

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3746210号

(P3746210)

(45) 発行日 平成18年2月15日(2006.2.15)

(24) 登録日 平成17年12月2日(2005.12.2)

(51) Int. Cl.		F I			
GO 1 S	5/12	(2006.01)	GO 1 S	5/12	
HO 4 Q	7/34	(2006.01)	HO 4 B	7/26	1 O 6 A

請求項の数 4 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2001-219468 (P2001-219468)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成13年7月19日(2001.7.19)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2003-35762 (P2003-35762A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(43) 公開日	平成15年2月7日(2003.2.7)	(74) 代理人	110000350
審査請求日	平成16年3月22日(2004.3.22)		特許業務法人 日東国際特許事務所
		(74) 代理人	100068504
			弁理士 小川 勝男
		(74) 代理人	100086656
			弁理士 田中 恭助
		(74) 代理人	100094352
			弁理士 佐々木 孝
		(72) 発明者	水垣 健一
			東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
			株式会社日立製作所 中央研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 位置測定システムおよび位置測定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

移動端末が受信する複数の基地局からのパイロット信号の受信タイミングと、上記各基地局の位置情報およびパイロット信号の送信タイミング情報に基づいて、移動端末の位置を算出する位置測定システムにおいて、

上記移動端末が、リピータ基地局の親局となる基地局から送信されたパイロット信号と上記リピータ基地局から送信された親局と同一のパイロット信号とを尤度判定によって識別するための手段を有し、リピータ基地局からのパイロット信号の受信タイミングと、該リピータ基地局の位置情報およびパイロット信号の送信タイミング情報を利用して、移動端末の位置を算出することを特徴とする位置測定システム。

【請求項2】

前記移動端末が、前記基地局のうちの1つを介して接続された特定のサーバから、前記リピータ基地局を含む該移動端末近傍の複数の基地局の位置情報とパイロット信号の送信タイミング情報を取得することを特徴とする請求項1に記載の位置測定システム。

【請求項3】

それぞれ固有のタイミングでパイロット信号を送信する複数の基地局と、
上記複数の基地局にネットワークを介して接続されたサーバと、
近傍の複数の基地局からパイロット信号を選択的に受信する移動端末とからなり、
上記サーバが、移動端末で検出した複数の基地局からのパイロット信号の受信タイミングと、上記各基地局の位置情報およびパイロット信号の送信タイミング情報に基づいて、

10

20

移動端末の現在位置を算出する端末位置測定システムにおいて、

上記基地局のうちの少なくとも1つがリピータ基地局を有し、

上記移動端末が、リピータ基地局を含む複数の基地局からパイロット信号の受信タイミングを上記サーバに通知するための手段を有し、

上記サーバが、リピータ基地局の親局となる基地局から送信されたパイロット信号の受信タイミングと上記リピータ基地局から送信された親局と同一のパイロット信号の受信タイミングとを尤度判定によって識別するための手段を有し、上記移動端末における上記リピータ基地局からのパイロット信号の受信タイミングと、該リピータ基地局におけるパイロット信号の送信タイミングおよび位置情報を利用して、移動端末の位置を算出することを特徴とする位置測定システム。

10

【請求項4】

移動端末が受信する複数の基地局からのパイロット信号の受信タイミングと、上記各基地局の位置情報およびパイロット信号の送信タイミング情報に基づいて、上記移動端末の位置を算出する端末位置の測定方法において、

リピータ基地局の親局となる基地局から送信されたパイロット信号の受信タイミングと、上記リピータ基地局から送信された親局と同一のパイロット信号の受信タイミングに関して、パイロット信号の送信元を尤度判定によって識別するためのステップと、

上記リピータ基地局を含む複数の基地局からパイロット信号の受信タイミングと、上記各基地局の位置情報およびパイロット信号の送信タイミングに基づいて、上記移動端末の位置を算出するステップとを有することを特徴とする位置測定方法。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、移動端末を利用した位置測定システムおよび位置測定方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

人工衛星から発射される電波を利用したGPSに代わる簡易型の位置測定システムとして、セルラ無線基地局を使った位置測定システムが知られている。特に、送受信信号をPN符号系列によってスペクトル拡散するCDMA(Code Division Multiple Access)方式を採用したデジタル・セルラシステムは、送信側で使用するPN符号系列と受信機側で使用するPN符号系列とを位相的にも一致させる必要があるため、受信側で行うPN符号系列の位相合わせを利用して、各基地局から移動局までの拡散符号の伝搬遅延時間差を測定し、移動局の位置を測定することが可能となる。

30

【0003】

CDMA方式のデジタル・セルラシステムの各基地局は、基準時間 t_0 に対してそれぞれが異なったオフセット時間 t_s でPN符号系列を発生させることにより、同一PN符号系列によるCDMAを実現している。また、各基地局は、PN符号にウォルシュ符号を掛け合わせることににより、複数のチャネルを形成している。移動局と同期をとるためにPN符号が繰り返して送信されるパイロット・チャネルでは、ウォルシュ符号はゼロとなっている。ウォルシュ符号を変えることによって、時刻情報送信用のシンク・チャネルと、発着信時およびハンドオフ用の制御信号の送信に利用される複数のページング・チャネルと、最大64通りのトラフィック・チャネルとが形成される。

40

【0004】

上述したデジタル・セルラシステムにおける移動局の位置測定技術は、例えば、特開平7-181242号公報に記載されている。上記従来技術では、移動局が、基地局毎に予め定められているスペクトル拡散符号(PN符号系列)の差分(PNオフセット)を入手し、複数の基地局からパイロット信号として送信されたスペクトル拡散符号の受信時刻から上記差分(PNオフセット)に対応する時間を減算することによって、スペクトル拡散符号の伝搬遅延時間差を得るようにしている。

【0005】

50

図2は、上記従来技術による測位方法の原理を概略的に示した図であり、MSは移動局、BS1、BS2、BS3は基地局、(X1、Y1)、(X2、Y2)、(X3、Y3)は、基地局BS1、BS2、BS3の位置座標、t0はPN符号系列の送信基準時刻、ts1、ts2、ts3は、各基地局におけるPN符号のオフセット時間、t1、t2、t3は、移動局MSにおける上記各基地局からのPN符号先頭の受信時刻を示している。上記従来技術では、各基地局の位置を(X、Y、Z)の三次元の座標で示しているが、ここでは、簡単化のための二次元空間の座標となっている。

【0006】

未知数である移動局MSの位置を(x、y)とし、基地局BS1、BS2、BS3から移動局MSまでの電波の伝搬時間をそれぞれtp1、tp2、tp3、電波の速度をcすると、次式が成り立つ。

$$(x - X1)^2 + (y - Y1)^2 = (tp1 \times c)^2 \quad \dots (a)$$

$$(x - X2)^2 + (y - Y2)^2 = (tp2 \times c)^2 \quad \dots (b)$$

$$(x - X3)^2 + (y - Y3)^2 = (tp3 \times c)^2 \quad \dots (c)$$

また、各基地局の受信タイミングは、 $t = t0 + ts + tp$ となるので、基地局BS1からのPN符号の受信時刻t1を基準にして、他の基地局BS2、BS3からのPN符号受信時刻の時間差dt2、dt3を式で表すと、次式のようになる。

$$\begin{aligned} dt2 &= (t0 + ts2 + tp2) - (t0 + ts1 + tp1) \\ &= ts2 - ts1 + tp2 - tp1 \quad \dots (d) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} dt3 &= (t0 + ts3 + tp3) - (t0 + ts1 + tp1) \\ &= ts3 - ts1 + tp3 - tp1 \quad \dots (e) \end{aligned}$$

ここで、各基地局の位置座標(X1、Y1)、(X2、Y2)、(X3、Y3)と、PN符号のオフセット時間ts1、ts2、ts3と、受信時刻の時間差dt2、dt3が与えられれば、未知数x、y、tp1、tp2、tp3の値は、上記5つの式(a)~(e)から求めることができる。

【0007】

図3は、上述した原理で位置を測定する特開平7-181242号公報に記載された移動端末(移動局MS)の受信回路の1例を示す。

62は、パイロット・チャンネルで受信されるPN符号の到来タイミングを決定するPN符号検出回路であり、シンク・チャンネル復調器60は、上記PN符号検出回路62が検出したPN符号のタイミングに従ってシンク・チャンネル復号用のPN符号とウォルシュ符号を発生し、シンク・チャンネルデータを復調する。

【0008】

この回路例では、通信中の基地局の位置を示す座標情報とPNオフセットがシンク・チャンネルで受信されることを前提としている。また、各基地局が、自局の座標情報とPNオフセットだけでなく、周辺に位置する他の基地局の座標情報とPNオフセットも上記シンク・チャンネルで送信することを前提としている。ここで、PNオフセットは、各基地局に固有の値となっており、基地局を識別するための情報となる。また、PNオフセットの値に所定の係数を掛けることにより、時刻t0を基準としたPN符号のオフセット時間を算出できる。

【0009】

通信中の基地局がもつPNオフセットは、シンク・チャンネル復調器60に接続されたPNオフセット量抽出回路(上記公報ではPN時間シフト量抽出回路)61で抽出され、基地局別受信タイミング抽出回路(上記公報では基地局別PN符号タイミング抽出回路)63に供給される。また、上記シンク・チャンネルで送信された各基地局の座標情報が、基地局座標情報抽出回路66で抽出され、基地局座標出力回路64でPNオフセットと対応づけて記憶される。

【0010】

10

20

30

40

50

基地局別受信タイミング抽出回路63は、シンク・チャンネル復調器60で復調された基地局(基準基地局)の受信タイミングと、PNオフセット量抽出回路61から受け取ったPNオフセットから基準のタイミングを設定し、PN符号検出器62から与えられる各PN符号タイミングの相関値に基づいて、各基地局と基準基地局との受信時間差 $d t 1$ 、 $d t 2$ 、...を特定する。一方、シンク・チャンネル復調器より得られた基地局座標は、基地局座標出力回路64を介して、位置計算回路65に供給される。また、基地局別受信タイミング抽出回路63から位置計算回路65に、各基地局のPN符号オフセット時間 $t s 1$ 、 $t s 2$ 、...と受信時刻 $t 1$ 、 $t 2$ 、...が供給され、基地局座標出力回路64は、上記基地局座標出力回路64と基地局別受信タイミング抽出回路63から供給されたデータに基づいて、移動局の現在位置を計算する。

10

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

携帯電話システムでは、そのカバーエリアを拡充するために、通常の基地局の他にリピータ基地局が設置される場合がある。リピータ基地局は、アンテナを介して親局と同様の信号を送受信し、ケーブル等によって親局と接続される。リピータ基地局は、屋内や建物密集地域など、親局となる基地局からの電波が届きにくい場所に設置され、移動端末と親局との間で送受信信号を中継する。

【0012】

従来、リピータ基地局は、親局からの送信信号をリピータ基地局圏内に中継しており、パイロット信号も親局と同じものを送信している。このため、リピータ基地局の圏内に位置して、リピータ基地局と親局の両方からパイロット信号を受信した移動端末では、同一の識別信号(パイロット信号)を持つ基地局が複数箇所に存在しているように見える。上述した特開平7-181242号公報に記載された測位システムでは、リピータ基地局についての考慮はなされていない。

20

【0013】

本発明の目的は、リピータ基地局を含む移動無線システムを利用して、移動端末の現在位置を正確に測定できる位置測定システムおよび位置測定方法を提供することにある。

本発明の他の目的は、リピータ基地局と親局の両方から電波を受信した場合でも、移動端末の現在位置を正確に測定できる位置測定システムおよび位置測定方法を提供することにある。

30

本発明の更に他の目的は、リピータ基地局の信号しか受信できない位置にいても、移動端末の現在位置を正確に測定できる位置測定システムおよび位置測定方法を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明では、リピータ基地局の親局となる基地局から送信されたパイロット信号の受信タイミングと、上記リピータ基地局から送信されたパイロット信号の受信タイミングに関して、パイロット信号の送信元を識別し、リピータ基地局を1つの基地局として取り扱って、移動端末の位置測定に利用することを特徴とする。

【0015】

更に具体的に言うと、本発明は、移動端末が受信する複数の基地局からのパイロット信号の受信タイミングと、上記各基地局の位置情報およびパイロット信号の送信タイミング情報に基づいて、現在位置を算出する位置測定システムにおいて、上記移動端末が、リピータ基地局の親局となる基地局からのパイロット信号と上記リピータ基地局から送信されるパイロット信号とを識別するための手段を有し、リピータ基地局からのパイロット信号の受信タイミングと、該リピータ基地局の位置情報およびパイロット信号の送信タイミング情報を利用して、移動端末の位置を算出することを特徴とする。

40

【0016】

本発明の1実施例では、上記移動端末が、基地局のうちの1つを介して接続された特定のサーバから、リピータ基地局を含む該移動端末近傍の複数の基地局の位置情報とパイロ

50

ト信号の送信タイミング情報を取得する。また、上記識別手段が、リピータ基地局の親局となる基地局からのパイロット信号の受信時に検出された受信タイミングについて、パイロット信号の送信元が基地局かリピータ基地局かを尤度判定によって識別する。

【 0 0 1 7 】

本発明の他の特徴は、複数の基地局にネットワークを介して接続されたサーバが、移動端末で検出した複数の基地局からのパイロット信号の受信タイミングと、上記各基地局の位置情報およびパイロット信号の送信タイミング情報に基づいて、移動端末の現在位置を算出する端末位置測定システムにおいて、移動端末が、リピータ基地局を含む複数の基地局からパイロット信号の受信タイミングを上記サーバに通知するための手段を有し、上記サーバが、リピータ基地局の親局となる基地局から送信されたパイロット信号の受信タイミ
10
ングと上記リピータ基地局から送信されたパイロット信号の受信タイミングとを識別し、上記移動端末における上記リピータ基地局からのパイロット信号の受信タイミングと、該リピータ基地局におけるパイロット信号の送信タイミングおよび位置情報を利用して、移動端末の位置を算出することにある。

【 0 0 1 8 】

また、本発明による位置測定方法は、リピータ基地局の親局となる基地局から送信されたパイロット信号の受信タイミングと、上記リピータ基地局から送信されたパイロット信号の受信タイミングに関して、パイロット信号の送信元を識別するためのステップと、上記リピータ基地局を含む複数の基地局からのパイロット信号の受信タイミングと、上記各基地局の位置情報およびパイロット信号の送信タイミングに基づいて、上記移動端末の位置
20
を算出するステップとを有することを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

【 発明の実施の形態 】

以下、本発明の実施例について図面を参照して説明する。

先ず、リピータ基地局が介在した場合の問題点について説明する。

図4の(A)、(B)は、リピータ基地局の圏内に位置した移動端末におけるパイロット信号の受信状態を示す。

【 0 0 2 0 】

(A)は、 t_0 を基準タイミングとして、時刻 t_1 で基地局(親局)からのパイロット信号 P_{S_B} を受信し、これより弱いリピータ基地局からのパイロット信号 P_{R_P} を時刻 t_1'
30
で受信した場合を示す。(B)は、時刻 t_1 で受信した基地局からのパイロット信号 P_{S_B} よりも、時刻 t_1' で受信したリピータ基地局からのパイロット信号 P_{R_P} の方が強かった場合を示す。上記何れの場合も、移動端末では、同じ基地局からのパイロット信号が異なる伝搬遅延時間で2回受信されたように見える。

【 0 0 2 1 】

図5は、基地局 BS_2 に接続されたリピータ基地局 RP_2 の圏内にある移動端末 MS が、リピータ基地局 RP_2 からパイロット信号 $P_{R_P_2}$ と、近傍の基地局 BS_1 、 BS_3 からパイロット信号 P_{BS_1} 、 P_{BS_3} を受信した場合の位置測定結果を示す。移動端末 MS が、リピータ基地局 RP_2 からのパイロット信号 $P_{R_P_2}$ を基地局 BS_2 から送信されたパイロット信号と誤って判断した場合、破線で示すように、パイロット信号 $P_{R_P_2}$ を基
40
地局 BS_2 の位置座標とPN符号のオフセット時間に関係付けて距離を計算し、移動端末 MS の位置を計算することになる。この場合、端末の現在位置として、実際の位置 P_1 とは異なる P_2 が算出される。

本発明は、このように基地局に付随してリピータ基地局が存在した場合、受信したパイロット信号の発信元が親局かリピータ基地局かを識別した上で、移動端末の位置計算を行うようにしたものである。

【 0 0 2 2 】

図6は、本発明による位置測定システムの全体構成の1例を示す。

本発明による位置測定システムは、ネットワーク3に接続された複数の無線基地局10(10-1~10-n)と移動端末20とからなり、基地局10のうちの少なくとも1つ(

10

20

30

40

50

この例では基地局 10 - 1) がリピータ基地局 11 - 1 を有し、上記ネットワーク 3 に基地局情報記憶装置 2 を備えた基地局情報サーバ 1 が接続されている。

【0023】

本発明では、移動端末 20 が、基地局情報サーバ 1 から、基地局情報として、接続中の基地局 10 - 1 およびその周辺に位置した基地局の位置情報と PN オフセットを入手する。この時、これらの基地局に付随するリピータ基地局の位置情報と PN オフセット情報も同時に入手し、これらの基地局情報に基づいて、パイロット信号の発生元の確認と位置計算を行う。

【0024】

図 7 は、移動端末 20 が基地局情報サーバ 1 から入手する基地局情報 40 の 1 例を示す。基地局情報 40 は、基地局毎の複数のエン트리 40 - i からなり、各エント리는、基地局識別子 (ID) 41 と、リピータの有無 42 と、基地局の位置情報 43 と、オフセット 44 とからなる。基地局識別子 41 は、基地局番号 41 a と PN オフセット 41 b で表される。セルラシステムでは、距離的に離れた複数の基地局に同一の PN オフセットが割当てられるため、システム全体として各基地局を識別するために、基地局の識別子として基地局番号 41 a が付される。但し、移動端末の周辺に位置した少数の基地局に着目した場合、各基地局が互いに異なった PN オフセットをもっているため、PN オフセットだけでも基地局を識別できる。

10

【0025】

基地局の位置情報 43 は、緯度 43 x と経度 43 y を含み、オフセット 44 は、PN オフセット 41 b とは別に各基地局で必然的に発生する送信パイロット信号 (PN 符号) の遅れ時間を意味している。本発明の実施例では、上記オフセット 44 の値を含めた形で、前述した式 (d)、(e) に相当する時間差を計算する。

20

【0026】

40 - 1、40 - 2、... は、一般基地局用のエン트리、40 - 11、40 - 12、... は、リピータ基地局用のエン트리であり、基地局とこれに付随するリピータ基地局との関係は、基地局識別子 41 に含まれる基地局番号と PN オフセットによって識別できる。図 7 の例では、一般基地局用のエン트리において付随するリピータの有無を示し、リピータ基地局用のエン트리では、リピータの有無 42 の値がリピータ無しの状態となっているが、このフィールドにリピータ基地局用のエン트리であることを示す特定の値を設定するようにしてもよい。

30

【0027】

図 1 は、移動端末 20 の 1 実施例を示すブロック図である。

移動端末 20 は、アンテナ 21 に接続された送受信回路 22 と、上記送受信回路 22 に接続されたページング・チャンネル変復調器 23、トラフィック・チャンネル変復調器 24 および測位部 25 と、上記測位部 25 に接続されたメモリ 26 と、上記各変復調器に接続された制御部 27 と、上記制御部 27 に接続された尤度判定部 28 および位置計算部 29 とからなる。ページング・チャンネル変復調器 23 とトラフィック・チャンネル変復調器 24 は、それぞれのチャンネル数に応じた複数の変復調器からなっている。メモリ 26 には、図 7 に示した基地局情報 40 と、測位部 25 で検出した各基地局からのパイロット信号の受信タイミング情報が蓄積される。

40

尚、移動端末 20 は、電話機能を実現するための送受話器、表示画面、各種の入力ボタンを備えているが、これらの要素は本発明の位置測定には直接関係しないため、図面では省略されている。

【0028】

測位部 25 には、例えば、図 3 に示したように、シンク・チャンネルから受信した基地局情報 (基地局座標情報と PN オフセット) と、シンク・チャンネル復調器で復調された基地局 (基準基地局) の受信タイミングと、PN 符号検出器で検出した PN 符号タイミングの相関値に基づいて、各基地局の座標、パイロット信号の PN オフセット、パイロット信号の受信時間を特定する従来形式の測位部を適用できる。但し、位置計算回路 65 は不要であ

50

り、位置計算回路 85 への出力は全てメモリ 26 に送られる。また、基地局情報は、上記シンク・チャンネルに代えて、例えば、ページング・チャンネルや、測位用として用意された他の特別のチャンネルから受信するようにしてもよい。また、後述するように、制御部 27 からサーバ 1 に基地局情報の送信を要求し、トラフィック・チャンネルから基地局情報を受信してメモリ 26、若しくはその他の領域に記憶するようにしてもよい。

【0029】

本発明では、測位部 25 で検出したパイロット信号の受信タイミングを、例えば、図 8 に示すように、基地局識別子 (PN オフセット) と対応させてメモリ 26 に記憶する。図 4 で説明した基地局とリピータ基地局のパイロット信号の受信タイミング t_1 、 t_1' については、例えば、エントリ 50 - 1 で示すように、これらの基地局とリピータ基地局がもつ 10
 t_1 、 t_1' と送信元との対応関係は、後述するように、尤度判定部 28 によって判定され、受信タイミングと送信元との関係を明らかにした上で、位置計算部 29 による端末位置の計算が実行される。

【0030】

図 9 は、移動端末 20 において、制御部 27 による制御の下に実行される位置測定動作のためのフローチャートを示す。

先ず、接続中の基地局を経由して、基地局情報サーバ 1 に基地局情報を要求し、例えば、図 7 に示した周辺基地局の基地局情報を取得し、メモリに記憶する (ステップ 71)。次に、測位部 25 によって、周辺の各基地局 (含むリピータ基地局) からのパイロット信号 20
の受信タイミングを検出する (ステップ 72)。パイロット信号の受信タイミング検出の詳細については、図 10 で後述する。

【0031】

既に取得済みとなっている基地局情報から、パイロット信号の受信タイミングが検出された基地局群の中にリピータ基地局、若しくはリピータが接続されている親基地局が含まれているか否かを判定し (ステップ 73)、もし、リピータ基地局がなければ、基地局情報とパイロット信号の受信タイミングに基づいて、位置計算部 29 により端末位置を計算する (ステップ 75)。パイロット信号の発信元としてリピータ基地局、若しくは親基地局が含まれる場合は、図 11 で後述する尤度判定処理によって、パイロット信号と送信元との対応関係を判定 (ステップ 74) した後、位置計算部 29 により端末位置を計算する (30
ステップ 75)。

【0032】

図 10 は、受信タイミング検出 (ステップ 72) の詳細を示す。

受信タイミング検出は、PN 符号検出器 62 によってパイロット信号 (PN 符号の位相) を 1 つの基地局のパイロット信号に設定した状態で、最初の受信タイミング t_{i1} を検出する (ステップ 721)。この時、上記パイロット信号の PN オフセットに基づいて図 7 の基地局情報 40 を参照することにより、上記基地局に付随したリピータ基地局の有無を判定する (ステップ 722)。リピータ基地局がなければ、PN 符号検出器でパイロット信号 (PN 符号の位相) を次の基地局のパイロット信号に合わせ (ステップ 725)、ステップ 721 に戻って、上述した動作を繰り返す。 40

【0033】

上記基地局に付随してリピータ基地局が存在している場合は、PN 符号検出器によって一定時間内に次のパイロット信号が検出されるのを待ち (ステップ 723)、パイロット信号が検出された場合は、第 2 の受信タイミング $t_{i'}$ として記憶する (ステップ 724)。ステップ 723 でパイロット信号が検出しないまま一定時間が経過した場合、または、ステップ 724 で第 2 の受信タイミング $t_{i'}$ を検出した場合は、パイロット信号を次の基地局のパイロット信号に合わせ (ステップ 725)、ステップ 721 に戻って、上述した動作を繰り返す。

ステップ 721、724 で検出された受信タイミングは、図 8 に示した形式で記憶され、全ての基地局についてパイロット信号の検出動作を完了した時 (ステップ 725)、受信 50

タイミングの検出処理を終了する。

【 0 0 3 4 】

次に、ステップ 7 4 で行う尤度判定について説明する。

基地局に付随してリピータ基地局が存在し、最初の受信タイミング t_i と第 2 の受信タイミング $t_{i'}$ が検出された場合は、これらの受信タイミングが基地局からのパイロット信号の受信タイミング T_{bs} とリピータ基地局からの送パイロット信号の受信タイミング T_{rpt} のどちらに該当するかを尤度計算により判定する。この場合、

(1) タイミング t_i が基地局からの受信タイミング T_{bs} で、タイミング $t_{i'}$ がリピータ基地局からの受信タイミング T_{rpt} となるケース：

$C(t_i, t_{i'} \parallel T_{bs}, T_{rpt})$ 、

10

(2) タイミング $t_{i'}$ がリピータ基地局からの受信タイミング T_{rpt} で、タイミング t_i が基地局からの受信タイミング T_{bs} となるケース：

$C(t_i, t_{i'} \parallel T_{rpt}, T_{bs})$ 、

の 2 つのケースについて、それぞれ尤度計算を行い、最適となるものを選択する。

【 0 0 3 5 】

例えば、位置計算に最小自乗法を用いた場合、尤度の計算は、以下ようになる。

ここでは、信号の発信元として、リピータ基地局を含めて合計 M 個の基地局が観測され、且つ、測定距離の誤差が正規分布に従うものと仮定する。また、基準となる基地局の測距結果を r_{BASE} とし、 m 番目の基地局の測距結果を r_m とする。 m 番目の基地局と基準基地局と端末迄の擬似測定距離差 $r_{diff,m}$ を測距結果 r_m と基準基地局の測距結果を r_{BASE} と

20

の差分を取って

【 0 0 3 6 】

【 数 1 】

$$r_{diff,m} = r_m - r_{BASE}$$

と表わす。移動端末の推定位置を (x_{cond}, y_{cond}) 、 m 番目の基地局の位置を (x_m, y_m) 、基準基地局の位置を (x_{BASE}, y_{BASE}) とする。各基地局間の擬似距離差も同じく基準基地局との差分を取って

【 0 0 3 7 】

30

【 数 2 】

$$d_{diff,m} = d_m - d_{BASE}$$

と表わす。ここで、 d_m は、

【 0 0 3 8 】

【 数 3 】

$$d_m = \sqrt{(x_m - x_{cand})^2 + (y_m - y_{cand})^2}$$

40

であり、 d_{BASE} は、

【 0 0 3 9 】

【 数 4 】

$$d_{\text{BASE}} = \sqrt{(x_{\text{BASE}} - x_{\text{cand}})^2 + (y_{\text{BASE}} - y_{\text{cand}})^2}$$

である。

【0040】

基準基地局の測定結果が正しいとすると、正規分布を仮定した系の尤度は、真値との距離の2乗に比例する。このことから、コスト関数Fは次式で表わすことができる。

【0041】

【数5】

$$F(x_{\text{cand}}, y_{\text{cand}}) = \sum_n \{r_{\text{diff},n} - d_{\text{diff},n}(x_{\text{cand}}, y_{\text{cand}})\}^2$$

従って、パイロット信号の基地局からの受信タイミングを T_{bs} 、リピータ基地局からの受信タイミングを T_{rpt} とした場合、基地局とリピータ基地局の受信タイミングの組み合わせに対するコスト関数 F_{TIM} は、

【0042】

【数6】

$$F_{\text{TIM}}(T_{\text{bs}}, T_{\text{rpt}}) = \min\{F(x_{\text{cand}}, y_{\text{cand}})\}$$

で表すことができ、最も尤度の高い基地局とリピータ基地局の受信タイミングの組み合わせは、

【0043】

【数7】

$$\min\{F_{\text{TIM}}(T_{\text{bs}}, T_{\text{rpt}})\}$$

を与える T_{bs} 、 T_{rpt} となる。

【0044】

本発明では、例えば、上述した計算方式を用いて、最も尤度の高い発信元と受信タイミングの組み合わせを求めた上で、移動端末の位置を算出する。

【0045】

第2の受信タイミング $t_{i'}$ が検出されなかった場合は、最初の受信タイミング t_i が基地局からの受信タイミング T_{bs} とリピータ基地局からの受信タイミング T_{rpt} のどちらに該当するかを尤度計算により判定する。この場合に計算するケースは、

(3) タイミング t_i が基地局からの受信タイミング T_{bs} であるケース：

$C(t_i || T_{\text{bs}})$ 、

(4) タイミング t_i がリピータ基地局からの受信タイミング T_{rpt} であるケース： $C(t_i || T_{\text{rpt}})$

の2つであり、これらの中で尤度の高いケースを適用する。

【0046】

図11は、尤度判定ステップ74の詳細を示すフローチャートである。

まず、受信タイミングが2つ検出されたか否かをチェックする(ステップ741)。2つの受信タイミングが検出された場合は、受信タイミング t_i が基地局のもの、 $t_{i'}$ がリ

10

20

30

40

50

ピータ基地局のものと仮定して、コスト関数 F_1 を算出する (ステップ 742)。次に、受信タイミング $t_{i'}$ が基地局のもの、 t_i がリピータ基地局のものと仮定して、コスト関数 F_2 を算出し (ステップ 743)、得られた2つのコスト関数 F_1 、 F_2 の値を比較する (ステップ 744)。 $F_1 < F_2$ の場合は、 t_i が基地局、 $t_{i'}$ がリピータ基地局の受信タイミングと決定し (ステップ 745)、逆に $F_1 > F_2$ の場合は、 $t_{i'}$ が基地局、 t_i がリピータ基地局の受信タイミングと決定する (ステップ 746)。

【0047】

受信タイミングが1つしか検出されなかった場合は、受信タイミング t_i が基地局のものと仮定して、コスト関数 F_3 を算出する (ステップ 752) し、次に、受信タイミング $t_{i'}$ がリピータ基地局のものと仮定して、コスト関数 F_4 を算出し (ステップ 753)、2つのコスト関数 F_3 、 F_4 の値を比較する (ステップ 754)。 $F_3 < F_4$ の場合は、 t_i が基地局の受信タイミングと決定し (ステップ 755)、逆に $F_3 > F_4$ の場合は、 $t_{i'}$ がリピータ基地局の受信タイミングと決定する (ステップ 756)。

10

【0048】

メモリ 26 に記憶されたリピータ付き基地局からのパイロット信号の受信タイミングについて、上述した尤度判定処理を繰り返し、リピータ付きの全ての基地局について尤度判定を完了した時 (ステップ 760)、尤度判定処理を終了して、位置計算ステップ 75 を実行する。位置計算には、リピータ基地局と親局の両方のデータを使用することができる。

【0049】

以上の実施例では、移動端末 20 の周辺に位置した基地局の情報を基地局情報サーバ 1 から取得したが、測位機能が有効となる特定範囲内の基地局情報を記憶した専用のメモリを移動端末ユーザに配布し、この専用メモリを制御部 27 に接続して、位置計算に必要な基地局情報を読み出すようにしてもよい。また、リピータ付きの基地局からのパイロット信号の受信タイミングを検出中に、基地局またはリピータ基地局の何れか一方のパイロット信号のみが受信された場合、例えば、パイロット信号の検出に適用される閾値を変更するなど、受信タイミングの検出方法を変えた状態で、もう一方の受信タイミングを探すようにしてもよい。

20

【0050】

上述した実施例では、移動端末 20 に位置計算機能を設けたが、移動端末 20 の構造を簡単化するために、尤度判定部 28 と位置計算部 29 の機能を図 6 に示した基地局情報サーバ 1 に設けておき、各移動端末 20 の制御部 27 から、図 8 に示したタイミング情報 50 を含む位置計算要求メッセージを基地局情報サーバ 1 に送信し、上記基地局情報サーバ 1 が基地局情報 2 を利用して端末位置を算出し、計算結果 (端末位置) を要求元の移動端末に通知するようにしてもよい。端末位置の計算は、ネットワーク 3 に接続された上記基地局情報サーバ 1 とは別の位置計算専用のサーバによって実行するようにしてもよい。

30

【0051】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、移動端末で検出されたパイロット信号の送信元を確認した上で位置計算を行うようにしているため、基地局とリピータ基地局が同一のパイロット信号を送信した場合でも、発信元の誤認による端末位置の誤計算を防止できる。また、通常の基地局とリピータ基地局の双方からパイロット信号を受信した場合、リピータ基地局を1つの基地局として扱うことによって、測位に利用できる基地局数を増加することが可能となる。

40

【0052】

本発明によれば、リピータ基地局の信号と基地局の信号を区別して端末位置を測定できるため、例えば、地下街のように、リピータ基地局からの信号しか受信できない場所においても、端末位置を知ることが可能となる。これによって、携帯電話で通話可能であるにもかかわらず、位置測定ができないといった利用者の不便を解消できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による移動端末の1実施例を示すブロック図。

50

【図2】従来公知の移動端末の測位方法を説明するための図。

【図3】測位機能を備えた従来の移動端末の回路主要部の1例を示す図。

【図4】リピータ基地局の圏内に位置した移動端末におけるパイロット信号の受信状態を説明するための図。

【図5】リピータ基地局から受信したパイロット信号による位置測定の問題点を説明するための図。

【図6】本発明による位置測定システムの1実施例を示す全体構成図。

【図7】本発明で位置測定に使用される基地局情報を示す図。

【図8】本発明において検出されるパイロット信号の受信タイミングの記憶形式を示す図。

【図9】本発明による位置測定の手順を示すフローチャート。

【図10】図9における受信タイミング検出72の詳細を示すフローチャート。

【図11】図9における受信タイミング尤度判定74の詳細を示すフローチャート。

【符号の説明】

1：基地局情報サーバ、2：基地局情報データベース、3：ネットワーク、10：基地局、11：リピータ基地局、20：移動端末、21：アンテナ、22：送受信回路、23：ページング・チャンネル変復調器、

24：トラフィック・チャンネル変復調器、25：測位部、26：メモリ、

27：制御部、28：尤度判定部、29：位置計算部、

60：シンク・チャンネル復調器、61：PNオフセット抽出回路、

62：PN符号検出器、63：基地局別受信タイミング抽出回路、

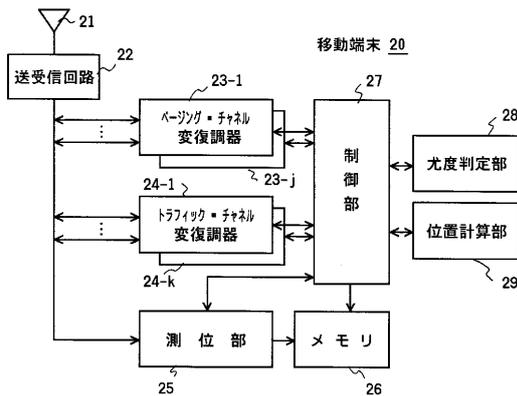
64：基地局座標出力回路、65：位置計算回路。

10

20

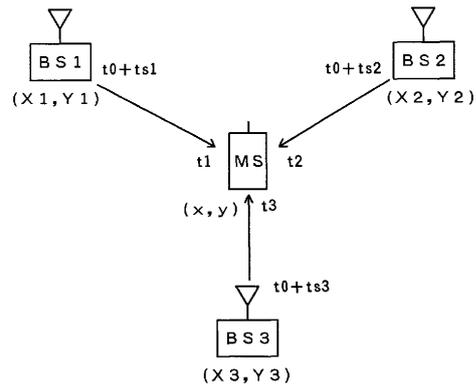
【図1】

図 1

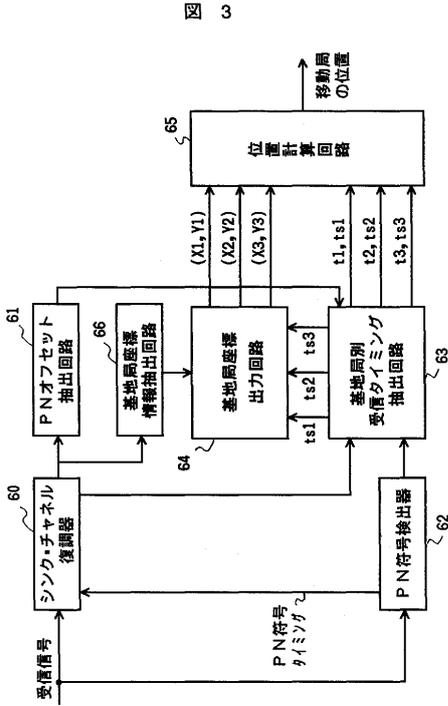


【図2】

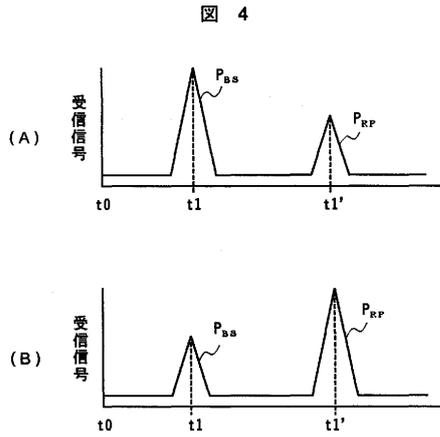
図 2



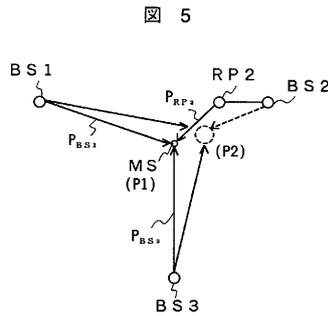
【 図 3 】



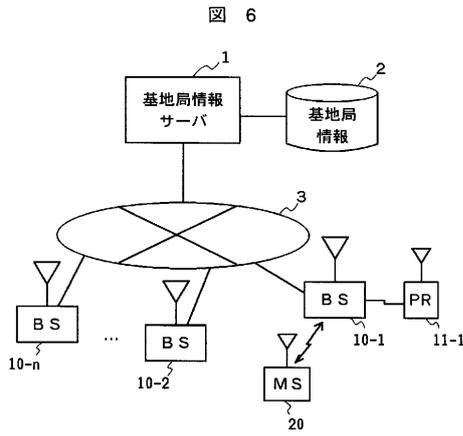
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】

図 7

基地局 ID BS 番号	リビータ 有無 PN	位置情報			オフセット BS 固有 オフセット		
		緯度	経度		緯度	経度	
(BS 1)	1	X 1	Y 1	Δ t 1	40-1	40-2	40-3
(BS 2)	1	X 2	Y 2	Δ t 2	40-1	40-2	40-3
(BS 3)	0	X 3	Y 3	Δ t 3	40-11	40-12	44
(RP 1)	0	X 1'	Y 1'	Δ t 1'	43x	43y	44
(RP 2)	0	X 2'	Y 2'	Δ t 2'	43x	43y	44

【 図 8 】

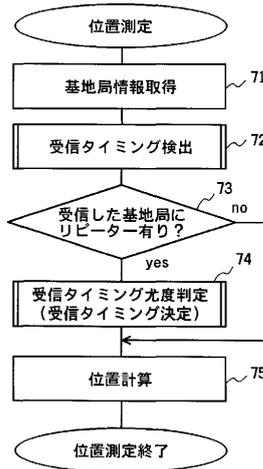
図 8

51 基地局 ID (PNオフセット)	52 パイロット信号 受信タイミング
(BS1, RP1)	t1, t1'
(BS2, RP2)	t2, t2'
(BS3)	t3
⋮	⋮

50-1

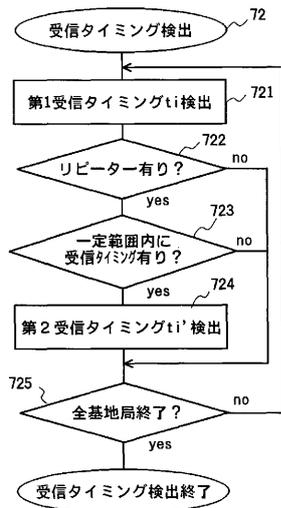
【 図 9 】

図 9



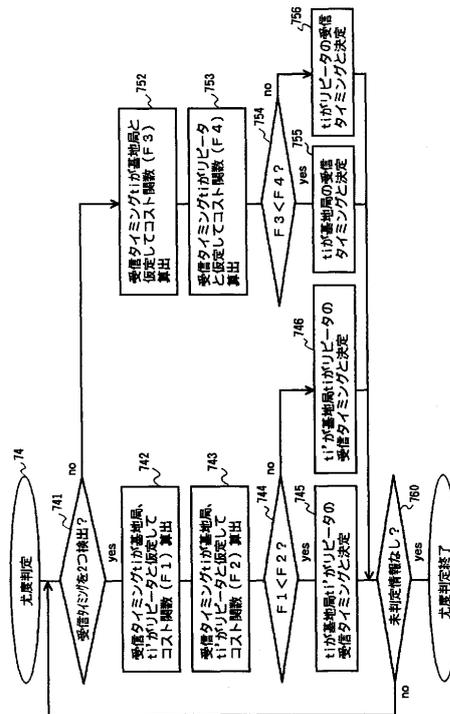
【 図 10 】

図 10



【 図 11 】

図 11



フロントページの続き

- (72)発明者 桑原 幹夫
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所 中央研究所内
- (72)発明者 石藤 智昭
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所 中央研究所内

審査官 有家 秀郎

- (56)参考文献 特開平08-313277(JP,A)
特開2000-180528(JP,A)
特開2000-357986(JP,A)
特開2000-241523(JP,A)
特開2000-180186(JP,A)
特開2001-103540(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01S 5/00-5/14

H04Q 7/34