンス期間が含まれる場合には、そのキャリアセンス期間が変更されることになる。キャリアセンス部 1 2 は、通信部 1 1 における受信系 1 1 b の高速フーリエ変換後の信号を用いて、その検出を行ってもよい。すなわち、キャリアセンス部 1 2 は、例えば、高速フーリエ変換後の周波数領域の信号から得たパワースペクトルを、キャリアセンスしきい値と比較し、例えば、キャリアセンス期間において、そのキャリアセンスしきい値よりも振幅の大きい周波数帯域は使用されていると判断し、キャリアセンス期間において、そのキャリアセンスしきい値よりも振幅の小さい周波数帯域は使用されていないと判断してもよい。なお、本実施の形態では、キャリアセンス部 1 2 がキャリアセンスを行う場合について主に説明するが、結果として、キャリアセンスと同じ結果が得られるのであれば、キャリアセンス自体をキャリアセンス部 1 2 が行わなくてもよい。例えば、他の装置 (例えば、A P など) において取得されたパワースペクトルを通信装置 1 が受信し、キャリアセンス部 1 2 は、そのパワースペクトルを用いてキャリアセンスと同様のことを行ってもよく、他の装置において行われたキャリアセンスの結果を受信してもよい。また、キャリアセンス部 1 2 は、例えば、他の装置 (例えば、A P など) から受信した空き周波数帯域と、自らがセンシングした空き周波数帯域のうち、重複している帯域を、最終的な空き周波数帯域としてもよい。なお、キャリアセンス部 1 2 がキャリアセンスの結果自体を他の装置から受信する場合には、そのキャリアセンスを行う装置において、キャリアセンス部 1 2 に設定されているキャリアセンス条件に応じたキャリアセンスが行われる必要がある。そのため、キャリアセンス部 1 2 のキャリアセンス条件が、キャリアセンスを行う装置に送信されてもよい。また、空き周波数帯域は、例えば、周波数帯域の上限の周波数と下限の周波数とによって示されてもよく、あるいは、あらかじめ周波数帯域ごとにインデックスが付与されており、そのインデックスによって示されてもよい。本実施の形態では、後者の場合について主に説明する。そのイン

10

20

30

40

50

デックスは、例えば、周波数インデックスやチャンネルと呼ばれることもある。また、キャリアセンス部 1 2 は、例えば、検出した空き周波数帯域を特定可能な情報（例えば、周波数そのものでもよく、周波数インデックス等でもよい）を図示しない記録媒体に蓄積してもよい。また、結果として、空き周波数帯域を知ることができるのであれば、キャリアセンス部 1 2 が行う処理内容は問わない。例えば、キャリアセンス部 1 2 は、使用中の周波数帯域を取得してもよい。その場合でも、結果として、空き周波数帯域を知ることができるからである。

【 0 0 3 0 】

制御部 1 3 は、キャリアセンス部 1 2 が検出した空き周波数帯域を用いて、通信部 1 1 に通信データを通信させる。具体的には、制御部 1 3 は、キャリアセンス部 1 2 で検出された空き周波数帯域のうち、単数または複数の空き周波数帯域を選択し、その選択した空き周波数帯域で通信データを通信させる。その通信は、受信であってもよく、あるいは、送信であってもよい。その通信が受信である場合には、制御部 1 3 は、例えば、通信先の装置に対して、選択した空き周波数帯域を示す情報を通信部 1 1 に送信させてもよい。その結果、その通信先の装置から、その選択された複数の周波数帯域を用いた通信データが送信され、通信部 1 1 によってその通信データの受信が行われるようになる。なお、その通信部 1 1 による送信は、例えば、制御チャンネルを用いて行われてもよい。また、制御部 1 3 が選択した空き周波数帯域を用いて行われる通信が送信である場合には、制御部 1 3 は、例えば、選択した空き周波数帯域を用いて通信部 1 1 に通信データを送信させてもよい。その結果、その選択された周波数帯域を用いた送信が行われるようになる。なお、制御部 1 3 による使用周波数帯域の選択については、D S A において公知であり、その詳細な説明を省略する。

【 0 0 3 1 】

要求通信品質受付部 1 4 は、要求通信品質を受け付ける。要求通信品質とは、要求される通信品質である。通信品質は、例えば、スループットであってもよく、ジッタであってもよく、遅延であってもよく、損失パケット数や損失パケット率であってもよく、その他の通信品質を示すものであってもよく、あるいは、それらの任意の 2 以上の組み合わせであってもよい。スループットは、値が高いほど、品質が高いことになる。ジッタ、遅延、損失パケット数や損失パケット率は、値が低いほど、品質が高いことになる。本実施の形態では、通信品質がスループットである場合について主に説明する。この要求通信品質の受け付けは、例えば、アプリケーション等の上位レイヤや他の構成要素からの受け付けであってもよく、それ以外の入力デバイスや、記録媒体等からの受け付け（例えば、ユーザ等からの受け付け）であってもよい。なお、要求通信品質受付部 1 4 は、受け付けを行うためのデバイス（例えば、入力デバイスなど）を含んでもよく、あるいは含まなくてもよい。また、要求通信品質受付部 1 4 は、ハードウェアによって実現されてもよく、あるいは所定のデバイスを駆動するドライバ等のソフトウェアによって実現されてもよい。要求通信品質受付部 1 4 が受け付けた要求通信品質は、図示しない記録媒体で記憶されてもよい。

【 0 0 3 2 】

通信品質取得部 1 5 は、通信データの通信に関する通信品質を取得する。その通信は、通信部 1 1 によって行われる通信である。通信品質取得部 1 5 は、通信品質の測定用の通信データの通信によって通信品質を測定してもよく、あるいは、そうではない通常の通信データの通信によって通信品質を測定してもよい。また、通信品質取得部 1 5 は、その通信品質を通信相手の装置（例えば、A P 等）から受信することによって取得してもよい。その場合には、通信品質の測定自体は、通信相手の装置によって行われてもよい。なお、通信品質の測定は、例えば、M A C (M e d i a A c c e s s C o n t r o l) レイヤにおいて行われてもよく、あるいは、そうでなくてもよい。

【 0 0 3 3 】

判断部 1 6 は、通信品質取得部 1 5 が取得した通信品質が、要求通信品質受付部 1 4 が受け付けた要求通信品質をみたしているかどうか判断する。例えば、通信品質がスループ

10

20

30

40

50

ット等のように値が高いほど高品質であるものである場合には、取得された通信品質が要求通信品質以上である場合に、要求通信品質をみたしていることになる。また、例えば、通信品質がジッタ、遅延、損失パケット数や損失パケット率等のように値が低いほど高品質であるものである場合には、取得された通信品質が要求通信品質以下である場合に、要求通信品質をみたしていることになる。

【 0 0 3 4 】

蓄積部 17 は、要求通信品質ごとに、その要求通信品質に応じて通信中に用いられたキャリアセンス条件及び変調設定を蓄積する。変調設定については後述する。なお、蓄積されたキャリアセンス条件及び変調設定のうち、最新のものだけが有用であるため、蓄積部 17 は、例えば、要求通信品質ごとに、上書きでキャリアセンス条件等を蓄積してもよく、あるいは、最新のものを特定可能なようにした上で、上書きでなくキャリアセンス条件等を蓄積してもよい。その要求通信品質は、要求通信品質受付部 14 が受け付けた要求通信品質である。したがって、蓄積部 17 は、要求通信品質受付部 14 が新たな要求通信品質を受け付けた後には、その要求通信品質に対応付けて、後述するように、変更部 18 が変更したキャリアセンス条件等を蓄積する。なお、キャリアセンス条件等の蓄積は、キャリアセンス条件等のそのものの蓄積であってもよく、あるいは、そのキャリアセンス条件等を識別する情報の蓄積であってもよい。後者の場合であったとしても、結果として、蓄積された情報によってキャリアセンス条件等を特定することができるため、蓄積部 17 は、キャリアセンス条件等を蓄積していると考えることができる。なお、キャリアセンス条件等を識別する情報は、例えば、後述する「ID」であってもよい。蓄積部 17 がキャリアセンス条件等を蓄積する記録媒体は、例えば、半導体メモリや、光ディスク、磁気ディスク等であり、蓄積部 17 が有していてもよく、あるいは蓄積部 17 の外部に存在してもよい。また、この記録媒体は、キャリアセンス条件等を一時的に記憶するものであってもよく、そうでなくてもよい。

【 0 0 3 5 】

変更部 18 は、通信帯域を増やす場合に、通信機会が高くなるようにキャリアセンス部 12 におけるキャリアセンス条件を変更すると共に、ビットエラー率が下がるように通信部 11 における変調設定を変更する。なお、通信帯域を増やす場合に、通信機会が高くなるようにキャリアセンス条件を変更し、ビットエラー率が下がるように変調設定を変更するとは、変更部 18 による一回の変更により、通信機会が高くなるようにキャリアセンス条件を変更し、ビットエラー率が下がるように変調設定を変更することであってもよく、あるいは、そうでなくてもよい。後者の場合には、一回の変更では、通信機会が高くなるようなキャリアセンス条件の変更と、ビットエラー率が下がるような変調設定の変更とのいずれか一方のみが行われ、その変更が繰り返されることによって、結果として、通信機会が高くなるようなキャリアセンス条件の変更と、ビットエラー率が下がるような変調設定の変更との両方が行われてもよい。また、変更部 18 は、通信帯域を減らす場合に、通信機会が低くなるようにキャリアセンス部 12 におけるキャリアセンス条件を変更すると共に、ビットエラー率が上がるように通信部 11 における変調設定を変更してもよい。その場合にも、通信機会が低くなるようなキャリアセンス条件の変更と、ビットエラー率が下がるような変調設定の変更とが一括して行われてもよく、あるいは、順次行われてもよい。

【 0 0 3 6 】

また、通信帯域を増やす場合とは、通信品質が要求通信品質をみたしていない場合であってもよい。すなわち、変更部 18 は、通信品質が要求通信品質をみたしていないと判断部 16 によって判断された場合に、キャリアセンス条件の変更及び変調設定の変更の少なくとも一方を行ってもよい。そのキャリアセンス条件の変更は、通信機会を高くする変更であり、その変調設定の変更は、伝送レートは下がるがビットエラー率を下げる変更である。なお、変更部 18 は、通信品質が要求通信品質をみたしていないと判断部 16 によって判断された場合に、すぐにその変更を行ってもよく、あるいは、その判断結果が確からしいことを確認した上で、その変更を行ってもよい。後者の場合には、例えば、判断結果

10

20

30

40

50

に応じた品質スコアを用い、品質スコアが低しきい値（最小しきい値）以下となった場合に、変更部 18 がその変更を行ってもよい。なお、品質スコアは、例えば、通信品質が要求通信品質をみたしているとは判断部 16 によって判断された場合に加算され（例えば、1 だけ加算されてもよい）、通信品質が要求通信品質をみたしていないとは判断部 16 によって判断された場合に減算される（例えば、1 だけ減算されてもよい）ものであってもよい。その品質スコアは、例えば、キャリアセンス条件等の変更が行われた際に、リセットされるものとする。

【0037】

また、通信帯域を減らす場合とは、通信品質が要求通信品質をみたしている場合であってもよい。すなわち、変更部 18 は、通信品質が要求通信品質をみたしているとは判断部 16 によって判断された場合に、キャリアセンス条件の変更及び変調設定の変更の少なくとも一方を行ってもよい。そのキャリアセンス条件の変更は、通信機会を低くする変更であり、その変調設定の変更は、伝送レートは上がるがビットエラー率を上げる変更である。なお、変更部 18 は、通信品質が要求通信品質をみたしているとは判断部 16 によって判断された場合に、すぐにその変更を行ってもよく、あるいは、その判断結果が確からしいことを確認した上で、その変更を行ってもよい。後者の場合には、例えば、判断結果に応じた品質スコアを用い、品質スコアが高しきい値（最大しきい値）以上となった場合に、変更部 18 がその変更を行ってもよい。なお、品質スコアについては、前述の通りである。また、その品質スコアは、例えば、キャリアセンス条件等の変更が行われた際に、リセットされるものとする。

【0038】

また、変更部 18 は、要求通信品質受付部 14 が新たに受け付けた要求通信品質に応じた通信データの通信が開始される際に、その要求通信品質に応じて蓄積された最新のキャリアセンス条件及び最新の変調設定を初期値として設定してもよい。そのようにすることで、新たに受け付けられた要求通信品質に応じたキャリアセンス条件や変調設定の収束を早めることができると考えられる。なお、変更部 18 によるキャリアセンス条件等の変更は、例えば、MAC レイヤにおいて行われてもよく、あるいは、そうでなくてもよい。

【0039】

ここで、キャリアセンス条件について説明する。キャリアセンス条件は、前述のように、キャリアセンスしきい値と、キャリアセンス期間との少なくとも一方を含むものである。そして、キャリアセンス条件にキャリアセンスしきい値が含まれる場合には、変更部 18 が、通信機会が高くなるようにキャリアセンス条件を変更することは、キャリアセンスしきい値を高くすることであってもよい。また、その場合には、変更部 18 が、通信機会が低くなるようにキャリアセンス条件を変更することは、キャリアセンスしきい値を低くすることであってもよい。また、キャリアセンス条件にキャリアセンス期間が含まれる場合には、変更部 18 が、通信機会が高くなるようにキャリアセンス条件を変更することは、キャリアセンスを行う期間であるキャリアセンス期間を短くすることであってもよい。また、その場合には、変更部 18 が、通信機会が低くなるようにキャリアセンス条件を変更することは、キャリアセンス期間を長くすることであってもよい。

【0040】

次に、変調設定について説明する。変調設定は、変調方式、及び/または、符号化率の設定のことである。本実施の形態では、変調設定が変調方式及び符号化率である場合について主に説明する。したがって、本実施の形態では、変調設定は、MCS (Modulation and Coding Scheme) と同様のものである。図 5 は、その変調設定の一例を示す図である。図 5 では、上の設定ほどビットエラー率が低くなり、下の設定ほどビットエラー率が高くなる。また、上の設定ほど送信シンボルあたりのビット数が少なくなり、下の設定ほど送信シンボルあたりのビット数が多くなる。なお、変調設定を変更する場合において、送信系 11a の変調設定を変更するときには、変更部 18 は、変調部 31 の変調設定を変更し、受信系 11b の変調設定を変更するときには、変更部 18 は、復調部 50 の変調設定を変更することになる。

【 0 0 4 1 】

また、変更部 1 8 によるキャリアセンス条件の変更は、例えば、あらかじめ複数のキャリアセンス条件が設定されており、キャリアセンス部 1 2 で用いるキャリアセンス条件を、その設定されているものから、通信機会が高くなる方向に、または通信機会が低くなる方向に切り替えることによってなされてもよい。同様に、変更部 1 8 による変調設定の変更も、例えば、あらかじめ複数の変調設定が設定されており、通信部 1 1 で用いる変調設定を、その設定されているものから、ビットエラー率が上がる方向に、またはビットエラー率が下がる方向に切り替えることによってなされてもよい。さらに、後述するシミュレーションのように、キャリアセンス条件及び変調設定がセットとして設定されており、変更部 1 8 は、キャリアセンス部 1 2 等で用いられるセットを切り替えることにより、キャリアセンス条件等の切り替えを一括して行ってもよい。

10

【 0 0 4 2 】

次に、通信装置 1 の動作について図 3 のフローチャートを用いて説明する。この図 3 のフローチャートでは、通信を開始する前に要求通信品質受付部 1 4 が要求通信品質を受け付け、それに応じて通信が開始される場合について説明する。

【 0 0 4 3 】

(ステップ S 1 0 1) 要求通信品質受付部 1 4 は、要求通信品質を受け付けたかどうか判断する。そして、要求通信品質を受け付けた場合には、ステップ S 1 0 2 に進み、そうでない場合には、要求通信品質を受け付けるまでステップ S 1 0 1 の処理を繰り返す。なお、受け付けられた要求通信品質は、図示しない記録媒体に蓄積されてもよい。

20

【 0 0 4 4 】

(ステップ S 1 0 2) 変更部 1 8 は、受け付けられた要求通信品質に対応するキャリアセンス条件等が蓄積部 1 7 によって蓄積されているかどうか判断する。そして、要求通信品質に対応するキャリアセンス条件等が蓄積されている場合には、ステップ S 1 0 3 に進み、そうでない場合には、ステップ S 1 0 4 に進む。

【 0 0 4 5 】

(ステップ S 1 0 3) 変更部 1 8 は、キャリアセンス条件及び変調設定として、ステップ S 1 0 1 で受け付けられた要求通信品質に対応して蓄積されたキャリアセンス条件等を初期値に設定する。なお、キャリアセンス条件は、キャリアセンス部 1 2 に設定され、変調設定は、通信部 1 1 に設定される。

30

【 0 0 4 6 】

(ステップ S 1 0 4) 変更部 1 8 は、あらかじめ設定されているデフォルトの値を、キャリアセンス条件等の初期値に設定する。なお、キャリアセンス条件は、キャリアセンス部 1 2 に設定され、変調設定は、通信部 1 1 に設定される。ここで、そのデフォルトの値は、1 個の値であってもよく、あるいは、要求通信品質ごとに設定された複数の値であってもよい。後者の場合には、変更部 1 8 は、ステップ S 1 0 1 で受け付けられた要求通信品質に応じたデフォルトの値をキャリアセンス条件等の初期値に設定するものとする。そのようにすることで、キャリアセンス条件等が早く収束することになると考えられる。

【 0 0 4 7 】

(ステップ S 1 0 5) 変更部 1 8 は、品質スコアを 0 に設定する。

40

【 0 0 4 8 】

(ステップ S 1 0 6) キャリアセンス部 1 2 は、キャリアセンスを行う。その際に、設定されているキャリアセンス条件を用いてキャリアセンスを行うものとする。

【 0 0 4 9 】

(ステップ S 1 0 7) 制御部 1 3 は、キャリアセンスの結果を用いて、通信に使用する空き周波数帯域を選択する。そして、通信部 1 1 は、その選択された空き周波数帯域を用いて通信を行う。その際に、例えば、制御チャネル等を介して、通信で用いる周波数帯域や、通信で用いる変調設定等を通信相手に通知してもよい。

【 0 0 5 0 】

(ステップ S 1 0 8) 通信部 1 1 は、通信を終了するかどうか判断する。そして、通信

50

を終了する場合には、ステップS101に戻り、そうでない場合には、ステップS109に進む。なお、通信部11は、例えば、アプリケーション等から通信を終了する旨の指示を受け付けた場合に、通信を終了すると判断してもよく、通信対象の通信データが存在しなくなった場合に、通信を終了すると判断してもよく、あるいは、その他のタイミングで通信を終了すると判断してもよい。

【0051】

(ステップS109)通信品質取得部15は、通信品質に関する処理を行うかどうか判断する。そして、通信品質に関する処理を行う場合には、ステップS110に進み、そうでない場合には、ステップS106に戻る。なお、通信品質取得部15は、例えば、定期的に通信品質に関する処理を行うと判断してもよい。

10

【0052】

(ステップS110)通信品質取得部15等は、通信品質に関する処理を行う。そして、ステップS106に戻る。なお、この通信品質に関する処理の詳細については、図4のフローチャートを用いて後述する。

【0053】

なお、ステップS102において、要求通信品質に対応するキャリアセンス条件等が蓄積されていないと判断された場合であっても、ステップS104において、変更部18は、受け付けられた要求通信品質に最も近い要求通信品質に対応する、蓄積されたキャリアセンス条件等を初期値として設定してもよい。

【0054】

20

また、図3のフローチャートにおいて、通信途中にアプリケーション等から要求通信品質を受け受けることができるようにしてもよい。そのように、通信途中にアプリケーション等から要求通信品質を受け付けた場合には、例えば、ステップS102に戻り、キャリアセンス条件等の初期値の設定の処理から行うようにしてもよい。また、図3のフローチャートにおいて、電源オフや処理終了の割り込みにより処理は終了する。

【0055】

図4は、図3のフローチャートにおける品質に関する処理(ステップS110)の詳細を示すフローチャートである。

【0056】

(ステップS201)通信品質取得部15は、通信品質を取得する。その取得された通信品質は、例えば、図示しない記録媒体に蓄積されてもよい。なお、その通信品質の取得は、前述のように、通信部11によって行われる通常の通信を用いて取得されてもよく、その通信品質を測定するための通信を用いて取得されてもよく、あるいは、通信相手の装置から受信することによって行われてもよい。また、その通信品質の取得は、例えば、あらかじめ測定されたり受信されたりした通信品質の記憶されている記録媒体から、最新の通信品質を読み出すことであってもよい。

30

【0057】

(ステップS202)判断部16は、通信品質取得部15が取得した通信品質が、要求通信品質受付部14が受け付けた要求通信品質をみたすかどうか判断する。そして、要求通信品質をみたす場合には、ステップS203に進み、みたさない場合には、ステップS206に進む。

40

【0058】

(ステップS203)変更部18は、品質スコアを加算する。本実施の形態では、その加算は、それまでの品質スコアに対する「1」の加算であるとする。

【0059】

(ステップS204)変更部18は、その加算後の品質スコアが、高しきい値以上であるかどうか判断する。そして、高しきい値以上である場合には、ステップS205に進み、そうでない場合には、図3のフローチャートに戻る。

【0060】

(ステップS205)変更部18は、通信機会が低くなるキャリアセンス条件の変更と

50

、ビットエラー率が上がるような変調設定の変更とのうち、少なくともいずれかを行う。なお、前述したように、ここでの変更は、キャリアセンス条件の変更と変調設定の変更とのいずれか一方でもよいが、このステップS 2 0 5の処理が何回か繰り返された場合には、両方の変更が行われるようになっているものとする。

【 0 0 6 1 】

(ステップS 2 0 6) 変更部 1 8 は、品質スコアを減算する。本実施の形態では、その減算は、それまでの品質スコアに対する「 1 」の減算であるとする。

【 0 0 6 2 】

(ステップS 2 0 7) 変更部 1 8 は、その減算後の品質スコアが、低しきい値以下であるかどうか判断する。そして、低しきい値以下である場合には、ステップS 2 0 8に進み、そうでない場合には、図 3 のフローチャートに戻る。

10

【 0 0 6 3 】

(ステップS 2 0 8) 変更部 1 8 は、通信機会が高くなるキャリアセンス条件の変更と、ビットエラー率が下がるような変調設定の変更とのうち、少なくともいずれかを行う。なお、前述したように、ここでの変更は、キャリアセンス条件の変更と変調設定の変更とのいずれか一方でもよいが、このステップS 2 0 8の処理が何回か繰り返された場合には、両方の変更が行われるようになっているものとする。

【 0 0 6 4 】

(ステップS 2 0 9) 蓄積部 1 7 は、要求通信品質受付部 1 4 が受け付けた最新の要求通信品質に対応付けて、変更部 1 8 が設定した最新のキャリアセンス条件、及び/または、最新の变調設定を蓄積する。なお、この蓄積では、変更されたもののみを蓄積してもよい。

20

【 0 0 6 5 】

(ステップS 2 1 0) 変更部 1 8 は、品質スコアを 0 にリセットする。そして、図 3 のフローチャートに戻る。

【 0 0 6 6 】

なお、図 4 のフローチャートにおける品質スコアの加算及び減算(ステップS 2 0 3 , S 2 0 6)において、加算したり減算したりする値を同じにしてもよく、あるいは、異なるようにしてもよい。後者の場合には、高しきい値の絶対値と低しきい値の絶対値とが等しいのであれば、例えば、減算する値のほうを大きくすることにより、通信帯域を増やす方向(すなわち、通信機会を増やす方向)により容易に制御されることになり、加算する値のほうを大きくすることにより、通信帯域を減らす方向(すなわち、通信機会を減らす方向)により容易に制御されることになる。なお、同じことは、高しきい値と低しきい値とを変更することによっても行うことができる。加算する値と減算する値とが等しいのであれば、例えば、高しきい値の絶対値を、低しきい値の絶対値よりも大きくすることにより、通信帯域を増やす方向(すなわち、通信機会を増やす方向)により容易に制御されることになり、高しきい値の絶対値を、低しきい値の絶対値よりも小さくすることにより、通信帯域を減らす方向(すなわち、通信機会を減らす方向)により容易に制御されることになる。

30

【 0 0 6 7 】

また、図 3、図 4 のフローチャートにおいて、品質スコアのリセット値が 0 である場合について説明したが、そうでなくてもよい。品質スコアは、0 以外の値にリセットされてもよい。例えば、品質スコアのリセット値に正のオフセットを設けることによって、高しきい値の絶対値と低しきい値の絶対値とが等しく、加算する値と減算する値とが等しいのであれば、通信帯域を減らす方向(すなわち、通信機会を減らす方向)により容易に制御されることになる。また、例えば、品質スコアのリセット値に負のオフセットを設けることによって、高しきい値の絶対値と低しきい値の絶対値とが等しく、加算する値と減算する値とが等しいのであれば、通信帯域を増やす方向(すなわち、通信機会を増やす方向)により容易に制御されることになる。

40

【 0 0 6 8 】

50

また、図4のフローチャートでは、品質スコアを用いてキャリアセンス条件等を変更する場合について説明したが、そうでなくてもよい。例えば、ステップS202において、要求通信品質をみたと判断された場合に、ステップS205に進み、そうでない場合に、ステップS208に進むようにしてもよい。

【0069】

次に、本実施の形態による通信装置1の動作について、具体例を用いて説明する。まず、要求通信品質受付部14が、スループットである要求通信品質「AAA (bps)」をアプリケーションから受け付けたとする(ステップS101)。すると、要求通信品質受付部14は、その要求通信品質を判断部16と、蓄積部17と、変更部18とに渡す。そして、判断部16等は、受け取った要求通信品質「AAA (bps)」を、それぞれ図示

10

【0070】

また、変更部18は、受け取った要求通信品質に対応するキャリアセンス条件等が蓄積されているかどうか判断する(ステップS102)。この場合には、蓄積されていなかったとする。すると、変更部18は、あらかじめ設定されているデフォルトの値であるキャリアセンス条件及び変調設定を初期値に設定する(ステップS103)。具体的には、変更部18は、キャリアセンスしきい値を-80 (dBm)に設定し、変調方式を16QAMに設定し、符号化率を1/2に設定したとする。また、変更部18は、図示しない記録媒体で記憶されている品質スコアを「0」に設定する(ステップS105)。その後、キャリアセンス部12は、キャリアセンスしきい値を-80 (dBm)を用いてキャリア

20

【0071】

ここで、通信品質に関する処理を行うタイミングになったとする。すると、通信品質取得部15は、そのタイミングになったと判断し(ステップS109)、通信品質に関する

30

【0072】

その後、再度、通信品質に関する処理を行うタイミングになったとする。すると、通信品質取得部15は、前述のように、スループットである通信品質「CCC (bps)」を算出し、判断部16に渡す(ステップS109, S201)。この場合にも、判断部16によって、その通信品質が要求通信品質以上であるかどうか判断されたとする(ステップS202)。すると、変更部18は、品質スコアを1だけインクリメントして「2」にする(ステップS203)。そして、図6の時間T1で示されるように、品質スコア「2」が高しきい値「2」以上であると判断され(ステップS204)、変更部18は、キャリアセンスしきい値を-85 (dBm)に設定し、変調方式を64QAMに設定し、符号化率を3/4に設定したとする(ステップS205)。また、蓄積部17は、あらかじめ記憶している要求通信品質「AAA (bps)」に対応付けて、キャリアセンス条件である

40

50

キャリアセンスしきい値「 -85 (dBm)」と、変調設定である変調方式「 $64QAM$ 」及び符号化率「 $3/4$ 」とを図示しない記録媒体に蓄積する(ステップ $S209$)。その後、変更部 18 は、品質スコアを 0 にリセットする(ステップ $S210$)。

【0073】

その後、図6で示されるように、時間 $T2$ となるまで、品質スコアが1ずつデクリメントされたとする(ステップ $S201$, $S202$, $S206$, $S207$)。そして、時間 $T2$ となった際に、品質スコア「 -3 」が低しきい値「 -3 」以下であると判断され(ステップ $S207$)、変更部 18 は、キャリアセンスしきい値を -80 (dBm)に設定し、変調方式を $16QAM$ に設定し、符号化率を $1/2$ に設定したとする(ステップ $S208$)。また、蓄積部 17 は、あらかじめ記憶している要求通信品質「 AAA (bps)」に
10 対応付けて、キャリアセンス条件であるキャリアセンスしきい値「 -80 (dBm)」と、変調設定である変調方式「 $16QAM$ 」及び符号化率「 $1/2$ 」とを図示しない記録媒体に上書きで蓄積する(ステップ $S209$)。その後、変更部 18 は、品質スコアを 0 にリセットする(ステップ $S210$)。このようにして、品質スコアに応じたキャリアセンス条件等の変更が行われることになる。

【0074】

次に、本実施の形態による通信装置 1 に関する3個のシミュレーションについて説明する。このシミュレーションにおいて、キャリアセンス条件は、キャリアセンスしきい値を含み、変調設定は、変調方式及び符号化率を含むものとする。また、このシミュレーションで用いた $2.4GHz$ のISM帯で運用するDS-SSシステムの周波数チャンネル構成につ
20 いて簡単に説明する。システム帯域幅は $80MHz$ であり、帯域幅 $1MHz$ の周波数チャンネルを 80 個設ける。その周波数チャンネル番号の末尾が 1 または 6 となる 16 個のチャンネルは、制御チャンネルに指定され、チャンネル割当情報等の制御情報伝送に使用される。その他のチャンネルはデータチャンネルに指定され、ペイロードの伝送に利用される。制御チャンネルは、ホッピングパターンに基づき、タイムフレーム単位で変更される。これは、一部の帯域が他システムによって占有されている場合にも、送信機会を確保するためである。また、使用する制御チャンネルに応じて、データチャンネル選択範囲を制限することにより、セル間干渉を回避する。DS-SSシステムのタイムフレームは、各周波数チャンネルのスペクトラムセンシングに用いる長さ $200\mu s$ の送信停止区間と、それに続く情報伝送に用いられる
30 8個のスロット(各スロットは $600\mu s$)とから構成される。スロットは、下りリンク・上りリンクにそれぞれ4個ずつ配分される。また、データ伝送を行うMSに対しては、下りリンク・上りリンク共に同数かつ同一番号のスロットが割り当てられる。AP, MS共に送信停止区間内においてセンシングを行い、制御チャンネルとして使用予定の帯域が未使用と判定された場合にのみ、制御チャンネルパケットを、その制御チャンネルを介して送信する。制御チャンネルパケットには、送信者側で実施した周波数チャンネルにおけるセンシングの結果と、データチャンネル選択情報、送信ペイロード長、使用する変調設定といったデータチャンネルパケットの物理ヘッダに相当する情報、並びに一部のMACヘッダ情報が格納される。制御チャンネルパケット送信と同時に使用可能なデータチャンネルを適当数選択し、必要であればスペクトラム分割を行いつつペイロード送信用のデータチャンネルパケットを送信する。なお、APは自身のセンシング結果のみに基づき、各周波数チャンネルの使用可否を判断する。一方、MSは、APから通知されたAP側のセンシング結果、並びに
40 自身が行ったセンシングの結果の双方で未使用と判定された周波数チャンネルのみ使用可能と判断する。したがって、MSは下りリンク制御チャンネルパケットが正常受信されなかった場合は、自身のパケット伝送を行わない。

【0075】

次に、シミュレーションエリアについて簡単に説明する。シミュレーションエリアは、一辺の長さ $50m$ の方形とする。システム間干渉が各システムに与える影響に注目するため、伝搬路については自由空間伝搬における減衰を想定し、各システムの送信スペクトラムマスク及び受信フィルタ特性は理想矩形とする。DS-SSシステムにおける受信ノードからのキャリアセンス条件等の変更通知は、伝送エラーや遅延なく理想的に送信ノードで受
50

信できるものとする。また、無線LAN、DSAシステムの諸元は次の通りである。

[無線LAN]

- 送信スペクトラムマスク：理想矩形特性（幅18MHz）
- 受信フィルタ：理想矩形特性（幅18MHz）
- 送信電力：16dBm
- 物理層データレート：54Mbps
- キャリアセンスしきい値電力：-56dBm
- BSS動作モード：インフラストラクチャモード

【0076】

[DSAシステム]

- 送信スペクトラムマスク：理想矩形特性
- 受信フィルタ：理想矩形特性
- 送信電力：4dBm
- キャリアセンス時間：200μs

10

【0077】

また、シミュレーションごとの品質スコアの更新間隔（通信品質の取得間隔）、高しきい値、及び低しきい値は、次のようにした。

	品質スコアの更新間隔	高しきい値	低しきい値
シミュレーション1	1s	+5	-100
シミュレーション2	0.1s	+5	-5
シミュレーション3	1s	+5	-5

20

【0078】

[シミュレーション1]

シミュレーション1では、トラフィックが定常的な状況において、本実施の形態による通信装置1が、より適切なキャリアセンス条件等を動的に変更することで、アプリケーションが要求するスループット（通信品質）を達成できることを示す。シミュレーションのノード配置は、図7(a)で示される通りである。無線LANのBSS(Basic Service Set)をチャンネル1, 5, 9, 13で運用し、APと、本実施の形態による通信装置1であるMSとを含むDSAシステムのセルを1つ設置する環境を想定した。無線LANは、AP, STA共にデータレート16Mbpsの固定ビットレート(CBR: Constant Bit Rate)トラフィック伝送を行うようにした。DSAシステムは、AP・MS間で相互にデータレート2.2Mbpsの固定ビットレートトラフィック伝送を行うようにした。このアプリケーションの要求スループット（要求通信品質）は、1.8Mbpsに設定した。なお、要求スループットは、制御手法を安定に動作させるためのマージンを見込んで、オフロード(2.2Mbps)より2割程度低めの値に設定した。DSAシステムのキャリアセンス条件（キャリアセンスしきい値）及び変調設定は、図8(a)で示されるようにした。すなわち、ID番号が大きくなるにつれて、通信機会が高くなるようにキャリアセンス条件が変化し、ビットエラー率が下がるように変調設定が変化するように設定した。なお、このシミュレーション1や他のシミュレーションにおいて、キャリアセンス条件及び変調設定の設定は、ID番号を選択することによって行うようにした。すなわち、ステップS205では、ID番号を1だけデクリメントした設定に変更し、ステップS208では、ID番号を1だけインクリメントした設定に変更することにした。なお、それ以上低いID番号がない場合や、それ以上高いID番号がない場合には、ID番号の変更は行われなかった。

30

40

【0079】

図9(a)は、本シミュレーションにおける、DSAシステムのMSである通信装置1における選択IDの変化と、受信スループット特性の変化とを示すグラフである。時間の経過と共に、ID番号の大きいキャリアセンス条件等に移行し、そのキャリアセンス条件等の移行に応じてスループットが向上していることが分かる。20秒以降においては、ID「3」のキャリアセンス条件等において要求スループットを達成し、定常状態となって

50

いる。このキャリアセンスしきい値は、D S Aシステムノードから最も離れた場所で通信を行う無線LANのB S S (C h 1 で運用) からの干渉信号電力よりも大きな値となっている。つまり、D S Aシステムは、スペクトラムセンシングにより、全帯域からそのB S S の運用帯域を使用可能リソースとみなして通信帯域を確保すると共に、干渉信号の存在を考慮して低いM C S (ビットエラー率の低い変調設定) を選択することで、所望信号のS I N R (S i g n a l t o I n t e r f e r e n c e p l u s N o i s e R a t i o) を確保した通信を行ったことになる。

【 0 0 8 0 】

図10(a)、図10(b)は、それぞれシミュレーション開始から6.5秒付近、13秒付近の無線リソース利用状況を示す図である。図中の4個の縦の破線は、左から順番に無線LANのC h 1 , 5 , 9 , 1 3 の中心周波数を示す(以降の図においても同様であるとする)。図10(a)において、6.5秒付近では、4つの無線LANのB S S の信号が送信されており、キャリアセンスしきい値「 - 8 0 . 0 (d B m) 」でキャリアセンスを行っている通信装置1は、通信データの packets 伝送に利用可能なチャネルを確保できていない。一方、図10(b)において、キャリアセンスしきい値が「 - 7 5 . 0 (d B m) 」に上がった13秒付近では、通信装置1は、無線LANのB S S におけるC h 1 の帯域を未使用リソースと判断し、通信データの packets 伝送に利用可能なチャネルを確保している。その後、20秒以降において要求スループットを達成したことは、前述の通りである。

【 0 0 8 1 】

なお、本シミュレーションにおいて、D S AシステムがC h 1 のB S S に与える干渉電力は十分小さく、無線LAN側のキャリアセンスレベル以下にとどまっているため、無線LANの通信は阻害されていないことになる。

【 0 0 8 2 】

[シミュレーション2]

シミュレーション2では、D S AシステムをI E E E 8 0 2 . 1 1 g の無線LANと同時に運用している場合であって、無線LAN側のトラフィックが動的に増加する場合であっても、D S Aシステムが状況に応じたキャリアセンス条件等を適切に選択し、通信を維持できることを示す。シミュレーションのノード配置と、基本的な設定は、シミュレーション1と同様である。C h 1 , 5 , 1 3 で運用する無線LANのB S S では、A P , S T A 共にデータレート16 M b p s の固定ビットレートトラフィック伝送を行うようにした。また、C h 9 で運用する無線LANのB S S では、データレートが10秒ごとに60 k b p s と16 M b p s との間で切り替わるトラフィック伝送を行うようにした。D S Aシステムでは、A P , M S 共にデータレート5.2 M b p s の固定ビットレートトラフィックを伝送するようにした。また、アプリケーションの要求スループットは、高トラフィック状況下の通信を想定し、1.3 M b p s に設定した。また、D S Aシステムのキャリアセンス条件(キャリアセンスしきい値)及び変調設定は、図8(b)で示されるようにした。すなわち、I D 番号が大きくなるにつれて、通信機会が高くなるようにキャリアセンス条件が変化し、ビットエラー率が下がるように変調設定が変化するように設定した。

【 0 0 8 3 】

図9(b)は、本シミュレーションにおける、D S AシステムのM S である通信装置1における選択I D の変化と、受信スループット特性の変化とを示すグラフである。図9(b)において、無線LANのデータレートが高い時間帯を網掛けで示している。10秒ごとに無線LANのデータレートが高くなることに伴い、無線LANのC h 9 付近の帯域の未使用リソース量が大きく減少するが、そのような状況においてD S Aシステムは、大きい値のI D を選択することで通信を維持している。例えば、シミュレーション開始後10秒過ぎまでの無線LANのデータレートが低く未使用無線リソースが多い時間帯では、キャリアセンスしきい値「 - 8 0 . 0 (d B m) 」、変調方式「 6 4 Q A M 」、符号化率「 3 / 4 」であるI D 「 0 」を選択して通信を行っている。その後、10秒過ぎから20秒過ぎまでにおいて、無線LANのデータレートが高く、未使用無線リソースが少なくなっ

10

20

30

40

50

ている時間帯には、キャリアセンスしきい値「 -75.0 (dBm)」、変調方式「 16 QAM」、符号化率「 $1/2$ 」であるID「 2 」を選択している。このとき、DSAシステムは、スペクトラムセンシングにより、全帯域から使用可能リソースを発見することで、低スループットながらも通信を維持することができている。

【0084】

図10(c)、図10(d)は、それぞれシミュレーション開始から4.5秒付近、19.5秒付近の無線リソース利用状況を示す図である。図10(c)において、Ch9で運用する無線LANのBSSにおけるデータレートが低い時間帯(4.5秒付近)においては、DSAシステムは、そのBSSの帯域の未使用リソースを用いて通信を行っている。一方、図10(d)において、同帯域のデータレートが上がり、未使用無線リソースが少なくなっている時間帯(19.5秒付近)においては、DSAシステムは、無線LANのCh1の帯域において、データ伝送を行っていることが分かる。それは、シミュレーション1の定常状態と同様の状況である。

10

【0085】

未使用無線リソースに余裕のない状況においても、通信を維持し、データパケットの送受信を継続できることは、例えば、リモートマシン制御などのロバストな無線通信を要求するアプリケーションにとっては非常に重要な特性である。本シミュレーションの結果は、本実施の形態による通信装置1によって、キャリアセンス条件等を適応的に変更することで、そのようなアプリケーションの要求をみたく通信を実現可能なことを示している。

20

【0086】

[シミュレーション3]

シミュレーション3では、DSAシステムのトラフィックが動的に変化する状況において、DSAシステムが動的なキャリアセンス条件等の選択を行うことで、無線LANのスループットを大きく劣化させることなく、自身のスループットを確保できることを示す。シミュレーションのノード配置は、図7(b)で示される通りである。無線LANは、AP, STA共に、データレート 16 Mbpsの固定ビットレートトラフィック伝送を行うように設定した。DSAシステムは、AP, MS共にデータレート 256 kbpsで10秒間、 2.3 Mbpsで1秒間のトラフィック伝送を繰り返すように設定した。このアプリケーションの要求スループットは、低レート時は、 200 kbps、高レート時は、 2.0 Mbpsに設定した。DSAシステムのキャリアセンス条件(キャリアセンスしきい値)及び変調設定は、図8(c)で示されるようにした。すなわち、ID番号が大きくなるにつれて、通信機会が高くなるようにキャリアセンス条件が変化し、ビットエラー率が下がるように変調設定が変化するように設定した。

30

【0087】

図9(c)は、本シミュレーションにおける、DSAシステムのMSである通信装置1における選択IDの変化と、受信スループット特性の変化とを示すグラフである。図9(c)において、DSAシステムのアプリケーションデータレートが高い時間帯を網掛けで示している。図9(c)から、DSAシステムが、アプリケーションの要求する要求スループットの変動に対応して選択するIDを変更し、必要なスループットを確保していることが分かる。DSAシステムは、アプリケーションの要求スループットが上がった際に、現状のキャリアセンス条件では必要な帯域を確保できず、要求スループットを達成できないため、キャリアセンスしきい値「 -74.5 (dBm)」、変調方式「 16 QAM」、符号化率「 $1/2$ 」であるID「 1 」を選択して通信を行っている。このキャリアセンスしきい値は、DSAシステムのノードから最も離れた場所において、Ch13で運用される無線LANのBSSからの干渉信号受信電力よりも大きな値である。これは、シミュレーション1と同様の状況であり、DSAシステムは、Ch13のBSSの運用帯域を未使用リソースとみなしてチャネル数を確保し、同時に干渉信号の存在を考慮して低いMCS(ビットエラー率の低い変調設定)を選択することで、所望信号のSINRを確保した通信を行ったことになる。また、無線LANのCh13のノードにおける平均の受信スループットは 14.8 Mbpsであり、Ch1, 5, 9の無線LANにおける受信スループット

40

50

トである15.1Mbpsに比べて2%程度減少している。これは、Ch13で運用する無線LANのBSSでは、他のBSSに比べて信号送信回数が同程度減少していることから、DSAシステムの送信号をCSMA/CAにより回避することで発生した信号送信機会の減少が原因だと思われる。

【0088】

図10(e)、図10(f)は、それぞれシミュレーション開始から4.5秒付近、11秒付近の無線リソース利用状況を示す図である。DSAのアプリケーションデータレートが10.5秒付近を境に低レートから高レートに変化しており、これに対応してDSAシステムが無線LANのCh13に相当する帯域で信号を送信していることが分かる。この結果から、DSAシステムが時間的に変化するアプリケーションのデータを伝送する場合に、動的なキャリアセンス条件等の制御を行うことで、周囲の無線システムへの影響を最小限に抑えつつ、必要なスループットを確保できることを示している。このことは、例えば、医療信号などの優先度の高いトラフィックが一時的に発生するような状況においても、本実施の形態による通信装置1が、所望の通信品質をみたく通信を確保できる可能性を示している。

10

【0089】

なお、本実施の形態による通信装置1の設定は、上記各シミュレーションの設定に限定されないものであることはいうまでもない。例えば、MSにおいても、MSのみのキャリアセンスの結果に応じて通信を行ってもよく、品質スコアの更新間隔や高しきい値、低しきい値の値が上述の通りでなくてもよい。

20

【0090】

以上のように、本実施の形態による通信装置1によれば、通信帯域を増やす場合に、キャリアセンス条件を変更することによって通信機会を増やすことによって、所望の通信帯域を確保することができるようになる。また、ビットエラー率が下がるように変調設定を変更することによって、通信機会が増えた場合に、パケット伝送誤り率が低下することを防止することができ、通信帯域の確保と通信品質の維持とを両立することができるようになる。また、判断部16による判断結果に応じてキャリアセンス条件等の変更を行うことによって、要求通信品質をみたくように制御することができる。また、要求通信品質ごとに蓄積された過去の設定値を初期値として用いることにより、キャリアセンス条件等の収束を早めることができると考えられる。

30

【0091】

なお、本実施の形態では、通信品質が十分にみたされるようになった状況などにおいて通信帯域を減らす場合に、通信機会が低くなるようにキャリアセンス条件を変更したり、ビットエラー率が上がるように変調設定を変更したりすると説明したが、そうでなくてもよい。通信機会を確保するという観点からは、例えば、通信帯域を増やす場合に、キャリアセンス条件や変調設定の変更を行い、それ以外の場合に、キャリアセンス条件等の変更を行わなくてもよい。

【0092】

また、本実施の形態では、蓄積部17を備え、要求通信品質ごとに、過去のキャリアセンス条件等を蓄積しておき、新たに受け付けられた要求通信品質に応じた通信を開始する場合に、その蓄積されたキャリアセンス条件等を用いる場合について説明したが、そうでなくてもよい。新たな通信を開始する場合に、デフォルトで設定されているキャリアセンス条件等を用いるようにしてもよい。そのような場合には、通信装置1は、蓄積部17を備えていなくてもよい。

40

【0093】

また、本実施の形態では、要求通信品質受付部14を備え、判断部16が、その要求通信品質受付部14が受け付けた要求通信品質を用いて判断処理を行う場合について説明したが、そうでなくてもよい。例えば、判断部16は、あらかじめ設定されている要求通信品質を用いて判断処理を行ってもよい。そのような場合には、通信装置1は、要求通信品質受付部14を備えていなくてもよい。

50

【 0 0 9 4 】

また、本実施の形態では、通信品質取得部 1 5 と判断部 1 6 とを備え、判断部 1 6 による判断結果に応じてキャリアセンス条件等を変更する場合について説明したが、そうでなくてもよい。例えば、要求通信品質ごとにキャリアセンス条件及び変調設定があらかじめ設定されており、変更部 1 8 は、受け付けられた要求通信品質に応じたキャリアセンス条件等を用いてキャリアセンス条件等の変更を行ってもよい。なお、そのような場合には、通信装置 1 は、通信品質取得部 1 5 と判断部 1 6 とを備えていなくてもよい。また、そのような場合には、要求通信品質が高くなる時が、通信帯域を増やすときとなり、そのようなときに、変更部 1 8 は、通信機会が高くなるようにキャリアセンス部 1 2 におけるキャリアセンス条件を変更すると共に、ビットエラー率が下がるように通信部 1 1 における変調設定を変更するようにしてもよく、要求通信品質が低くなる時が、通信帯域を減らすときとなり、そのようなときに、変更部 1 8 は、通信機会が低くなるようにキャリアセンス部 1 2 におけるキャリアセンス条件を変更すると共に、ビットエラー率が上がるように通信部 1 1 における変調設定を変更するようにしてもよい。

10

【 0 0 9 5 】

また、本実施の形態による通信は、例えば、ISM帯において行われてもよく、あるいは、それ以外の帯域において行われてもよい。

【 0 0 9 6 】

また、上記実施の形態において、各処理または各機能は、単一の装置または単一のシステムによって集中処理されることによって実現されてもよく、あるいは、複数の装置または複数のシステムによって分散処理されることによって実現されてもよい。

20

【 0 0 9 7 】

また、上記実施の形態において、各構成要素間で行われる情報の受け渡しは、例えば、その情報の受け渡しを行う 2 個の構成要素が物理的に異なるものである場合には、一方の構成要素による情報の出力と、他方の構成要素による情報の受け付けとによって行われてもよく、あるいは、その情報の受け渡しを行う 2 個の構成要素が物理的に同じものである場合には、一方の構成要素に対応する処理のフェーズから、他方の構成要素に対応する処理のフェーズに移ることによって行われてもよい。

【 0 0 9 8 】

また、上記実施の形態において、各構成要素が実行する処理に関する情報、例えば、各構成要素が受け付けたり、取得したり、選択したり、生成したり、送信したり、受信したりした情報や、各構成要素が処理で用いるしきい値や数式、アドレス等の情報等は、上記説明で明記していない場合であっても、図示しない記録媒体において、一時的に、あるいは長期にわたって保持されていてもよい。また、その図示しない記録媒体への情報の蓄積を、各構成要素、あるいは、図示しない蓄積部が行ってもよい。また、その図示しない記録媒体からの情報の読み出しを、各構成要素、あるいは、図示しない読み出し部が行ってもよい。

30

【 0 0 9 9 】

また、上記実施の形態において、各構成要素等で用いられる情報、例えば、各構成要素が処理で用いるしきい値やアドレス、各種の設定値等の情報がユーザによって変更されてもよい場合には、上記説明で明記していない場合であっても、ユーザが適宜、それらの情報を変更できるようにしてもよく、あるいは、そうでなくてもよい。それらの情報をユーザが変更可能な場合には、その変更は、例えば、ユーザからの変更指示を受け付ける図示しない受付部と、その変更指示に応じて情報を変更する図示しない変更部とによって実現されてもよい。その図示しない受付部による変更指示の受け付けは、例えば、入力デバイスからの受け付けでもよく、通信回線を介して送信された情報の受信でもよく、所定の記録媒体から読み出された情報の受け付けでもよい。

40

【 0 1 0 0 】

また、上記実施の形態において、通信装置 1 に含まれる 2 以上の構成要素が通信デバイスや入力デバイス等を有する場合に、2 以上の構成要素が物理的に単一のデバイスを有し

50

てもよく、あるいは、別々のデバイスを有してもよい。

【0101】

また、上記実施の形態において、各構成要素は専用のハードウェアにより構成されてもよく、あるいは、ソフトウェアにより実現可能な構成要素については、プログラムを実行することによって実現されてもよい。例えば、ハードディスクや半導体メモリ等の記録媒体に記録されたソフトウェア・プログラムをCPU等のプログラム実行部が読み出して実行することによって、各構成要素が実現され得る。その実行時に、プログラム実行部は、記憶部や記録媒体にアクセスしながらプログラムを実行してもよい。なお、上記実施の形態における通信装置1を実現するソフトウェアは、以下のようなプログラムである。つまり、このプログラムは、コンピュータを、空き周波数帯域を用いて通信を行う通信装置として機能させるためのプログラムであって、キャリアセンスしきい値よりも低い信号強度の周波数帯域である空き周波数帯域を検出するキャリアセンス部、キャリアセンス部が検出した空き周波数帯域を用いて通信データを通信させる制御部、通信帯域を増やす場合に、通信機会が高くなるようにキャリアセンス部におけるキャリアセンス条件を変更すると共に、ビットエラー率が下がるように通信部における変調設定を変更する変更部として機能させるためのプログラムである。

10

【0102】

なお、上記プログラムにおいて、上記プログラムが実現する機能には、ハードウェアでしか実現できない機能は含まれない。例えば、情報を取得する取得部などにおけるモデムやインターフェースカードなどのハードウェアでしか実現できない機能は、上記プログラムが実現する機能には少なくとも含まれない。

20

【0103】

また、このプログラムは、サーバなどからダウンロードされることによって実行されてもよく、所定の記録媒体（例えば、CD-ROMなどの光ディスクや磁気ディスク、半導体メモリなど）に記録されたプログラムが読み出されることによって実行されてもよい。また、このプログラムは、プログラムプロダクトを構成するプログラムとして用いられてもよい。

【0104】

また、このプログラムを実行するコンピュータは、単数であってもよく、複数であってもよい。すなわち、集中処理を行ってもよく、あるいは分散処理を行ってもよい。

30

【0105】

図11は、上記プログラムを実行して、上記実施の形態による通信装置1を実現するコンピュータの外観の一例を示す模式図である。上記実施の形態は、コンピュータハードウェア及びその上で実行されるコンピュータプログラムによって実現されうる。

【0106】

図11において、コンピュータシステム900は、CD-ROM(Compact Disk Read Only Memory)ドライブ905、FD(Floppy(登録商標)Disk)ドライブ906を含むコンピュータ901と、キーボード902と、マウス903と、モニタ904とを備える。

【0107】

図12は、コンピュータシステム900の内部構成を示す図である。図12において、コンピュータ901は、CD-ROMドライブ905、FDドライブ906に加えて、MPU(Micro Processing Unit)911と、ブートアッププログラム等のプログラムを記憶するためのROM912と、MPU911に接続され、アプリケーションプログラムの命令を一時的に記憶すると共に、一時記憶空間を提供するRAM(Random Access Memory)913と、アプリケーションプログラム、システムプログラム、及びデータを記憶するハードディスク914と、MPU911、ROM912等を相互に接続するバス915とを備える。なお、コンピュータ901は、前述の送信や受信の処理を行うためのハードウェア、例えば、DA変換器やAD変換器、変調器や復調器等を含んでいてもよく、あるいは、それらのハードウェアに接続されていて

40

50

もよい。また、コンピュータ901は、LANやWAN等への接続を提供する図示しないネットワークカードを含んでいてもよい。

【0108】

コンピュータシステム900に、上記実施の形態による通信装置1の機能を実行させるプログラムは、CD-ROM921、またはFD922に記憶されて、CD-ROMドライブ905、またはFDドライブ906に挿入され、ハードディスク914に転送されてもよい。これに代えて、そのプログラムは、図示しないネットワークを介してコンピュータ901に送信され、ハードディスク914に記憶されてもよい。プログラムは実行の際にRAM913にロードされる。なお、プログラムは、CD-ROM921やFD922、またはネットワークから直接、ロードされてもよい。

10

【0109】

プログラムは、コンピュータ901に、上記実施の形態による通信装置1の機能を実行させるオペレーティングシステム(OS)、またはサードパーティプログラム等を必ずしも含んでいなくてもよい。プログラムは、制御された態様で適切な機能(モジュール)を呼び出し、所望の結果が得られるようにする命令の部分のみを含んでいてもよい。コンピュータシステム900がどのように動作するのかについては周知であり、詳細な説明は省略する。

【0110】

また、本発明は、以上の実施の形態に限定されることなく、種々の変更が可能であり、それらも本発明の範囲内に包含されるものであることは言うまでもない。

20

【産業上の利用可能性】

【0111】

以上より、本発明による通信装置等によれば、トラフィック量の多い状況においても、通信品質を考慮した通信を行うことができるという効果が得られ、空き周波数帯域を用いて通信を行う通信装置等として有用である。

【符号の説明】

【0112】

- 1 通信装置
- 2 アンテナ
- 11 通信部
- 11a 送信系
- 11b 受信系
- 12 キャリアセンス部
- 13 制御部
- 14 要求通信品質受付部
- 15 通信品質取得部
- 16 判断部
- 17 蓄積部
- 18 変更部
- 31 変調部
- 32、45 S/P変換部
- 33、46 フーリエ変換部
- 34 スペクトラムマッピング部
- 35、48 逆フーリエ変換部
- 36、49 P/S変換部
- 37 DA変換部
- 38、43 局部発信部
- 39、42 周波数変換部
- 40 電力増幅部
- 41 低雑音増幅部

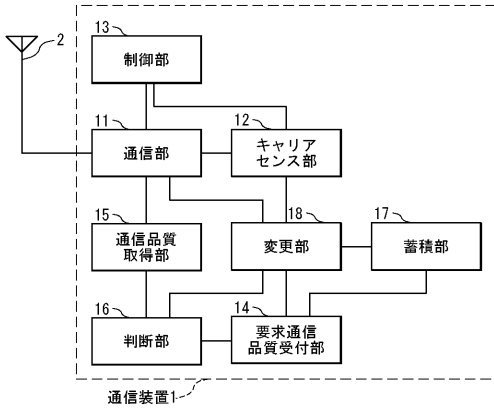
30

40

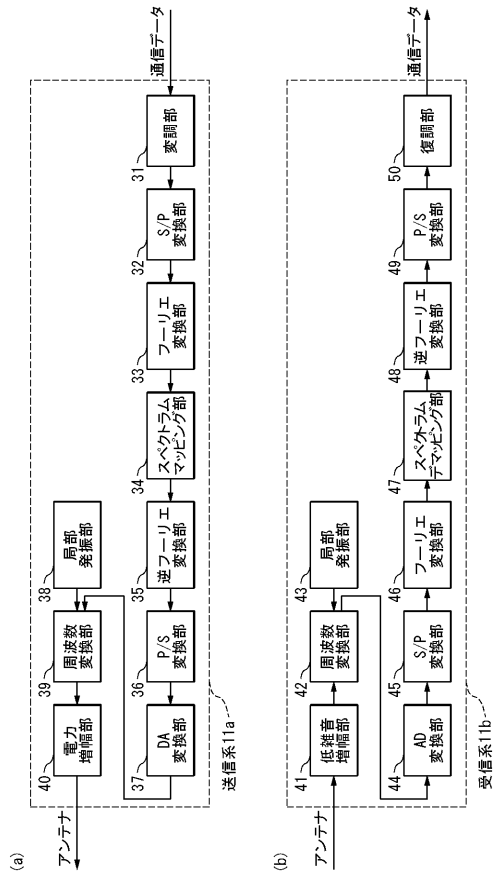
50

- 4 4 A D 変換部
- 4 7 スペクトラムデマッピング部
- 5 0 復調部

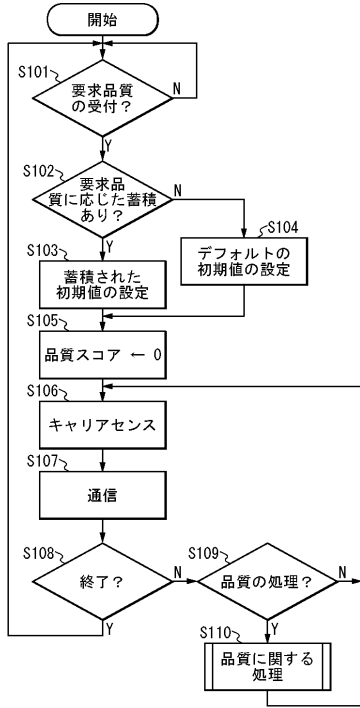
【図1】



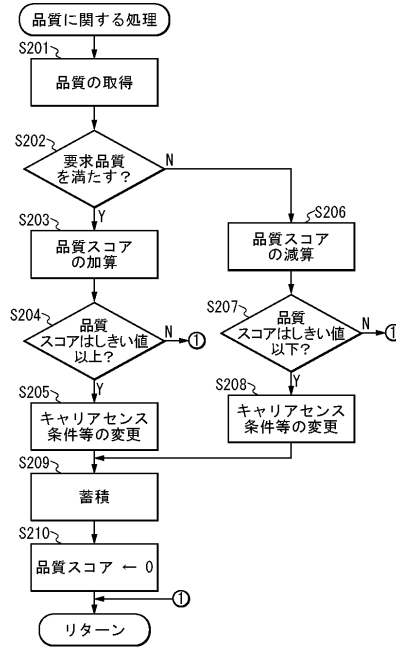
【図2】



【図3】



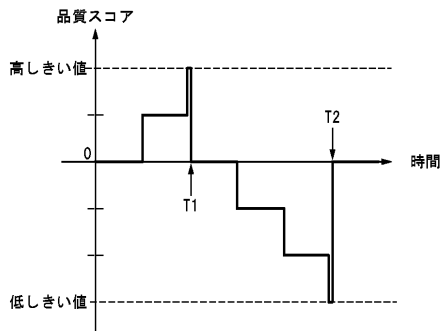
【図4】



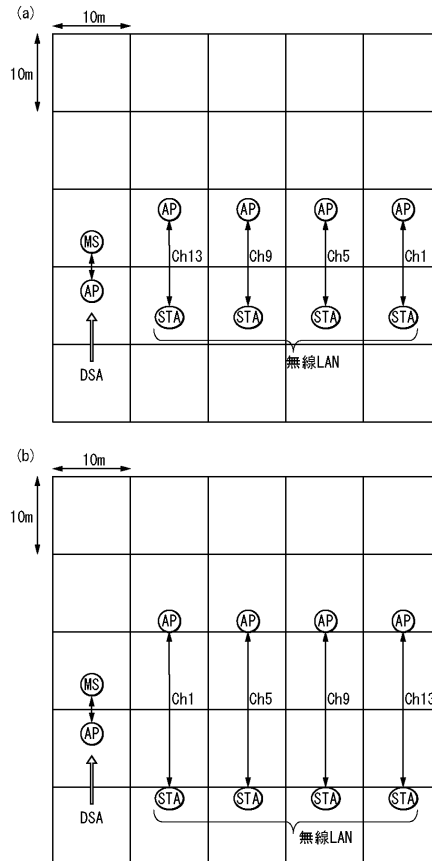
【図5】

変調設定(MCS)	
変調方式	符号化率
QPSK	1/2
QPSK	3/4
16QAM	1/2
16QAM	3/4
64QAM	2/3
64QAM	3/4

【図6】



【図7】



【図 8】

(a)

ID	キャリアセンスしきい値 (dBm)	変調設定 (MCS)	
		変調方式	符号化率
0	-80.0	64QAM	2/3
1	-80.0	16QAM	3/4
2	-75.0	16QAM	3/4
3	-75.0	16QAM	1/2

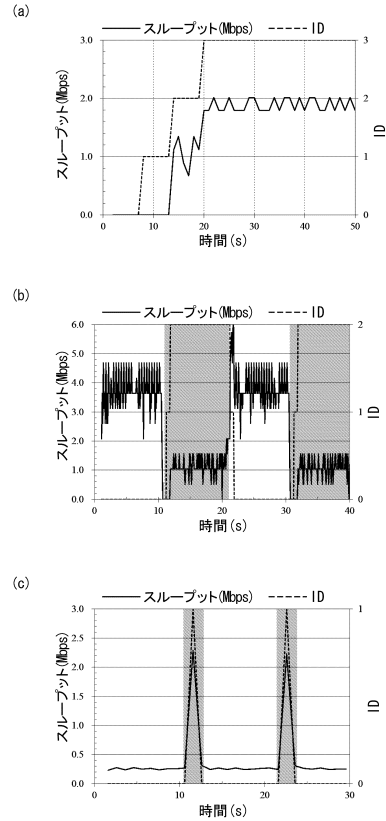
(b)

ID	キャリアセンスしきい値 (dBm)	変調設定 (MCS)	
		変調方式	符号化率
0	-80.0	64QAM	3/4
1	-75.0	64QAM	3/4
2	-75.0	16QAM	1/2

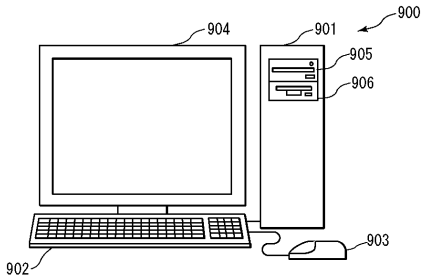
(c)

ID	キャリアセンスしきい値 (dBm)	変調設定 (MCS)	
		変調方式	符号化率
0	-78.5	64QAM	3/4
1	-74.5	16QAM	1/2

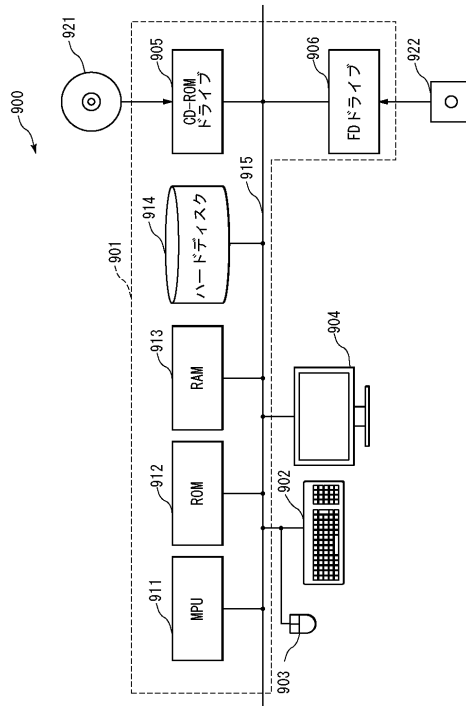
【図 9】



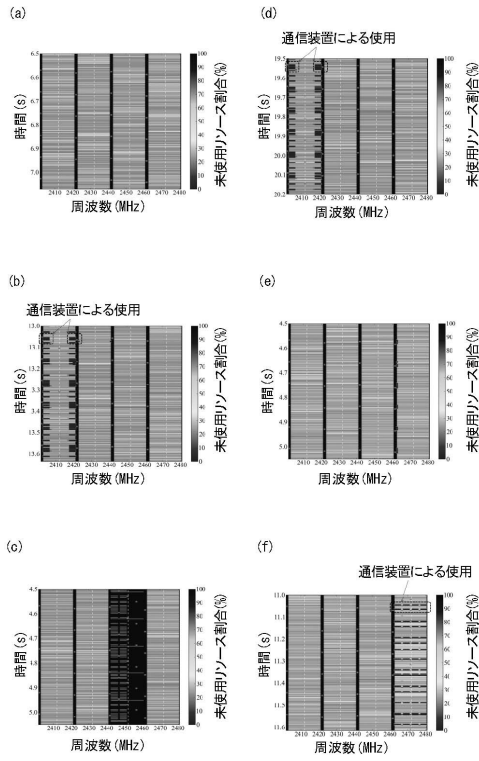
【図 11】



【図 12】



【図 10】



フロントページの続き

- (72)発明者 宮坂 朋宏
京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内
- (72)発明者 宇野 雅博
京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内
- (72)発明者 小林 聖
京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内

審査官 桑江 晃

- (56)参考文献 特開2007-53546(JP,A)
国際公開第2010/147622(WO,A2)
特開2010-193403(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04W 4/00 - 99/00
3GPP TSG RAN WG1-4
SA WG1-2
CT WG1