

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4259753号
(P4259753)

(45) 発行日 平成21年4月30日 (2009. 4. 30)

(24) 登録日 平成21年2月20日 (2009. 2. 20)

(51) Int. Cl.

F I

H O 4 W 52/12 (2009. 01)

H O 4 Q 7/00 4 3 4

H O 4 B 1/04 (2006. 01)

H O 4 B 1/04 E

H O 4 B 7/005 (2006. 01)

H O 4 B 7/005

請求項の数 27 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2000-516443 (P2000-516443)
 (86) (22) 出願日 平成10年10月5日 (1998. 10. 5)
 (65) 公表番号 特表2001-520475 (P2001-520475A)
 (43) 公表日 平成13年10月30日 (2001. 10. 30)
 (86) 国際出願番号 PCT/US1998/021253
 (87) 国際公開番号 W01999/019995
 (87) 国際公開日 平成11年4月22日 (1999. 4. 22)
 審査請求日 平成17年10月5日 (2005. 10. 5)
 (31) 優先権主張番号 60/062, 819
 (32) 優先日 平成9年10月13日 (1997. 10. 13)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 60/062, 821
 (32) 優先日 平成9年10月13日 (1997. 10. 13)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 595020643
 クォアルコム・インコーポレイテッド
 QUALCOMM INCORPORATED
 アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92
 121-1714、サン・ディエゴ、モア
 ハウス・ドライブ 5775
 (74) 代理人 100058479
 弁理士 鈴江 武彦
 (74) 代理人 100084618
 弁理士 村松 貞男
 (74) 代理人 100092196
 弁理士 橋本 良郎
 (74) 代理人 100095441
 弁理士 白根 俊郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 最適化電力制御用の装置および方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

システム動作中に通信システム中の送信機の電力を制御するための少なくとも1つのモードを有する通信システム中でしきい値レベルを調整する方法において、

予め定められた測定基準に基づいて通信システムの性能を決定するステップと、

通信のしきい値に関して、通信システム中の送信機の電力を決定するステップと、

通信システムの前記性能と前記しきい値に関する送信機の電力とに基づいて、しきい値を調整するステップとを含み、

前記予め定められた測定基準は、システムのエラーレート、フレームエラーレート、連続的なフレームエラーの数、およびビットエラーレートからなるグループから選択され、

前記通信システムの性能を決定するステップは、通信システムのパラメータが規定された範囲内にあるか否かを決定するステップをさらに含む方法。

【請求項 2】

前記調整するステップは、システムがしきい値でまたはしきい値近くで動作し、システムの性能が許容可能なレベルより下であるとき、通信システムの前記しきい値を増加させるステップを含む請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

前記調整するステップは、システムがしきい値でまたはしきい値近くで動作し、システムの性能が許容可能なレベルより上であるとき、通信システムの前記しきい値を減少させるステップを含む請求項 1 記載の方法。

【請求項 4】

前記パラメータは、信号対雑音比、受信信号強度、フレームエラーレート頻度、連続的なフレームエラーの数、およびビットエラーレートを含むグループから選択される請求項 1 記載の方法。

【請求項 5】

前記パラメータが範囲内にあるとの前記決定に基づいて電力制御のモードを選択するステップをさらに含む請求項 1 記載の方法。

【請求項 6】

通信システムの選択された電力制御モードにしたがって送信機の電力を調整するステップをさらに含む請求項 5 記載の方法。

10

【請求項 7】

前記電力の調整は、インクリメント的な電力増加である請求項 6 記載の方法。

【請求項 8】

前記電力制御のモードを選択するステップは、送信機において実行される請求項 5 記載の方法。

【請求項 9】

前記電力制御のモードを選択するステップは、受信機の位置で実行され、受信機の位置から送信機にコマンドを送信して、所要の電力制御モードを選択するステップをさらに含む請求項 5 記載の方法。

【請求項 10】

20

前記電力を決定するステップは、システムがしきい値でまたはしきい値の近くで動作しているか否かを決定することを含み、

前記調整するステップは、システムがしきい値でまたはしきい値近くで動作しているか否かを決定する前記ステップの結果に基づいてしきい値を調整することを含む請求項 1 記載の方法。

【請求項 11】

前記調整するステップは、

前記システムがしきい値でまたはしきい値近くで動作し、システムの性能が許容可能なレベルより上および下のうちの 1 つであるとき、しきい値を調整するステップと、

さもなければ、しきい値を維持するステップとを含む請求項 1 記載の方法。

30

【請求項 12】

前記システムの性能が許容可能なレベルより下であり、システムがしきい値でまたはしきい値の近くで動作していないとき、しきい値を維持するステップをさらに含む請求項 1 記載の方法。

【請求項 13】

前記システムの性能が許容可能なレベルより下であり、システムがしきい値でまたはしきい値の近くで動作しているとき、しきい値を維持するステップをさらに含む請求項 1 記載の方法。

【請求項 14】

前記調整するステップは、

前記システムがしきい値でまたはしきい値の近くで動作し、システムの性能が許容可能なレベルより上および下のうちの 1 つであるとき、

前記システムがしきい値より下で動作し、システムの性能が許容可能なレベルより上および許容可能なレベルのうちの 1 つであるとき、

前記システムがしきい値より上で動作し、システムの性能が許容可能なレベルより下および許容可能なレベルのうちの 1 つであるとき、

しきい値を調整するステップと、

さもなければ、しきい値を維持するステップとを含む請求項 1 記載の方法。

40

【請求項 15】

システム動作中に通信システム中の送信機の電力を制御するための少なくとも 1 つのモ

50

ードを有する通信システム中でしきい値レベルを調整する装置において、
予め定められた測定基準に基づいて通信システムの性能を決定する手段と、
前記しきい値に関して、通信システム中の送信機の電力を決定する手段と、
通信システムの前記性能と前記しきい値に関する送信機の電力とに基づいて、しきい値
を調整する手段とを具備し、

前記予め定められた測定基準は、システムのエラーレート、フレームエラーレート、連
続的なフレームエラーの数、およびビットエラーレートからなるグループから選択され、

前記通信システムの性能を決定する手段は、通信システムのパラメータが規定された範
囲内にあるか否かを決定する手段を備えている装置。

【請求項 16】

10

信号対雑音比、受信信号強度、フレームエラーレート頻度、連続的なフレームエラーの
数、およびビットエラーレートを含むグループのうちの1つ以上にしたがって、前記通信
システムの性能が測定される請求項 15 記載の装置。

【請求項 17】

前記通信システムの性能を決定する手段は、送信信号がしきい値レベルにあるか、しき
い値レベルより上か、もしくはしきい値レベルより下か否かを決定する手段を備えている
請求項 15 記載の装置。

【請求項 18】

前記パラメータは、信号対雑音比、受信信号強度、フレームエラーレート頻度、連続的
なフレームエラーの数、およびビットエラーレートを含むグループから選択される請求項
15 記載の装置。

20

【請求項 19】

前記パラメータが範囲内にあるとの前記決定に基づいて電力制御のモードを選択する手
段をさらに具備する請求項 15 記載の装置。

【請求項 20】

通信システムの選択された電力制御モードにしたがって送信機の電力を調整する手段を
さらに具備する請求項 19 記載の装置。

【請求項 21】

前記電力制御のモードを選択する手段は、送信機に配置される請求項 19 記載の装置。

【請求項 22】

30

前記電力制御のモードを選択する手段は、受信機の位置に配置され、受信機の位置から
送信機にコマンドを送信して、所要の電力制御モードを選択する手段をさらに具備する請
求項 19 記載の装置。

【請求項 23】

前記電力を決定する手段は、システムがしきい値でまたはしきい値近くで動作している
か否かを決定するように適合され、前記調整する手段は、システムがしきい値でまたはし
きい値近くで動作しているか否かを示す前記電力を決定する手段の結果に基づいて、しき
い値を調整するように適合されている請求項 15 記載の装置。

【請求項 24】

前記調整する手段は、

40

前記システムがしきい値でまたはしきい値近くで動作し、システムの性能が許容可能な
レベルより上および下のうちの1つであるとき、しきい値を調整し、

さもなければ、しきい値を維持するように適合されている請求項 15 記載の装置。

【請求項 25】

前記システムの性能が許容可能なレベルより下であり、システムがしきい値でまたはし
きい値近くで動作していないとき、しきい値を維持する手段をさらに具備する請求項 15
記載の装置。

【請求項 26】

前記システムの性能が許容可能なレベルより下であり、システムがしきい値でまたはし
きい値の近くで動作しているとき、しきい値を維持する手段をさらに具備する請求項 15

50

記載の装置。

【請求項 27】

前記調整する手段は、

前記システムがしきい値でまたはしきい値近くで動作し、システムの性能が許容可能なレベルより上および下のうちの 1 つであるとき、

前記システムがしきい値より下で動作し、システムの性能が許容可能なレベルより上および許容可能なレベルのうちの 1 つであるとき、

前記システムがしきい値より上で動作し、システムの性能が許容可能なレベルより下および許容可能なレベルのうちの 1 つであるとき、しきい値を調整し、

さもなければ、しきい値を維持するように適合されている請求項 15 記載の装置。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は一般に無線通信システムに関する。特に、この発明は無線通信デバイスに対する電力制御の新規で改良された装置および方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

無線通信ネットワークは、ビジネス、工業およびパーソナルライフのすべての観点において著しい人気を博している。そのようなことであるから、ポータブルなハンドヘルド型無線通信デバイスは近年幅広い成長を遂げている。セルラおよびパーソナル通信サービス (PCS) 電話機のようなポータブルデバイスは今ではビジネスユーザおよびパーソナルユーザに対して同様にありふれたものである。さらに、ポータブルなハンドヘルド型および移動体電話機を使用する衛星通信システムのような最新システムが現在設計されている。

20

【0003】

ハンドヘルド型通信デバイスの 1 つの設計目的は低電力消費のものである。低電力消費によりバッテリー寿命が延長され、熱の発生が少なくなり、これはデバイスの有用性を増加させる。また低電力消費によりデバイスのサイズをより小さくすることが可能となり、あるいはデバイスのサイズをより小さい方に導くことが多くなる。

【0004】

CDMA 通信システムでは、何らかの所定の通信リンクに対して要求される電力量を最低レベルに維持するようにシステム内の信号送信電力が制御される。これは全体的な通信システム容量を最大にし、許容可能な相互干渉および信号品質レベルを維持するのに役立つ。送信信号電力を最小レベルにあるいは最小レベル近くで制御することにより、他の通信デバイスまたはユニットとの干渉が減少する。このような通信システムにおける電力制御技術の例は、1995 年 1 月 17 日に発行された“符号分割多元接続システムにおける高速フォワードリンク電力制御”と題する米国特許第 5,383,219 号、1995 年 3 月 7 日に発行された“送信電力制御システムにおける制御パラメータのダイナミック修正用の方法およびシステム”と題する米国特許第 5,396,516 号、1993 年 11 月 30 日に発行された“送信電力制御システム”と題する米国特許第 5,267,262 号に見出すことができ、これらは参照によりここに組み込まれている。

30

40

【0005】

デバイスにより消費される電力量を減少させる技術の 1 つは、送信信号の電力量を最小にすることである。通信に悪影響を与えることなくできるだけ多く送信信号の電力量を減少させることにより、このことが達成されることが多い。これが達成される 1 つの方法は、信号対雑音比 (SNR) が許容可能なレベルより下に落ちないようにして、できる限り多くの電力量を減少させることである。SNR が許容可能なレベルより下に落ちた場合には、SNR を許容可能なレベルまで戻すように電力が増加される。

【0006】

このアプローチは有用である。その理由は最適状態の下で、通信に最小の電力量を使用できるようにするからである。最適あるいは理想的な状態より悪い状態で動作した場合には

50

、すなわち、ビル内部、悪天候あるいはこれらに類するもの下では、許容可能な通信を維持するように（例えば許容可能なS N Rを維持するように）送信電力が増加される。

【0007】

例えばセルラ通信システムや他の無線通信システムのような何らかの通信システムにより、無線通信デバイスすなわちセルラ電話機が遠隔的に制御される。すなわち、デバイスと基地局トランシーバとの間の通信帯域幅の一部はコマンドおよびステータス情報の送信専用である。帯域幅のこのコマンドおよびステータス部分を使用して、デバイスにより送信される信号の電力が調整される。基地局により受信される信号のS N Rが許容可能なレベルより下に落ちた場合には、基地局はコマンドを無線デバイスに送信して、その送信電力を増加させる。同様に、受信信号のS N Rが十分に許容可能な制限内であれば、基地局はデバイスにコマンドを送って送信電力を減少させる。

10

【0008】

しかしながら、ほとんどの従来システムは、無線通信デバイスに対する送信電力を制御する方法において制限がなされている。

【0009】

必要とされているものは、無線通信システムにおける電力制御を最適化するための装置および方法である。

【0010】

本発明は通信システムの送信機の電力を制御するのに使用するしきい値レベルの設定を最適化する新規かつ改良された装置および方法である。本発明にしたがうと、2つのパラメータが使用されて、しきい値レベルを調整する必要があるか否かが決定される。これらのパラメータは確立されたしきい値およびシステムの性能と比較されたシステムの動作である。

20

【0011】

本発明にしたがうと、システムの性能が低下し、システムがしきい値で動作している場合には、これはしきい値を増加させる必要がある指標となる。このように、本発明はしきい値を増加させる。したがって、通信システムの電力制御部分は、システムがしきい値（すなわち新しく増加されたしきい値）より下で動作していることを感知し、電力制御モードにしたがってシステムの電力を増加させる。結果として、システムの性能は改善される。性能が依然として低下しており、システムが再度新しいしきい値で動作している場合には、しきい値はさらに増加される。このプロセスはシステム性能が再度許容可能なレベルに戻るまで継続する。

30

【0012】

システムの性能が低下し、システムがしきい値より下で動作している場合には、これはしきい値を調整する必要がなく、送信機の電力を増加させてシステムをしきい値まで上げる必要がある指標となることに留意すべきである。1つの実施形態では、これは通信システムの電力制御モードにしたがって送信機の電力を増加させることにより達成される。

【0013】

システム性能が要求されるものよりも良い場合には、これは送信機の電力が必要とされるものよりも大きいかもしれないことの指標となる。システム性能が要求されるものよりも良い場合には、本発明はシステムがしきい値より上で動作しているか否かを決定する。そうである場合には、送信機の電力は通信システムの電力制御モードにしたがって減少される。しかしながら、性能が要求されるものよりも良く、システムがしきい値であるいはしきい値より下で動作している場合には、これはしきい値をより低くすることができることの指標となる。このように、本発明はしきい値を低くする。したがって、通信システムの電力制御部分は、システムがしきい値より上で動作していることを感知し、電力制御モードにしたがってシステムの電力を減少させる。結果として、送信機の電力消費が減少される。性能が要求されるものよりもさらに良く、システムが依然として新しいしきい値であるいは新しいしきい値より下で動作している場合には、しきい値はさらに減少される。このプロセスはシステムの性能が再度正常レベルに戻るまで継続する。

40

50

【 0 0 1 4 】

システムの性能が要求を越え、システムがしきい値より上で動作している場合には、これは送信出力を低くすべきであり、しきい値は調整を必要としない可能性がある指標となることに留意すべきである。

【 0 0 1 5 】

1つの実施形態では、しきい値の決定は受信機における受信信号の信号対雑音比 (S N R) に基づいている。所要の S N R レベルはしきい値レベルとして確立される。受信信号の実際の S N R はしきい値 S N R と比較されて、しきい値に関するシステムの動作が決定される。

【 0 0 1 6 】

1つの実施形態では、システムの性能はシステムのエラーレートに基づいて決定される。代替実施形態では、フレームエラー、ビットエラーレート、システム性能の他の何らかの指標のような他の測定基準が使用されて、システムの性能が決定される。

【 0 0 1 7 】

本発明の効果は、しきい値のダイナミックな調整の結果として電力消費が減少されることである。信号品質が高い場合にしきい値を低くすることにより、システムが送信電力を減少させることができ、これにより電力消費を減少させることができる。信号品質が低下している場合にしきい値を増加することにより、システムが許容可能な性能レベルを維持することができる。

【 0 0 1 8 】

本発明の特徴、目的および効果は、図面とともに以下に述べられている詳細な説明からさらに明らかになるであろう。

【 0 0 1 9 】

本発明は、添付した図面を参照して説明されている。図では、同じ参照番号は同一または機能的に同様な構成要件を示している。参照番号の最も左の数字は、参照番号が最初に現れる図面を識別している。

【 0 0 2 0 】

【 発明の実施の形態 】

I . 本発明の概要および考察

本発明は、1つ以上の電力制御モードにしたがって、通信システム内あるいは通信システム中で動作するデバイス内で送信される信号電力を調節するのに使用されるしきい値レベルを最適に決定するシステムあるいは装置および方法に向けられている。これを達成する方法を以下に説明する。

【 0 0 2 1 】

I I . 例示的な環境

本発明を詳細に説明する前に、本発明を実現することができる例示的な環境を説明することが有用である。広い意味では、本発明は任意の有線または無線通信システムで実現することができ、特に送信機により提供される電力量を制御することが好ましいものにおいて実現することができる。このような環境には、これらに限定されないが、セルラ通信システム、パーソナル通信システム、衛星通信システム、および他の多くの既知の通信システムが含まれる。

【 0 0 2 2 】

図 1 は例示的な通信システム 1 0 0 を図示している図である。図 1 を参照すると、例示的な通信システムは2つのトランシーバ 1 0 4 a および 1 0 4 b を備えている。トランシーバ 1 0 4 a および 1 0 4 b は、それぞれ送信機 1 0 8 a および 1 0 8 b、受信機 1 1 2 a および 1 1 2 b を持っている。

【 0 0 2 3 】

データまたは他の情報は送信機 1 0 8 (1 0 8 a、1 0 8 b) から、送信パス 1 2 2 を通して、信号が向けられている他のトランシーバ 1 0 4 (1 0 4 a、1 0 4 b) 中の受信機 1 1 2 (1 1 2 a、1 1 2 b) に送られる。衛星、セルラおよび他の無線通信システムで

10

20

30

40

50

は、送信パス 1 2 2 は空中である。しかしながら、本発明はこのような適用に限定されるものではなく、送信パス 1 2 2 は技術的に知られている有線あるいは他の信号伝送媒体とすることができる。

【 0 0 2 4 】

ある環境では、送信パス 1 2 2 は、データがデータパケットで送信されるパケット化データパスである。これは通常、情報がデジタルデータの形態であるケースである。他の環境では、アナログデータが搬送波に変調され、送信パス 1 2 2 を通して送信される。

【 0 0 2 5 】

セルラ通信システムの例では、1つのトランシーバ 1 0 4 (1 0 4 a、1 0 4 b) をハンドヘルド型あるいは移動体セルラ電話機に配置することができ、あるいは配置し、無線デバイスまたは電話機の現在の領域すなわち物理的な位置でサービスを提供しているローカルセルサイトの基地局に他のトランシーバ 1 0 4 (1 0 4 b、1 0 4 a) を配置する。衛星通信システムの例では、1つのトランシーバ 1 0 4 (1 0 4 a、1 0 4 b) はハンドヘルド型、移動体、あるいは固定トランシーバ (すなわち衛星電話機) とすることができ、他のトランシーバ 1 0 4 (1 0 4 b、1 0 4 a) はゲートウェイ (すなわち地球局ゲートウェイ) に配置する。衛星通信システムの例では、技術的によく知られているように、(図示されていない) 衛星が使用されてトランシーバ 1 0 4 (1 0 4 b、1 0 4 a) 間で信号が中継される。代わりに、衛星通信システムの例では、1つのトランシーバ 1 0 4 を衛星自体に搭載して配置することができる。

【 0 0 2 6 】

本発明はこの例示的な環境に関して説明する。これらの用語での説明は便宜のためだけに提供されるものである。本発明をこの例示的な環境における適用に制限するように意図するものではない。実際、以下の説明を読むと、無線デバイスの電力が遠隔的に制御されるあるいは遠隔的に制御できる代替環境において本発明をどのように実現すればよいか関連技術の当業者に明らかになるであろう。

【 0 0 2 7 】

III . 電力制御

通信システムでは、“電力制御モード”として呼ばれる電力制御方式を使用して電力を制御することができる。この説明のために、少なくとも“追跡モード”と“バーストモード”の2つの電力制御モードがある。電力制御の追跡モードとバーストモードの両者は、システム性能が許容可能なレベルより下に落ちたときに電力の増加をもたらす。しかしながらバーストモードでは、追跡モードで提供されるものよりも電力増加量が多い。

【 0 0 2 8 】

追跡モードとバーストモードとの間の選択は通信リンクのシステム性能に基づいてなされる。特に、システム性能が予め選択された公称範囲内である場合には追跡モードが利用される。しかしながら、システム性能がこの公称範囲より下に落ちた場合には、バーストモードの電力制御が利用される。バーストモードの利用により、追跡モードに対するケースよりもより速くシステム性能が公称範囲になる。

【 0 0 2 9 】

したがって追跡モードは、S N R がしきい値レベルに対して少しだけ上下して変化する公称動作状態で電力を制御するのによく適合する。これに対してバーストモードは、大きな電力低下を受ける状態で電力を制御するのによく適合する。このような状態は、例えば通信パスが大きなビルあるいは他の干渉構造物または条件によりブロックされる場合から生じる。

【 0 0 3 0 】

1つの実施形態では、システム性能は、(送信機 1 0 8 a または 1 0 8 b のような) 送信機により送信される信号の信号対雑音比 (S N R) に基づく。この実施形態では、追跡モードは、信号対雑音比 (S N R) が許容可能なレベルより下に落ちたときにわずかな増分だけ電力を増加させる。バーストモードも、信号対雑音比 (S N R) が許容可能なレベルより下に落ちたときに電力を増加させる。しかしながらバーストモードでは、電力増加量

は追跡モードでもたらされるものよりも多い。2つのモード間の選択は、どれくらいSNRが許容可能なレベルよりも下に落ちるかに基づいてなされる。すなわち、通信リンクの性能が公称であると考えられるか否かに基づく。他の実施形態では、システム性能はSNRとは独立した受信信号強度に基づく。

【0031】

代替実施形態では、システム性能はエラーで受信されたフレーム数に基づく。この実施形態では、受信機が所定の時間期間に多量のエラーフレーム（あるいは特定数の連続したエラーフレーム）を受信した場合に、電力制御のためにバーストモードが選択される。一方、受信機がたまにフレームエラーを受信するだけである場合には、追跡モードが選択される。

10

【0032】

1つの実施形態では、各モードに対する電力増加はインクリメント的である。すなわち、電力を増加させるための所定のコマンドまたは決定に対して、電力は予め選択されたインクリメント量だけ増加される。再度電力を増加させる後続するコマンドまたは決定がなされるまで電力は再度増加されない。代替実施形態では、電力を増加させるための所定のコマンドまたは決定に対して、電力増加を終了するために後続するコマンドが受信されるまで電力は徐々に増加される。いずれの実施形態においても、バーストモードは追跡モードよりもより大きな電力増加をもたらす。すなわち、バーストモードは第1の実施形態ではより大きなインクリメント量の電力増加をもたらす、第2の実施形態ではより速いレートの増加をもたらす。

20

【0033】

図2は追跡モードのみで電力が制御される例示的な動作シナリオを図示している図である。図2では、水平軸は時間を表しており、垂直軸はSNRを表している。しきい値SNRは水平線204により図示されている。送信信号の実際のSNRの例は、時間的に変化する線208により図示されている。図2に図示されている例では、デバイスは時間 T_1 まで公称的に動作している。この領域では、送信機108のSNR208はSNRしきい値204に関してわずかな量だけ変化する。わずかなインクリメント量で送信電力に対して調整がなされる。SNR208がしきい値204より下に落ちたときには、電力はインクリメント的に増加される。逆に、SNR208がしきい値204より上に上昇したときには、電力はインクリメント的に減少される。電力調整は技術的にコマンドまたは制御および操作技術を使用して行われる。

30

【0034】

時間 T_1 において、送信パス122を伝搬する信号のSNRが大きく低下する。これは例えばパスが妨害された場合に起こり得る。追跡モードでは、電力はインクリメント的に増加されてSNRを改善させる。しかしながら、追跡モードでは電力はインクリメントごとにわずかに増加するだけであることから、SNRが再び許容可能なレベルに到達する前にかなりの時間が経過する。これは時間帯 t_1 により図示されている。

【0035】

図3は、追跡モードおよびバーストモードの両方で電力が選択的に制御される例示的な動作シナリオを示している図である。図2と同様に、図3では、水平軸は時間を表し、垂直軸はSNRを表している。しきい値SNRは水平線204により図示されている。送信信号の実際のSNRの例は時間的に変化する線208により図示されている。図3に図示されている例では、デバイスは時間 T_1 まで公称的に動作している。この領域では、送信機108の送信信号のSNR208はSNRしきい値204に関してわずかな量だけ変化する。この時間の間では、送信機108は追跡モードで動作し、わずかなインクリメント量で送信電力に対して調整がなされる。SNR208がしきい値204より下に落ちたときには、電力はインクリメント的に増加される。

40

【0036】

時間 T_1 において、送信パス122が妨害され、SNRが大きく低下したときには、送信機電力制御モードはバーストモードにスイッチングされる。先に説明したように、バース

50

トモードでは電力増加は追跡モードよりさらに顕著である。このように、S N R が許容可能なレベルに戻るまでにかかる時間量 t_b は追跡モードで要求される時間 t_t よりもかなり短い。時間 T2 において S N R 208 がしきい値 204 に到達したときには、送信機 108 は追跡モードにスイッチングされる。

【0037】

公称動作状態中にバーストモードのままに維持することは一般的に好ましくないことに留意すべきである。これは、S N R のわずかな減少がバーストモードでは送信電力の大きな増加となるからである。これは送信電力が過剰となるためにしきい値 204 より十分上に S N R 208 を増加させ、過度の電力量を消費させる。これは電力を無駄にし、電力が制限されたシステムでは、電力は容量に影響を与え、これは非常に好ましくないことが分かる。システムが補償を行ってしきい値レベルに戻そうと試み、各方向にオーバーシュートするときには、状況によってはこれは振動的動作も生じさせるかもしれない。

【0038】

1つの実施形態では、電力制御モードの選択は受信機 112 によりなされる。この実施形態では、受信機 112 (112a、112b) は (対向するトランシーバ 104 の) 送信機 108 (108b、108a) に命令して、必要なときに電力制御モードをスイッチングさせる。これは例えば送信信号のコマンド部分で行うことができる。代替実施形態では、受信機 112 は情報を送信機 104 に戻して、電力制御モードをスイッチングさせるか否かの決定を送信機 104 が行えるようにする。例えば、この代替実施形態では、受信機 112 はフレームエラー表示、ビットエラーレート値、S N R 値、またはシステムの性能が許容可能なレベルにあるか否かを示す他の何らかの表示のような 1つ以上の表示を送信してもよい。

【0039】

図4は本発明の1つの実施形態にしたがって適切な電力制御モードを決定して選択するプロセスを一般的に示している動作フロー図である。ステップ304において、受信機 112 (112a、112b) は送信機 108 (108b、108a) により送信される信号を受信する。先に説明した例示的な環境では、信号は送信パス 122 を通して送信される。

【0040】

受信機 112 (112a、112b) は受信信号の S N R 208 が予め選択されたしきい値 204 より上か、予め選択されたしきい値 204 か、あるいは予め選択されたしきい値 204 より下にあるかを決定する。これは通信システムが動作している電力制御モードに関係なく行うことができる。この決定は決定ステップ308により図示されている。受信信号の S N R 208 がしきい値 204 より上である場合には、電力は下向きに調整され、動作はステップ304に戻り、ここで受信機 108 は送信された信号を受信し続ける。これはステップ310とフロー線362により図示されている。

【0041】

S N R 208 がしきい値 204 にあり、したがって調整の必要がない場合には、フロー線364により図示されているように動作はステップ304に戻る。1つの実施形態では、しきい値 204 は単一の値として実現されず、その代わりに S N R 値の許容可能な範囲を含む。

【0042】

一方、S N R 208 がしきい値より下の場合には、本発明の動作はステップ312に進む。ステップ312では、受信機 112 は S N R 208 の低下が公称よりも大きいかなんかを決定する。言い換えると、受信機 112 は S N R 208 がしきい値 204 より下の許容可能な量よりも大きいかなんかを決定し、したがって S N R 208 をしきい値 204 に戻すのに望まれるものよりも長くかかることから追跡モードは好ましくないかなんかを決定する。

【0043】

S N R 208 の低下が公称制限内である場合には、ブロック316により図示されているように、電力制御モードは追跡モードとして選択される。電力制御モードが既に追跡モードである場合には、送信機 108 は追跡モードのままである。しかしながら、現在の電力

10

20

30

40

50

制御モードがバーストモードである場合には、ブロック 3 1 6 はバーストモードから追跡モードへの変化を表す。ステップ 3 2 0 では、送信機の電力は追跡モードで調整される。受信機 1 1 2 はフロー線 3 6 6、3 6 4 により図示されているように送信を受信し続ける。

【 0 0 4 4 】

S N R 2 0 8 の低下が公称制限を越えた場合には、選択される電力制御モードは、ステップまたはブロック 3 2 6 により図示されているようにバーストモードである。電力制御モードが既にバーストモードである場合には、送信機 1 0 8 はバーストモードのままである。しかしながら、現在の電力制御モードが追跡モードである場合には、ステップ 3 2 6 は追跡モードからバーストモードへの変化を表す。ステップ 3 3 0 では、電力はバーストモードで調整される。受信機 1 1 2 はフロー線 3 6 8 により図示されているように送信を受信し続ける。

10

【 0 0 4 5 】

しきい値およびしきい値より下の値は特定の適用に適合するように選択することができる。1つの実施形態では、しきい値 2 0 4 は単一の値ではなく、値の範囲であり、したがって受信信号がその範囲内にある限り、信号はしきい値にあると言われる。

【 0 0 4 6 】

1つの実施形態では、ステップ 3 0 8 および 3 1 2 でなされる決定は本質的に S N R に基づいておらず、その代わりに、エラーで受信されたフレーム数に基づく。例えば、この実施形態の1つのモードでは、受信機 1 1 2 は過去 X 個のフレームのうちいくつかのフレームがエラーで受信されたかを決定する。この例では、過去 X フレームのうち Y 個より多いものがエラーで受信された場合に、これは許容可能な範囲を越えるエラーレートを表し、好ましい電力制御モードはバーストモードである。

20

【 0 0 4 7 】

この実施形態の他のモードでは、受信機 1 1 2 はいくつの連続フレームがエラーで受信されたかを決定する。エラーで受信された連続フレームの数が予め定められた制限となるか、あるいはこれを越えた場合には、これは許容可能な範囲を越えるエラーレートを表し、好ましい電力制御モードはバーストモードである。エラーで受信されたフレーム数を決定することは、例えば巡回冗長検査 (C R C) コードによるような既知の技術を使用して達成することができる。

30

【 0 0 4 8 】

さらに別の実施形態では、本発明は受信信号のビットエラーレート (B E R) を見る。しきい値より上に上昇する B E R はしきい値 2 0 4 より下に落ちる S N R 2 0 8 に類似している。B E R が予め定められた量よりも多くしきい値より上に上昇した場合には、システムはもはや公称的に動作しておらず、好ましい追跡モードはバーストモードである。

【 0 0 4 9 】

本発明とともに他のパラメータをどのように利用するとシステムが公称的に動作しているか否かを決定できるかは関連技術の当業者に明らかになるであろう。

【 0 0 5 0 】

先に説明した実施形態では、受信機 1 1 2 はシステムがしきい値にあるか、しきい値より上にあるか、あるいはしきい値より下にあるかを決定し、システムが公称的に動作しているか否かを決定するように説明されている。この実施形態では、受信機 1 1 2 (1 1 2 a、1 1 2 b) は、適切なときに送信機 1 0 8 にモードを変更するように命令するコマンドを送信機 1 0 8 (1 0 8 b、1 0 8 a) に送信する。代替実施形態では、受信機 1 1 2 は単に遠隔測定データを送信機 1 0 8 に提供する。この遠隔測定データは、好ましい電力制御モードが追跡モードであるかあるいはバーストモードであるかを決定するのに十分な情報を送信機 1 0 8 に提供する。

40

【 0 0 5 1 】

1つの構成では、受信機はメッセージまたはコマンドにおいてビットの形態で2つのフィードバック表示を提供する。1つのビットは“追跡モードのアップ/ダウンコマンド”を

50

表示するために使用され、他のビットは“バーストモードの送信レベル調整”を示す。何
が実行され、あるいは実現されるかを決定するのは送信機の役割である。これらに限定さ
れないが、連続的なフレームエラー数などのような要因に基づいて送信機により決定がな
される。このアプローチでは、より速い反応時間がシステムに提供される。その理由は、
電力制御目的のために消費される増加した帯域幅の犠牲により、エラーのような重要な事
象が送信機に直ちに報告されるからである。

【0052】

受信機112が送信機108にコマンドを送信して電力制御モードをスイッチングさせる
実施形態では、コマンドが送信中に失われる可能性がある。このシナリオはいくつかの異
なる技術の任意のものを使用して取り扱うことができる。1つの技術は肯定応答メッセー
ジを使用してコマンドの受信を確認する。

10

【0053】

第2の技術は、単にコマンドを送信し続けることである。例えば、システムが公称範囲外
で動作している場合には、受信機112は、システムが公称動作に戻るまで各コマンドフ
レーム中にバーストモードで追跡するようにコマンドを送信する。コマンドが反復される
ことから、そしてこの反復は多くのケースでは不必要であることから、この技術は要求さ
れるものよりも多くの帯域幅を消費する。この理由のために、この技術は好ましくないか
もしれない。

【0054】

さらに別の技術にしたがうと、電力制御の変更またはコマンドの実施または非実施が単に
無視される。すなわち、送信機108がコマンドで命令されたような電力制御モードに実
際にスイッチングしたか否かを決定する検査がない。この実施形態は直感に反するように
思えるかもしれないが、実際には好ましい実施形態である。なぜかを理解するために、モ
ードをスイッチングするコマンドを受信機112により送信することができ、送信機10
8により受信されない2つの状況を考察する。第1の状況では、SNR208はかなり減
少し、受信機112は送信機108にコマンドを送信して、電力制御モードをバーストモ
ードにスイッチングさせる。送信機108がこのコマンドを受信しなかった場合には、唯
一の否定的な結果は、送信機108が追跡モードで電力を制御し続けることである。すな
わち、コマンドが送信機108により受信されたケースよりも公称動作に戻るのにより時
間がかかる。

20

30

【0055】

第2の状況では、送信機108がバーストモードで動作し、信号が公称範囲に戻っている
。追跡モードに変更するように命令するコマンドを送信機108が受信機112から受信
しない場合には、電力は要求されるよりも大きく増加されるかもしれない。しかしなが
ら、これはシステムが動作し続けるのに致命的なエラーではない。唯一の欠点は要求される
よりも多くの電力が消費されることである。

【0056】

先の説明を読むと、追跡モードおよびバーストモードの代わりに、あるいはこれらに追加
して、代替の電力制御モードを使用してどのように電力制御モード選択を実現するかは
関連技術の当業者に明らかになるであろう。

40

【0057】

IV. しきい値最適化

先に説明したように、多くの制御方式は（例えばSNR、電力レベルなどのような）通信
システムのパラメータと、そのパラメータに対するしきい値との比較に基づいている。し
かしながら、通信システムがしきい値においてあるいはしきい値近くで動作することがあ
り、好ましくないレベルのエラーまたはドロップアウトを依然として受ける環境がある。
このような環境では、確立されたしきい値レベルは許容可能な通信を達成するのには低
すぎる。

【0058】

通信チャネルの許容可能性を判断するのに使用される1つの基準は信号の“品質”と呼ば

50

れる。信号が高い品質のものである場合には、システムはシステム性能の大きな減少を受けることなく所定のしきい値レベルであるいは所定のしきい値レベル近くで動作することができる。しかしながら、信号品質が低くなった場合には、同じしきい値レベルにおける動作または同じしきい値レベル近くの動作は許容できないレベルのシステム性能になることがある。言い換えると、より高い品質信号を持つ通信システムはより低いしきい値レベルで動作することができ、なおかつ所定レベルのシステム性能を維持することができる。

【 0 0 5 9 】

信号の品質に影響を与えるかもしれない1つのシナリオは、例えば、ポータブルまたは移動体通信デバイスが信号に対する障害物がある領域で動作しているときに生じる。例えば、ポータブル通信デバイスを持って田舎の農業領域から大都市に移動しているユーザを考
10
える。ユーザが田舎領域にいる間は、あったとしても障害物は少ない。この設定では、信号の品質は高く、所定のしきい値での動作は許容可能である。

【 0 0 6 0 】

ユーザが大都市に入ったとき、いくつかの高いビルが通信パスを妨害する。これらの障害物の結果として、ポータブル通信デバイスから受信機に到達する信号は低下した品質のものとなる。結果として、デバイスがしきい値で動作し、システムの性能が低下した場合でさえ、エラー数の増加が生じ易い。この減少した品質を補償するために、動作がしきい値より上となるように、ポータブル通信デバイスの送信機の電力を増加させることが望ましい。しかしながら、ポータブル通信デバイスが従来の電力制御方式で動作している場合には、電力はしきい値より上に増加されない。したがって、本発明はしきい値レベルを増加
20
させ、これは送信機の電力を増加させる電力制御モードとなる。

【 0 0 6 1 】

本発明はシステムのしきい値レベルを増加させるので、電力制御モードは送信機の電力を増加させる。本発明にしたがうと、電力制御モードは信号レベル、ここではS N Rをしきい値レベルにあるいはしきい値レベル近くに維持するように動作する。さらに本発明は（例えばエラーレートのような）システム性能を監視して、しきい値レベルを維持および更新し、これにより許容可能なレベルの性能を維持する。

【 0 0 6 2 】

動作において、本発明はしきい値レベルを修正する必要があるか否かを決定する。1つの実施形態にしたがうと、この決定は、信号レベルとしきい値との差の量と、例えばシステ
30
ムのエラーレートのようなシステム性能の予め定められた測定基準の2つの要因に基づいてなされる。信号レベルがしきい値にあるいはしきい値の近くにあり、システム性能が許容できない（例えば過剰な数のエラーが受信される）場合には、これはしきい値を増加させる必要があることの指標となる。同様に、信号がしきい値にあるいはしきい値の近くにあり、システム性能が予測したものよりもかなり良い（例えばエラーレートが確立された許容可能レベルよりもかなり低い）場合には、しきい値を低くして、これにより送信電力を節約して使用することができる。

【 0 0 6 3 】

1つの実施形態では、信号レベル測定値がS N Rしきい値204とS N R208の比較であり、システム性能を決定するのに使用される測定基準が受信信号のエラー数に基づくか
40
、あるいは最後のNフレームに対してエラーで受信されたフレームの数に基づいていることが好ましい。この説明を読むと、本発明は信号強度に対する異なるパラメータでおおよそ/またはシステム性能を決定する異なる測定基準で実現できることが関連技術の当業者に明らかになるであろう。例えば、信号レベルは雑音レベルあるいは他の何らかの動作パラメータに関係のない信号強度とすることができる。さらに、システム性能測定基準として使用されるエラーの決定は、受信信号のエラー数、フレームエラーレート、連続フレームエラーの数、ビットエラーレート、あるいは他の要因に基づくことができる。

【 0 0 6 4 】

図5は本発明の1つの実施形態にしたがって本発明がしきい値レベルを増加させるか否かを決定するプロセスを図示している図である。図5を参照すると、ステップ404におい
50

て、受信機 112 は送信機 108 から信号を受信して、信号パラメータを評価する。先に説明したように、好ましい実施形態では、これらのパラメータは SNR 208 と、最後の N フレームで受信されたフレームエラーの数である。先に説明したように他のパラメータを利用することができるが、説明を簡単にするために、これらのパラメータに関してプロセスを説明する。

【0065】

ステップ 408 において、システムは最後の N フレームで生じたフレームエラーの数を調べて、フレームエラーの数が許容可能であるか否かを決定する。最後の N フレームで生じたフレームエラーの数が確立された数より上であった場合には、これはシステム性能が確立されたレベルの許容性より下であることを示している。1 つの実施形態では $N = 300$ であるが、N は任意の数を選択することができる。

10

【0066】

最後の N フレームで生じたフレームエラーの数が予測されたレベル（あるいは許容可能な範囲内）である場合には、システムは電力を制御するのに電力制御モードを使用し、正常として動作し続ける。これはステップ 412 により図示されている。

【0067】

最後の N フレーム中で生じたフレームエラーの数が確立された数（または範囲）より上である場合には、動作はステップ 416 に続き、ここで本発明は SNR 208 が公称であるか否かを決定する。すなわち、SNR 208 がしきい値 204 に十分近いかな否かを決定する。1 つの実施形態では、この決定は測定された受信信号 SNR 208 としきい値 204 との積分された差を測定することによりなされる。

20

【0068】

SNR 208 がしきい値 204 にあるいはしきい値 204 の近くにあり、（ステップ 408 において先に決定されたように）エラーレートが許容できない場合には、これはしきい値 204 を増加させる必要があることを示す。これはステップ 420 で生じる。

【0069】

しかしながら、SNR 208 がしきい値 204 より下にあり、（ステップ 408 において先に決定されたように）エラーレートが許容できない場合には、これは電力制御モードが正常に動作していることを示す。しきい値 204 より下にある SNR 208 の状態が（先のステップ 408 で決定された）許容できないくらい高いエラーレートになり易いことから、しきい値 204 は増加されない。このように、システムはステップ 412 で電力を制御するのに電力制御モードを使用して正常として動作し続ける。

30

【0070】

ステップ 408 に戻ると、ステップ 408 において最後の N フレーム中で生じたフレームエラーの数が予測数（あるいは範囲）より下であると決定された場合には、これはしきい値 204 が高すぎるかもしれない指標となる。したがって、ステップ 424 において、システムは SNR 208 がしきい値 204 にあるかあるいはしきい値 204 の近くにあるかな否かを決定する。1 つの実施形態では、この決定は測定された受信信号 SNR 208 としきい値 204 との積分された差を測定することによりなされる。

【0071】

40

SNR 208 がしきい値より上である場合には、電力制御モードは電力を低くして、システムを適切に維持する。しかしながら、SNR 208 がしきい値にあるかしきい値近くにあり、エラーレートが予測よりも良い場合には、これはしきい値 204 を低くすることができることを示す。これはステップ 428 において生じる。

【0072】

図 6 は本発明の代替実施形態にしたがって本発明がしきい値レベルを増加させるか否かを決定するプロセスを図示している図である。図 6 を参照すると、ステップ 504 において、受信機 112 は送信機 108 から信号を受信して、信号パラメータを評価する。先に説明したように、好ましい実施形態では、これらのパラメータは SNR 208 と、最後の N フレームで受信されたフレームエラーの数である。先に説明したように他のパラメータに

50

置換することができるが、説明を簡単にするためにこれらのパラメータに関してプロセスを説明する。

【 0 0 7 3 】

ステップ 5 0 8 では、本発明はシステムがしきい値 2 0 4 であるいはしきい値 2 0 4 の十分近くで動作しているか否かを決定する。この発明は次にエラーの数が許容可能であるか、正常より上か、あるいは正常より下かを決定する。

【 0 0 7 4 】

エラーレートが正常より上であり、システムがしきい値 2 0 4 であるいはしきい値 2 0 4 の近くで動作している場合には、ステップ 5 0 8、5 2 4 および 5 2 0 により図示されているように、しきい値 2 0 4 が増加される。

10

【 0 0 7 5 】

エラーレートが正常より下であり、システムがしきい値であるいはしきい値近くで動作している場合には、ステップ 5 0 8、5 2 4 および 5 1 6 により図示されているように、しきい値 2 0 4 は低下される。

【 0 0 7 6 】

エラーレートが正常であり、システムがしきい値に対して公称的に動作している場合には、しきい値 2 0 4 を調整する必要はなく、システムは必要とされるように電力制御モードで電力を調整し続ける。これはステップ 5 0 8、5 2 4 および 5 3 2 により図示されている。

【 0 0 7 7 】

エラーレートが正常より上であり、システムがしきい値 2 0 4 より上で動作している場合には、しきい値 2 0 4 は増加される。これはステップ 5 0 8、5 2 8 および 5 2 0 により図示されている。

20

【 0 0 7 8 】

エラーレートが正常より下であり、システムがしきい値より上で動作している場合には、しきい値 2 0 4 は調整されず、電力は電力制御モードにしたがって減少される。これはステップ 5 0 8、5 2 8 および 5 3 2 により図示されている。

【 0 0 7 9 】

エラーレートが正常より下であり、システムがしきい値 2 0 4 より下で動作している場合には、ステップ 5 0 8、5 1 2 および 5 1 6 により図示されているようにしきい値 2 0 4 は低下される。

30

【 0 0 8 0 】

エラーレートが正常より上であり、システムがしきい値 2 0 4 より下で動作している場合には、しきい値 2 0 4 は調整されず、電力は電力制御モードにしたがって増加される。これはステップ 5 0 8、5 1 2 および 5 3 2 により図示されている。

【 0 0 8 1 】

V . 結論

先の好ましい実施態様の説明は、当業者が本発明を利用できるよう提供されている。本発明はその好ましい実施形態を参照して特に図示し説明したが、本発明の精神および範囲を逸脱することなくさまざまな形態および詳細の変更をなし得ることは当業者に理解されるであろう。

40

【図面の簡単な説明】

【図 1】 図 1 は、例示的な通信システムを図示しているブロック図である。

【図 2】 図 2 は、電力制御モード間をスイッチングする例示的なプロセスを図示している図である。

【図 3】 図 3 は、電力制御モード間をスイッチングする例示的なプロセスを図示している図である。

【図 4】 図 4 は、適切な電力制御モードを決定および選択する例示的なプロセスを一般的に図示している動作フロー図である。

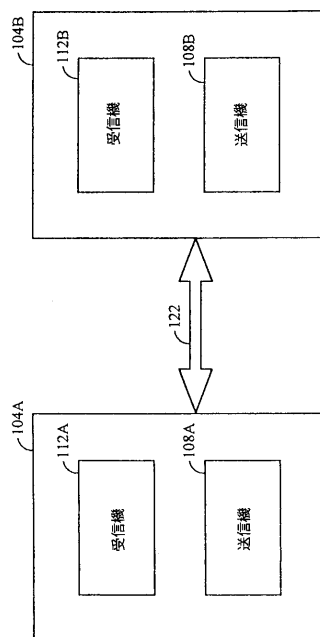
【図 5】 図 5 は、本発明の 1 つの実施形態にしたがって本発明がしきい値レベルを増加

50

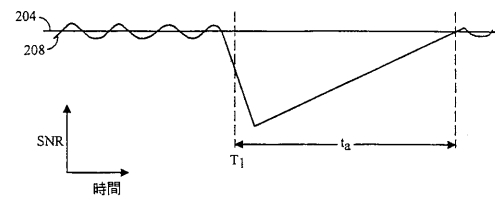
させるかあるいはさせないかを決定するプロセスを図示している動作フロー図である。

【図 6】 図 6 は、本発明の代替実施形態にしたがって本発明がしきい値レベルを増加させるかあるいはさせないかを決定するプロセスを図示している動作フロー図である。

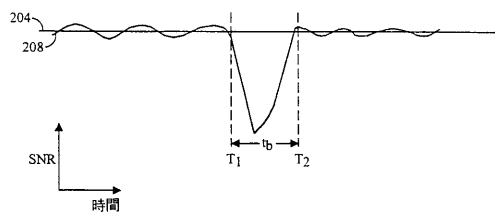
【図 1】



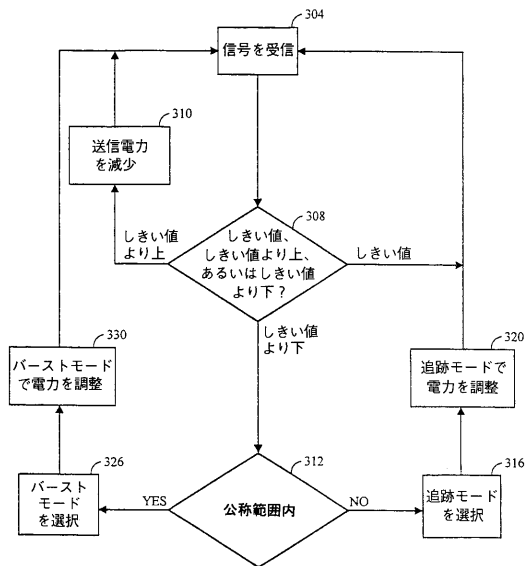
【図 2】



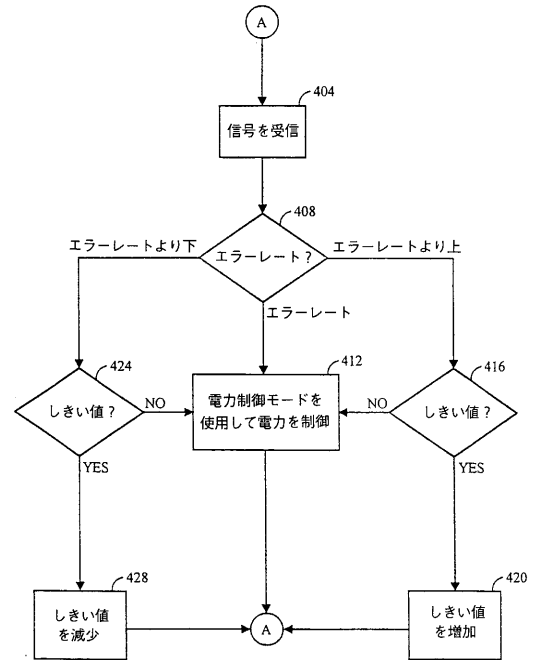
【図 3】



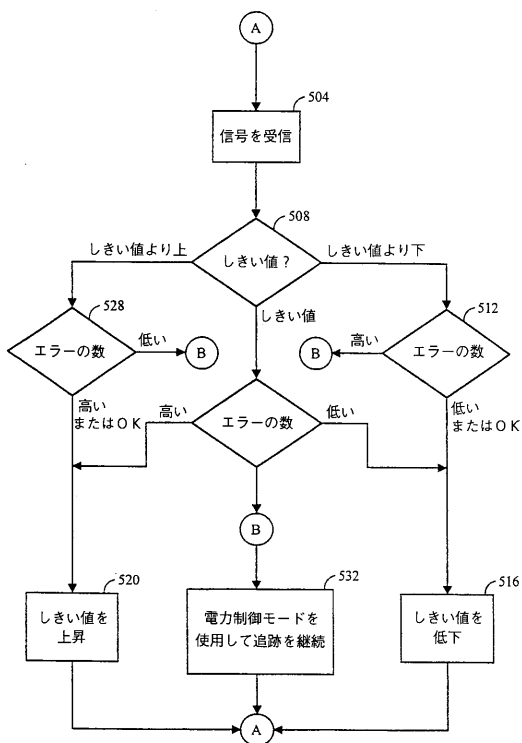
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(31)優先権主張番号 09/164,384

(32)優先日 平成10年9月30日(1998.9.30)

(33)優先権主張国 米国(US)

(72)発明者 ベンブ、スリドハー

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 4 0 4 3 マウンテン・ビュー、エヌ・ショーライン・ブ
ールバード・ナンバー 3、7 5 0

審査官 佐藤 聡史

(56)参考文献 特開平05-244056(JP,A)

特開平07-058690(JP,A)

特開平08-032514(JP,A)

国際公開第97/034434(WO,A1)

国際公開第96/038934(WO,A1)

米国特許第05333175(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

H04Q 7/00-7/38

H04B 1/04

H04B 7/005