

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3801123号

(P3801123)

(45) 発行日 平成18年7月26日(2006.7.26)

(24) 登録日 平成18年5月12日(2006.5.12)

(51) Int. Cl. F I
GO 1 S 5/06 (2006.01) GO 1 S 5/06
HO 4 Q 7/34 (2006.01) HO 4 B 7/26 1 O 6 B

請求項の数 11 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2002-260772 (P2002-260772)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成14年9月6日(2002.9.6)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2004-101254 (P2004-101254A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(43) 公開日	平成16年4月2日(2004.4.2)	(74) 代理人	100075096
審査請求日	平成16年12月14日(2004.12.14)		弁理士 作田 康夫
早期審査対象出願		(72) 発明者	荻野 敦
			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	矢野 隆
			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	恒原 克彦
			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】 無線システムおよびそのサーバーならびにその基地局

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

1の基地局から複数回にわたって送信される信号の受信時間を複数ある他の基地局が各々のクロックにより測定し、

前記複数ある他の基地局が各々のクロックにより端末からの信号の受信時間を測定し、
 上記基地局信号の各受信時間と、各基地局の位置とから上記各基地局のクロック速度比を推定し、

上記端末信号の各受信時間に含まれるクロック誤差を上記推定されたクロック速度比に基づいて補正し、

上記補正された端末信号の各受信時間と、各基地局の位置とから上記端末の位置を検出することを特徴とする位置検出方法。

10

【請求項2】

端末からの信号の受信時間を測定するための無線チャネルと、各基地局の相互のクロック速度比を推定するための無線チャネルとを共用することを特徴とする請求項1の位置検出方法。

【請求項3】

1の基地局から無線で複数回にわたって送信されて他の各基地局で受信される信号の上記各基地局における各々のクロックによる受信時刻と、上記各基地局における各々のクロックによる端末からの信号の受信時刻とを収集し、

上記基地局信号の各受信時刻と、各基地局の位置とから上記各基地局のクロック速度比を

20

推定し、

上記端末信号の各受信時刻に含まれるクロック誤差を上記推定されたクロック速度比に基づいて補正し、

上記補正された端末信号の各受信時刻と、上記 1 の基地局および上記各基地局の位置とから上記端末の位置を検出することを特徴とするサーバー。

【請求項 4】

各基地局の送受信処理における遅延量を蓄積し、端末位置の検出に前記遅延量を用いることを特徴とする請求項 3 記載のサーバー。

【請求項 5】

端末から位置検出の要求を仲介した基地局の位置に基づいて、該端末の位置検出に使用する基地局および該無線チャネルを決定することを特徴とする請求項 3 ~ 4 のうちのいずれかに記載のサーバー。

10

【請求項 6】

端末の位置検出に使用する基地局とその無線チャネルとに基づいて、位置検出に使用しない基地局に対し、該無線チャネルにおける送信電力を制御することを特徴とする請求項 5 のサーバー。

【請求項 7】

複数の通信チャネルを介してそれぞれ端末と通信をすることができる複数の基地局と、測位装置とを含む無線システムであって、

上記複数の基地局のうち、その座標が既知である第 1 の基地局と、各自のクロックを有し

20

その座標が既知である複数の他の基地局とに対して、共通の通信チャネルを設定し、
上記複数の他の基地局は上記端末から送信される第 1 の信号の受信時刻を各自のクロックに基づいて測定し、上記第 1 の基地局から送信される第 2 及び第 3 の信号の受信時刻を各自のクロックに基づいて測定する測定部を有し、

上記測位装置は、

各基地局の位置と、上記第 2 および第 3 の信号の上記各受信時刻とから、上記各基地局のクロック速度比を推定し、

上記第 1 の信号の各受信時刻に含まれるクロック誤差を上記推定されたクロック速度比に基づいて補正し、

上記補正された端末信号の各受信時刻と、上記第 1、および複数の他の基地局の座標を用いて、上記端末の位置を測定する無線システム。

30

【請求項 8】

上記共通の通信チャネルを設定した以外の基地局で、同一の通信チャネルを使用している基地局に対して、送信電力制御を行う請求項 7 記載の無線システム。

【請求項 9】

複数の通信チャネルを介してそれぞれ端末と通信をすることができる複数の基地局と、測位装置とを含む無線システムに用いるサーバーであって、

該サーバーは、上記複数の基地局のうちの少なくとも一部の基地局に対して、共通の通信チャネルを設定し、

上記少なくとも一部の基地局は、その座標が既知である第 1 の基地局と、各自のクロック

40

を有しその座標が既知である複数の他の基地局とを含み、
該サーバーは、該複数の他の基地局が上記端末から送信される第 1 の信号の受信時刻および上記第 1 の基地局から送信される第 2 及び第 3 の信号の受信時刻を各自のクロックに基づいて測定した測定結果を収集し、

各基地局の位置と、上記第 2 および第 3 の信号の各受信時刻とから、上記各基地局のクロック速度比を推定し、

上記第 1 の信号の各受信時刻に含まれるクロック誤差を上記推定されたクロック速度比に基づいて補正し、

上記補正された第 1 の信号の各受信時刻と上記第 1 および複数の他の基地局の座標とを用いて、上記端末の位置を測定するサーバー。

50

【請求項 10】

その座標が既知である第 1 の基地局と、

第 2 のクロックを有しその座標が既知である第 2 の基地局と、

第 3 のクロックを有しその座標が既知である第 3 の基地局と、

端末とを含む無線システムであって、

上記第 2 及び第 3 の基地局は上記端末から送信される第 1 の信号の受信時刻を各自のクロックに基づいて測定し、

上記第 2 及び第 3 の基地局は上記第 1 の基地局から送信される第 2 及び第 3 の信号の受信時刻を各自のクロックに基づいて測定し、

上記第 1 及び第 2 並びに第 3 の基地局の座標、および、上記第 2 及び第 3 の信号の第 2 のクロックによる受信時刻と、上記第 2 及び第 3 の信号の第 3 のクロックによる受信時刻とから上記第 2 のクロックと第 3 のクロックのクロック速度比を推定し、

上記第 2 のクロックに対する上記第 1 の信号の第 3 のクロックによる受信時刻に含まれるクロック誤差を上記推定されたクロック速度比に基づいて補正し、

上記補正された第 2 の基地局の第 2 のクロックおよび上記第 3 の基地局の第 3 のクロックによる第 1 の信号の受信時刻と、各基地局の位置に基づいて、上記端末の位置を測定する無線システム。

【請求項 11】

複数の通信チャネルを介してそれぞれ端末と通信をすることができる複数の基地局を含む無線システムにおける端末測位方法であって、

上記複数の基地局のうちその座標が既知である第 1 の基地局から第 1 及び第 2 の信号を送信し、

上記複数の基地局のうち各自のクロックを有しその座標が既知である複数の他の基地局は、上記第 1 及び第 2 の信号の受信時刻を各自のクロックに基づいて測定し、上記端末から送信される第 3 の信号の受信時刻を各自のクロックに基づいて測定し、

上記複数の基地局の座標、および、上記第 1 及び第 2 の信号の第 3 のクロックによる受信時刻とから上記複数の他の基地局の各自のクロックのクロック速度比を推定し、

上記クロック速度比に基づいて上記第 3 の信号の各受信時刻に含まれるクロック誤差を補正し、

上記補正された第 3 の信号の各受信時刻と、各基地局の位置を用いて、上記端末の位置を測定する端末測位方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、無線による位置の測定に関するもので、特に無線 LAN システムにおける位置測定に関する。

【0002】

【従来の技術】

IEEE802.11規格に代表される無線 LAN は、インターネットとの互換性や、広帯域無線媒体（準マイクロ波、準ミリ波、赤外線など）を用いた高速データ転送の実現により、オフィスはもちろんのこと、ホットスポットとよばれる公共スペースにまで浸透するに至っている。このような無線 LAN において、端末の位置情報に基づいた「道案内」「近隣案内」などの様々な位置情報サービスが、例えば、特開 2001 - 264090 公報に開示されている。端末の位置を検出する方式として、例えば、特開 2000 - 156882 公報において、GPS や基地局の CS-ID（セルステーションアイディー）による方式が公開されている。前者では、約 10m の高い精度で端末の位置検出を実現できるものの、該端末が GPS 受信機を備えていなければならない。後者では、GPS 受信機は不要であるが、端末において受信電力が最大となる最寄り基地局の CS-ID を元に該端末の位置を得るため、基地局の配置間隔程度の精度しか得ることが出来ない。その結果、上記「道案内」など精度を要するサービスにおいては不便を生じてしまう。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 3 】

【 発明が解決しようとする課題 】

そこで、無線LANシステムにおいて、端末にGPS受信機を追加せずに、該位置を高い精度で検出することが課題である。

【 0 0 0 4 】

【 課題を解決するための手段 】

本発明では、各基地局が相互の無線通信により相互の時計のずれを検出し、各基地局が端末からの信号の受信時間を測定し、上記各基地局の相互の時計のずれと、上記受信時間と、各基地局の位置とから上記端末の位置を検出する。

より具体的には、第1の時計を有しその座標が既知である第1の基地局と、第2の時計を有しその座標が既知である第2の基地局と、端末とを含む無線システムであって、第1及び第2の基地局は端末から送信される第1の信号の受信時刻を各自の時計に基づいて測定し、第2の基地局は第1の基地局から送信される第2の信号の受信時刻を第2の時計に基づいて測定し、第1及び第2の基地局の座標、および、第2の信号の第1の時計による発信時刻と、第2の信号の第2の時計による受信時刻とから、第1の時計と第2の時計の時間のずれを検出し、第1の信号の第1の時計による受信時間、第1の信号の第2の時計による受信時間、および、時間のずれに基づいて、端末の位置を測定する無線システムである。

10

【 0 0 0 5 】

他の例においては、さらに第3の時計を有しその座標が既知である第3の基地局をさらに含み、第3の基地局は端末から送信される第1の信号の受信時刻を第3の時計に基づいて測定し、第1及び第3の基地局の座標、および、第2の信号の第1の時計による発信時刻と、第2の信号の第3の時計による受信時刻とから、第1の時計と第3の時計の時間のずれを検出し、第1の信号の第1の時計による受信時間、第1の信号の上記第2の時計による受信時間、上記第1の信号の上記第3の時計による受信時間、および、各時計間の時間のずれに基づいて、端末の位置を測定する。

20

【 0 0 0 6 】

また、好ましくは、位置測定に先立ち、同一の通信チャネルを用いるように制御する。

【 0 0 0 7 】

本発明の他の形態は、複数の基地局と、複数の通信チャネルと、端末とを含む無線システムであって、複数の基地局のうち、少なくとも、第1の時計を有しその座標が既知である第1の基地局と、第2の時計を有しその座標が既知である第2の基地局と、第3の時計を有しその座標が既知である第3の基地局に対して、共通の通信チャネルを設定し、第1及び第2および第3の基地局は端末から送信される第1の信号の受信時刻を各自の時計に基づいて測定する第1の測定部を有し、第2の基地局および第3の基地局は第1の基地局から送信される第2の信号の受信時刻を各自の時計に基づいて測定する第2の測定部を有し、第1、第2、および第3の基地局の座標、第2の信号の第1の時計による発信時刻、第2の信号の第2の時計による受信時刻、第2の信号の第3の時計による受信時刻、第1の信号の第1の時計による受信時刻、第1の信号の第2の時計による受信時刻、および、第1の信号の第3の時計による受信時刻を用いて、端末の位置を測定する無線システムである。

30

40

【 0 0 0 8 】

このとき、共通の通信チャネルを設定した以外の基地局で、同一の通信チャネルを使用している基地局に対して、送信電力制御を行ってもよい。

【 0 0 0 9 】

さらに別の形態では、複数の基地局と、複数の通信チャネルと、端末とを含み、上記複数の基地局のうち、複数の基地局のうち、第1の時計を有しその座標が既知である第1の基地局と、第2の時計を有しその座標が既知である第2の基地局と、第3の時計を有しその座標が既知である第3の基地局は、端末から送信される第1の信号の受信時刻を各自の時計に基づいて測定し、第2の基地局および第3の基地局は第1の基地局から送信される第

50

2の信号の受信時刻を各自の時計に基づいて測定する無線システムに用いるサーバーであって、サーバーは、第1～第3の基地局に対して、共通の通信チャネルを設定し、サーバーは、第1、第2、および第3の基地局の座標、第2の信号の第1の時計による発信時刻、第2の信号の第2の時計による受信時刻、第2の信号の第3の時計による受信時刻、第1の信号の第1の時計による受信時刻、第1の信号の第2の時計による受信時刻、および、第1の信号の第3の時計による受信時刻を用いて、端末の位置を測定する。

【0010】

以上では、発信時刻を測定する例を示したが、信号の発信時刻を測定しない構成としても実現可能である。その例としては、その座標が既知である第1の基地局と、第2の時計を有しその座標が既知である第2の基地局と、第3の時計を有しその座標が既知である第3の基地局と、端末とを含む無線システムであって、第2及び第3の基地局は端末から送信される第1の信号の受信時刻を各自の時計に基づいて測定し、第2及び第3の基地局は第1の基地局から送信される第2の信号の受信時刻を各自の時計に基づいて測定し、第1及び第2並びに第3の基地局の座標、および、第2の信号の第2の時計による受信時刻と、第2の信号の第3の時計による受信時刻とから、第2の時計と第3の時計の時間のずれを検出し、第1の信号の第2の時計による受信時間、第1の信号の第3の時計による受信時間、および、時間のずれに基づいて、端末の位置を測定する。

10

【0011】

さらに、第4の時計を有しその座標が既知である第4の基地局をさらに含み、第4の基地局は端末から送信される第1の信号の受信時刻を第4の時計に基づいて測定し、第1及び第2並びに第4の基地局の座標、および、第2の信号の第2の時計による受信時刻と、第2の信号の第4の時計による受信時刻とから、第2の時計と第4の時計の時間のずれを検出し、第1の信号の第2の時計による受信時間、第1の信号の上記第3の時計による受信時間、第1の信号の第4の時計による受信時間、および、各時計間の時間のずれに基づいて、端末の位置を測定することにしてもよい。

20

さらに、少なくとも第1～第4の基地局に対して、位置測定に先立ち、同一の通信チャネルを用いるように制御してもよい。

【0012】

また、本発明の他の態様は、各基地局の相互の無線通信における受信時刻と、各基地局における端末からの信号の受信時刻と、各基地局の位置とから端末の位置を検出することを特徴とするサーバーである。あるいは、各基地局の相互の無線通信における受信信号ならば該信号の取り込み時刻と、各基地局における端末からの受信信号ならば該信号の取り込み時刻と、各基地局の位置とから端末の位置を検出することを特徴とするサーバーである。

30

さらに、これらのサーバーは、各基地局の受信処理における遅延量を蓄積し、端末位置の検出に前記遅延量を用いることにしてもよい。

さらに、端末から位置検出の要求を仲介した基地局の位置に基づいて、該端末の位置検出に使用する基地局および該無線チャネルを決定するサーバーとしても良い。また、このとき、端末の位置検出に使用する基地局とその無線チャネルとに基づいて、位置検出に使用しない基地局に対し、無線チャネルにおける送信電力を制御することにしてもよい。

40

【0013】

本発明の基地局の形態は、一例として、通信部、蓄積部、クロック、処理部、LAN I/F部とから構成され、蓄積部に蓄積されたベースバンド信号(I/Q)と、該蓄積操作に関する時刻とから、無線パケットの受信時間とを導出することを特徴とする。このとき、蓄積部に蓄積された受信ベースバンド信号(I/Q)と予め定めた複素系列との相互相関と、該蓄積操作に関する時刻とから、無線パケットの受信時刻を導出することにしてもよい。

【0014】

本発明の他の態様は、無線LANシステムにおいて各基地局が相互の無線通信により相互の時計のずれを検出することにより、基地局間の同期を取ることを特徴とする基地局間同期方法である。このとき、無線LANシステムにおいて各基地局が相互の無線通信を複数回繰

50

り返すことにより相互の時計の単位時間当たりのずれ率を検出することにより、基地局間の同期を取ることにしてもよい。

【0015】

本発明の他の態様は、複数の基地局と、複数の通信チャネルと、端末とを含む無線システムであって、複数の基地局のうち、少なくとも、その座標が既知である第1の基地局と、第2の時計を有しその座標が既知である第2の基地局と、第3の時計を有しその座標が既知である第3の基地局と、第4の時計を有しその座標が既知である第4の基地局に対して、共通の通信チャネルを設定し、第2、第3、および第4の基地局は端末から送信される第1の信号の受信時刻を各自の時計に基づいて測定する第1の測定部を有し、第2、第3、および第4の基地局は第1の基地局から送信される第2の信号の受信時刻を各自の時計に基づいて測定する第2の測定部を有し、第1、第2、第3、および第4の基地局の座標、第2の信号の第2の時計による受信時刻、第2の信号の第3の時計による受信時刻、第2の信号の第4の時計による受信時刻、第1の信号の第2の時計による受信時刻、第1の信号の第3の時計による受信時刻、および、第1の信号の第4の時計による受信時刻を用いて、端末の位置を測定する無線システムである。このとき、共通の通信チャネルを設定した以外の基地局で、同一の通信チャネルを使用している基地局に対して、送信電力制御を行うことにしてもよい。

10

【0016】

また、本発明の他の態様は、複数の基地局と、複数の通信チャネルと、端末とを含み、複数の基地局のうち、その座標が既知である第1の基地局と、第2の時計を有しその座標が既知である第2の基地局と、第3の時計を有しその座標が既知である第3の基地局と、第4の時計を有しその座標が既知である第4の基地局は、端末から送信される第1の信号の受信時刻を各自の時計に基づいて測定し、第2の基地局および第3の基地局ならびに第4の基地局は第1の基地局から送信される第2の信号の受信時刻を各自の時計に基づいて測定する無線システムに用いるサーバーであって、このサーバーは、第1～第4の基地局に対して、共通の通信チャネルを設定し、サーバーは、第1、第2、第3、および第4の基地局の座標、第2の信号の第2の時計による受信時刻、第2の信号の第3の時計による受信時刻、第2の信号の第4の時計による受信時刻、第1の信号の第2の時計による受信時刻、第1の信号の第3の時計による受信時刻、および、第1の信号の第4の時計による受信時刻を用いて、端末の位置を測定するサーバーである。

20

30

【発明の実施の形態】

図1を用いて本発明による無線LANシステムの実施例を説明する。同図において、100は端末を、110、111、112は基地局を、120はサーバーを、130はローカルエリアネットワーク（LAN）を示す。端末100は、基地局に対し第一の無線パケットを送信する機能を有する。基地局110、111、112はそれぞれ内部にクロックを有し、端末100が送信した第一の無線パケットの受信時間を測定する機能を有する。各基地局のクロックで測定した該受信時間をそれぞれ R_{p1_b0} 、 R_{p1_b1} 、 R_{p1_b2} とする。端末100から送信された信号が各基地局で受信された時刻から、端末と各基地局との距離が求まり、その距離に基づいて、端末の座標を知ることができる。しかし、測定した受信時間 R_{p1_b0} 、 R_{p1_b1} 、 R_{p1_b2} は、各基地局固有のクロックに基づいて測定されており、各基地局のクロックの同期は保証されていないため、各基地局のクロックのずれを検出して、校正を行う必要がある。

40

基地局110は、基地局111、112に対し第二の無線パケットを送信する機能と、該パケットの送信時間を測定する機能を有する。基地局110のクロックで測定した該送信時間を T_{p2_b0} とする。基地局110は、端末100からの第一の無線パケットの受信時間 R_{p1_b0} と、自局からの第二の無線パケット送信時間 T_{p2_b0} とをサーバー120に伝達する。基地局111、112は、基地局110が送信した第二の無線パケットの受信時間を測定する機能を有する。各基地局のクロックで測定した該受信時間をそれぞれ R_{p2_b1} 、 R_{p2_b2} とする。また、基地局111、112は、それぞれ、端末100からの第一の無線パケットの受信時間 R_{p1_b1} 、 R_{p1_b2} と、基地局110からの第二の無線パケット受信時間 R_{p2_b1} 、 R_{p2_b2} とをサーバー120に伝達する。サーバー120は、基地局110、111、112それぞれの位置 (X_0, Y_0) 、 (X_1, Y_1) 、 (X_2, Y_2)

50

)を予め蓄積し、該各位置と、各基地局から取得した各時間 R_{p1_b0} 、 R_{p1_b1} 、 R_{p1_b2} 、 T_{p2_b0} 、 R_{p2_b1} 、 R_{p2_b2} とから端末100の位置(X_m , Y_m)を算出する。

基地局110と基地局111、112の距離は予め知られているため、距離を光速で割れば基地局間のパケットの伝搬時間が求まる。よって、基地局110からの送信時間(基地局110のクロックに基づく)に伝搬時間を加算すれば、基地局111、112での受信時間(基地局110のクロックに基づく)が求まる。この受信時間と、基地局111、112が自己のクロックで測定した受信時間とのずれを検出することにより、基地局相互のクロックのずれを校正することができる。

次にサーバーにおける、端末100の位置の算出方法について述べる。基地局110、111、112はそれぞれクロックを持っている。端末の位置(X_m , Y_m)は数1に示す連立方程式($i=1, 2$)を解くことによって得られる。ただし、 c は光速であり、 E_{b0_bi} ($i=1, 2$)はそれぞれ基地局110に対する基地局111、112のクロックの誤差である。

【0017】

【数1】

数1

$$\sqrt{(X_m - X_i)^2 + (Y_m - Y_i)^2} - \sqrt{(X_m - X_0)^2 + (Y_m - Y_0)^2} = c(R_{p1_bi} - E_{b0_bi} - R_{p1_b0})$$

20

ここで、基地局110に対する基地局111、112のクロックの誤差 E_{b0_bi} ($i=1, 2$)が大きければ端末の位置は正しく算出されない。時間にして1マイクロ秒の誤差は、距離で300mの誤差を引き起こす。しかし、これらの誤差は第二の無線パケットの送受信時間の測定結果から、数2 ($i=1, 2$)により求めることができる。数2 ($i=1, 2$)において、右辺($R_{p2_bi} - T_{p2_b0}$)は、基地局110における第二の無線パケット送信時間に対する基地局111 ($i=1, 2$)における第二の無線パケット受信時間の差を示している。また、右辺第三項は基地局110と基地局111 ($i=1, 2$)との間の伝搬時間を示している。

【0018】

【数2】

数2

$$E_{b0_bi} = R_{p2_bi} - T_{p2_b0} - c^{-1} \sqrt{(X_i - X_0)^2 + (Y_i - Y_0)^2}$$

以上から、数1、2を解くことにより、端末100の位置(X_m , Y_m)を得ることができる。

【0019】

図2を用いて本発明による無線LANシステムの第二の実施例を説明する。図1の実施例では、ある時点に於ける各基地局のクロック相互のずれを検出し、校正することができる。しかし、各基地局のクロックのクロック周期自体が、装置の特性や温度などの条件により異なっている場合、時間と共に基地局間のずれ量は変化する。これを校正するためには、単位時間あたりのクロックずれ変化量を検出し、校正することが望ましい。

図2において、100は端末を、210、211、212は基地局を、220はサーバーを、130はローカルエリアネットワーク(LAN)を示す。端末100は、基地局に対し第一の無線パケットを送信する機能を有する。基地局210、211、212はそれぞれ内部にクロックを有し、端末100が送信した第一の無線パケットの受信時間を測定する機能を有する。各基地局のクロックで測定した該受信時間をそれぞれ R_{p1_b0} 、 R_{p1_b1} 、 R_{p1_b2} とする。

50

基地局210は、基地局211、212に対し第二の無線パケットを送信する機能と、該パケットの送信時間を測定する機能を有する。基地局210のクロックで測定した第二の無線パケットの送信時間を T_{p2_b0} とする。さらに、基地局210は、基地局211、212に対し第三の無線パケットを送信する機能と、該パケットの送信時間を測定する機能を有する。基地局210のクロックで測定した第三の無線パケットの送信時間を T_{p3_b0} とする。基地局210は、端末100からの第一の無線パケットの受信時間 R_{p1_b0} と、自局からの第二の無線パケット送信時間 T_{p2_b0} と、自局からの第三の無線パケット送信時間 T_{p3_b0} とをサーバー220に伝達する。基地局210は、第二の無線パケットを第一の無線パケットより先に送信してもよい。また、基地局210は、第二および第三の無線パケットをそれぞれ第一の無線パケットより先に送信してもよい。

10

【0020】

基地局211、212は、基地局210が送信した第二の無線パケットの受信時間を測定する機能を有する。各基地局のクロックで測定した第二の無線パケットの受信時間をそれぞれ R_{p2_b1} 、 R_{p2_b2} とする。さらに、基地局211、212は、基地局210が送信した第三の無線パケットの受信時間を測定する機能を有する。各基地局のクロックで測定した第三の無線パケットの受信時間をそれぞれ R_{p3_b1} 、 R_{p3_b2} とする。また、基地局211、212は、それぞれ、端末100からの第一の無線パケットの受信時間 R_{p1_b1} 、 R_{p1_b2} と、基地局210からの第二の無線パケット受信時間 R_{p2_b1} 、 R_{p2_b2} と、基地局210からの第三の無線パケット受信時間 R_{p3_b1} 、 R_{p3_b2} とをサーバー220に伝達する。

サーバー220は、基地局210、211、212それぞれの位置 (X_0, Y_0) 、 (X_1, Y_1) 、 (X_2, Y_2) を予め蓄積し、該各位置と、各基地局から取得した各時間 R_{p1_b0} 、 R_{p1_b1} 、 R_{p1_b2} 、 T_{p2_b0} 、 R_{p2_b1} 、 R_{p2_b2} 、 T_{p3_b0} 、 R_{p3_b1} 、 R_{p3_b2} とから端末100の位置 (X_m, Y_m) を算出する。

20

次にサーバーにおける、端末100の位置の算出方法について述べる。

基地局210、211、212はそれぞれクロックを持っている。端末の位置 (X_m, Y_m) は数1に示す連立方程式($i=1, 2$)を解くことによって得られる。ただし、ここでは、 E_{b0_bi} ($i=1, 2$)はそれぞれ基地局210に対する基地局211、212のクロックの誤差である。基地局210、211、212の持つクロック速度のばらつきが大きければ、基地局210に対する基地局211、212のクロックの誤差 E_{b0_bi} ($i=1, 2$)は時間とともに変化してしまう。実際、無線LAN規格であるIEEE802.11ではクロック精度を $\pm 25\text{ppm}$ 以内に許容しているため、基地局間で1秒当たり最大50マイクロ秒ずつ誤差が増加してしまうこともありうる。時間にして50マイクロ秒の誤差は、距離で15000mの誤差を引き起こす。しかし、このような誤差は第二および第三の無線パケットの送受信時間の測定結果から、数3 ($i=1, 2$)により求めることができる。数3 ($i=1, 2$)において、右辺中括弧内 $(T_{p3_b0} - T_{p2_b0}) / (R_{p3_bi} - R_{p2_bi})$ は、基地局21i ($i=1, 2$)のクロックに対する基地局210のクロック速度の比の値を示している。同中括弧内の $(R_{p2_bi} - R_{p1_bi})$ は、基地局21i ($i=1, 2$)の第一のパケット受信時間に対する第二のパケット受信時間の差を示している。前記 $(R_{p2_bi} - R_{p1_bi})$ に $(T_{p3_b0} - T_{p2_b0}) / (R_{p3_bi} - R_{p2_bi})$ を乗じることにより、基地局21i ($i=1, 2$)の第一のパケット受信時間に対する第二のパケット受信時間の差を、基地局210のクロック速度で補正した値を得る。従って、右辺中括弧内は、基地局21i ($i=1, 2$)における第二の無線パケット受信時間を基地局210のクロック速度で補正した値となっている。数3は、数2の拡張であり、基地局間のクロック速度に差がなければ $(T_{p3_b0} - T_{p2_b0}) / (R_{p3_bi} - R_{p2_bi})$ は1となり、数2と一致する。

30

40

【0021】

【数3】

数3

$$E_{b0,bi} = \left\{ R_{p1,bi} + \frac{T_{p3,b0} - T_{p2,b0}}{R_{p3,bi} - R_{p2,bi}} (R_{p2,bi} - R_{p1,bi}) \right\} - T_{p2,b0} - c^{-1} \sqrt{(X_i - X_0)^2 + (Y_i - Y_0)^2}$$

以上から、数1、3を解くことにより、端末100の位置 (X_m , Y_m) を得ることができる。

【0022】

10

図9を用いて本発明による無線LANシステムの第三の実施例を説明する。図1および図2の実施例では基地局間のクロックずれを知るために、少なくとも一つの基地局はパケットの送信時間を測定する機能を有していた。本実施例ではこの機能を省略した構成を示す。

図9において、100は端末を、910、911、912、913は基地局を、920はサーバーを、130はローカルエリアネットワーク (LAN) を示す。端末100は、基地局に対し第一の無線パケットを送信する機能を有する。基地局911、912、913はそれぞれ内部にクロックを有し、端末100が送信した第一の無線パケットの受信時間を測定する機能を有する。各基地局のクロックで測定した該受信時間をそれぞれ $R_{p1(i)_b1}$ 、 $R_{p1(i)_b2}$ 、 $R_{p1(i)_b3}$ とする。

基地局910は、基地局911、912、913に対し第二の無線パケットを送信する機能を有する。基地局910は、基地局911、912、913に対し、さらに第三の無線パケットを送信する機能を有していてもよい。基地局910は、第二の無線パケットを第一の無線パケットより先に送信してもよい。また、基地局910は、第二および第三の無線パケットをそれぞれ第一の無線パケットより先に送信してもよい。

20

【0023】

基地局911、912、913は、基地局910が送信した第二の無線パケットの受信時間を測定する機能を有する。各基地局のクロックで測定した第二の無線パケットの受信時間をそれぞれ $R_{p2(j)_b1}$ 、 $R_{p2(j)_b2}$ 、 $R_{p2(j)_b3}$ ($j=2$) とする。さらに、基地局911、912、913は、基地局910が送信した第三の無線パケットの受信時間を測定する機能を有していてもよい。各基地局のクロックで測定した第三の無線パケットの受信時間をそれぞれ $R_{p2(j)_b1}$ 、 $R_{p2(j)_b2}$ 、 $R_{p2(j)_b3}$ ($j=3$) とする。また、基地局911、912、913は、それぞれ、端末100からの第一の無線パケットの受信時間 $R_{p1(i)_b1}$ 、 $R_{p1(i)_b2}$ 、 $R_{p1(i)_b3}$ と、基地局910からの第二の無線パケット受信時間 $R_{p2(j)_b1}$ 、 $R_{p2(j)_b2}$ 、 $R_{p2(j)_b3}$ ($j=2$) と、さらに必要に応じて基地局910からの第三の無線パケット受信時間 $R_{p2(j)_b1}$ 、 $R_{p2(j)_b2}$ 、 $R_{p2(j)_b3}$ ($j=3$) とをサーバー920に伝達する。

30

サーバー920は、基地局910、911、912、913それぞれの位置 (X_0 , Y_0)、(X_1 , Y_1)、(X_2 , Y_2)、(X_3 , Y_3) を予め蓄積し、該各位置と、各基地局から取得した各時間 $R_{p1(i)_b1}$ 、 $R_{p1(i)_b2}$ 、 $R_{p1(i)_b3}$ 、 $R_{p2(j)_b1}$ 、 $R_{p2(j)_b2}$ 、 $R_{p2(j)_b3}$ から端末100の位置 (X_m , Y_m) を算出する。

次にサーバーにおける、端末100の位置の算出方法について述べる。

基地局911、912、913はそれぞれクロックを持っている。端末の位置 (X_m , Y_m) は数4に示す連立方程式 ($k=2, 3$) を解くことによって得られる。ただし、ここでは、 E_{b1_bk} ($k=2, 3$) はそれぞれ基地局911に対する基地局912、913のクロックの誤差である。これらの誤差は第二の無線パケットの受信時間の測定結果から、数5 ($k=2, 3$, $j=2$) により求めることができる。

40

【0024】

【数4】

数4

$$\sqrt{(X_m - X_k)^2 + (Y_m - Y_k)^2} - \sqrt{(X_m - X_1)^2 + (Y_m - Y_1)^2} = c(R_{p1(i),bk} - E_{b1,bk} - R_{p1(i),b1})$$

【数5】

10

数5

$$E_{b1,bk} = R_{p2(j),bk} - R_{p2(j),b1} - c^{-1} \left\{ \sqrt{(X_k - X_0)^2 + (Y_k - Y_0)^2} - \sqrt{(X_1 - X_0)^2 + (Y_1 - Y_0)^2} \right\}$$

基地局911、912、913の持つクロック速度のばらつきが大きく、基地局911に対する基地局912、913のクロックの誤差 E_{b1_bk} ($k=2, 3$)は時間とともに変化してしまう場合には、さらに第三の無線パケットの受信時間の測定結果を用いて、数6 ($k=2, 3, j=2, h=3$)により当該誤差求めてもよい。

20

【0025】

【数6】

数6

$$E_{b1,bk} = \frac{R_{p2(h),b1} R_{p2(j),bk} - R_{p2(h),bk} R_{p2(j),b1}}{R_{p2(h),bk} - R_{p2(j),bk}} - c^{-1} \left\{ \sqrt{(X_k - X_0)^2 + (Y_k - Y_0)^2} - \sqrt{(X_1 - X_0)^2 + (Y_1 - Y_0)^2} \right\} + \left(1 - \frac{R_{p2(h),b1} - R_{p2(j),b1}}{R_{p2(h),bk} - R_{p2(j),bk}} \right) R_{p1(i),bk}$$

30

数6 ($k=2, 3, j=2, h=3$)において、右辺中括弧内 $(R_{p2(h),b1} - R_{p2(j),b1}) / (R_{p2(h),bk} - R_{p2(j),bk})$ は、基地局91k ($k=2, 3$)のクロックに対する基地局911のクロック速度の比の値を示している。数6は数5の拡張であり、クロックの誤差 E_{b1_bk} ($k=2, 3$)は時間とともに変化しない場合、すなわち、クロック速度の比が1のときには数6は数5と一致する。なお、クロックの誤差 E_{b1_bk} ($k=2, 3$)の導出は、第二、第三の無線パケットの受信時間の測定結果を用いることに限定されるわけではなく、第二、第三、...第g($g \geq 4$)の無線パケットの受信時間の測定結果を用いてもよい。その場合には数6 ($k=2, 3, j=e, h=f, e \neq f, e=2, f=3$)より複数得られるクロックの誤差を元に、例えば、その平均値を取るなどして E_{b1_bk} ($k=2, 3$)を決定すればよい。

40

以上から、数4、5または数4、6を解くことにより、端末100の位置(X_m, Y_m)を得ることができる。

【0026】

本実施例では説明を簡便にするため3つの基地局による端末の二次元位置の算出例を示したが、N個($N \geq 4$)の基地局を用いて端末の二次元位置を算出することも本発明の範疇にある。この場合、数1乃至数3において($i=1, 2, \dots, N-1$)として式を立てればよい。あ

50

るいは、数4乃至数6において ($k=1, 2, \dots, N$) として式を立てればよい。数1または数4の連立方程式の解は、例えば最小二乗法により求めればよい。あるいは、特願2001-030859「位置計算方法及び位置算出装置」に示された解法を適用すれば、一層正確に位置を算出することも可能である。さらに、端末の三次元位置を算出することも本発明の範疇にある。この場合、 N 個 ($N \geq 4$) の基地局に対し、数1乃至数3に z 座標分を追加し、($i=1, 2, \dots, N-1$) として式を立てればよい。あるいは、数4乃至数6に z 座標分を追加し、($k=1, 2, \dots, N$) として式を立てればよい。

【0027】

図3を用いて端末の位置を検出する際のシステムのフローの実施例について説明する。端末は、接続可能な基地局310を介して、サーバーに自機の位置検出を要求する。通常は該
10 端末の最寄りの基地局となる。サーバーは、位置検出に用いる無線チャネルの変更が必要ならば、端末にその変更を指示し、該端末はこれに応じる。続いて、サーバーは、位置検出に用いる無線チャネルの監視を、上記要求を転送した基地局310と、その周辺の基地局311乃至312とに対し、指示する。

サーバーは各基地局の位置を予め蓄積しているので、一つの基地局の周辺にある基地局の特定は容易である。上記監視を指示された各基地局は、それぞれ、サーバーに応答を返す。その後、サーバーは、上記要求を転送した基地局310を介して、端末に対し、上記無線チャネル上に第一の無線パケットを送信することを要求する。端末は、該無線チャネル上に第一の無線パケットを送信する。上記監視を指示された各基地局は、それぞれ、上記パケットの受信時間を測定する。基地局310は、上記第一の無線パケットを受信後、一定以
20 上の時間において、周辺の基地局311乃至312に対し、上記無線チャネル上に第二の無線パケットを送信する。基地局310はその送信時間を測定する。周辺の基地局311乃至312は、それぞれ、上記第二の無線パケットの受信時間を測定する。ここで、基地局間のクロック速度の差が大きい場合には、さらに、基地局310が、上記第二の無線パケットの送信後、一定以上の時間において、周辺の基地局311乃至312に対し、上記無線チャネル上に第三の無線パケットを送信してもよい。この場合、基地局310はその送信時間を測定し、周辺の基地局311乃至312は、それぞれ、上記第三の無線パケットの受信時間を測定する。各基地局は各無線パケットの受信時間あるいは送信時間を測定した結果をサーバーに伝達する。サーバーは、既に述べた算出方法により端末の位置を算出し、位置検出結果として端末に伝える。
30

なお、上記第一、第二、第三の無線パケットにはそれぞれ異なるコードを予め定めて載せておくと、各基地局は、受信時間測定の際、パケットを容易に区別できる。

【0028】

図8を用いて端末の位置を検出する際のシステムのフローの別の実施例について説明する。端末は、接続可能な、通常は該端末の最寄りの、基地局310を介して、サーバーに自機の位置検出を要求する。サーバーは、位置検出に用いる無線チャネルの監視を、上記要求を転送した基地局310と、その周辺の基地局311乃至312とに対し、指示する。サーバーは各基地局の位置を予め蓄積しているので、一つの基地局の周辺にある基地局の特定は容易である。上記監視を指示された各基地局は、それぞれ、サーバーに応答を返す。その後、サーバーは、上記要求を転送した基地局310を介して、端末に対し、上記無線チャネル上に第一の無線パケットを送信することを要求する。その際、基地局310は、上記無線チャネル上に無線パケットを送信することになる。これを第二の無線パケットとし、基地局310はその送信時間を測定する。周辺の基地局311乃至312は、それぞれ、上記第二の無線パケットの受信時間を測定する。続いて、端末は、該無線チャネル上に第一の無線パケットを送信する。上記監視を指示された各基地局は、それぞれ、上記パケットの受信時間を測定する。基地局間のクロック速度の差が大きい場合には、さらに、基地局310が、上記第一の無線パケットの受信後、一定以上の時間において、周辺の基地局311乃至312に対し、上記無線チャネル上に第三の無線パケットを送信してもよい。この場合、基地局310はその送信時間を測定し、周辺の基地局311乃至312は、それぞれ、上記第三の無線パケットの受信時間を測定する。各基地局は各無線パケットの受信時間あるいは送信時間を測定した結
40
50

果をサーバーに伝達する。サーバーは、既に述べた算出方法により端末の位置を算出し、位置検出結果として端末に伝える。

【 0 0 2 9 】

図11を用いて、図9に示した無線LANシステムの端末の位置を検出する際の、システムのフローの実施例について説明する。サーバーは位置検出に用いる無線チャネルの監視を基地局911、912、913に対し指示する。上記監視を指示された各基地局は、それぞれ、サーバーに応答を返す。その後、サーバーは、基地局910を介して、端末に対し、上記無線チャネル上に第一の無線パケットを送信することを要求する。その際、基地局910は、上記無線チャネル上に無線パケットを送信することになる。これを第二の無線パケットとする。基地局911、912、913は、それぞれ、上記第二の無線パケットの受信時間を測定する。続いて、端末は、該無線チャネル上に第一の無線パケットを送信する。上記監視を指示された各基地局は、それぞれ、上記パケットの受信時間を測定する。基地局間のクロック速度の差が大きい場合には、さらに、サーバーは、基地局910を介して、端末に対し、上記無線チャネル上に再び第一の無線パケットを送信することを要求してもよい。つまり、図11中、破線枠内のフローを繰り返してもよい。その際、基地局910は、上記無線チャネル上に再び無線パケットを送信することになる。これを第三の無線パケットとする。基地局911、912、913は、それぞれ、上記第三の無線パケットの受信時間を測定する。測定後、各基地局は結果をサーバーに伝達する。サーバーは、既に述べた算出方法により端末の位置を算出する。

【 0 0 3 0 】

なお、図3、8に示したフローの如く、最初に端末が基地局910を介してサーバーに自機の位置検出を要求するフローを、最後にサーバーが位置検出結果を端末に伝えるフローを追加してもよい。

【 0 0 3 1 】

次に本発明による無線LANシステムにおける無線チャネルの制御方法の実施例を図5乃至図6を用いて説明する。無線LANシステムは通常複数の無線チャネルを使用している。上に説明したように時計校正用のパケットをマルチキャストするために、位置測定に係わる基地局の無線チャネルを共通化する必要がある。

【 0 0 3 2 】

図5は本発明による無線チャネルの制御方法を説明するための図である。

図6は本発明による無線チャネルの制御方法のフローを示す図である。

図5において5000はサーバーを、5900は端末を示す。また、501*~521*(*は1, 2, 3, 4のいずれか)は基地局を示す。図5の例では基地局には4種類の無線チャネルが割り当てられており、基地局を示す各番号の下一桁により区別するものとする。例えば、基地局5111には無線チャネルの1番が割り当てられており、基地局5164には無線チャネルの4番が割り当てられている。

今、端末5900が基地局5111を介してサーバー5000に、位置検出を要求したものとする。サーバー5000は、基地局5111の位置を元に該基地局に隣接する例えば4つの基地局5063、5102、5122、5164を選び、これら基地局に基地局5111を加えた合計5つの基地局を端末5900の位置検出に用いる基地局として選ぶ(図6 STEP 601)。

次にサーバーは、位置検出に用いる無線チャネルを決定する(図6 STEP 602)。無線チャネルの決定方法としては、例えば、位置検出を要求した端末の使用している無線チャネル(図5の例では1番)をそのまま位置検出用の無線チャネルに選んでもよい。あるいは、上記選ばれた基地局のうち最も多く割り当てられている無線チャネル(図5の例では2番)を選ぶこととしてもよい。

サーバー5000は、位置検出用に上記決定した無線チャネルを使用するよう基地局5063、5102、5122、5164、5111と、必要あれば、端末5900とに指示する(図6 STEP 603)。なお、位置検出の際の干渉信号を抑えるために、位置検出に用いる基地局5063、5102、5122、5164、5111の近隣の基地局に対し、位置検出用に決定した無線チャネルの使用を停止するように指示してもよい。あるいは、該無線チャネルにおける送信電力を低減するように制御

してもよい(図6 STEP 604)。例えば、図5において、無線チャネルの2番を選択した場合、基地局5022および5202が無線チャネルの2番を割り当てられているため、サーバーは、これらの基地局に対し当該チャネルの使用の停止を指示する。

サーバー5000は端末5900に位置検出を行い、その結果を通知する(図6 STEP 605)。その後、基地局5063、5102、5122、5164、5111とに無線チャネルを元に戻すよう指示する。また、基地局5022および5202に対して無線チャネルにおける送信電力制御の指示を解除する(図6 STEP 606)。

図4を用いて本システムにおいて適用される基地局の構成を説明する。同図において、基地局400は、通信部410と、蓄積部420と、クロック430と、LAN I/F部440と、制御部450とから構成される。

通信部410は、RF部411と、DAC412と、ADC413と、BB部414と、MAC部415と、I/F部416とから構成される。RF部411は、DAC412から入力したベースバンド信号を高周波信号に変換してアンテナより送信する。また、RF部411はアンテナより受けた高周波信号をベースバンド信号に変換してADC413に出力する。DAC412は、ディジタルベースバンド信号(I/Q)をアナログベースバンド信号(I/Q)に変換する。ADC413は、アナログベースバンド信号(I/Q)をディジタルベースバンド信号(I/Q)に変換する。BB部414は、MAC部415からMPDU(MAC Protocol Data Units)を受け取り、ベースバンド信号を生成して、DAC412へ出力する。また、BB部414は、ADC413から入力したベースバンド信号を復調してMPDU(MAC Protocol Data Units)を取得し、MAC部415へ出力する。MAC部415は、MAC(Media Access Control)プロトコルに従って、他局との通信を制御する。I/F部416は、通信部410の外部と送受信データの仲介を行うほか、外部から当該通信部の制御を受け付ける。蓄積部420は、メモリ421と、カウンタ422と、I/F部423とから構成される。メモリ421はI/F部423からの指示により、クロック430に同期して、通信部410から送信ベースバンド信号(I/Q)を取り込む。また、メモリ421はI/F部423からの指示により、クロック430に同期して、通信部410から受信ベースバンド信号(I/Q)を取り込む。カウンタ422は、クロック430に同期して時刻(カウンタ値)を刻む。また、I/F部423からの指示により、メモリ421における送受信ベースバンド信号(I/Q)それぞれの取り込み開始のカウンタ値もしくは終了のカウンタ値を記録する。I/F部423は、蓄積部420の外部からメモリおよびカウンタ値の読み出しに応じるほか、外部から当該蓄積部の制御を受け付ける。

クロック430は、通信部410と蓄積部420が同期するように共通のクロックを供給する。

LAN I/F440はローカルエリアネットワークに対するインターフェース部である。制御部450は、通信部410と、LAN I/F440とを制御し、端末とLANとの間の通信を仲介する。また、制御部450は、LAN I/F440を制御し、サーバーとの間で通信を行う。さらに、制御部450は、通信部410と、蓄積部420とを制御し、無線パケットの送信時間あるいは受信時間を算出する。

図10を用いて、図9に示した無線LANシステムの第三の実施例において適用される基地局の構成の実施例について説明する。ただし、図4に示した基地局の構成と比較して特徴的な箇所は蓄積部1020であるので、ここではその差分について述べる。

蓄積部1020は、メモリ1021と、カウンタ1022と、I/F部1023とから構成される。メモリ1021はI/F部1023からの指示により、クロック430に同期して、通信部410から受信ベースバンド信号(I/Q)を取り込む。カウンタ1022は、クロック430に同期して時刻(カウンタ値)を刻む。また、I/F部1023からの指示により、メモリ1021における受信ベースバンド信号(I/Q)の取り込み開始のカウンタ値もしくは終了のカウンタ値を記録する。I/F部1023は、蓄積部1020の外部からメモリおよびカウンタ値の読み出しに応じるほか、外部から当該蓄積部の制御を受け付ける。

このように本実施例の基地局の構成は図4に示した基地局の構成と比較してパケットの送信時間を測定する機能を省略した形態となっている。無線パケットの受信時間は、例えば、メモリ421あるいはメモリ1021に蓄積された受信ベースバンド信号と既知の信号系列(例えば、受信パケットのプリアンプルに含まれる同期ワード)との相互相関をとることで得られる当該相関値のピーク位置と、カウンタ422あるいはカウンタ1022に記録された受

10

20

30

40

50

信ベースバンド信号の取り込み処理に関する時間（例えば、取り込み開始時間）とから導出することが可能である。その際、アンテナ端入力からADC出力までの処理遅延を含むため、この遅延量を予め測定し、該測定量により補正すれば、一層正確な受信時間を得ることが可能である。なお、基地局において無線パケットの受信時間を導出することが必須ではなく、メモリ上に取り込んだ受信ベースバンド信号と該取り込み処理に関する時間とをサーバーに伝達し、サーバーにおいて該基地局における無線パケットの受信時間を導出してもよい。

無線パケットの送信時間は、例えば、メモリ421に蓄積された送信ベースバンド信号のレベル変化の位置と、カウンタ422に記録された送信ベースバンド信号の取り込み処理に関する時間（例えば、取り込み開始時間）とから容易に導出することが可能である。あるいは、受信時間の場合と同様に、メモリ421に蓄積された送信ベースバンド信号と既知の信号系列（例えば、送信パケットのプリアンブルに含まれる同期ワード）との相互相関をとることで得られる当該相関値のピーク位置と、カウンタ422に記録された送信ベースバンド信号の取り込み処理に関する時間とから導出することが可能である。いずれの場合、DAC入力からアンテナ端出力までの処理遅延が含まれていないため、この遅延量を予め測定し、該測定量により補正すれば、一層正確な送信時間を得ることが可能である。なお、基地局において無線パケットの送信時間を導出することが必須ではなく、メモリ上に取り込んだ送信ベースバンド信号と該取り込み処理に関する時間とをサーバーに伝達し、サーバーにおいて該基地局における無線パケットの送信時間を導出してもよい。

上記無線パケットの受信時間または送信時間の正確な導出に、例えば、特開2002-14152で開示されている「スペクトル拡散信号を用いた測距及び位置測定方法、その方法を行う装置」を適用できる。

基地局400において、通信部410およびクロック430を含む431には、無線LANカードを適用できる。また、制御部450およびLAN I/F440を含む454には、図3あるいは図8もしくは図11に示した基地局フローのプログラムを内蔵したPCを適用できる。

本システムにおいて適用されるサーバーには、例えば、図3あるいは図8もしくは図11、および、図6に示したサーバーフローのプログラムを内蔵したPCを適用できる。また、本システムにおいて適用される端末には、例えば、図3あるいは図8もしくは図11に示した端末フローのプログラムを内蔵したノートPCやPDAを適用できる。

図7にサーバーが蓄積する各基地局に関する情報のデータフォーマットの一例を示す。同図において基地局情報1, 2, . . . , nのそれぞれは一つの基地局に関する情報の単位である。どの基地局に関する情報であるかは、それぞれの基地局情報内に記載の識別番号によって特定される。各基地局情報はこの識別番号に加え、所在位置、無線チャネル番号、送信遅延量、受信遅延量を含む。所在位置は、識別番号によって特定される基地局の位置を座標値によって示すものである。無線チャネル番号は上記識別番号によって特定される基地局に割り当てられた無線チャネルの番号を示す。送信遅延量および受信遅延量はそれぞれ上記識別番号によって特定される基地局が有する送信時および受信時の処理遅延量を示す。これらの遅延量は基地局の送信時間および受信時間を一層正確に測定するために使用されるものである。

本発明の応用例として、無線LANシステムにおける基地局間の同期方法があげられる。

例えば、図1に示した無線LANシステムの実施例において、サーバー120が、数2より求めたクロック誤差 E_{b0_bi} ($i=1, 2$)をそれぞれ基地局111、112に対して伝達し、基地局111、112が上記クロック誤差分をそれぞれ補正すれば、基地局111、112は基地局110と同期することができる。

また、例えば、図2に示した無線LANシステムの実施例において、サーバー220が数3より求めたクロック誤差 E_{b0_bi} ($i=1, 2$)と数3における基地局211、212のクロックに対する基地局210のクロック速度の比の値 $(T_{p3_b0} - T_{p2_b0}) / (R_{p3_bi} - R_{p2_bi})$ ($i=1, 2$)とをそれぞれ基地局211、212に対して伝達し、基地局211、212それぞれが第一の無線パケットを受信した時刻 R_{p1_bi} ($i=1, 2$)に遡ってクロック誤差 E_{b0_bi} ($i=1, 2$)を補正し、それ以降、クロック速度の比の値 $(T_{p3_b0} - T_{p2_b0}) / (R_{p3_bi} - R_{p2_bi})$ ($i=1, 2$)によって

10

20

30

40

50

、それぞれのクロックを補正すれば、基地局211、212は基地局210と同期することができる。

さらに、例えば、図9に示した無線LANシステムの実施例において、サーバー920が数6より求めたクロック誤差 E_{b1_bk} ($k=2, 3$)と数6における基地局912、913のクロックに対する基地局911のクロック速度の比の値 $(R_{p2(h)} - R_{p2(j)} - b1) / (R_{p2(h)} - R_{p2(j)} - bk)$ ($k=2, 3, j=2, h=3$)とをそれぞれ基地局912、913に対して伝達し、基地局912、913それぞれが第一の無線パケットを受信した時刻 $R_{p1(i)} - bk$ ($k=2, 3$)に遡ってクロック誤差 E_{b1_bk} ($k=2, 3$)を補正し、それ以降、クロック速度の比の値 $(R_{p2(h)} - R_{p2(j)} - b1) / (R_{p2(h)} - R_{p2(j)} - bk)$ ($k=2, 3, j=2, h=3$)によって、それぞれのクロックを補正すれば、基地局912、913は基地局911と同期することができる。

10

本発明の実施例において、測距に用いる信号は無線LAN信号であり、GPS信号よりも広帯域である。例えば無線LAN規格の一つであるIEEE 802.11bにおける帯域幅は22MHzであり、GPSの帯域幅2MHzと比較すると広帯域である。広帯域であることにより信号の時間分解能が高くなるためGPSに比べて高い精度で位置検出が可能となる。

本発明の実施例によれば、位置検出の際、端末は本来備えている無線パケットの送信機能のみを利用するので、位置検出のためのGPS受信機などの追加が不要であり、端末のコストやサイズの低減に役立つ。

本発明の実施例で採っているTDOA (Time Difference Of Arrival) に基づく位置検出方法では、端末からの無線パケットの受信時間を測定する機能と、基地局間で同期を取る機能とを要求される。しかし、本発明では、いずれも基地局における無線パケットの受信時間あるいは送信時間を測定する機能により実現するので、機能の共通化によりコストやサイズの低減に役立つ。さらに、本発明に第三の実施例に示した方法によれば基地局における無線パケットの送信時間を測定する機能を省略できるためコスト低減に一層役立つ。また、基地局を実際に同期させるわけではなく、単にクロックの誤差を検出するだけなので、基地局の動作を止める必要はない。

20

基地局のクロックの精度にばらつきが存在し、時間とともにクロックの誤差が変化する場合でも、本発明の第二の実施例に示した方法により、クロック誤差による測位精度の劣化を抑えることができる。

基地局内の送信処理の遅延および受信処理の遅延を予め測定しておくことにより、無線パケットの送信時間および受信時間のそれぞれが一層正確に測定される。位置検出に用いる基地局の近隣の基地局に対し、位置検出用に選択した無線チャネルにおける送信電力を低減するよう制御すれば、干渉低減により、無線パケットの受信時間の測定精度が向上するため位置検出精度が向する。

30

さらに、本発明の実施例によれば、基地局同士を位置検出精度と同等の時間精度で同期することができる。

【0033】

【発明の効果】

無線LANシステムにおいて、端末にGPS受信機を追加せずに、端末の位置を高い精度で検出することができる。

【図面の簡単な説明】

40

【図1】本発明による無線LANシステムの実施例を示す構成図である。

【図2】本発明による無線LANシステムの第二の実施例を示す構成図である。

【図3】本発明による位置検出のシステムフローの実施例を示すフロー図である。

【図4】本発明における基地局の構成例を示すブロック図である。

【図5】本発明による無線チャネルの制御方法を説明するための平面図である。

【図6】本発明による無線チャネルの制御方法のフローを示すフロー図である。

【図7】本発明においてサーバーが蓄積する基地局情報のデータフォーマットの実施例を示すフォーマット図である。

【図8】本発明による位置検出のシステムフローの別の実施例を示すフロー図である。

【図9】本発明による無線LANシステムの第三の実施例を示す構成図である。

50

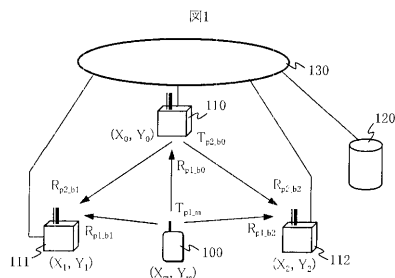
【図10】本発明における基地局の別の構成例を示すブロック図である。

【図11】本発明による位置検出のシステムフローの別の実施例を示すフロー図である。

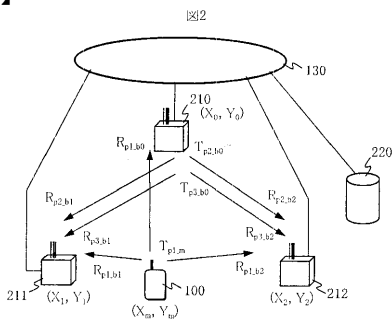
【符号の説明】

100, 5900: 端末、110, 111, 112, 210, 211, 212, 310, 311, 312, 400, 5022, 5063, 5102, 5111, 5122, 5164, 5202: 基地局、120, 220, 5000: サーバ、130: LAN、410: 通信部、420, 1020: 蓄積部、クロック: 430、LAN I/F部: 440、制御部450、411: RF部、412: DAC、413: ADC、414: BB部、415: MAC部、416: I/F部、421, 1021: メモリ、422, 1022: カウンタ、423, 1023: I/F部。

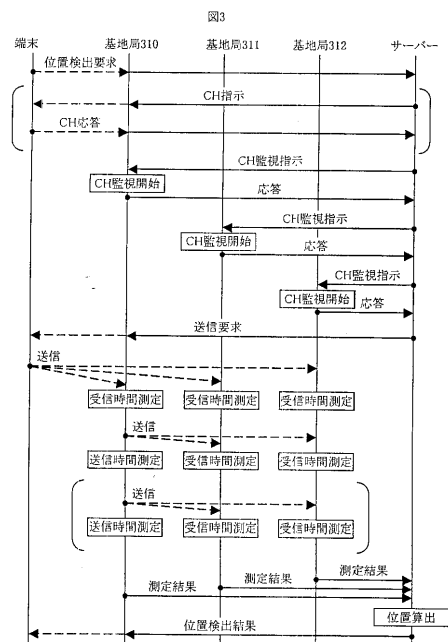
【図1】



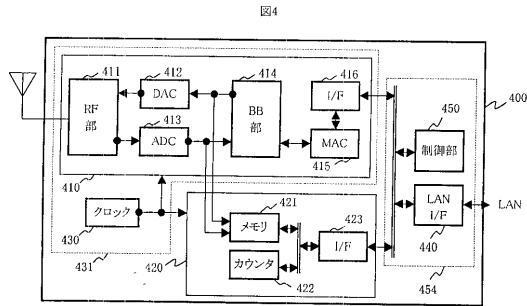
【図2】



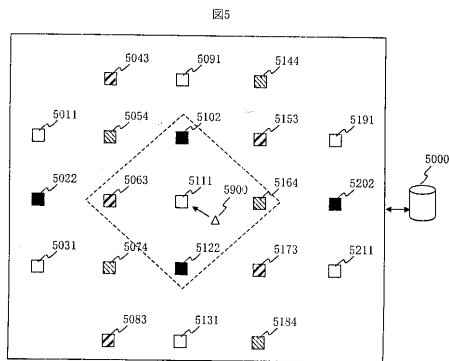
【図3】



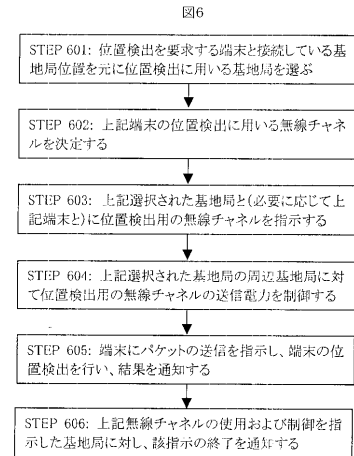
【図4】



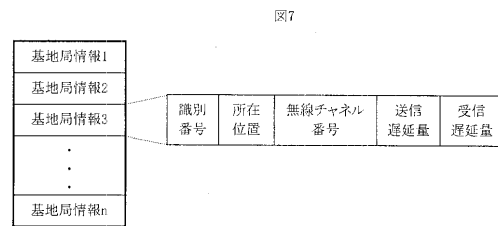
【図5】



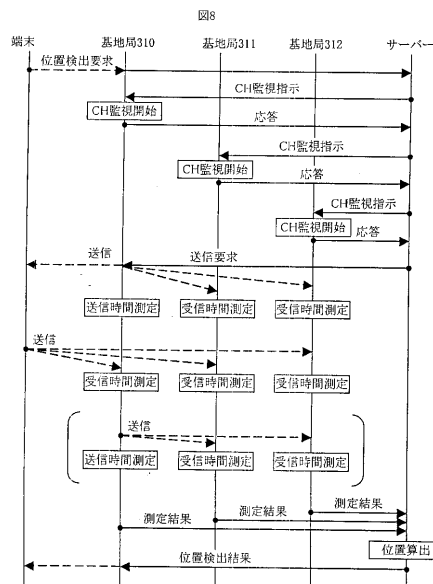
【図6】



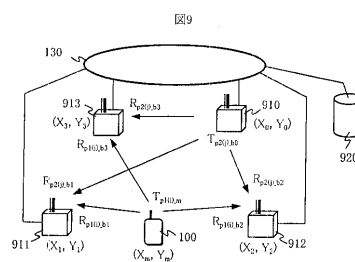
【図7】



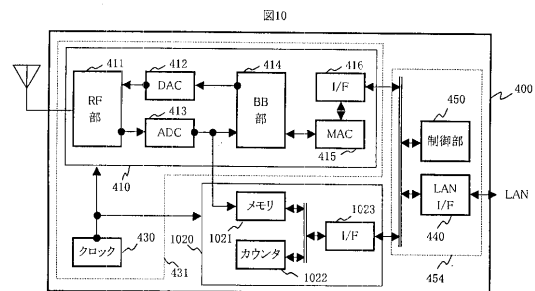
【図8】



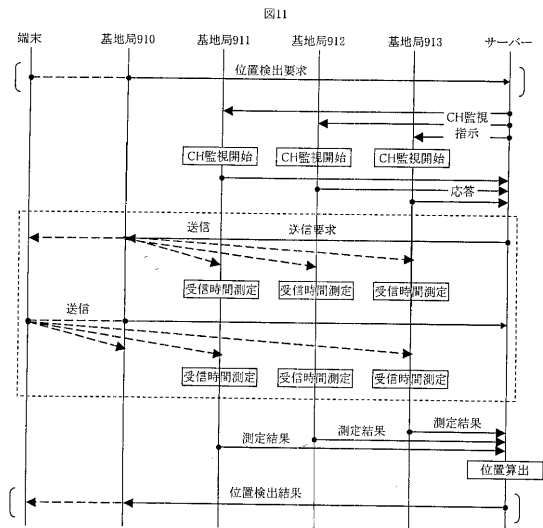
【図9】



【図10】



【図 11】



フロントページの続き

- (72)発明者 山崎 良太
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 志田 雅昭
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
- (72)発明者 鈴木 秀哉
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 土居 信数
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06-186316(JP,A)
特表平05-506505(JP,A)
特開平08-146110(JP,A)
国際公開第02/041504(WO,A1)
特開平01-235881(JP,A)
特開平07-181242(JP,A)
特開2005-110314(JP,A)
特表2003-529084(JP,A)
特開2002-27533(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01S 5/00-5/14

H04Q 7/34