

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4223923号
(P4223923)

(45) 発行日 平成21年2月12日(2009.2.12)

(24) 登録日 平成20年11月28日(2008.11.28)

(51) Int.Cl.		F I	
GO1S 5/06	(2006.01)	GO1S 5/06	
HO4W 24/00	(2009.01)	HO4Q 7/00	240
HO4W 64/00	(2009.01)	HO4Q 7/00	509

請求項の数 13 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2003-376797 (P2003-376797)	(73) 特許権者	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(22) 出願日	平成15年11月6日(2003.11.6)	(74) 代理人	100075513 弁理士 後藤 政喜
(65) 公開番号	特開2005-140617 (P2005-140617A)	(74) 代理人	100084537 弁理士 松田 嘉夫
(43) 公開日	平成17年6月2日(2005.6.2)	(74) 代理人	100114236 弁理士 藤井 正弘
審査請求日	平成18年6月2日(2006.6.2)	(72) 発明者	水垣 健一 埼玉県比企郡鳩山町赤沼2520番地 株 株式会社日立製作所 基礎研究所内
		(72) 発明者	小▲高▼ 俊之 埼玉県比企郡鳩山町赤沼2520番地 株 株式会社日立製作所 基礎研究所内 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 測位方式及び測位システム及び無線基地局

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

位置測定信号を送信するノードと、基準信号を送信する複数の基準局と、前記位置測定信号及び前記基準信号を受信する複数の基地局と、を有する無線通信システムにおいて、

前記複数の基準局は、それぞれ、前記位置測定信号を受信した後、前記受信した位置測定信号の強度に基づいて定められる遅延時間が経過すると前記基準信号を送信し、

少なくとも3の前記基地局は、前記位置測定信号を受信した時刻と、前記基準信号を受信した時刻とを測定し、

前記基地局によって測定された前記位置測定信号の受信時刻、前記複数の基準局によって送信される基準信号のうち最初に受信した基準信号の受信時刻、及び前記基地局の位置情報を用いて、前記ノードの位置を計算することを特徴とする位置測定方法。

10

【請求項2】

位置測定信号を送信するノードと、前記位置測定信号を受信する複数の基地局と、を有する無線通信システムにおいて、

少なくとも2の前記基地局は、それぞれ、前記位置測定信号を受信した後、前記受信した位置測定信号の強度に基づいて定められる遅延時間が経過すると基準信号を送信する基準局として機能し、

少なくとも3の前記基地局は、前記位置測定信号を受信した時刻と、前記基準信号を受信した時刻とを測定し、

前記基地局によって測定された前記位置測定信号の受信時刻、前記少なくとも2の基地

20

局によって送信される基準信号のうち最初に受信した基準信号の受信時刻、及び前記基地局の位置情報を用いて、前記ノードの位置を計算することを特徴とする位置測定方法。

【請求項 3】

前記基準局が、前記基準信号を複数回送信し、
前記少なくとも 3 の基地局は、前記複数回送信された基準信号の受信時刻を測定し、
前記複数回送信された基準信号の受信時刻の平均を用いて前記ノードの位置を計算することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の位置測定方法。

【請求項 4】

前記少なくとも 3 の基地局は、それぞれ、複数の前記基準信号の受信強度を測定し、
前記複数の基準信号の受信強度を集計し、前記集計した受信強度が最大となる基準信号
を前記少なくとも 3 の基地局が受信した時刻を用いて前記ノードの位置を計算することを
特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の位置測定方法。

10

【請求項 5】

前記基準信号毎に、当該基準信号を受信した基地局の数を計数し、最も多くの基地局に
受信された基準信号を前記少なくとも 3 の基地局が受信した時刻を用いて前記ノードの位
置を計算することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の位置測定方法。

【請求項 6】

位置測定信号を送信するノードと、
前記位置測定信号を受信した後、前記受信した位置測定信号の強度に基づいて定めら
れる遅延時間が経過すると基準信号を送信する複数の基準局と、

20

前記位置測定信号の受信時刻及び前記基準信号の受信時刻を測定する信号受信時刻測定
部と、前記受信時刻から時刻情報を生成する受信時刻通知作成部と、を有する少なくと
も 3 の基地局と、

前記基地局の位置情報を記録する記録部と、前記複数の基準局によって送信される基準
信号のうち最初に受信した基準信号の受信時刻から生成される時刻情報及び前記位置情
報を用いて前記ノードの位置を計算する位置計算部と、を有するサーバと、を備えること
を特徴とする位置測定システム。

【請求項 7】

位置測定信号を送信するノードと、
前記位置測定信号の受信時刻及び基準信号の受信時刻を測定する信号受信時刻測定部と
、前記受信時刻から時刻情報を生成する受信時刻通知作成部と、を有する複数の基地局と

30

、
前記基地局の位置情報を記録する記録部と、前記時刻情報及び前記位置情報を用いて前
記ノードの位置を計算する位置計算部と、を有するサーバと、を備え、

少なくとも 2 の前記基地局は、それぞれ、前記位置測定信号を受信した後、前記受信し
た位置測定信号の強度に基づいて定められる遅延時間が経過すると前記基準信号を送信す
る基準信号作成部を有する基準局として機能し、

前記位置計算部は、前記少なくとも 2 の基地局によって送信される基準信号のうち最初
に受信した基準信号の受信時刻から生成される時刻情報を用いることを特徴とする位置測
定システム。

40

【請求項 8】

前記ノードは、測位指示を受信後、前記位置測定信号を送信することを特徴とする請求
項 6 又は 7 に記載の位置測定システム。

【請求項 9】

前記基準局が、前記基準信号を複数回送信し、
少なくとも 3 の基地局の前記信号受信時刻測定部は、前記複数回送信された基準信号の
受信時刻を測定し、

前記位置計算部は、前記複数回送信された基準信号の受信時刻の平均を用いて前記ノ
ードの位置を計算することを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載の位置測定システム。

【請求項 10】

50

少なくとも3の基地局の前記信号受信時刻測定部は、それぞれ、複数の前記基準信号の受信強度を測定し、

前記位置計算部は、当該複数の基準信号の受信強度を集計し、前記集計した受信強度が最大となる基準信号を前記少なくとも3の基地局が受信する時刻を用いて前記ノードの位置を計算することを特徴とする請求項6又は7に記載の位置測定システム。

【請求項11】

前記位置計算部は、前記基準信号毎に、当該基準信号を受信した基地局の数を計数し、最も多くの基地局に受信された基準信号を少なくとも3の基地局が受信する時刻を用いて前記ノードの位置を計算することを特徴とする請求項6又は7に記載の位置測定システム。

10

【請求項12】

ノードから送信される位置測定信号を受信した時刻を測定し、複数の基準局から当該位置測定信号の受信強度に基づいて定められる遅延時間の経過後に送信された基準信号を受信した時刻を測定する信号受信時刻測定部と、

前記位置測定信号の受信時刻及び前記基準信号の受信時刻、又は、前記位置測定信号の受信時刻と前記基準信号の受信時刻との差を、前記複数の基準局によって送信される基準信号のうち最初に受信した基準信号の受信時刻に関する情報を用いて前記ノードの位置を計算する位置計算部に送信する通信部と、を備えることを特徴とする無線基地局。

【請求項13】

ノードから送信される位置測定信号を受信すると基準信号を送信する基準信号作成部と

20

前記位置測定信号、及び、他の無線基地局から当該位置測定信号の受信強度に基づいて定められる遅延時間の経過後に送信される複数の基準信号の受信時刻を測定する信号受信時刻測定部と、

前記受信時刻から時刻情報を生成する受信時刻通知作成部と、

前記時刻情報を、前記複数の基準信号のうち最初に受信した基準信号の受信時刻から生成される時刻情報を用いて前記ノードの位置を計算する位置計算部に送信する通信部と、を備えることを特徴とする無線基地局。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、無線送信機能を持つノードの位置を測定する方法、その方法を用いた位置測定システム、及び、そのシステムにおいて無線基地局として使用されるアクセスポイント（AP）に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の代表的なノード位置測定方法としては、GPS等の衛星からの信号を用いて位置を測定する方法がある。

【0003】

また、他のノード位置測定方法としては、複数の基地局から送信された信号をノードが受信し、その受信時刻の差から、ノードの位置を算出する方法がある。

40

【0004】

具体的には、セルラ電話システムにおいて、基地局から移動端末に送信される信号の受信時間差（各基地局から移動端末までの信号の伝搬時間差 $T1 - T2$ 及び $T3 - T2$ ）を計算し、伝搬時間差に光速を乗算することによって、移動端末から各基地局までの信号の伝搬距離の差

$$D1 - D2 = c (T1 - T2)$$

及び

$$D3 - D2 = c (T3 - T2)$$

を算出し、移動端末の位置を検出する方法が提案されている（例えば、特許文献1参照。

50

)。

【0005】

また、無線LANシステムにおいて、ノード(端末)から送信される信号を基地局で受信した時間差(各基地局の受信時間の差 $T_i - T_1$)を計算し、受信時間差に光速を乗算することによって、ノードから各基地局までの信号の伝搬距離の差 $\{ |P - P_i| - |P - P_1| \} = c(T_i - T_1)$, $i=2, \dots, n$ を算出し、ノードの位置を検出する方法が提案されている(例えば、非特許文献1参照。)。

【特許文献1】特開平7-181242号公報

【非特許文献1】荻野敦、他5名、「無線LAN統合アクセスシステム(1) 位置検出システムの検討」、2003年総合大会講演論文集、電子情報通信学会、B-5-203、p.662

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

GPS等の衛星からの信号を用いる方法においては、専用の受信装置やアンテナが必要となるため、ノードを小型・低消費電力化することが困難である。また、この方法は、衛星からの電波が受信できる屋外でしか使用できないため、ノードが屋内にある場合は、ノードから発する電波を受信する受信局を各所に設け、信号が受信できた受信局の位置をノードの位置と近似する方法がある。しかし、この方法では、位置測定精度が受信局の設置密度に依存するため、正確なノード位置を検出するためには多くの受信局を設置しなければならない。

【0007】

一方、複数の基地局から送信された信号をノードが受信し、その受信時刻の差から、ノードの位置を算出する方法においては、その信号を送信する前に、各基地局の時計を同期させる必要がある。このため、ノードが異常を検知した瞬間の位置を測定することができない。また、ノードが受信機能を備える必要があるため、ノードを小型・低消費電力化することが困難である。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本願で開示する代表的な発明は、位置測定信号を送信するノードと、基準信号を送信する複数の基準局と、前記位置測定信号及び前記基準信号を受信する複数の基地局と、を有する無線通信システムにおいて、前記複数の基準局は、それぞれ、前記位置測定信号を受信した後、前記受信した位置測定信号の強度に基づいて定められる遅延時間が経過すると前記基準信号を送信し、少なくとも3の前記基地局は、前記位置測定信号を受信した時刻と、前記基準信号を受信した時刻とを測定し、前記基地局によって測定された前記位置測定信号の受信時刻、前記複数の基準局によって送信される基準信号のうち最初に受信した基準信号の受信時刻、及び前記基地局の位置情報を用いて、前記ノードの位置を計算することを特徴とする。本願で開示する別の代表的な発明は、位置測定信号を送信するノードと、前記位置測定信号を受信する複数の基地局と、を有する無線通信システムにおいて、少なくとも2の前記基地局は、それぞれ、前記位置測定信号を受信した後、前記受信した位置測定信号の強度に基づいて定められる遅延時間が経過すると基準信号を送信する基準局として機能し、少なくとも3の前記基地局は、前記位置測定信号を受信した時刻と、前記基準信号を受信した時刻とを測定し、前記基地局によって測定された前記位置測定信号の受信時刻、前記少なくとも2の基地局によって送信される基準信号のうち最初に受信した基準信号の受信時刻、及び前記基地局の位置情報を用いて、前記ノードの位置を計算することを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明によると、ノードが受信機能を備えなくても位置を測定することができるため、ノードの構造を簡単にすることができ、ノードを小型化することができる。

【発明を実施するための最良の形態】**【0010】**

本発明の第1の実施の形態を、図を参照して説明する。

【0011】

図1は、本発明の第1の実施の形態の測位システムの構成図である。

【0012】

ノード01は、位置を計測するための無線信号(測位信号)05を送信する機能を備える。基準局02は、ノード01からの信号を受信した後、基準時刻を確定するための無線信号(基準信号)06を送信する機能を備える。アクセスポイント(AP)03は、ノード01が送信した測位信号05及び基準局02が送信した基準信号06の受信時刻を測定する機能を備える。位置計算サーバ04は、各アクセスポイント03の座標及び各アクセスポイント03から基準局02までの距離の情報を含むデータベース(図示省略)を備え、各アクセスポイント03とネットワーク08を介して接続される。位置計算サーバ04は、各アクセスポイント03からネットワーク08を介して入手した測定結果と、データベースに含まれる情報とを用いて、ノード01の位置を算出する。

10

【0013】

図2は、ノード01の構成を示すブロック図である。

【0014】

ノード01は、信号送信制御部11、信号作成部12及びアンテナ13を備える。

【0015】

信号送信制御部11は、ノード01に内蔵又は接続されているセンサ(例えば、ノードの周囲の状況の異常を検出するセンサ)やタイマ(図示省略)からの情報等に基づいて、ノード01が測位信号を送信する時刻を決定する。

20

【0016】

信号作成部12は、信号送信制御部11からの命令を受けて測位信号を作成し、アンテナ13から送信する。この測位信号は、各ノード01毎に固有に割り当てられた波形となっており、そのノード01が送信した測位信号が識別可能となっている。

【0017】

また、ノード01は、前記センサ等から得られた情報を、無線通信によりアクセスポイント03に送信する機能を備えてもよい。

30

【0018】

基準局02は、少なくとも、ノード01が送信した測位信号05を受信して、その後、固有の波形の基準信号06を送信する機能を備える。

【0019】

図3は、アクセスポイント03の構成を示すブロック図である。アクセスポイント03は、信号受信時刻測定部31、信号送信元判定部32、受信時刻通知作成部33、通信部34、メモリ35及びアンテナ36を備える。

【0020】

信号受信時刻測定部31は、ノード01から送信された測位信号05及び基準局02から送信された基準信号06の受信時刻を測定する。

40

【0021】

信号送信元判定部32は、アクセスポイント03が受信した信号に含まれる送信局を特定可能な情報に基づいて、該信号を送信したノード01又は基準局02を特定する。

【0022】

例えば、ノード01が複数個存在するシステムにおいては、各ノード01が固有の波形の測位信号05を送信する。メモリ35には、各ノード01に対応する固有の波形が記録されている。信号送信元判定部32は、受信した測位信号05の波形とメモリ35に記録されている波形とを比較して、測位信号05を送信したノード01を特定する。

【0023】

また、例えば、基準局02が複数個存在するシステムにおいては、各基準局02が固有

50

の波形の基準信号 06 を送信する。この波形は、全ての基準局 02 について固有である必要はなく、いずれか二つの基準局 02 が送信した基準信号 06 が、同一のアクセスポイント 03 に受信されるおそれがない場合は、その二つの基準局 02 で同一の波形を使用してもよい。

【 0024 】

アクセスポイント 03 は、基準信号 06 の受信波形を記録する。メモリ 35 には、各基準局 02 に対応する固有の波形が記録されている。信号送信元判定部 32 は、受信した基準信号 06 の波形とメモリ 35 に記録されている波形とを比較して、最も近い波形に対応する基準局 02 から送信されたと判定する。前記の固有の波形と受信した基準信号 06 の波形とを比較する方法としては、例えば、双方の相関値を算出し、相関値が最大となる波形を最も近い波形と判定する方法がある。

10

【 0025 】

信号受信時刻測定部 31 と信号送信元判定部 32 は、各々得られた情報を受信時刻通知作成部 33 に送る。受信時刻通知作成部 33 は、測位信号 05 の受信時刻と基準信号 06 の受信時刻の差の情報、送信元のノード 01 を特定する情報及び送信元の基準局 02 を特定する情報（基準局 ID）を含む受信時刻通知メッセージを作成する。

【 0026 】

通信部 34 は、アクセスポイント 03 をネットワーク 08 に接続するインターフェースとして機能し、受信時刻通知作成部 33 によって作成された受信時刻通知メッセージを、ネットワーク 08 を介して位置計算サーバ 04 に送信する。

20

【 0027 】

ここで、アクセスポイント 03 は、受信波形の種類のみを信号送信元判定部 32 で判定し、その判定結果を位置計算サーバ 04 に送付し、位置計算サーバ 04 がアクセスポイント 03 の位置と送付された受信波形の種類から基準信号 06 を送信した基準局 02 を特定してもよい。

【 0028 】

また、各基準局 02 は、同一の信号波形を用いて、基準局を特定する情報（例えば、基準局 02 に固有に付与された識別情報）を含む基準信号 06 を送信し、アクセスポイント 03 が基準信号 06 を受信したときに該基準局を特定する情報を読み取ることによって、基準信号 06 を送信した基準局 02 を特定してもよい。

30

【 0029 】

また、通信部 34 が無線通信の制御機能を持ち、ノード 01 と無線通信を行ってもよい。

【 0030 】

図 4 は、位置計算サーバ 04 の構成を示すブロック図である。

【 0031 】

位置計算サーバ 04 は、位置計算部 41、通信部 42 及びシステム情報データベース 43 を備える。

【 0032 】

通信部 42 は、位置計算サーバ 04 をネットワーク 08 に接続するインターフェースとして機能し、アクセスポイント 03 から送られる受信時刻通知を受けて、位置計算部 41 に送る。

40

【 0033 】

位置計算部 041 は、受信時刻通知に含まれる各アクセスポイント 03 における信号受信時刻差の情報及びシステム情報データベース 43 から得た各アクセスポイント 03 及び基準局 02 の位置等の情報に基づいてノード 01 の位置を算出する。

【 0034 】

図 5 は、位置計算サーバ 04 に含まれるシステム情報データベース 43 に記録される情報を示す図である。

【 0035 】

50

図5において、IDは、複数のアクセスポイント03を識別するためのものである。x座標、y座標及びz座標は、それぞれ、各アクセスポイント03が設置された位置の座標である。遅延量は、例えば、アクセスポイント03のアンテナやケーブルの長さ等によって決まる各アクセスポイント固有の処理遅延時間である。サーバ04は、測位信号受信時刻と基準信号受信時刻との差を算出するときに、この処理遅延時間のデータを用いて遅延量を補正する。基準局までの距離は、各アクセスポイント03と基準局02との間の距離である。

【0036】

また、システム情報データベース43は、基準局までの距離の代わりに基準局の座標を記録してもよいし、基準局から各アクセスポイントまでの基準信号の伝搬時間を記録してもよい。

10

【0037】

次に、本発明の第1の実施の形態において、ノード01の位置を測定する方法を、図6から図8を参照して説明する。

【0038】

図6は、本発明の第1の実施の形態において、ノード01の位置を測定する方法を示すフローチャートである。

【0039】

ここでは、例として、2つのアクセスポイント(AP1及びAP2)の受信時刻の差を測定する場合について説明する。まず、ノード01が測位信号05を送信する(S10)。AP1及びAP2は、ノード01が送信した測位信号05の受信時刻Ta1及びTb1をそれぞれ測定する(S11)。測位信号05は、例えば、複数のパルスで構成されるパルス列である。AP1及びAP2は、受信波形と、予め記憶している基準波形との相関値を計算し、この相関値が最大となる時刻を受信時刻とする。

20

【0040】

一方、基地局02は、通常状態ではノード01が送信した測位信号05を監視しており、測位信号05を受信可能な待ち受け状態にある。基準局02は、ノード01が送信した測位信号05を受信すると、AP1及びAP2に共通の基準時刻を設定するため、AP1及びAP2に基準信号06を送信する(S12)。そして、ステップS13において、AP1及びAP2は、それぞれ基準信号06の受信時刻Ta2及びTb2を測定する(図7参照)。測定された基準信号06の受信時刻Ta2及びTb2は、位置計算サーバ04に送信される。

30

【0041】

位置計算サーバ04は、AP1及びAP2と基準局02との間の距離の情報を用いて(アクセスポイントと基準局との間の距離を光速で除して)、基準局02からAP1及びAP2までの信号伝搬遅延時間Ta3及びTb3を算出する。その後、時刻Ta2から時間Ta3を減じた時刻Ta4(=Ta3-Ta2)、及び時刻Tb2から時間Tb3を減じた時刻Tb4(=Tb3-Tb2)を算出する(S14)。この時刻Ta4及びTb4(時刻Ta2及びTb2からそれぞれ時間Ta3及びTb3だけ遡った時刻)が、基準局02が基準信号を送信した時刻となる(S14)。時刻Ta4とTb4とは同時刻となるため、このTa4及びTb4を基準としてAP1とAP2の時刻を同期させることができる(図8参照)。

40

【0042】

位置計算サーバ04は、時刻Ta4及びTb4を基準として、測位信号受信時刻Ta1とTb1との差(Ta4-Ta1、Tb4-Tb1、)を求め、この差とAP1及びAP2の座標とを用いてノード01の位置を算出する(S15)。

【0043】

ノード01の位置を算出する方法としては、例えば、二つのアクセスポイントが測位信号を受信した時刻の差から、測位対象ノード01とそれらのアクセスポイントとの距離の差を算出し、その距離差の条件を満たす点を結んで描いた少なくとも二つの双曲線の交点

50

から測位対象ノード01の位置を特定する双曲線交合法がある。また、基準信号送信時刻と測位信号受信時刻との差を用いた位置算出の際に、アクセスポイント03が受信した測位信号05及び基準信号06の受信強度に基づいて重み付けを行った双曲線交合法を用いてもよい。

【0044】

これは、3つ以上のアクセスポイント03で受信時刻を測定して3本以上の双曲線を得た場合、各双曲線の交点の座標に、その交点を通る双曲線の作成に用いた測位信号05及び基準信号06の受信強度に基づいた重み係数を与え、そのうえで前記の双曲線交点の座標を重み付け平均することによって測位対象ノード01の位置を特定する方法である。

【0045】

また、基準局が基準信号を複数回送信し、それらの受信時刻の平均を基準信号の受信時刻としてもよい。複数回受信した基準信号の受信時刻の平均を用いると、一次的に受信状態が変わったことによって生じる誤差を軽減することができる。また、受信時刻の最小測定時間より細かい精度で基準信号06の受信時刻を測定することができる。すなわち、アクセスポイント03が基準信号06の受信時刻を測定する最小分解能は、信号をサンプリングするクロックの周期であるため、測定された時刻には最大2分の1クロックの誤差が存在する。しかし、複数回送信された基準信号の受信時刻を平均することによって、この誤差を小さくすることができる。また、雑音等の外乱の影響を軽減することもできる。

【0046】

図9は、本発明の第1の実施の形態の測位システムにおける信号の送受信を示すシーケンス図である。

【0047】

ノード01は、位置計算を希望する任意の時刻（例えば、定期的に、又は、ノードに設けられたセンサが異常を検出したときに）に、周辺のアクセスポイント03a、03b及び03cと基準局02に対して測位信号05を送信する。各アクセスポイント03a等は、測位信号05の受信時刻（ $T \times 1$ ）をそれぞれ測定する。基準局02は、測位信号05を受信した後、基準信号06を送信する。各アクセスポイントは、基準信号06の受信時刻（ $T \times 2$ ）をそれぞれ測定する。各アクセスポイント03a等は、それぞれ測位信号05の受信時刻（ $T \times 1$ ）、基準信号06の受信時刻（ $T \times 2$ ）及びアクセスポイントを識別するためのIDを含む受信時刻通知07を、ネットワーク08を経由して位置計算サーバ04に送付する。

【0048】

位置計算サーバ04は、該受信時刻通知に含まれる基準信号06の受信時刻（ $T \times 2$ ）と、位置計算サーバ04が持つデータベース43に記録されている基準局までの距離から伝播遅延時間（ $T \times 3$ ）を算出し、基準信号06の送信時刻（ $T \times 4$ ）を算出する。

【0049】

ここで、データベース43は、基準局までの距離ではなく、基準局02からアクセスポイント03までの信号の伝搬遅延時間の情報が記録されている場合には、この情報を用いて基準信号送信時刻を算出してもよい。また、データベース43が基準局02の座標の情報が記録されている場合には、この情報と各アクセスポイント03の座標情報とを用いて基準局02と各アクセスポイント03との間の距離を算出し、基準信号送信時刻を算出してもよい。また、アクセスポイント03が位置計算サーバ04に送付する受信時刻通知07の内容が、基準信号の受信時間と測位信号の受信時刻の差（ $T \times 2 - T \times 1$ ）である場合には、位置計算サーバ04が測位信号の受信時刻と基準信号の送信時刻の差（ $T \times 4 - T \times 1$ ）を算出してもよい。

【0050】

次に、第1の実施の形態において、1つの測位システムに複数の基準局02が存在する場合に、どの基準局02が基準信号06を送信するかを選択方法を説明する。

【0051】

基準局02は、測位信号05を受信すると、その信号強度を測定する。基準局02は、

10

20

30

40

50

測位信号05を受信してから所定の遅延時間経過後に基準信号06を送信する。この所定の遅延時間は、測定した信号強度が強いほど短く、弱いほど長くなるように定められている。そして、所定の遅延時間経過前に他の基準局02が送信した基準信号06を受信した基準局02は、所定の遅延時間が経過しても基準信号06を送信しない。この所定の遅延時間を基準局02間の電波伝搬時間の最大値より大きい値に定めておけば、結局、最も強い測位信号05を受信した基準局02だけが基準信号06を送信することになる。

【0052】

このように、受信された測定信号の信号強度を基準として基準信号06を送信するまでの時間を決めることによって、基準信号06を送信する基準局02を一意に決定することができる。さらに、より良い通信品質の信号を用いることによって、受信タイミングの検出結果もより信頼度の高いものとなるため、測位信号の通信強度が高い基準局を基準信号06の送信局とすることによって高い測位精度を保証することができる。受信された測定信号の信号強度が最も強い基準局02は、ノード01との間の通信路状態が最も良い基準局だからである。また、一般に、信号強度が強いということからノード01の近傍にあると考えられるので、この基準局02から送信される基準信号06も、測位信号05を受信した他のアクセスポイント03において十分な通信品質で受信されると予想できるからである。

【0053】

また、上記の方法において、基準局02は、他の基準局02が送信した基準信号06を受信した後であっても基準信号06を送信し、アクセスポイント03が、最初に受信した基準信号06以外の基準信号06の受信時刻を位置計算サーバ04に送付しないこともできる。その結果、最も強い測位信号05を受信した基準局02の基準信号06が位置計算に用いられる。

【0054】

また、位置計算サーバ04が複数の基準局から測位に用いる基準局を選択してもよい。この場合、アクセスポイント03は、2以上の基準信号06を受信すると、測位信号05の受信時刻とそれぞれの基準信号06の受信時刻との間隔、及び、各基準信号06を送信した基準局の基準局IDを位置計算サーバ04に送付する。例えば、アクセスポイント03は、測位信号05の後に基準信号06を2種類受信すると、測位信号05の受信から第1の基準信号06の受信までの時間及び測位信号05の受信から第2の基準信号06の受信までの時間の情報（又は、測位信号05とそれぞれの基準信号06との受信時刻の情報）、及び、各基準信号06から得た基準局を特定する情報を位置計算サーバ04に送付する。

【0055】

位置計算サーバ04は、各アクセスポイント03から送られてきた情報に基づいて、位置計算に使用する基準信号を決定する。

【0056】

図10は、複数の基準信号を受信した場合に、受信信号強度に基づいて基準信号を選択する手順を示すフローチャートである。

【0057】

各アクセスポイント03は、基準信号06を受信すると、その信号強度を測定し（S20）、あらかじめ定められた規則に従って、信号の受信強度に等級を付ける。例えば、最も強いレベルの信号の等級をAとし、以後、信号が弱くなる順にB、C、D...と等級を付ける。各アクセスポイント03は、この信号強度の等級に従って、各基準信号06の点数を定める（S21）。例えば、等級がAの基準信号の点数を5点、等級がBの基準信号の点数を4点とする。各アクセスポイント03は、測位信号05と各基準信号06の受信時刻の差（又は、測位信号05の受信時刻とそれぞれの基準信号06の受信時刻）の情報、及び、各基準信号06に対応する基準局IDに加え、各基準信号06の点数の情報を位置計算サーバに送付する（S22）。また、アクセスポイントが受信信号の等級の情報をサーバに送付し、位置計算サーバにおいて等級の情報を点数に換算してもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 8 】

位置計算サーバ04は、測位に使用する複数のアクセスポイント03から送られた各基準信号の点数を全て集計し（S23）、点数の総和が最も高い基準信号を用いて測位計算する（S24）。

【 0 0 5 9 】

例えば、第一のアクセスポイント03が1回目に受信した基準信号の基準局IDが021、信号受信強度の等級がA、2回目に受信した基準信号の基準局IDが022、信号受信強度の等級がBとする。第二のアクセスポイント03が1回目に受信した基準信号の基準局IDが022、信号受信強度の等級がA、2回目に受信した基準信号の基準局IDが021、信号受信強度の等級がAとする。第三のアクセスポイント03が1回目に受信した基準信号の基準局IDが021、信号受信強度の等級がA、2回目に受信した基準信号の基準局IDが022、信号受信強度の等級がBとする。

10

【 0 0 6 0 】

このとき、基準局IDが021である基準局（基準局021）から送信された基準信号は、点数の総和が15、基準局IDが022である基準局（基準局022）から送信された基準信号は、点数の総和が13となる。基準局021から送信された基準信号の方が高い点数を得たため、位置計算サーバ04は、基準局021からの基準信号と測位信号の受信時刻差、及び、その基準信号から得た基準局IDから求めた基準局021の位置情報を用いて位置計算を行う。

【 0 0 6 1 】

図11は、複数の基準信号を受信した場合に、受信したアクセスポイントの数に基づいて基準信号を選択する手順を示すフローチャートである。

20

【 0 0 6 2 】

各アクセスポイント03は、基準信号06を受信すると、その受信時刻を測定する（S30）。次に、各アクセスポイント03は、それぞれ、測位信号05と、受信した全ての基準信号06との受信時刻の差の情報、及び、各基準信号06から得た基準局IDを位置計算サーバ04に送付する（S31）。位置計算サーバ04は、測位に使用する全てのアクセスポイントからの情報を集計し（S32）、最も多くのアクセスポイントが受信した基準信号を特定し、その基準信号と測位信号との受信時刻の差、及び、その基準信号から得た基準局IDに基づいて求めた基準局の位置情報を用いて位置計算を行う（S33）。

30

【 0 0 6 3 】

本発明の第1の実施の形態によると、ノードが受信機能を備えなくても、ノードの位置を測定することができるため、ノードの構造を簡単にすることができ、ノードを小型化することができる。

【 0 0 6 4 】

また、ノードが測位信号を一回送信すれば位置を測定することができるため、ノードの消費電力を低減することができる。

【 0 0 6 5 】

また、ノードの位置の測定に先立って各アクセスポイントの時刻の同期をとる必要がないため、ノードが希望するタイミングで、ノードの位置を測定することができる。例えば、ノードが異常を検知した瞬間のノードの位置を測定することができる。

40

【 0 0 6 6 】

図12は、本発明の第2の実施の形態の測位システムの構成図である。

【 0 0 6 7 】

図12において、ノード01は、測位信号05を送信する機能を備える。アクセスポイント（AP）40は、測位信号05の受信時刻を測定する機能と、基準信号06を送信する機能とを備える。位置計算サーバ04は、各アクセスポイント40の座標の情報を含むデータベース（図示省略）を備え、各アクセスポイント40とネットワーク08を介して接続される。位置計算サーバ04は、各アクセスポイント40からネットワーク08を介して入手した測定結果と、データベースに含まれる情報とを用いて、ノード01の位置を

50

算出する。

【0068】

また、第2の実施の形態においては、基準信号送信機能及び受信タイミング測定機能を持つアクセスポイント40と、受信タイミング測定機能のみを持つアクセスポイント03が混在してもよい。

【0069】

また、どのアクセスポイント40が基準信号を送信するアクセスポイントとなるかは、前述した第1の実施の形態において、複数の基準局02が存在する場合に、複数の基準局02からの基準信号06を受信したアクセスポイント03が、測位に用いる基準局02を選択する方法と同様の方法によって定められてもよい。その方法を説明する。

10

【0070】

すなわち、アクセスポイント03は、測位信号05を受信すると、その信号強度を測定する。アクセスポイント03は、測位信号05を受信してから所定の遅延時間経過後に基準信号06を送信する。この所定の遅延時間は、測定した信号強度が強いほど短く、弱いほど長くなるように定められている。また、所定の遅延時間経過前に他のアクセスポイント03が送信した基準信号06を受信したアクセスポイント03は、所定の遅延時間が経過しても基準信号06を送信しない。このようにして、基準信号06を送信するアクセスポイント40が選択される。

【0071】

第2の実施の形態においても、測位信号05の受信時間と基準信号06の受信時間とを用いて第1の実施の形態と同様の位置計算をすることができる。

20

【0072】

また、第3の実施の形態のように、測位信号を発したノード01がアクセスポイント40との無線通信機能を備える場合は、そのノード01が通常の無線通信を行っているアクセスポイント40が基準局として選択され、当該選択されたアクセスポイント40のみが基準信号06を送信してもよい。

【0073】

本発明の第2の実施の形態によると、第1の実施の形態における効果の他、同一の構成のアクセスポイントを設置すればよいので、システム構成のコストを低減することができる。

30

【0074】

図13は、本発明の第3の実施の形態のシーケンス図であり、ノード01がアクセスポイント03との無線通信機能を備え、位置計算サーバ04からの指示を受けて測位信号を送信する場合の、信号の送受信の順序を示す。

【0075】

位置計算サーバ04は、測位対象のノード01が通常の無線通信に使用しているアクセスポイント03aに測位指示要求50を送付する。測位指示要求50を受けたアクセスポイント03aは、ノード01に対して測位指示51を送信する。測位指示51を受けたノード01は、測位信号05を周辺のアクセスポイント03及び基準局02に送信し、以後、図9と同様の手順を用いてノード01の位置を算出する。

40

【0076】

また、算出したノード01の座標が測定範囲外にある等、位置計算サーバ04が妥当なノード位置が算出できなかったと判断した場合は、再びそのノード01を対象とした測位指示要求50を送付してもよい。

【0077】

本発明の第3の実施の形態によると、第1の実施の形態における効果の他、基地局側（位置計算サーバ04や、その他のノード01の位置を必要とする端末）からの要求によってノード01の位置を算出することができる。

【産業上の利用可能性】

【0078】

50

本発明は、ノードの位置を算出する無線LANシステムに用いることができ、特に、簡易な構成で消費電力を低減したノードの位置算出システムに用いることができる。

【0079】

例えば、燃料電池車用に水素ガスを提供する水素ステーションの水素漏れ警報システムに利用することができる。このシステムにおいては、水素センサを備えたノード（センサノード）を任意の場所に設置し、又は、従業員に携行させて水素漏れを検知する。センサノードは、水素ガスを検知すると直ちに測位信号を送信し、周辺のアクセスポイントはその受信時刻を測定する。次に、センサノードからの信号を受けた基準局が基準信号を送信し、同様に各アクセスポイントでその受信時刻を測定する。各アクセスポイントは、それらの測定結果を含む受信時刻通知を、有線のネットワークで接続されたサーバに通知し、サーバは、該受信時刻通知と、サーバが持つデータベースに記録された各アクセスポイントの座標、各アクセスポイントから基準局までの距離等の情報を基にセンサノードが異常を検出した位置を算出する。

10

【0080】

この水素漏れ警報システムでは、センサノードの位置を必要に応じて変更しても、アクセスポイントの位置が変更されない限りシステムの情報を更新する必要がない。また、センサノードに信号の受信機能がなくても測位できるため、センサノードを小型化して、例えば、従業員のネームタグに内蔵する等の携帯方法を実現できる。また、測位に先立って各アクセスポイントの時刻を同期させる必要がないため、水素センサが異常を検知した瞬間のセンサノードの位置を知ることができる。また、センサが異常を検知するまでは従業員の位置を追跡しないため、従業員のプライバシーを守ることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0081】

【図1】本発明の第1の実施の形態の測位システムの構成図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態のノードの構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態のアクセスポイントの構成を示すブロック図である。

【図4】本発明の第1の実施の形態の位置計算サーバの構成を示すブロック図である。

【図5】本発明の第1の実施の形態の位置計算サーバに含まれるシステム情報データベースに記録される情報を示す図である。

【図6】本発明の第1の実施の形態のノードの位置の測定方法のフローチャートである。

30

【図7】本発明の第1の実施の形態の各アクセスポイントが測定した信号受信時刻の説明図である。

【図8】本発明の第1の実施の形態の位置計算サーバが算出した基準信号の送信時刻の説明図である。

【図9】本発明の第1の実施の形態の測位システムにおける信号の送受信を示すシーケンス図である。

【図10】本発明の第1の実施の形態の基準信号を選択する手順を示すフローチャートである。

【図11】本発明の第1の実施の形態の基準信号を選択する別の手順を示すフローチャートである。

40

【図12】本発明の第2の実施の形態の測位システムの構成図である。

【図13】本発明の第3の実施の形態の測位システムにおける信号の送受信の順序を示すシーケンス図である。

【符号の説明】

【0082】

01 ノード

02 基準局

03、03a、03b、03c アクセスポイント（AP）

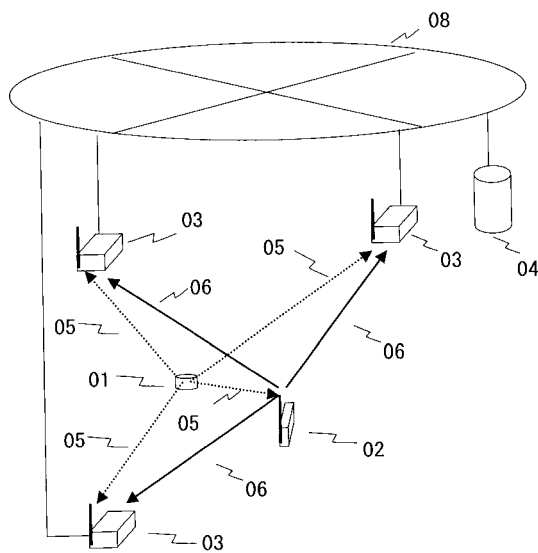
04 位置計算サーバ

05 測位信号

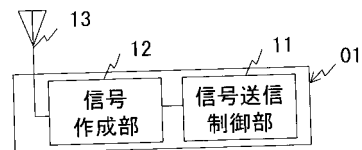
50

- 0 6 基準信号
- 0 7 受信時刻通知
- 0 8 ネットワーク
- 1 0 測位信号送信
- 1 1 測位信号受信時刻測定
- 1 2 基準信号送信
- 1 3 基準信号受信時刻測定
- 1 4 基準時刻算出
- 1 5 ノード位置計算
- 2 0 A P 1 における信号受信時刻の関係
- 2 1 A P 2 における信号受信時刻の関係
- 2 2 A P 1 における基準時刻
- 2 3 A P 2 における基準時刻
- 3 0 サーバが保持するデータベース
- 4 0 基準信号送信機能を持つアクセスポイント
- 5 0 測位指示要求
- 5 1 測位指示

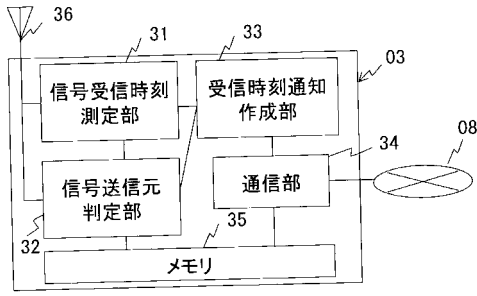
【図 1】



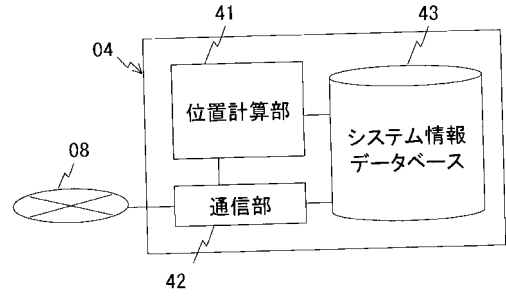
【図 2】



【図3】



【図4】

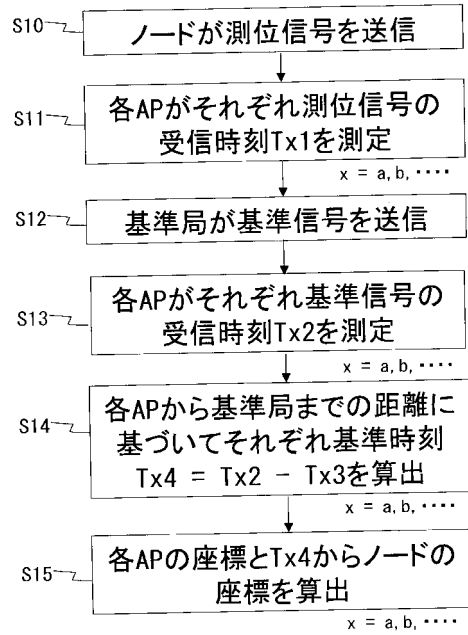


【図5】

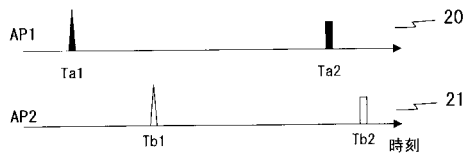
30

ID	x座標	y座標	z座標	遅延量	基準局までの距離
001	1.0	2.0	1.5	0	1.0
002	5.0	4.0	1.5	1	1.2
003	8.0	6.0	2.0	1.2	2.0
004	2.0	1.0	2.0	0	1.8
005	3.0	3.0	1.0	0	3.2

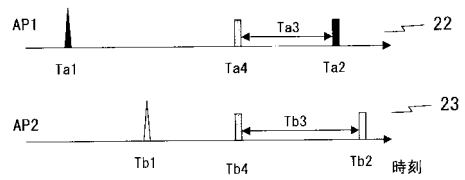
【図6】



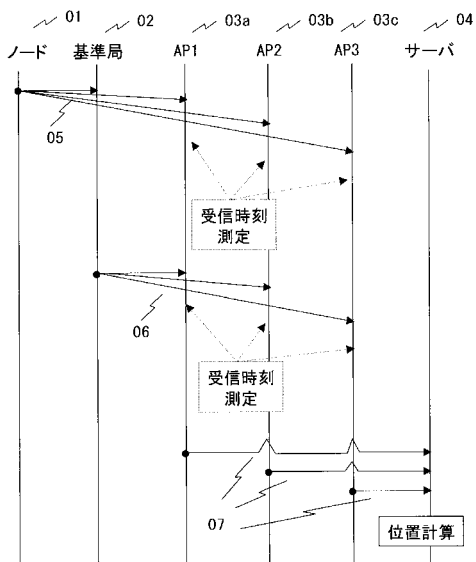
【図7】



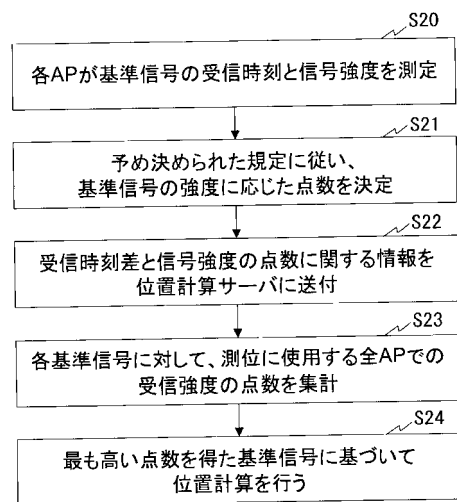
【図8】



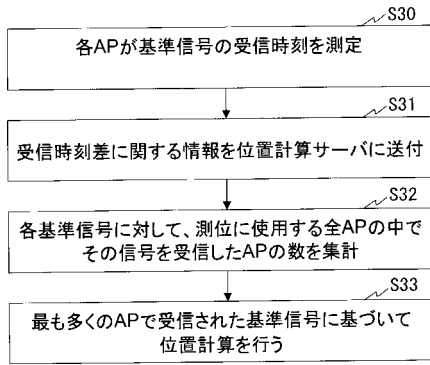
【図9】



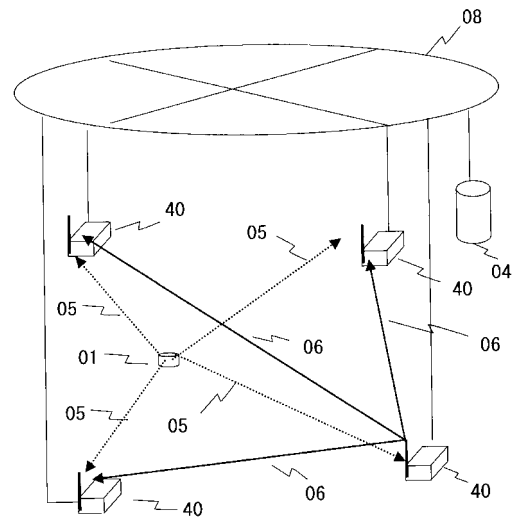
【図10】



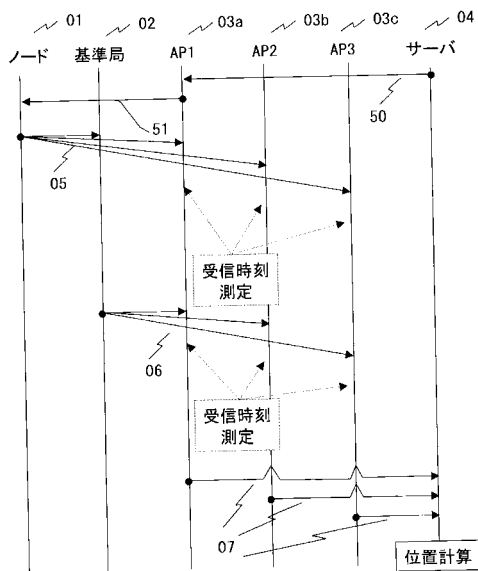
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 増位 庄一

埼玉県比企郡鳩山町赤沼2520番地 株式会社日立製作所 基礎研究所内

審査官 石井 哲

(56)参考文献 特表2003-510614(JP,A)

特開平08-211141(JP,A)

特開平08-122425(JP,A)

特開2002-291021(JP,A)

特開2002-098747(JP,A)

特開昭50-052993(JP,A)

特開平08-146110(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01S 5/00 - 5/14

G01S 7/00 - 7/42

G01S 13/00 - 13/95

H04Q 7/00 - 7/38