

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4536259号
(P4536259)

(45) 発行日 平成22年9月1日(2010.9.1)

(24) 登録日 平成22年6月25日(2010.6.25)

(51) Int.Cl.		F I			
HO4W 52/22	(2009.01)	HO4Q	7/00	439	
HO4W 52/12	(2009.01)	HO4Q	7/00	434	
HO4B 7/185	(2006.01)	HO4B	7/185		

請求項の数 13 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2000-592969 (P2000-592969)	(73) 特許権者	391030332
(86) (22) 出願日	平成11年12月23日 (1999.12.23)		アルカテルルーセント
(65) 公表番号	特表2003-521833 (P2003-521833A)		フランス国、75007・パリ、
(43) 公表日	平成15年7月15日 (2003.7.15)		アブニユ・オクターブ・グレアル、
(86) 国際出願番号	PCT/FR1999/003268	(74) 代理人	100062007
(87) 国際公開番号	W02000/041336		弁理士 川口 義雄
(87) 国際公開日	平成12年7月13日 (2000.7.13)	(74) 代理人	100114188
審査請求日	平成18年12月20日 (2006.12.20)		弁理士 小野 誠
(31) 優先権主張番号	98/16623	(72) 発明者	キヤロ, ギヨーム
(32) 優先日	平成10年12月30日 (1998.12.30)		フランス国、78150・ル・シエスネ、
(33) 優先権主張国	フランス (FR)	(72) 発明者	ラパイユ, セドリック
			フランス国、78400・シャトゥー、
			アレ・デ・シュポーリユ、7

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 受信信号を使用して送信機電力を制御するための方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

送信機(40)が、受信機(44)によって供給される目標値に応じて変化する電力で、前記受信機に情報を送信し、

この目標値が、受信信号の特性($\hat{}$)と基準特性($r_{e f}$)との比較から確立され、

前記目標値の目的は、前記受信信号の特性が常に前記基準特性に等しいかまたはそれと近いレベルに、前記送信機の電力を維持することである通信方法であって、

前記送信機と前記受信機の間での信号の伝送において遅延が発生するので、前記目標値が、情報を受信すると、一方では前記受信信号の特性と前記基準特性との前記比較から、他方では前記受信信号の送信電力を表す信号から、前記受信機において生成され、

前に生成され、送信機に送信されたが、前記伝送遅延のために登録できなかった目標値から、前記目標値が生成される通信方法。

【請求項 2】

前記特性が平滑化した信号対雑音比であるので、受信機において、受信信号の瞬時信号対雑音比(\sim)を決定し、これを前記受信信号の送信電力を表す信号(T_x)で割り、この比率を平滑化して、前記平滑化した比率に前記受信信号の送信電力を表す前記信号(T_x)を掛け、この乗算の結果($\hat{}$)が、基準と比較される特性である請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

時刻 t での、受信機における、受信信号の送信電力を表す信号 (T_x) の更新が、前記受信機から送信機への目標値の送信の後、時間 t' が経過した後に行われ、この時間 t' が、前記受信機から前記送信機への伝送時間 t_p と、前記目標値が送信機において処理または確認されるのにかかる処理時間 t_e と、前記送信機から前記受信機への伝送遅延時間 t_p との合計に等しく、かつこの更新が、前に記憶済みの電力に、時刻 t で発行された目標値を掛ける請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

目標値 $C(t)$ が次式

【数 1】

$$C(t) = \frac{\gamma_{ref}}{\hat{\gamma}(t)} \frac{T_x(t)}{T_x(t+t')}$$

10

から生成され、上式において、 γ_{ref} は、基準特性の値であり、 $\hat{\gamma}(t)$ は、時刻 t に受信機において測定された特性値であり、 $T_x(t)$ および $T_x(t+t')$ は、それぞれ、時刻 t および時刻 $t+t'$ に受信された信号の送信電力を表す信号である請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

目標値 $C(t)$ が次式

【数 2】

$$C(t) = \frac{\gamma_{ref}}{\hat{\gamma}(t)} \frac{1}{\Pi C}$$

20

から生成され、上式において、 γ_{ref} は、基準特性の値であり、 $\hat{\gamma}(t)$ は、時刻 t に受信機において測定された特性値であり、 C は、前に発行されたが、送信機によってまだ登録されていない目標値または目標値の積である請求項 3 に記載の方法。

【請求項 6】

受信機によって送信機に送信される目標値が、情報または信号データと同時に送信される請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

受信機から送信機に送信されるデータが、デジタルデータのセルまたはパケットの形式になっており、各目標値が、前記セルまたは前記パケットのヘッダ中に伝送される請求項 6 に記載の方法。

30

【請求項 8】

送信機 (40) から受信機 (44) に送信される情報が、セルまたはパケットによって伝送されるデジタル情報であり、受信信号の特性が、各セルにおいて決定される請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

送信機から受信機への、または前記受信機から前記送信機への情報のトラフィックフローが、散発型のものである請求項 1 に記載の方法。

40

【請求項 10】

送信機 (40) もまた、受信機 (44) から情報を受信するものとされ、かつ前記受信機は、前記送信機に情報を送信するものとされるので、前記受信機の送信電力が、前記送信機から供給される目標値から制御される請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

受信機 (44) もまた、送信機 (40) に信号を送信するので、やはり、目標値を生成するための手段 (58') を有し、前記手段 (58') が、

すでに生成され、前記送信機に送信されているが、伝搬遅延のために前記送信機によって、まだ受信されておらず、考慮に入れられていない目標値を記憶するためのメモリ手段 (70) と、

50

前記未受信の目標値を更新するための手段と、
前記受信信号の特性（ $\hat{}$ ）と基準特性（ $r_{e f}$ ）の間での比較のための手段とを含み、

さらに、前記受信機が、前記受信信号の送信電力を表す値を記憶するためのメモリ手段（70）を含み、前記記憶された代表的値が、前記受信機から前記送信機に信号が送信されるたびに毎回、更新される請求項1に記載の通信方法を実施するように構成された受信機。

【請求項12】

前記受信機が容量 t' を有する巡回メモリ（70）をさらに含み、 t' が、受信機から送信機までの伝送遅延 t_p と、送信機において計算される処理時間 t_e と、送信機から受信機までの伝送遅延時間 t_p との合計である請求項11に記載の受信機。

10

【請求項13】

制御局（20）および複数の端末（16、18）が設けられており、端末と制御局が衛星を介して通信を行う、衛星ベースの通信システムへの請求項1に記載の方法の適用方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

本発明は、受信機によって受信された信号が実質的に一定の品質を有するように送信機の電力を制御するための方法に関する。

【0002】

本発明は、一般的に、送信機 - 受信機信号伝搬チャネルが、変動するゲインを有する通信システムに関する。

20

【0003】

これは、詳細には、限定はしないが、送信機と受信機の間での信号の伝搬が、例えば、天候の変化に起因して変動する衛星ベースの通信システムに関する。

【0004】

そのようなシステムでは、伝送チャネルのゲイン変動は、主に、雨、シンチレーション、およびマスキングによって引き起こされる。こうした変化は、良好な条件下での伝送と比較して、受信信号の急な減衰を引き起こす。シンチレーションは、加法結合および減法結合を引き起こす信号の複数パスからもたらされる。マスキングは、アンテナが、衛星などの移動するソースを追跡するとき、および障害物が、伝送信号のパス上に位置しているときに発生する。

30

【0005】

さらに、受信信号の雑音は、伝搬条件の変化によって、あるいは雑音ソース（それが送信機から来るものであれ、外部干渉から来るものであれ）が可変であることに起因して変化する可能性がある。

【0006】

通信システムは、最低限のサービス品質を保証しなければならない。例えば、デジタル信号の伝送では、この条件は、ビット誤り率が常に要求レートよりも小さいことを必要とする。この要件を満たすために、受信信号の信号対雑音比は常に所定値よりも大きくなければならない。

40

【0007】

この問題を解決するため、最も一般的な解決法は、送信電力に十分な値を割り当てて、送信機と受信機の間での接続に関わらず、得られた信号対雑音比が常に少なくとも最低値に等しいようにすることである。しかし、この解決法は、一般的に、十分ではない。なぜなら、これは、送信機に対して過度な電力を供給することを意味し、これは、送信機がその一部を成すシステムの伝送容量を制限することにつながるからである。実際、伝送が、いくつかの送信機からの伝送を中継する衛星を介して行われるとき、この衛星で利用可能な電力は、限られており、1つの送信機に高い電力を供給することは、他の送信機に利用可能な電力を低減する。言い換えれば、したがって、この衛星によって中継され得る送信機の

50

数が減少する。したがって、この送信電力は、過度である。

【 0 0 0 8 】

送信機電力の変化または雑音レベルの変化の問題に対する別の解決法は、調整である。送信機電力は、受信機によって制御される。この目的で、受信信号の信号対雑音比を決定する。この比率を基準値と比較して、次に、その比較結果から、受信機から送信機に送られる目標値が生成される。前記目標値の目的は、送信機の電力を修正して、送信信号が受信機に、伝送チャンネルでの伝搬の後、その信号対雑音比が、基準信号に等しい信号を供給するようにすることである。

【 0 0 0 9 】

受信機において、信号対雑音比を基準と比較するには、一般的に、比較の前に、伝送チャンネルからの雑音を制限するため、低域通過フィルタリング型の信号対雑音比の測定の平滑化を実行する。

10

【 0 0 1 0 】

こうした調整の実施は、伝送での、および/または送信機から受信機への、および受信機から送信機への信号の処理の相当な遅延が起きた場合、解決が困難な問題を生む。実際、送信機によって受信される目標値は、受信機による目標値の送信と送信機によるその受信との間でシフトした可能性のある状況を修正することを目的とし、この状況は、送信機によるデータ信号の送信（目標電力値を適用する）と受信機によるその受信の間へと、さらに拡大する可能性がある。要求された修正の時点とそれが受信機によって受信される時点の間にあるこの遅れは、伝送チャンネルゲイン、すなわち、本例での伝搬条件が、伝送時間中に相当に変化するとき、電力を調整することを不可能にする。

20

【 0 0 1 1 】

これを補う問題は、散発的 (s p o r a d i c) なトラフィック (すなわち、可変スループットを有する) を有する通信システムの場合、および/または目標値が、受信機から送信機に、送信すべき実際の情報とともにのみ送信される場合、悪化する。

【 0 0 1 2 】

本明細書では、受信機が、送信機にデータを送信する送信機であり、その場合、送信機が受信機として機能する A T M (「非同期転送モード」) などの非同期伝送システムの例を開示する。この場合、目標値は、受信機から送信機に送信される (情報または信号の) データパケットまたはセルとともにのみ送信される。このトラフィックは、散発的であるので、一方では、目標電力値の送信機への適用と、他方では、受信機においてこの目標値を生成するイベントの間で経過する時間は、可変であって、高い値に達する可能性がある。さらに、送信機と受信機の間でのトラフィックの散発性は、送信の時点と受信機での受信の間に可変の時間を生む。

30

【 0 0 1 3 】

特に、「マルチメディア」型伝送システムでは、データトラフィックは、変動の大きいスループットを呈する。例えば、電子メールの伝送は、ビデオデータの伝送よりもずっと小さなスループットですむ。

【 0 0 1 4 】

本発明は、送信機の電力を制御するための方法に関し、また前述の問題に対する非常に単純な解決法を提供する。

40

【 0 0 1 5 】

本発明による方法は、受信機が送信機から情報を受信したときはいつでも、送信機が、一方では受信信号と基準との比較により、他方では受信情報が送信された電力に応じて、また最後に、他方では前に送信されたが、伝送遅延のために受信情報内に記録されていない目標値に、応じて提供することを要求される目標電力定格をその受信機が決定することを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

送信機電力は、受信機によって知られている。なぜなら、受信機が、目標値を介して、送信機電力を決定するからである。

50

【 0 0 1 7 】

目標送信電力値が、送信機によって登録された後、その規定電力は、前に受信済みの目標値を考慮に入れることになる。したがって、この制御は、不安定性なく動作することが可能である。

【 0 0 1 8 】

受信機から送信機へのトラフィックの散発性からもたらされ得る難点は、目標値の伝送の時間が受信機で知られており、受信機がこれを考慮に入れて、後続の目標値を生成することができることで解決される。

【 0 0 1 9 】

また、送信機から受信機へのトラフィックの散発性も、悪影響を持たない。なぜなら、送信機の電力が、受信機によって決定され、受信機は、常時、自らが受信する信号の送信電力を知っているからである。

10

【 0 0 2 0 】

したがって、この方法は、伝送および処理の遅延からもたらされ得る不安定性および機能不良を克服する。

【 0 0 2 1 】

一実施形態では、送信機の電力を表す信号が、受信機から送信機への伝搬時間 t_p と、目標値が送信機によって処理または確認されるのにかかる時間 t_e と、送信機から受信機への伝搬時間 t_p との合計に等しい時間 t' の間記憶される。この時間 t' は既知であり、一般的に、不変である。次に、電力定格を表す信号が、受信機から送信機に目標値が送信されるたびに毎回、更新される。新しい情報が受信機によって受信される一方で、前に生成された目標値が送信機に送信されていない場合、受信された新しい情報から生成された新しい目標値が、送信されていない目標値に取って代る。

20

【 0 0 2 2 】

好ましい実施形態では、受信信号の特性は、下記のとおり決定される。この受信信号の瞬時信号対雑音比を測定して、信号対雑音比をその受信信号の送信電力で割り、除算の結果を平滑化して（例えば、低域フィルタを適用することによって）、この平滑化した除算信号に受信信号の送信電力を掛ける。

【 0 0 2 3 】

平滑化の効果は、本質的に、信号の雑音を抑えることである。実際、スペクトル全体にわたって分散した雑音を相当に抑えることが可能であり、フィルタリングによって、エネルギースペクトルの低域だけが残る。

30

【 0 0 2 4 】

信号対雑音比を受信信号の前記送信電力で割ったものに対して実行したこの平滑化は、調整の品質を相当に改善することを可能にする。実際、測定される瞬時信号対雑音比の分子は、伝送チャネルの減衰（またはゲイン）（この例では、マイクロ波伝搬）によって出された信号の積であり、この積に対して平滑化を実行した場合、電力変化が積分されることになり、これは、伝送チャネルゲインの突然の変化があると、平滑化された信号対雑音比の振動を引き起こすことになる。測定した信号のこうした振動は、測定した信号対雑音比の、実際の値に対する不適当な値を供給することになり、過度の目標値をもたらす。

40

【 0 0 2 5 】

したがって、受信信号の信号対雑音比を送信電力で割ったとき、こうした振動は、ほぼ、克服され、受信信号特性の測定の正確さを向上させ、したがって、過度ではない値を送信電力に与える。

【 0 0 2 6 】

この機構は、前に生成され、記憶されている目標値から目標値を生成することに関与する機構とは独立に使用することができる。

【 0 0 2 7 】

言い換えれば、本発明は、受信信号の送信電力を使用して、送信機の電力目標値を生成することにある。受信信号の送信電力を表す信号を、前に生成された目標値とともに使用し

50

て、新しい目標値を決定することができる。この信号は、受信信号の送信電力を表し、測定する信号対雑音比の前記振動を制限するために、独立に、または組合せて使用することができる。特に、目標値を生成するには、前に生成された目標値を使用することが、常に必要不可欠であるわけではない。これは、特に、例えば、伝搬時間が、かなり短いとき、または目標値が、受信機から送信機に対して、かなり低い周波数で送信されているとき、または各セルが、送信された電力に関する情報を含むときに該当する。

【 0 0 2 8 】

情報が受信機から送信機に送信される通信システムでは、目標値が、この情報とともに送信されるので、受信機から送信機への送信電力と同様の制御システムを提供することが好ましい。この場合、受信された送信電力は、送信機によって制御されることになる。言い換えれば、この状況では、受信機と送信機のそれぞれが、送信と受信の二重機能を果たす。

10

【 0 0 2 9 】

本発明は、送信機が情報を、受信機に対して、この受信機によって供給される目標値に応じて変化する電力で、送信する通信方法を提供し、この目標値は、受信信号の特性と基準特性との比較によって確立され、目標値の目的は、受信信号の特性が常に基準特性に等しいかまたはそれと同じになるレベルに、送信機の電力を維持することである。この方法は、送信機と受信機の間での信号の伝送で遅延が与えられると、受信機において、情報が受信されたときはいつでも、一方では受信信号の特性と基準特性との比較から、他方ではその受信信号の送信電力を表す信号から、目標値が生成されることを特徴とする。

【 0 0 3 0 】

20

一実施形態によれば、目標値は、前に生成され、送信機に送信されたが、送信機が、伝送遅延のために登録することのできなかつた目標値から生成される。

【 0 0 3 1 】

一実施形態によれば、特性は、受信機での平滑化した信号対雑音比であり、受信信号の瞬時信号対雑音比を決定し、これをその受信信号の送信電力を表す信号で割って、この比率を平滑化し、この平滑化した比率にその受信信号の送信電力を表す信号を掛け、この乗算の結果が、基準に対して比較される特性となる。

【 0 0 3 2 】

一実施形態によれば、受信機での、受信信号の送信電力を表す信号の、時刻 t での更新が、受信機から送信機への目標値の送信の後、時間 t' が経過した後に行われ、この時間 t' は、受信機から送信機への伝送遅延 t_p の時間、処理または送信機における目標値の確認の時間 t_e 、および送信機から受信機への伝送遅延時間 t_p の和に等しく、この更新は、前に記憶された電力に時刻 t に送信された目標値を掛けることにある。

30

【 0 0 3 3 】

一実施形態によれば、目標値 $C(t)$ は、次式

【 0 0 3 4 】

【数 3】

$$C(t) = \frac{\gamma_{ref}}{\hat{\gamma}(t)} \frac{T_x(t)}{T_x(t+t')}$$

40

から生成される。ここで、 γ_{ref} は基準特性の値であり、 $\hat{\gamma}(t)$ は、時刻 t で受信機において測定される特性の値であり、 $T_x(t)$ および $T_x(t+t')$ は、それぞれ、時刻 t および $t+t'$ で受信された信号の送信電力を表す信号である。

【 0 0 3 5 】

一実施形態によれば、目標値 $C(t)$ は、次式

【 0 0 3 6 】

【数 4】

$$C(t) = \frac{\gamma_{ref}}{\hat{\gamma}(t)} \cdot \frac{1}{\Pi C}$$

から生成される。ここで、 γ_{ref} は、基準特性の値であり、 $\hat{\gamma}(t)$ は、時刻 t に受信機で測定された特性の値であり、 C は、前に送信されたが、まだ送信機によって登録されていない目標値または目標値の積である。

【0037】

一実施形態によれば、受信機によって送信機に送信された目標値は、情報または信号データと同時に送信される。

【0038】

一実施形態によれば、受信機から送信機に送信されるデータは、セルまたはパケット内のデジタルデータの形式になっており、各目標値が、そのセルまたはパケットのヘッダで伝送される。

【0039】

一実施形態によれば、送信機から受信機に送信された情報が、セルまたはパケットで伝送されるデジタルデータであり、受信信号の特性は、各セルにおいて決定される。

【0040】

一実施形態によれば、送信機から受信機への、または受信機から送信機への情報のトラフィックは、散発型のものである。

【0041】

一実施形態によれば、送信機の目的は、受信機から情報を受信することでもあり、また受信機の目的は、情報を送信機に送信することでもあるので、受信機の送信電力制御は、送信機によって供給される目標値から実行される。

【0042】

さらに、本発明は、本発明の通信方法を実施する受信機を提供する。この受信機もまた、信号を送信機に送信するので、これは、目標値を生成するための手段と、受信信号の送信電力を表す信号を記憶するための手段とを含み、記憶されていた、受信信号の送信電力を表す信号値の更新が、信号が受信機から送信機に送信されたときはいつでも行われる。

【0043】

一実施形態によれば、受信機は、容量 t' の巡回メモリを含み、ここで、 t' は、受信機から送信機までの伝送遅延 t_p と、送信機における処理時間 t_e と、送信機から受信機までの伝送遅延 t_p との合計である。

【0044】

最後に、本発明は、制御局および複数の端末が設けられており、その端末と制御局が衛星を介して通信を行う、本発明による衛星ベースの通信システムによる通信方法の適用方法を提供する。

【0045】

本発明の他の特徴および利点は、付随する図面を参照する、そのいくつかの実施形態の説明に照らして、より明確となる。

【0046】

図に関連して説明する例は、地球の表面が、ゾーン 10 に分割される（図 1）通信システムに関し、このゾーンのうちの 1 つだけを図で示している。各ゾーン内には、一方では中央コントロールあるいは接続局 20 が存在し、他方では端末あるいは加入者局 16、18 などが存在する。

【0047】

端末 16、18 などは、低軌道または中軌道の衛星 14 を介して相互に通信を行う。この例では、衛星の高度は、およそ、1500 km である。この衛星 14 は、軌道 12 を通って移動し、そこには、他の衛星が配置されている。地球をカバーするため、または地球の大部分をカバーするために、いくつかの軌道 12 が設けられている。

【0048】

10

20

30

40

50

衛星14が、ゾーン10の視界から外れると、例えば、同一軌道12上の次の衛星(図示せず)が、通信を受け継ぐ。

【0049】

制御-接続局20は、端末16、18などの間の通信制御を保証する。特に、制御-接続局は、各端末に対して、周波数リソース、電力リソース、および符号リソースを割り当てる。この目的で、局20は、各端末と、やはり衛星14を介して通信を行う。

【0050】

端末間の通信は、局20を介して実行される。言い換えれば、端末16が端末18と通信を行うとき、端末16が、衛星を介してデータを局20に送信し、局20が、このデータをやはり衛星を介して、端末18に再伝送する。

10

【0051】

局20は、地上ネットワーク20に接続され、この例では、ATM型のものである。局20は、ATMスイッチ34を介して、広帯域ネットワーク36、狭帯域ネットワーク38、およびサーバ28に接続されている。狭帯域ネットワーク38は、ユーザ30およびサーバ24の接続を可能にする。同様に、広帯域ネットワーク36は、ユーザ32およびサーバ26の接続を可能にする。

【0052】

非同期伝送型のこうした通信システムは、高い容量でデータの高速スループットを可能にし、また伝送による遅延を短くすることを可能にする。

【0053】

20

特に、ATM型の非同期ネットワークでは、データは、デジタル形式になっており、ATM規格の場合、384ビット(または記号)のデータおよび40ビット(または記号)のヘッダを含んだパケットまたはセルに編成されている。

【0054】

本発明によって対処される問題は、制御局20から端末16、18への、また端末16、18から制御局への各通信に、ちょうど必要なだけの電力リソースを割り当てて、信号対雑音比が、仕様を満たすようにすることである。したがって、通信は、必要なサービス品質を有し、過度な電力消費なしに、所定限界よりも小さいビット誤り率を保証する。実際、出力電力は、ちょうど必要量でなければならない。なぜなら、衛星内で利用可能な電力は限られ、ある通信がより多くの電力を必要とする場合、過度の電力が他の通信電力の削減になるからである。

30

【0055】

さらに、端末は広く使用される装置であり、その価格はできる限り低くなければならない、好ましくは、低電力であればよい。

【0056】

送信電力を制御するため、信号対雑音比を受信側で決定し、送信電力を調整して、信号対雑音比が、基準値に等しいようにする。

【0057】

衛星ベースの送信システムの場合、受信機によって受信される電力は、特に、気象条件のランダムな変化に起因する伝搬条件の変化により、大幅に変化する可能性がある。特に、伝搬は、晴天に比し雨天のとき、相当に劣化する。また、伝搬は、シンチレーションおよびマスキングのため悪化する。

40

【0058】

また、伝搬条件は、雑音を導入する可能性があり、その雑音ソースは、様々な特性を呈し得る。熱雑音の他、雑音の原因は、特に、隣接ゾーンに対する同一伝送周波数の使用による干渉または他の伝送システムによる妨害であり得る。

【0059】

受信側における信号対雑音比に応じた送信電力制御は、衛星ベースの送信システムの場合、受信機によって送信機に送信される目標値の伝搬遅延のため、また送信機から受信機への信号の伝送遅延のため、解決するのが困難な問題をもたらす。

50

【 0 0 6 0 】

この例では、端末から制御局への、また、逆に、制御局から端末への信号伝搬遅延は、25ミリ秒のオーダーである。この遅延は、バッファメモリによって、一定に保たれる。実際、前記実伝搬時間は、端末と制御局の間の伝搬距離を変化させる、ゾーンに対する衛星の偏移のため、常に変化する。ただし、システム管理を円滑にするため、この遅延は、前記バッファを使用して、一定レベルに保たれる。

【 0 0 6 1 】

さらに、信号対雑音比は、受信セル上で測定されるので、その測定周波数は、トラフィックに依存し、このトラフィックは、前記の型のマルチメディア通信システム内では、本質的に変化する。例えば、セルの伝送周波数は、電子メールの場合、イメージまたはプログラムの伝送の場合よりも低い。

10

【 0 0 6 2 】

さらに、受信機から送信機への電力目標値の送信は、セルの送信と同時に進行されるのが望ましい、なぜなら、この目標値は、少数のビットのみを必要とするので、この目標値の送信のためだけに1つのセル全体を使用しないことが好ましいからである。したがって、この目標値を送信するために、受信機から送信機に情報（データまたは信号）を送信しなければならなくなるまで待つことが必要である。このトラフィックの散発性は、調整の困難さをさらに増大させる。なぜなら、非決定論的、すなわち予測不可能な遅延をもたらすからである。

【 0 0 6 3 】

したがって、これに使用する従来の制御システムは、正しく動作することができない。そのようなシステムを図2に示す。この図は、送信機40が、受信機44から目標値を受信する入力42を含むことを示している。受信機44の制御出力46と送信機40の目標値入力42の間の伝送時間が、ブロック48によって表された遅延に対応する。さらに、送信機40から受信機44へのセルの送信は、その逆の送信の場合と同様に、衛星を介して、マイクロ波リンクによって実行される。この送信は、やはり遅延を引き起こすチャンネル50を構成する。受信機44内で、セルが、受信装置52によって受信され、信号対雑音比

20

【 0 0 6 4 】

【 数 5 】

$$\tilde{\gamma} = \frac{E_b}{N_0}$$

30

が常に、受信された各セルに対して計算される（ブロック54）。

【 0 0 6 5 】

チャンネル50によって導入される雑音を制限するため、平滑化を実行する（ブロック56'）、すなわち、この例では、ブロック54によって供給された信号を、低域フィルタに通す。この平滑化した信号対雑音比 $\hat{\gamma}$ は、「決定ブロック」と呼ばれるブロック58で、その入力60で適用される基準値 r_{ref} と比較される。ブロック58は、その出力46から、送信機40に目標値信号を送達して、この送信機が、平滑化した信号対雑音比と基準値 r_{ref} との比較に応じて、その送信電力を調整する。

40

【 0 0 6 6 】

平滑化56'は、送信電力に対する制約を導入する。実際、この平滑化は、入力信号が突然変化すると、測定値の振動を引き起こす。受信された信号対雑音比の実際の振動を反映していないこの振動は、ブロック58に適用され、したがって、振動が起こると、このブロック58は、実際の信号対雑音比が、基準値を下回っていないのに、基準値 r_{ref} より下であり得る値 $\hat{\gamma}$ を受け取る。したがって、送信電力は、通常、この測定振動を考慮に入れた、過度の値の選択をしなければならない。後述するとおり、本発明は、その一態様では、この望ましくない振動を最小限に抑えることを可能にする。

50

【0067】

さらに、図3に関連して説明するとおり、本発明の下で行った研究は、図2に示す制御ループでの遅延が、このループの正しい動作を妨げることを明らかにし、またこの研究は、制御の機能不良を理解するのを助け、これに対する解決法を提案している。

【0068】

本プロジェクトでは、単純化した例を考察しており、 P_0 が、通信の開始時に、値1を有し、チャンネル50が、時間の経過とともに連続的に増大する減衰を呈し、この減衰が、時間単位毎に係数 α だけ増大することを想定している。言い換えれば、1時間単位の終わりには、電力は、係数 α だけ減衰し、2時間単位の終わりでは、受信電力は、係数 α^2 だけ減衰し、 n 時間単位の終わりでは、電力は、係数 α^n だけ減衰する。さらに、この例では、送信機から受信機への、および受信機から送信機への伝搬時間が、1時間単位であり、目標値は、受信機44によって、受信されてから1時間単位後に発行され、同様に、送信電力も、送信機による目標値の受信から1時間単位後に更新される。最後に、雑音 N_0 の値は、この単位の値であると想定する。

10

【0069】

上方の線62(図3)は、時間に対する送信機40の電力 P_0 の変化を表し、その時間単位が、受信機を表す下方の水平線64上に、0から15までマークされている。

【0070】

線64の下には、時間単位ごとに測定された信号対雑音比の値 γ が表され、最後の線が、受信機によって送信機に送信された目標値を表している。

20

【0071】

時刻0で、送信機が、電力1で送信する。時刻1で、受信機が、電力 α を受信する(時間単位ごとの減衰 α のため、送信機から受信機への送信は、その減衰に言及して、上から下への斜めの矢印によって表されている)。これらの条件で、受信機は、この減衰を補うために、増加目標値を発行する。この目標値は、したがって、逆比率、すなわち α^{-1} での増加要求である。ただし、この目標値は、前述の遅延のために、時刻4になってから送信機によって登録される。この条件では、時刻1で、送信電力は、まだ1であり、時刻2、3、4で受信される電力(この場合、 α に等しい)は、それぞれ、 α^2 、 α^3 、 α^4 であり、これは、これらの時点で、それぞれ、送信値 α^{-2} 、 α^{-3} 、 α^{-4} をもたらす。時刻5で、受信機は、電力 α^5 、 $\alpha^{-1} = \alpha^4$ 、したがって目標値 α^{-4} を受信する。この時点5で、送信電力は、 α^{-3} であり、これは、時刻6での受信電力 α^3 をもたらす。

30

【0072】

この動作モードは、送信電力の明らかな不安定性を示している。例えば、時刻14で、送信電力は、それが α^{-11} であるべきところ(前述の遅延を考慮すると)、 α^3 である。

【0073】

この機能障害は、目標値が、伝送および処理の遅延のために送信機によって確認されなかった前の目標値を考慮に入れずに、毎回、受信信号に応じて生成されていることに起因する。

【0074】

例えば、図3は、時刻6に受信機によって送信された目標値が、値 α^{-3} を有することを示している。ただし、この目標値は、時刻9に送信機によって実行されることになり、時刻6で受信された信号が、一方では、時刻5で発行された信号に対応し、他方、時刻6、7、8では、送信機が、時刻5に対して電力を変更していることを考慮に入れていない。

40

【0075】

図4は、前記2つの問題を解決する、すなわち、一方では測定されるパラメータの振動を最小限に抑え、他方では受信機で実行される測定に応じた送信電力の適切で、確実に、かつ強力な制御を実行する制御設計を図示している。

【0076】

この図4では、図3のものに対応する要素に、同じ参照番号が付いている。図4に図示する構成は、図2に図示するものとは、本発明による受信機44内でフィルタリングプロッ

50

ク56'および目標値送信ブロック58'を制御するために、ブロック70が設けられていることが異なっている。

【0077】

ブロック70を使用して、セルが発行された電力を相対値で決定することができ、このセルについて、ブロック54で、信号対雑音比が瞬時的に計算される。

【0078】

ブロック54、56'、58'で受信され、測定され、処理されるセルが発行された電力を表す信号は、受信機44内で決定することができる。なぜなら、受信機が、送信機40の電力を決定するからである。

【0079】

セルが発行された電力を決定するために、受信機44によって送信機40に前に送信された目標値が、考慮に入れられる。

【0080】

言い換えれば、図2および3に図示する状況とは反対に、受信機によって送信機に送信された目標値は、受信信号とセルの送信電力の両方を考慮に入れる。

【0081】

さらに、所定の時点で要求された電力目標値は、受信機によって前に送信されたが、送信機によってまだ確認されていない目標値を考慮に入れる。本発明は、したがって、目標値の生成と送信機によるその確認の間での不可避な遅延にもかかわらず、制御を安定させる。

【0082】

ブロック70(図4)は、ブロック56'の入力に接続された出力72を提供し、ブロック56'に、ブロック56'でフィルタリングされるセルが発行された電力 T_x の値を表す情報を送達する。

【0083】

このブロック56'で、フィルタリングに先立って、ブロック54によって送達された信号

【0084】

【数6】

$$\tilde{Y} = \frac{E_b}{N_0}$$

を送信電力値 T_x で割る。

【0085】

$E_b = G T_x$ であるので、ブロック56'でフィルタリングされた信号は、信号 G / N_0 であり、ここで、 G は、チャンネル50のゲイン(または減衰)である、すなわち、伝送チャンネル減衰信号対雑音比だけに対応する。このシステムは、ゲイン勾配 G の変化中、フィルタリングされた信号の振動を緩和するように構成されている。このようにして、送信信号の電力を、振動が発生する場合と比較して、抑えることができる。

【0086】

最後に、ブロック56'は、平滑化した信号 G / N_0 に送信電力の値 T_x を掛け、この信号をブロック58'で基準 r_{ref} と比較できるようにする。

【0087】

さらに、ブロック70は、判断ブロック58の入力/出力76に接続された入力/出力74を含む。この判断ブロックは、出力46上に発行される電力目標値を生成し、またブロック70の入力74上に、いつその目標値が送信されるかについて、すなわち、出力46が目標値を送信機に送信する時刻についての情報を供給する。

【0088】

目標値を生成するため、ブロック58'は、前に発行され、伝搬および処理の時間のため

10

20

30

40

50

に受信セルによって考慮に入れられていないすべての目標値を登録する。より詳細には、ブロック54、56'、58'で処理される受信セルは、時刻 $t - t'$ までに発行された目標値を考慮に入れ、時刻 $t - t'$ と t の間に発行された目標値は考慮に入れない。 t は、現時点であり、 t' は、受信機44から送信機40までの信号伝搬時間 t_p と、送信機40内での処理時間 t_e と、最後に、送信機40から受信機44までの信号伝搬時間 t_p との合計である。

【0089】

時間 t' は、固定値を有する。なぜなら、一方では前述のとおり、固定値がバッファの故に伝搬時間 t_p に与えられ、他方では送信機40内での処理時間 t_e も一定だからである。

10

【0090】

受信機（または送信機）による送信と送信機（または受信機）による受信の間に一定の伝送時間を課すようなバッファが提供されない場合でさえも、各時点で時間 t_p は既知である。なぜなら、送信機および受信機と衛星の間の距離も、各時点で既知だからである。

【0091】

時刻 t で、受信セルが発行された電力を決定するためには、時点 $t - t'$ での要求電力目標値（出力46上の信号による）が判ればよい。

【0092】

現行の例では、出力46上に発行された信号は、乗率である。例えば、時刻 t で、もし送信機の電力が P_0 であれば、目標値は、数値 C_1 で、したがって、時点 $t + t'$ で受信セルは、電力 $P_0 C_1$ である。この例は、時点 $t - t'$ と時点 t の間で、目標値が発行されていない場合にのみ当てはまる。この時間間隔中に、他の目標値、例えば、 C_2 、 C_3 が発行されている場合、この場合では、時刻 $t + t$ に受信セルの送信電力は、 $P = P_0 C_1 C_2 C_3$ になるが、発行される目標値は、やはり C_1 である。

20

【0093】

したがって、各受信セルの送信電力は、時点 $t - t'$ までに発行された目標値の積が既知であれば、任意の時刻で知ることができる。初期設定で送信機の送信電力を知ることが、必要不可欠ではない。電力の変化だけ、すなわち、目標値の変化だけを知る必要がある。

【0094】

説明した実施形態では、ブロック70のメモリのサイズを制限するために、要求された電力は時刻 $t - t'$ と t の間だけ、メモリ内に保持され、これは、時刻 t と $t + t'$ の間に受信されたセルの送信電力に対応する。

30

【0095】

現行の例では、目標値は、受信機44から送信機40に（情報または信号の）通信が確立されたときにだけ発行される。ここで、「通信」とは、任意のタイプの情報の伝送を指し、実際のデータの伝送と、衛星の変化、衛星の位置を示すデータまたは検証データなどの信号データの伝送の両方を包括する。

【0096】

この場合、目標値は、通信セルのうちの1つのヘッダで発行される。したがって、目標値の伝送は、必ずしも即時である必要はない。したがって、前に分析されたセルに相当する目標値が、送信機40に対して発行されていないのに（その間、受信機から送信機へのトラフィックが発生しなかった）、セルが受信機44によって受信されることが起り得る。この状況では、受信された最後のセルから生成された新しい目標値が、前の目標値に取って代る。

40

【0097】

前述のすべての説明に照らせば、各セルの受信の後にブロック58'によって形成される目標値 $C(t)$ の値は、次のとおりである。

【0098】

【数7】

$$(1) \quad C(t) = \frac{\gamma_{ref}}{\hat{\gamma}(t)} \cdot \frac{T_x(t)}{T_x(t+t')} = \frac{\gamma_{ref}}{\hat{\gamma}(t)} \cdot \frac{1}{PC}$$

上式において、 $C(t)$ は、目標値、すなわち、乗率であり、 γ_{ref} は、ブロック 58' の入力 60 に適用される基準値であり、 $\hat{\gamma}(t)$ は、ブロック 58' の入力に適用されるフィルタリングブロック 56' の出力信号であり、 $T_x(t)$ は、時刻 $t - t_p$ での送信機電力の時刻 t における、ブロック 70 でのイメージであり、 $T_x(t+t')$ は、時刻 $t+t' - t_p$ での送信機電力の時刻 $t+t'$ におけるイメージである。このイメージは、時点 t で既知である。なぜなら、それは、この時点までに受信機によって発行された目標値に依存するからである。

10

【0099】

比率

【0100】

【数8】

$$\frac{T_x(t)}{T_x(t+t')}$$

は、受信機によって発行され、送信機によってまだ考慮に入れられていない電力目標値の積の逆数に対応する。実際、これらの前に生成された目標値を何回も考慮に入れる必要はない。 C が、上記式 (1) でのこの積である。

20

【0101】

さらに、値 T_x (送信電力のイメージ) は、目標値が発行されたときはいつでも、ブロック 70 のメモリ内で更新され、ブロック 70 は、この伝送について入力 76 の信号によって知る。この更新は、目標値の伝送後に時間 t' が経過した後、前の値 T_x に発行された目標値を掛けることを含む。言い換えれば、時刻 t で、時刻 $t_1 = t - t_p - t_r$ (t_r は、受信機における測定および目標値の生成の持続時間である) に発行されたセルの電力に基づいて、目標値が生成され、時刻 t に発行された目標値が、送信機によって時刻 $t_1 + t' + t_r$ に適用されて、時刻 $t_1 + t' + t_p + t_r = t + t'$ になってはじめて、受信機によって受信されることになる。こうした条件下で、電力 T_x を更新するために、下記の手順にも従う。目標値が時刻 t に出力 46 でセルによって送信されたとき、ブロック 70 に記憶されている電力 T_x を時刻 $t+t'$ に更新する。時刻 $t+t'$ での更新は、記憶している値 T_x に時刻 t で発行された目標値を掛ける。

30

【0102】

前述のとおり、前の目標値が発行されずに、受信セルに基づいて新しい目標値が生成されたとき、新しい目標値が、送信され得なかったものにとって代る。

【0103】

動作モードの一例を図 5 に図示しており、図 3 に類似している。

【0104】

図 3 と同様に、この図は、その初期電力が値 1 を有し、毎時間単位に係数 α だけ伝送チャンネルに減衰がある送信機を考慮している。送信機と受信機の間での伝送時間は、いずれの方向でも、1 時間単位である。受信機における処理時間も、1 時間単位である。他方、図 3 に関して、単純化のため、送信機における処理時間は、わずかであると想定した。上方の線 100 は、送信機によって送信される電力の時間の経過に伴う変化を示す。下方の線 102 は、受信機を表す。この線の下領域は、時間の経過にともなう値 $\hat{\gamma}$ の変化を示す。また、時間の経過にともなう、電力 $C(t)$ に関する目標値の変化、ブロック 70 で形成される送信機 40 の電力イメージ T_x の変化、そして、最後に、受信機 44 によって送信機 40 に送信されたが、送信機 40 によってまだ登録されていない電力目標値の変化も示されている。

40

【0105】

所定の時刻 t で、電力 P_e のイメージ T_x は、時刻 $t - t_p$ (現行の例では、 $t - 1$) に

50

送信されるセルの電力イメージである。

【 0 1 0 6 】

本動作例では、送信機から受信機へのセルの送信（線 1 0 0 から線 1 0 2 への斜めの線）は、不規則である。したがって、時点 0 と時点 2 の間、時点 4 と時点 7 の間、および時点 1 0 と時点 1 4 の間では、送信は、時間単位当たり 1 セルの速度で実行されるが、他方、時点 2 と時点 4 の間では、2 時間単位が経過し、同じことが、時点 8 と時点 1 0 の間でも当てはまる。同様に、受信機から送信機へのセルの送信（水平破線および線 1 0 2 から線 1 0 0 への斜めの線）。送信は、時刻 2 と時刻 6 の間、および時刻 1 0 と時刻 1 4 の間では、各時間単位で行われる。しかし、時点 6 と時点 1 0 の間では、1 セルの送信は 4 時間単位間隔である。

10

【 0 1 0 7 】

図 5 の場合、前記公式 (1) が、目標値 $C(t)$ を決定するのに使用され、また更新された値 T_x も使用され、時刻 t に存在する値 T_x に時刻 $t - t'$ での目標値を掛ける。この例では、時刻 t' の値は、2 時間単位（処理時間 t_e がゼロであると想定して、伝搬時間の 2 倍）である。

【 0 1 0 8 】

例えば、時刻 7 で、目標値は、次のとおりである。

【 0 1 0 9 】

【数 9】

$$C(7) = \frac{1}{\alpha^4} \cdot \frac{1}{\alpha^{-2}} = \alpha^{-2}$$

20

前記計算で、

【 0 1 1 0 】

【数 1 0】

$$\frac{1}{\alpha^{-2}}$$

は、時刻 7 で最後の線によって示されている、送信機によってまだ受信されていない目標値の逆数である。

30

【 0 1 1 1 】

値 $T_x(t)$ および $T_x(t + t')$ も使用することができる。例えば、下記のとおりである。

【数 1 1】

$$C(7) = \frac{1}{\alpha^4} \cdot \frac{T_x(7)}{T_x(9)} = \frac{1}{\alpha^4} \cdot \frac{\alpha^{-3}}{\alpha^{-5}} = \alpha^2$$

【 0 1 1 2 】

時刻 7 で値 T_x を生成するため、時刻 6 に示されるメモリ 7 0 内に存在する値を考慮して、この値に、時刻 $6 - t'$ 、すなわち時刻 4 に存在する目標値を掛ける。時刻 4 で、目標値は、1 である。したがって、値 T_x は、時刻 7 で α^{-3} に留まる。時刻 9、1 0、1 1 では、値 T_x は、一定に保たれる。なぜなら、時刻 7、8、9（すなわち、時刻 $t - t'$ ）では、目標値が、受信機によって発行されていないからである。

40

【 0 1 1 3 】

このトラフィックの散発性にもかかわらず、また、トラフィックの不規則性にもかかわらず、電力 P_e が、伝搬に起因する減衰（伝搬および処理の遅延にもかかわらず）に正しく従うことは、注目に値する。この不規則性は、また、送信電力変化の不規則性も引き起こす。ただし、そのような不規則性（例えば、時刻 1 0 から時刻 1 1 の）は、制御の安定性に影響を与えない。

50

【0114】

また、この処理が、受信機から送信機までの信号損失などの障害、すなわち、受信機40によって発行された信号が送信機44によって受信されないなどの障害に対して強いことも、注目に値する。

【0115】

図6は、受信機から送信機までのセルの損失の影響を図示している。この例は、図5に表したものと同様である。想定も同一である。

【0116】

この例は、送信機が、それぞれ、時刻7、8、9、10に目標値を受信するはずだったのに、受信機によって時刻6、7、8、9に発行されたセルが、送信機に到達していないことを示している。

10

【0117】

この状況では、電力 P_e は、時刻13ですなわち、受信機から送信機への送信の中断の終りから、わずか2時間単位後に正しい値に到達する。

【0118】

ブロック70の実施形態は、受信セルの送信電力のイメージを記憶し、かつこの電力をクロックまたはタイマを介して更新するための手段を提供する、このクロックまたはタイマは、その値を、目標値の送信時にトリガされ、またその値を、時刻 $t' = t_p + t_e + t_p$ に更新する、この新しい値は、目標値の送信時に、前の値にその目標値を掛けたものを表す。新しいセルの到着時に、受信機から送信機に送信されたセルが無かったために、前の目標値が送信されていない場合、最後に受信されたセルから確立した新しい目標値が、前の目標値に取って代る。

20

【0119】

ブロック70は、例えば、 t' という容量を有する巡回バッファを使用することができる。

【0120】

受信機での電力制御だけを説明してきたが、受信機送信電力が送信機で制御される別の電力制御ループが存在することも容易に理解されよう。

【図面の簡単な説明】

【図1】 衛星による通信システムを示す図である。

30

【図2】 受信機から送信電力を調整する知られている装置を示す図である。

【図3】 図2のシステムの欠点を説明する図である。

【図4】 本発明による制御システムを示す図である。

【図5】 図4に図示したシステムのいくつかの動作上の特徴を説明する図である。

【図6】 図4に図示したシステムのいくつかの動作上の特徴を説明する図である。

【図1】

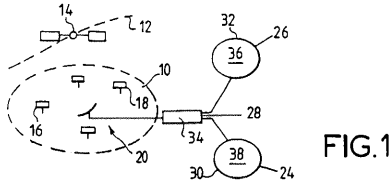


FIG.1

【図2】

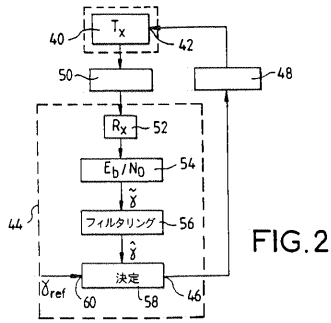
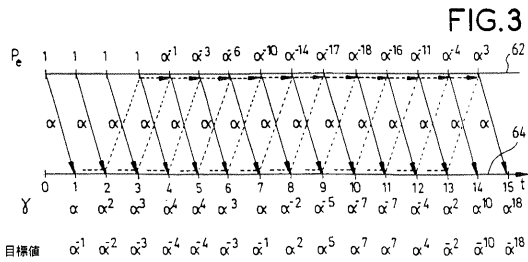


FIG.2

【図3】



目標値

【図4】

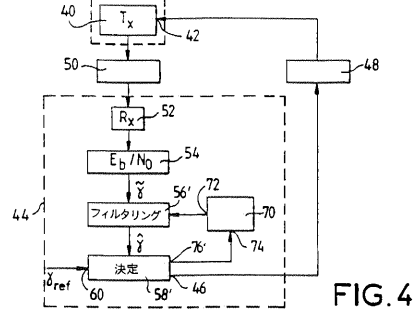
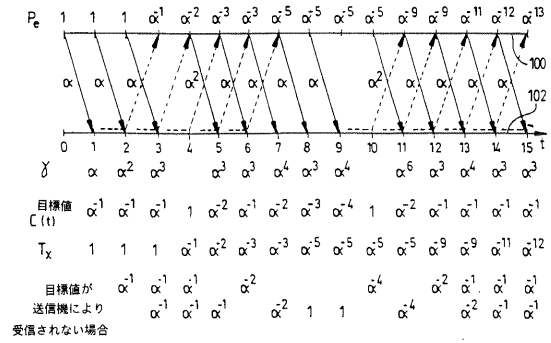


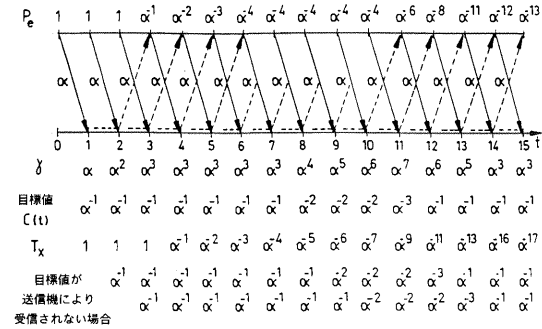
FIG.4

【図5】



目標値が送信機により受信されない場合

【図6】



目標値が送信機により受信されない場合

FIG.6

フロントページの続き

審査官 望月 章俊

- (56)参考文献 特開平10-126337(JP,A)
特開平10-065612(JP,A)
特開平09-186649(JP,A)
特表2001-507173(JP,A)
国際公開第98/023044(WO,A1)
国際公開第98/045962(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

H04W4/00-H04W99/00

H04B7/24-H04B7/26