

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4957174号  
(P4957174)

(45) 発行日 平成24年6月20日(2012.6.20)

(24) 登録日 平成24年3月30日(2012.3.30)

(51) Int.Cl.

F I

H O 4 W 64/00 (2009.01)

H O 4 Q 7/00 5 0 1

H O 4 W 16/18 (2009.01)

H O 4 Q 7/00 2 2 1

H O 4 W 24/08 (2009.01)

H O 4 Q 7/00 5 0 6

H O 4 W 24/10 (2009.01)

H O 4 Q 7/00 2 4 4

H O 4 Q 7/00 2 4 5

請求項の数 19 (全 30 頁)

(21) 出願番号 特願2006-285558 (P2006-285558)  
 (22) 出願日 平成18年10月19日(2006.10.19)  
 (65) 公開番号 特開2008-104029 (P2008-104029A)  
 (43) 公開日 平成20年5月1日(2008.5.1)  
 審査請求日 平成21年9月18日(2009.9.18)

(73) 特許権者 000002185  
 ソニー株式会社  
 東京都港区港南1丁目7番1号  
 (74) 代理人 100095957  
 弁理士 亀谷 美明  
 (74) 代理人 100096389  
 弁理士 金本 哲男  
 (74) 代理人 100101557  
 弁理士 萩原 康司  
 (72) 発明者 厩本 純一  
 東京都品川区東五反田3丁目14番13号  
 株式会社ソニーコンピュータサイエンス  
 研究所内

審査官 望月 章俊

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 位置記憶装置、無線端末、位置記憶システム、位置登録方法、位置更新方法およびプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

無線端末と無線通信を行う基地局の位置情報と、前記基地局の各々に付与される基地局識別情報と、が対応付けて登録された記憶部と；

前記基地局から前記無線端末が受信した信号の信号強度または前記信号強度から得られる情報と、前記信号を送信した基地局の基地局識別情報と、が対応付けられた信号強度情報を受信する受信部と；

前記記憶部に登録されている基地局識別情報を参照し、前記受信部が受信した前記信号強度情報に含まれる基地局識別情報が、前記記憶部に前記位置情報と対応付けて登録されているか否かを判断する登録判断部と；

前記登録判断部により前記記憶部に未登録であると判断された基地局識別情報と、前記無線端末の位置に応じた所定の位置情報とを対応付けて前記記憶部に登録する登録部と；  
 を備えることを特徴とする、位置記憶装置。

【請求項2】

前記信号強度情報と、前記記憶部に登録された前記基地局の位置情報に基づいて前記無線端末の位置を推定する位置推定部をさらに備え、

前記登録部は、前記登録判断部により前記記憶部に未登録であると判断された基地局識別情報と、前記位置推定部が推定した前記無線端末の位置を示す位置情報とを対応付けて前記記憶部に登録することを特徴とする、請求項1に記載の位置記憶装置。

【請求項3】

前記受信部は、前記無線端末の位置を示す端末位置情報をさらに受信し、

前記登録部は、前記登録判断部により前記記憶部に未登録であると判断された基地局識別情報と、前記受信部が受信した端末位置情報とを対応付けて前記記憶部に登録することを特徴とする、請求項 1 に記載の位置記憶装置。

【請求項 4】

前記受信部は、前記無線端末において蓄えられた 1 または 2 以上の時点における前記信号強度情報を受信することを特徴とする、請求項 1 に記載の位置記憶装置。

【請求項 5】

無線端末と無線通信を行う基地局の位置情報と、前記基地局の各々に付与される基地局識別情報とが対応付けて登録された記憶部と；

10

前記基地局から前記無線端末が受信した信号の信号強度または前記信号強度から得られる情報と、前記信号を送信した基地局の基地局識別情報と、が対応付けられた信号強度情報を受信する受信部と；

前記記憶部に登録された前記基地局の位置情報について、前記信号強度情報から推定された前記無線端末および前記基地局間の距離に基づく所定の条件に関する判断を行なう基地局情報判断部と；

前記基地局情報判断部の判断結果に基づいて基地局の位置情報を更新する更新部と；を備えることを特徴とする、位置記憶装置。

【請求項 6】

前記基地局情報判断部は、

20

前記無線端末と無線通信を行う第一の基地局および第二の基地局間の距離を、前記記憶部に登録された前記第一の基地局および前記第二の基地局の位置情報に基づいて算出する基地局間距離算出部と；

前記信号強度情報から推定された、前記無線端末および前記第一の基地局間の距離と、前記無線端末および前記第二の基地局間の距離とを加算する推定距離加算部と；

前記基地局間距離算出部が算出した距離と、前記推定距離加算部が算出した距離とに差異がある場合に前記条件を満たさないと判断する条件判断部と；

を備えることを特徴とする、請求項 5 に記載の位置記憶装置。

【請求項 7】

前記条件判断部は、前記基地局間距離算出部が算出した距離が、前記推定距離加算部が算出した距離より、設定境界値以上長かった場合に前記条件を満たさないと判断することを特徴とする、請求項 6 に記載の位置記憶装置。

30

【請求項 8】

前記更新部は、前記第一の基地局および前記第二の基地局間の距離が、

前記記憶部に登録された第一の基地局の位置情報の示す位置と、第二の基地局の位置情報の示す位置との距離と、

前記無線端末および前記第一の基地局間の距離と、前記無線端末および前記第二の基地局間の距離とを加算した距離と、

の範囲内になるように前記記憶部に登録された前記基地局の位置情報を更新することを特徴とする、請求項 6 に記載の位置記憶装置。

40

【請求項 9】

前記受信部は、前記無線端末の位置を示す端末位置情報をさらに受信し、

前記基地局情報判断部は、

前記受信部が受信した前記端末位置情報の示す位置と、前記記憶部に登録された一の基地局の位置情報の示す位置との距離を算出する登録距離算出部と；

前記登録距離算出部が算出した距離と、前記一の基地局に対応する前記信号強度に基づいて推定される前記無線端末および前記一の基地局間の距離と、に差異がある場合に前記条件を満たさないと判断する条件判断部と；

をさらに備えることを特徴とする、請求項 5 に記載の位置記憶装置。

【請求項 10】

50

前記条件判断部は、前記登録距離算出部が算出した距離が、前記一の基地局に対応する前記信号強度に基づいて推定される前記無線端末および前記一の基地局間の距離より短い場合に、前記条件を満たさないと判断することを特徴とする、請求項 9 に記載の位置記憶装置。

【請求項 11】

前記更新部は、前記一の基地局および前記無線端末間の距離が、

前記受信部が受信した前記端末位置情報の示す位置と、前記記憶部に登録された一の基地局の位置情報の示す位置との距離と、

前記信号強度情報に基づいて推定される前記無線端末および前記一の基地局間の距離と、  
の範囲内になるように前記記憶部に登録された前記基地局の位置情報を更新することを特徴とする、請求項 10 に記載の位置記憶装置。

【請求項 12】

前記受信部は、前記無線端末において蓄えられた 1 または 2 以上の時点における前記信号強度情報を受信することを特徴とする、請求項 5 に記載の位置記憶装置。

【請求項 13】

複数の基地局と無線通信を行う無線端末であって、

前記複数の基地局から受信した信号の信号強度を測定する測定部と；

前記測定部が測定した信号強度または前記信号強度から得られる情報と、前記基地局の各々に付与される基地局識別情報と、を対応付けた 1 または 2 以上の時点における信号強度情報の履歴を記憶する履歴情報記憶部と；

前記無線端末の位置を前記信号強度情報に基づいて推定可能な位置記憶装置に、前記履歴情報記憶部に記憶された前記信号強度情報の履歴を送信する送信部と；

前記複数の基地局の位置情報と、前記基地局識別情報とが対応付けられた基地局情報が登録された基地局情報記憶部と；

前記基地局情報記憶部に登録されている前記基地局情報および前記信号強度情報に基づいて前記無線端末の位置を推定する位置推定部と；

を備えることを特徴とする、無線端末。

【請求項 14】

前記履歴情報記憶部は、1 または 2 以上の時点における前記無線端末の位置を示す端末位置情報の履歴をさらに登録され、

前記送信部は、前記信号強度情報と前記端末位置情報の履歴を前記位置記憶装置に送信することを特徴とする、請求項 13 に記載の無線端末。

【請求項 15】

前記基地局情報記憶部に登録された基地局情報を、前記位置記憶装置の記憶部に登録された、複数の基地局の位置情報と、前記基地局の各々に付与される基地局識別情報とが対応付けられた基地局情報に更新する情報更新部をさらに備えることを特徴とする、請求項 13 に記載の無線端末。

【請求項 16】

複数の基地局と無線通信を行う無線端末と、前記複数の基地局の位置が登録された位置記憶装置とを含む位置記憶システムであって：

前記無線端末は、

前記複数の基地局から受信した信号の信号強度を測定する測定部と；

前記測定部が測定した信号強度または前記信号強度から得られる情報と、前記基地局の各々に付与される基地局識別情報と、を対応付けた 1 または 2 以上の時点における信号強度情報を前記位置記憶装置に送信する送信部と；

を備え、

前記位置記憶装置は、

前記基地局の位置情報と、前記基地局識別情報と、が対応付けて登録された記憶部と；

前記無線端末から前記信号強度情報を受信する受信部と；

10

20

30

40

50

前記記憶部に登録されている基地局識別情報を参照し、前記受信部が受信した前記信号強度情報に含まれる基地局識別情報が前記記憶部に登録されているか否かを判断する登録判断部と；

前記登録判断部により前記記憶部に未登録であると判断された基地局識別情報と、前記無線端末の位置に応じた所定の位置情報とを対応付けて前記記憶部に登録する登録部と；を備えることを特徴とする、位置記憶システム。

【請求項 17】

無線端末と無線通信を行う基地局の位置情報と、前記基地局の各々に付与される基地局識別情報と、を対応付けて記憶媒体に登録するステップと；

前記基地局から前記無線端末が受信した信号の信号強度または前記信号強度から得られる情報と、前記信号を送信した基地局の基地局識別情報とが対応付けられた信号強度情報を受信するステップと；

前記記憶媒体に登録されている基地局識別情報を参照し、前記受信した信号強度情報に含まれる基地局識別情報が前記記憶媒体に登録されているか否かを判断するステップと；

前記記憶媒体に未登録であると判断された基地局識別情報と、前記無線端末の位置に応じた所定の位置情報とを対応付けて前記記憶媒体に登録するステップと；を含むことを特徴とする、位置登録方法。

【請求項 18】

無線端末と無線通信を行う基地局の位置情報と、前記基地局の各々に付与される基地局識別情報と、を対応付けて記憶媒体に登録するステップと；

前記基地局から前記無線端末が受信した信号の信号強度または前記信号強度から得られる情報と、前記信号を送信した基地局の基地局識別情報とが対応付けられた信号強度情報を受信するステップと；

前記記憶媒体に登録された前記基地局の位置情報について、前記信号強度情報から推定された前記無線端末および前記基地局間の距離に基づく所定の条件に関する判断を行なうステップと；

前記所定の条件の判断結果に基づいて基地局の位置情報を更新するステップと；を含むことを特徴とする、位置更新方法。

【請求項 19】

コンピュータを、

無線端末と無線通信を行う基地局から前記無線端末が受信した信号の信号強度または前記信号強度から得られる情報と、前記信号を送信した基地局の基地局識別情報と、が対応付けられた信号強度情報を受信する受信部と；

基地局の位置情報と対応付けて記憶媒体に登録されている基地局識別情報を参照し、前記受信部が受信した前記信号強度情報に含まれる前記基地局識別情報が前記記憶媒体に登録されているか否かを判断する登録判断部と；

前記登録判断部により前記記憶媒体に未登録であると判断された基地局識別情報と、前記無線端末の位置に応じた所定の位置情報とを対応付けて前記記憶媒体に登録する登録部と；

を備える位置記憶装置として機能させるための、プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、位置記憶装置、無線端末、位置記憶システム、位置登録方法、位置更新方法、およびプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

近日、衛星から送信された無線信号を受信可能な受信装置が車や携帯電話などの移動体に搭載されている。GPS (Global Positioning System) 測

10

20

30

40

50

位によれば、かかる受信装置を搭載した移動体の位置を推定することが可能である。このような受信装置を用いた位置推定技術は、ナビゲーション、セキュリティまたは娯楽などの多岐にわたる分野において重要な共通基盤技術である。しかし、GPS測位に基づく位置推定技術は、起動時に同期補足のために要する時間が長く、また、衛星からの無線信号が届かない屋内や地下での利用が困難であった。

#### 【0003】

また、特許文献1には、PHS(Personal Handyphone System)が、基地局から送信される信号の信号強度を測定し、測定した信号強度に基づいて自機位置を推定する技術が開示されている。詳細には、PHSの基地局は、通信業者により設置されるため、通常、設置位置が既知である。したがって、PHSは、3つ以上の基地局から送信される信号の信号強度を測定し、測定した信号強度に基づいて各基地局と自機位置との距離を推定すれば、各基地局の設置位置を基準とする三角測量の原理で自機位置を推定することができる。

10

#### 【0004】

また、無線LAN(Local Area Network)の基地局(アクセスポイント)と無線通信を行う無線端末が、無線基地局から送信される信号の信号強度を測定し、無線端末と通信可能な位置推定装置が、該信号強度に基づいて無線端末の位置を推定する位置推定方法も考えられる。例えば、無線LANの基地局は、無線LANの基地局の存在を周囲に報知するためのビーコンを一定周期(例えば、5回/秒)で送信している。無線端末は、かかるビーコンの信号強度を位置推定装置に送信し、位置推定装置は、該信号強度と事前に登録されている無線LANの基地局の位置とに基づいて無線端末の位置を推定できる。上記位置推定方法によれば、無線LANの基地局は屋内や地下にも設置されるため、GPS測位に基づく位置推定技術では困難であった屋内や地下での位置推定ができる。すなわち、上記位置推定方法は、無線端末の周囲に設置された無線LANの基地局の位置を示す基地局情報が位置推定装置に登録されていれば、利便性、簡易性に優れた位置推定技術といえる。

20

#### 【0005】

【特許文献1】特開2006-171012号公報

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

30

#### 【0006】

しかし、無線LANの基地局は、不特定多数のユーザにより設置される場合が多い。したがって、全ての無線LANの基地局の基地局情報を事前に位置推定装置に登録することは困難である。また、無線LANの基地局は追加、あるいは設置位置が変更される可能性があり、当該追加、あるいは変更の度に人的に位置推定装置の基地局情報を更新することは煩雑であった。

#### 【0007】

そこで、本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、本発明の目的とするところは、現実の基地局の設置状況を自動的に基地局情報に反映させることが可能な、新規かつ改良された位置記憶装置、無線端末、位置記憶システム、位置登録方法、位置更新方法およびプログラムを提供することにある。

40

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0008】

上記課題を解決するために、本発明のある観点によれば、無線端末と無線通信を行う基地局の位置情報と、基地局の各々に固有に付与される基地局識別情報と、が対応付けて登録された記憶部と、各基地局から無線端末が受信した信号の信号強度または信号強度から得られる情報と、信号を送信した基地局の基地局識別情報と、が対応付けられた信号強度情報を受信する受信部と、記憶部に登録されている基地局識別情報を参照し、受信部が受信した信号強度情報に含まれる基地局識別情報が、記憶部に位置情報と対応付けて登録されているか否かを判断する登録判断部と、登録判断部により記憶部に未登録であると判断

50

された基地局識別情報と、無線端末の位置に応じた所定の位置情報とを対応付けて記憶部に登録する登録部とを備えることを特徴とする、位置記憶装置が提供される。

【 0 0 0 9 】

かかる構成においては、受信部が、基地局から無線端末が受信した信号の信号強度または信号強度から得られる情報と、信号を送信した基地局の基地局識別情報と、が対応付けられた信号強度情報を受信する。そして、登録判断部は、受信部が受信した信号強度情報に含まれる基地局識別情報から、記憶部に未登録の基地局識別情報を抽出する。次いで、該抽出された記憶部に未登録の基地局識別情報を、登録部が無線端末の位置に応じた所定の位置情報と対応付けて記憶部に登録する。したがって、位置記憶装置は、記憶部が記憶する基地局情報を、無線端末から受信した信号強度情報に基づいて、漸次充足させることができる。すなわち、位置記憶装置は、位置記憶装置に基地局情報を人的に初期設定する手間を抑制し、現実の基地局の設置状況を自動的に獲得していくことが可能である。

10

【 0 0 1 0 】

信号強度情報と、記憶部に登録された基地局の位置情報に基づいて無線端末の位置を推定する位置推定部をさらに備え、登録部は、登録判断部により記憶部に未登録であると判断された基地局識別情報と、位置推定部が推定した無線端末の位置を示す位置情報とを対応付けて記憶部に登録するようにしてもよい。かかる構成においては、登録判断部が、受信部が受信した信号強度情報に含まれる基地局識別情報のうちで記憶部に未登録であると判断したものを、登録部が位置推定部により推定された無線端末の位置情報と対応付けて記憶部に登録する。ここで、現実には、未登録であると判断された基地局と無線端末とは、該基地局が送信した信号の無線端末における信号強度に基づいて推定される推定距離だけ離隔していると考えられる。すなわち、未登録であると判断された基地局は、無線端末を中心とし、半径が上記推定距離である円周上に設置されている可能性が高い。そこで、未登録であると判断された基地局の位置を、推定された無線端末の位置と暫定的に定めることで、現実の基地局の位置と、登録される基地局の位置との間に生じえる最大誤差を抑制することができる。

20

【 0 0 1 1 】

受信部は、無線端末の位置を示す端末位置情報をさらに受信し、登録部は、登録判断部により記憶部に未登録であると判断された基地局識別情報と、受信部が受信した端末位置情報とを対応付けて記憶部に登録するようにしてもよい。かかる構成においては、位置記憶装置は、登録判断部により信号強度情報に含まれる基地局識別情報のうちで記憶部に未登録であると判断されたものを、登録部が端末位置情報と対応付けて登録することができる。すなわち、登録部は、位置推定部における信号強度情報に基づく無線端末位置を推定の過程を要することなく、単に受信部が受信した端末位置情報を用いて新たな基地局情報を記憶部に登録することが可能である。

30

【 0 0 1 2 】

受信部は、無線端末において蓄えられた1または2以上の時点における信号強度情報を受信するようにしてもよい。かかる構成においては、例えば、無線端末側に基地局情報のデータベース、1または2以上の時点における信号強度情報の履歴のデータベースおよび位置推定機能を設けた場合、無線端末は位置記憶装置と位置推定のたびにアクセスすることなく自端末位置を確認できる。しかし、基地局の設置状況は時々刻々と変化するため、基地局情報のデータベースが該変化に追従して更新される必要がある。そこで、所定のタイミングで、無線端末側の信号強度情報の履歴のデータベースから位置記憶装置に対して1または2以上の時点における信号強度情報を送信することで、位置記憶装置において、記憶部に未登録であった基地局情報を新たに登録することができる。さらに、記憶部に新たに登録された基地局情報を位置記憶装置が無線端末に送信すれば、無線端末の基地局情報のデータベースにも新たな基地局情報が登録可能である。

40

【 0 0 1 3 】

また、上記課題を解決するために、本発明の別の観点によれば、無線端末と無線通信を行う基地局の位置情報と、基地局の各々に固有に付与される基地局識別情報とが対応付け

50

て登録された記憶部と、各基地局から無線端末が受信した信号の信号強度または信号強度から得られる情報と、信号を送信した基地局の基地局識別情報と、が対応付けられた信号強度情報を受信する受信部と、記憶部に登録された基地局の位置情報が、信号強度情報から推定された無線端末および基地局間の距離に基づく所定の制約条件を満たすか否かを判断する基地局情報判断部と、基地局情報判断部が所定の制約条件を満たさないと判断した基地局の位置情報を更新する更新部と、備えることを特徴とする、位置記憶装置が提供される。

#### 【0014】

かかる構成においては、基地局情報判断部が、記憶部に登録された基地局の位置情報が、信号強度情報から推定された無線端末および基地局間の距離に基づく所定の制約条件を満たすか否かを判断し、基地局情報判断部により所定の制約条件を満たさないと判断された基地局の位置情報を更新部が更新する。したがって、当該位置記憶装置は、記憶部に登録された基地局情報を、基地局情報判断部および更新部の動作に基づき自動的に更新することができる。例えば、記憶部に登録されている基地局の設置位置が変更された場合であっても、当該位置記憶装置は、設置位置の変更後の基地局の位置を、人的な処理を要することなく、記憶部に登録されている基地局情報に反映させることができる。

10

#### 【0015】

基地局情報判断部は、無線端末と無線通信を行う第一の基地局および第二の基地局間の距離を、記憶部に登録された第一の基地局および第二の基地局の位置情報に基づいて算出する基地局間距離算出部と、信号強度情報から推定された、無線端末および第一の基地局間の距離と、無線端末および第二の基地局間の距離とを加算する推定距離加算部と、基地局間距離算出部が算出した距離と、推定距離加算部が算出した距離とに差異がある場合に制約条件を満たさないと判断する制約条件判断部と、を備えるようにしてもよい。

20

#### 【0016】

制約条件判断部は、基地局間距離算出部が算出した距離が、推定距離加算部が算出した距離より、設定境界値以上長かった場合に制約条件を満たさないと判断するようにしてもよい。かかる構成においては、三角形の、任意の2辺の長さの和が、残りの一辺の長さより短くなることはないという特性に基づき、制約条件判断部は、基地局間距離算出部が算出した基地局間距離が、推定距離加算部が算出した加算距離より長かった場合に制約条件を満たさないと判断することができる。また、制約条件判断部は、設定境界値を設けることにより、加算距離が基地局間距離より短く算出された場合でも、設定境界値以内の差分であれば誤差の可能性を考慮して制約条件を満たすと判断することができる。その結果、更新部が本来更新する必要のない記憶部の基地局情報を更新してしまう場合を抑制できる。

30

#### 【0017】

更新部は、第一の基地局および第二の基地局間の距離が、記憶部に登録された第一の基地局の位置情報の示す位置と、第二の基地局の位置情報の示す位置との距離と、無線端末および第一の基地局間の距離と、無線端末および第二の基地局間の距離とを加算した距離と、の範囲内になるように記憶部に登録された基地局の位置情報を更新することができる。

40

#### 【0018】

受信部は、無線端末の位置を示す端末位置情報をさらに受信し、基地局情報判断部は、受信部が受信した端末位置情報の示す位置と、記憶部に登録された一の基地局の位置情報の示す位置との距離を算出する登録距離算出部と、登録距離算出部が算出した距離と、一の基地局に対応する信号強度に基づいて推定される無線端末および一の基地局間の距離と、に差異がある場合に制約条件を満たさないと判断する制約条件判断部とをさらに備えるようにしてもよい。

#### 【0019】

制約条件判断部は、登録距離算出部が算出した距離が、一の基地局に対応する信号強度に基づいて推定される無線端末および一の基地局間の距離より短い場合に、制約条件を満

50

たさないと判断するようにしてもよい。ここで、信号強度に基づいて推定される無線端末および一の基地局間の距離は、現実より長く推定される場合は多くても、現実より短く推定する場合は少ないといえる。これは、基地局が送信した信号は、無線端末に到達するまでに、障害を通過したり反射を繰り返して理論上より信号強度が減衰してしまう場合が多いが、逆に信号強度の減衰が理論上より緩和されたり、信号強度が増強される場合は少ないためである。かかる実情に基づいて制約条件判断部が上記のような判断をすることにより、更新部が、現実の基地局の設置状況と遊離している可能性が高い記憶部に登録されている基地局情報を更新することができる。

【0020】

更新部は、一の基地局および無線端末間の距離が、受信部が受信した端末位置情報の示す位置と、記憶部に登録された一の基地局の位置情報の示す位置との距離と、信号強度情報に基づいて推定される無線端末および一の基地局間の距離と、の範囲内になるように記憶部に登録された基地局の位置情報を更新するようにしてもよい。

【0021】

受信部は、無線端末において蓄えられた1または2以上の時点における信号強度情報を受信するようにしてもよい。かかる構成においては、例えば、無線端末側に基地局情報のデータベース、1または2以上の時点における信号強度情報の履歴のデータベースおよび位置推定機能を設けた場合、無線端末は位置記憶装置と位置推定のたびにアクセスすることなく自端末位置を確認できる。しかし、基地局の設置状況は時々刻々と変化するため、基地局情報のデータベースが該変化に追従して更新される必要がある。そこで、所定のタイミングで、無線端末側の信号強度情報の履歴のデータベースから位置記憶装置に対して1または2以上の時点における信号強度情報を送信することで、位置記憶装置において、記憶部に登録されている基地局情報を更新することができる。さらに、更新後の記憶部に登録された基地局情報を位置記憶装置が無線端末に送信すれば、無線端末の基地局情報のデータベースも更新可能である。

【0022】

また、上記課題を解決するために、本発明の別の観点によれば、複数の基地局と無線通信を行う無線端末であって、複数の基地局から受信した信号の信号強度を測定する測定部と、測定部が測定した信号強度または信号強度から得られる情報と、基地局の各々に固有に付与される基地局識別情報と、を対応付けた1または2以上の時点における信号強度情報の履歴を記憶する履歴情報記憶部と、無線端末の位置を信号強度情報に基づいて推定可能な位置記憶装置に、履歴情報記憶部に記憶された信号強度情報の履歴を送信する送信部とを備えることを特徴とする、無線端末が提供される。

【0023】

かかる構成においては、履歴情報記憶部が、測定部が測定した信号強度または信号強度から得られる情報と、基地局の各々に固有に付与される基地局識別情報と、を対応付けた1または2以上の時点における信号強度情報の履歴を記憶しておくことができる。したがって、送信部は、信号強度情報の履歴をまとめて位置記憶装置に送信可能である。その結果、無線端末と位置記憶装置の間のトラフィックの回数が減少される。あるいは、無線端末、位置記憶装置またはトラフィック状況に基づき、これらの負荷が少ないときに信号強度情報の履歴を位置記憶装置に送信するようにすることもできる。

【0024】

複数の基地局の位置情報と、基地局識別情報とが対応付けられた基地局情報が登録された基地局情報記憶部と、基地局情報記憶部に登録されている基地局情報および信号強度情報に基づいて無線端末の位置を推定する位置推定部とをさらに備えるようにしてもよい。かかる構成においては、無線端末は、位置記憶装置と通信することなく、内蔵する基地局情報記憶部および位置推定部に基づいて、自端末位置を確認することができる。すなわち、無線端末は、位置推定をする度に位置記憶装置にアクセス過程を排除できるため、迅速に自端末位置を確認し得る。

【0025】

10

20

30

40

50



履歴情報記憶部は、1または2以上の時点における無線端末の位置を示す端末位置情報の履歴をさらに登録され、送信部は、信号強度情報と端末位置情報を位置記憶装置に送信するようにしてもよい。かかる構成においては、履歴情報記憶部が、1または2以上の時点における信号強度情報の履歴、および1または2以上の時点における無線端末の位置を示す端末位置情報の履歴を記憶しておくことができる。したがって、送信部は、信号強度情報と端末位置情報の履歴をまとめて位置記憶装置に送信可能である。その結果、無線端末と位置記憶装置の間のトラフィックの回数が減少される。あるいは、無線端末、位置記憶装置またはトラフィック状況に基づき、これらの負荷が少ないときに信号強度情報と端末位置情報の履歴を位置記憶装置に送信するようにすることもできる。

【0026】

10

基地局情報記憶部に登録された基地局情報を、位置記憶装置の記憶部に登録された、複数の基地局の位置情報と、基地局の各々に固有に付与される基地局識別情報とが対応付けられた基地局情報に更新する情報更新部をさらに備えるようにしてもよい。かかる構成においては、位置記憶装置の記憶部に、例えば、基地局情報記憶部に登録されていない基地局情報があったり、基地局情報記憶部に登録されている基地局情報とに差異があった場合、無線端末は、位置記憶装置の記憶部から基地局情報を受信し、基地局情報記憶部に新たな基地局情報を登録したり、基地局情報記憶部に登録されている基地局情報を修正、あるいは更新することができる。

【0027】

また、上記課題を解決するために、本発明の別の観点によれば、複数の基地局と無線通信を行う無線端末と、複数の基地局の位置が登録された位置記憶装置とを含む位置記憶システムが提供される。無線端末は、複数の基地局から受信した信号の信号強度を測定する測定部と、測定部が測定した信号強度または信号強度から得られる情報と、基地局の各々に固有に付与される基地局識別情報と、を対応付けた1または2以上の時点における信号強度情報を位置記憶装置に送信する送信部とを備えることを特徴とする。また、位置記憶装置は、基地局の位置情報と、基地局識別情報と、が対応付けて登録された記憶部と、無線端末から信号強度情報を受信する受信部と、記憶部に登録されている基地局識別情報を参照し、受信部が受信した信号強度情報に含まれる基地局識別情報が記憶部に登録されているか否かを判断する登録判断部と、登録判断部により記憶部に未登録であると判断された基地局識別情報と、無線端末の位置に応じた所定の位置情報とを対応付けて記憶部に登録する登録部と、を備えることを特徴とする。

20

30

【0028】

また、上記課題を解決するために、本発明の別の観点によれば、複数の基地局と無線通信を行う無線端末と、複数の基地局の位置が登録された位置記憶装置とを含む位置記憶システムが提供される。無線端末は、複数の基地局から受信した信号の信号強度を測定する測定部と、測定部が測定した信号強度または信号強度から得られる情報と、基地局の各々に固有に付与される基地局識別情報と、を対応付けた1または2以上の時点における信号強度情報を位置記憶装置に送信する送信部と、を備えることを特徴とする。位置記憶装置は、基地局の位置情報と、基地局識別情報とが対応付けて登録された記憶部と、無線端末から信号強度情報を受信する受信部と、記憶部に登録された基地局の位置情報が、信号強度情報から推定された無線端末および基地局間の距離に基づく所定の制約条件を満たすか否かを判断する基地局情報判断部と、基地局情報判断部が所定の制約条件を満たさないと判断した基地局の位置情報を更新する更新部と、を備えることを特徴とする。

40

【0029】

また、上記課題を解決するために、本発明の別の観点によれば、無線端末と無線通信を行う基地局の位置情報と、基地局の各々に固有に付与される基地局識別情報と、を対応付けて記憶媒体に登録するステップと、基地局から無線端末が受信した信号の信号強度または信号強度から得られる情報と、信号を送信した基地局の基地局識別情報とが対応付けられた信号強度情報を受信するステップと、記憶媒体に登録されている基地局識別情報を参照し、受信した信号強度情報に含まれる基地局識別情報が記憶媒体に登録されているか否

50

かを判断するステップと、記憶媒体に未登録であると判断された基地局識別情報と、無線端末の位置に応じた所定の位置情報とを対応付けて記憶媒体に登録するステップと、を含むことを特徴とする、位置登録方法が提供される。

【0030】

また、上記課題を解決するために、本発明の別の観点によれば、無線端末と無線通信を行う基地局の位置情報と、基地局の各々に固有に付与される基地局識別情報と、を対応付けて記憶媒体に登録するステップと、基地局から無線端末が受信した信号の信号強度または信号強度から得られる情報と、信号を送信した基地局の基地局識別情報とが対応付けられた信号強度情報を受信するステップと、記憶媒体に登録された基地局の位置情報が、信号強度情報から推定された無線端末および基地局間の距離に基づく所定の制約条件を満たすか否かを判断するステップと、所定の制約条件を満たさないと判断された基地局の位置情報を更新するステップと、を含むことを特徴とする、位置更新方法が提供される。

10

【0031】

また、上記課題を解決するために、本発明の別の観点によれば、コンピュータを、無線端末と無線通信を行う各基地局から無線端末が受信した信号の信号強度または信号強度から得られる情報と、信号を送信した基地局の基地局識別情報と、が対応付けられた信号強度情報を受信する受信部と、基地局の位置情報と対応付けて記憶媒体に登録されている基地局識別情報を参照し、受信部が受信した信号強度情報に含まれる基地局識別情報が記憶媒体に登録されているか否かを判断する登録判断部と、登録判断部により記憶媒体に未登録であると判断された基地局識別情報と、無線端末の位置に応じた所定の位置情報とを対応付けて記憶媒体に登録する登録部と、を備える位置記憶装置として機能させるための、プログラムが提供される。

20

【0032】

また、上記課題を解決するために、本発明の別の観点によれば、コンピュータを、無線端末と無線通信を行う各基地局から無線端末が受信した信号の信号強度または信号強度から得られる情報と、信号を送信した基地局の基地局識別情報と、が対応付けられた信号強度情報を受信する受信部と、記憶媒体に基地局の基地局識別情報と対応付けて登録されている基地局の位置情報が、信号強度情報から得られた無線端末および基地局間の距離に基づく所定の制約条件を満たすか否かを判断する基地局情報判断部と、基地局情報判断部が所定の制約条件を満たさないと判断した基地局の位置情報を更新する更新部と、を備える位置記憶装置として機能させるための、プログラムが提供される。

30

【発明の効果】

【0033】

以上説明したように本発明にかかる位置記憶装置、無線端末、位置記憶システム、位置登録方法、位置更新方法およびプログラムによれば、現実の基地局の設置状況を自動的に基地局情報に反映させることが可能である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0034】

以下に添付図面を参照しながら、本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

40

【0035】

(第1の実施形態)

まず、本発明の第1の実施形態にかかる位置推定システム10について説明する。本実施形態にかかる位置記憶システムの一例としての位置推定システム10は、位置推定システム10を構成する位置推定装置20が特筆すべき特徴を有する。具体的には、位置推定装置20は、複数の基地局と無線通信を行う無線端末40と協働して無線端末40の位置を推定する機能、新たな基地局を確認すると該基地局の位置情報を登録する機能、登録されている基地局の位置情報を更新する機能を有する。以下、図1～図12を用いて説明する。

50

## 【 0 0 3 6 】

図 1 は、本実施形態にかかる位置推定システム 1 0 の構成を示した説明図である。位置推定システム 1 0 は、位置推定装置 2 0 と、基地局 3 0、3 1 および 3 2 と、無線端末 4 0 と、を含む。

## 【 0 0 3 7 】

基地局 3 0、3 1 および 3 2 は、空間的に散在する通信装置間の通信を中継する。例えば、基地局 3 0、3 1 および 3 2 は、それぞれの電波到達範囲内にある無線端末 4 0 と他の無線端末（図示せず。）との無線通信を中継したり、無線端末 4 0 と基地局 3 0、3 1 または 3 2 に有線で接続された通信装置との通信を中継したりすることができる。具体的には、基地局 3 0 は、W i F i ( W i r e l e s s F i d e l i t y ) 規格に基づく無線 LAN ( L o c a l A r e a N e t w o r k ) の基地局であっても、G S M ( G l o b a l S y s t e m f o r M o b i l e C o m m u n i c a t i o n s ) の基地局であっても、B l u e t o o t h の基地局であってもよい。なお、基地局 3 0、3 1 および 3 2 の構成は実質的に同一であるので、以下では特に基地局 3 0 を例にあげて説明する。

## 【 0 0 3 8 】

基地局 3 0 は、無線通信を中継する際に送信する信号の他に、基地局 3 0 の存在を周囲に報知するためのビーコン信号を定期的送信することができる。該ビーコン信号には、例えば基地局 3 0 に固有に付与される基地局識別情報としての基地局 I D が含まれる。その結果、無線端末 4 0 は、受信したビーコン信号の基地局 I D に基づいて、周囲に存在する基地局 3 0 の存在を確認することができる。

## 【 0 0 3 9 】

無線端末 4 0 は、基地局 3 0 が制御する無線通信に基づいて各種データを送受信することができる。例えば、無線端末 4 0 は、基地局 3 0 を介してコンテンツ配信サーバ（図示せず。）からコンテンツデータを受信したり、他の無線端末（図示せず。）と電子メールを送受信することができる。なお、コンテンツデータとしては、音楽、講演およびラジオ番組などの音楽データや、映画、テレビジョン番組、ビデオプログラム、写真、絵画および図表などの映像データや、ゲームおよびソフトウェアなどの任意のデータがあげられる。

## 【 0 0 4 0 】

また、このような無線端末 4 0 は、例えば、P C ( P e r s o n a l C o m p u t e r )、家庭用映像処理装置（DVDレコーダ、ビデオデッキなど）、携帯電話、P H S ( P e r s o n a l H a n d y p h o n e S y s t e m )、携帯用音楽再生装置、携帯用映像処理装置、P D A ( P e r s o n a l D i g i t a l A s s i s t a n t )、家庭用ゲーム機器、携帯用ゲーム機器、家電機器などの情報処理装置であってもよい。

## 【 0 0 4 1 】

また、無線端末 4 0 は、基地局 3 0、3 1 または 3 2 から送信される信号（例えば、ビーコン信号）を受信すると、該信号の信号強度を測定し、測定した信号強度を基地局 3 0、3 1 または 3 2 の基地局 I D と対応付け、信号強度情報として位置推定装置 2 0 に送信することができる。

## 【 0 0 4 2 】

位置推定装置 2 0 は、事前に基地局 3 0、3 1 および 3 2 が設置されている位置情報が基地局 I D と対応付けられた基地局情報を記憶しており、無線端末 4 0 から受信した信号強度情報と、上記基地局情報とに基づいて、例えば三角測量の原理により無線端末 4 0 の位置を推定する機能を有する。位置推定装置 2 0 は、上記推定した位置を無線端末 4 0 に通知し、無線端末 4 0 は自端末位置を認識することができる。なお、位置推定装置 2 0 は、無線端末 4 0 に限らず、他の複数の無線端末からの位置推定要求に応じることができる。

## 【 0 0 4 3 】

また、本実施形態にかかる位置推定装置 2 0 は、基地局が新たに設置された場合や、基

10

20

30

40

50

地局の位置が変更された場合に、記憶する基地局情報の内容を、現実の基地局の設置状況に追従して更新できる点を特徴とする。以下、図2を参照して、本実施形態にかかる位置推定装置20の詳細な構成を説明する。

#### 【0044】

図2は、本実施形態にかかる位置推定装置20の構成を示したブロック図である。位置推定装置20は、通信部210と、記憶部214と、位置推定部218と、登録判断部222と、登録部226と、基地局情報判断部230と、更新部240と、を備える位置記憶装置として機能する。

#### 【0045】

通信部210は、無線端末40と情報を送受信するためのインターフェースである。通信部210は、例えば、無線端末40から信号強度情報を受信する受信部としての機能や、無線端末40に位置推定結果を送信する送信部としての機能を有する。なお、通信部210は、無線LAN対応通信装置であっても、ワイヤレスUSB対応通信装置であっても、有線による通信を行うワイヤー通信装置であってもよい。また、通信部210は、1台の無線端末に限らず、2台以上の不特定多数の無線端末と情報を送受信することができる。

10

#### 【0046】

記憶部214は、無線端末40と無線通信を行う基地局の基地局IDと、該基地局の設置場所を示す位置情報と、を対応付けて基地局情報として記憶する。記憶部214が記憶する基地局情報の一例を、図3を参照して説明する。

20

#### 【0047】

図3は、記憶部214が記憶する基地局情報の一例を示した説明図である。図3に示したように、記憶部214は、基地局IDと、基地局が設置されている位置情報としての緯度および経度を対応付けて記憶している。具体的には、基地局ID「30」の基地局30は、経度（東経）「135.001」、緯度（北緯）「35.49」に設置されているものとして記憶部214に登録されている。

#### 【0048】

同様に、基地局ID「31」の基地局31は、経度「135.002」、緯度「35.41」に、基地局ID「32」の基地局32は、経度「135.003」、緯度「35.50」に、基地局ID「34」の基地局34は、経度「135.002」、緯度「35.42」に設置されているものとして記憶部214に登録されている。なお、本明細書においては、基地局IDに、対応する基地局の符号と同一の番号を用いて説明している。

30

#### 【0049】

また、記憶部214に記憶される位置情報の形式は、緯度、経度を用いた形式に限られず、例えば、極座標を用いた形式であっても、ベクトルを用いた形式であってもよい。

#### 【0050】

また、記憶部214は、EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory)、EPROM(Erasable Programmable Read Only Memory)などの不揮発性メモリや、ハードディスクおよびフロッピー（登録商標）ディスクなどの磁気ディスクや、CD-R(Compact Disk Recordable)/RW(Rewritable)、DVD-R(Digital Versatile Disk Recordable)/RW/+R/+RW/RAM(Random Access Memory)およびBD(Blu-Ray Disc(登録商標))R/BD-REなどの光ディスクや、MO(Magneto Optical)ディスクなどの記憶媒体であってもよい。

40

#### 【0051】

50

図 2 の説明に戻ると、位置推定部 2 1 8 は、無線端末 4 0 からの位置推定要求に応じ、通信部 2 1 0 を介して無線端末 4 0 から受信した信号強度情報と、記憶部 2 1 4 に登録されている基地局情報とに基づいて、無線端末 4 0 の存在する位置を推定する。以下、図 4 を用いて詳細に説明する。

#### 【 0 0 5 2 】

図 4 は、位置推定部 2 1 8 が無線端末 4 0 から受信した信号強度情報の一例を示した説明図である。図 4 に示したように、信号強度情報は、基地局の基地局 ID と、該基地局から送信された信号の無線端末 4 0 における信号強度とが対応付けられている。図 4 には、基地局 ID 「 3 0 」の基地局 3 0 が送信した信号の無線端末 4 0 における信号強度は「 - 9 0 D b m 」であり、基地局 ID 「 3 1 」の基地局 3 1 が送信した信号の無線端末 4 0 における信号強度は「 - 7 0 D b m 」であり、基地局 ID 「 3 2 」の基地局 3 2 が送信した信号の無線端末 4 0 における信号強度は「 - 8 0 D b m 」である例を示している。

#### 【 0 0 5 3 】

なお、信号強度情報は図 4 に示した構成に限られない。例えば、基地局が送信した信号は、所定の規則に従い、基地局から離隔するにつれて信号強度が減少する。このため、無線端末 4 0 における信号の信号強度から、該信号を送信した基地局と無線端末 4 0 との距離を算出することが可能である。したがって、信号強度情報は、基地局の基地局 ID と、信号強度から得られる情報としての該基地局および無線端末 4 0 間の距離とが対応付けられた構成であってもよい。

#### 【 0 0 5 4 】

位置推定部 2 1 8 は、このような信号強度情報と、記憶部 2 1 4 に登録されている基地局情報とを用い、以下の数式 1 に基づいて無線端末 4 0 の位置 O を推定する。

#### 【 0 0 5 5 】

##### 【数 1】

$$O = \frac{1}{W} \cdot \sum_i (W_i \cdot A_i) \quad (\text{数式 1})$$

##### 【数 2】

$$W_i = \frac{1}{\text{distS}(O, A_i)} \quad (\text{数式 2})$$

##### 【数 3】

$$W = \sum_i W_i \quad (\text{数式 3})$$

#### 【 0 0 5 6 】

数式 1 において、 $A_i$  は記憶部 2 1 4 に登録されている  $i$  番目の基地局の位置情報を示す。したがって、基地局情報が図 3 のように経度、緯度で表される場合、数式 1 を経度、緯度ごとに適用する。また、 $W_i$  は、数式 2 に示したように、信号強度から推定される無線端末 4 0 および  $i$  番目の基地局間の距離を示す  $\text{distS}(O, A_i)$  に基づいて得られる重み係数である。また、 $W$  は、数式 3 に示したように重み係数の総和である。

#### 【 0 0 5 7 】

数式 1 を参照すると、 $\text{distS}(O, A_i)$  が小さい基地局の位置情報が無線端末 3 0 の位置 O に大きく反映される。一方、 $\text{distS}(O, A_i)$  が大きい基地局の位置情報は、無線端末 4 0 の位置 O に対する影響力が小さい。位置推定部 2 1 8 は、このような数式 1 を用いることにより無線端末 4 0 の位置 O を合理的に推定することができる。そして、位置推定部 2 1 8 が該推定した位置 O を無線端末 4 0 に通知することにより、無線端末 4 0 を利用するユーザが自己の場所を確認することが可能となる。

#### 【 0 0 5 8 】

なお、無線端末 4 0 の位置推定方法は上記数式 1 を用いる方法に限られず、例えば、無線端末 4 0 が最も高い信号強度で受信した信号の送信元の基地局の位置を、無線端末 4 0

の位置であると推定してもよい。また、無線端末 40 が所定の閾値以上の信号強度で受信した信号の送信元の基地局の中心となるような位置を、無線端末 40 の位置であると推定してもよい。

#### 【0059】

このような位置推定部 218 を備える位置推定装置 20 は、例えば、無線 LAN に対応する無線端末 40 が無線 LAN の基地局から受信した信号の信号強度に基づいて、無線端末 40 の位置を推定できる。ここで、無線 LAN の基地局は地下や屋内など至る場所に配される可能性が高い。したがって、無線端末 40 が無線 LAN に対応する場合は、位置推定装置 20 は、無線端末 40 の存在位置に拘らず、無線端末 40 の位置を推定することが可能である。

10

#### 【0060】

一方、位置推定装置 20 は、無線端末 40 の位置を推定する前提として、上述したように事前に基地局の位置情報が登録されている必要がある。したがって、無線端末 40 が無線 LAN に対応する場合、位置推定装置 20 は、無線 LAN の基地局の位置情報を事前に記憶している必要がある。しかし、無線 LAN の基地局は、不特定多数のユーザが任意に設置するケースが多いため、位置推定装置 20 に無線 LAN の基地局の位置情報を登録しておくことは困難である。また、無線 LAN の基地局の設置場所は変更される場合もある。

#### 【0061】

そこで、本実施形態にかかる位置推定装置 20 は上記のような状況に鑑みてなされたものであり、位置推定装置 20 は、位置推定装置 20 の記憶部 214 に現実の基地局の設置状況を自動的に反映させることができる。

20

#### 【0062】

以下、上記効果を実現するための第一の手段としての位置推定装置 20 の登録判断部 222 および登録部 226 の構成を説明した後、第二の手段としての基地局情報判断部 230 および更新部 240 の構成を説明する。

#### 【0063】

本実施形態にかかる登録判断部 222 および登録部 226 は、無線端末 40 からの位置推定要求または位置登録要求に応じて、記憶部 214 に未登録の基地局情報を追加登録することができる。位置推定要求は、位置推定装置 20 に対して無線端末 40 の位置を推定するよう要求するものである。無線端末 40 は、当該位置推定要求に応じて位置推定装置 20 が無線端末 40 の位置を推定できるように、位置推定要求と併せて信号強度情報を送信する。一方、位置登録要求は、位置推定装置 20 に対して無線端末 40 の位置を登録するよう要求するものである。無線端末 40 は、当該位置登録要求に応じて位置推定装置 20 が所定の処理を実行できるように、位置登録要求と併せて信号強度情報および無線端末 40 の位置を示す端末位置情報を送信する。

30

#### 【0064】

上記位置推定要求または位置登録要求のいずれを受信したかに応じて位置推定装置 20 の処理が異なるため、まず、位置推定装置 20 が位置推定要求を受信した場合の登録判断部 222 および登録部 226 における処理を説明した後、位置推定装置 20 が位置登録要求を受信した場合の登録判断部 222 および登録部 226 における処理を説明する。

40

#### 【0065】

登録判断部 222 は、無線端末 40 が位置推定要求と併せて送信した信号強度情報を受信すると、受信した信号強度情報に含まれる各基地局 ID が、記憶部 214 に登録されているか否かを判断する。そして、登録部 226 が、登録判断部 222 により記憶部 214 に登録されていないと判断された信号強度情報に含まれる基地局 ID を、所定の位置情報と対応付けて記憶部 214 に登録する。

#### 【0066】

例えば、図 5 に示したように、無線端末 40 の周囲に基地局 30、31 および 32 に加え、基地局 33 が存在した場合を考える。ここで、図 3 に示したように、基地局 33 の基

50

地局情報は位置推定装置 20 の記憶部 214 に登録されていない。

【0067】

このとき、位置推定装置 20 の登録判断部 222 は、通信部 210 を介して図 6 に示した信号強度情報を受信する。すなわち、基地局 30 の基地局 ID「30」と、基地局 30 が送信した信号の無線端末 40 における信号強度「-90 Dbm」とが対応付けられ、基地局 31 の基地局 ID「31」と、基地局 31 が送信した信号の無線端末 40 における信号強度「-70 Dbm」とが対応付けられ、基地局 32 の基地局 ID「32」と、基地局 32 が送信した信号の無線端末 40 における信号強度「-80 Dbm」とが対応付けられ、さらに、基地局 33 の基地局 ID「33」と、基地局 33 が送信した信号の信号強度「-75 Dbm」とが対応付けられた信号強度情報が登録判断部 222 に入力される。

10

【0068】

登録判断部 222 は、上記の信号強度情報を受信すると、記憶部 214 に登録されている基地局情報を参照し、基地局 30、31 および 32 の基地局情報は記憶部 214 に登録されているが、基地局 33 の基地局情報は記憶部 214 に未登録であると判断する。したがって、基地局 33 の基地局情報を記憶部 214 に登録するよう登録部 226 に指示する。

【0069】

登録部 226 は、登録判断部 222 からの指示に基づいて、基地局 33 の基地局 ID「33」と、無線端末 40 の位置に応じた所定の位置情報とを対応付けた基地局情報を記憶部 214 に新規に登録する。ここで、登録判断部 222 による処理と並行し、位置推定部 218 が位置推定要求に応じ、無線端末 40 から位置推定要求と併せて送信された信号強度情報に基づいて無線端末 40 の位置を推定している。そこで、上記所定の位置情報を、位置推定部 218 が推定した無線端末 40 の位置に対応させることができる。

20

【0070】

実際には、基地局 33 は、無線端末 40 と「-75 Dbm」に対応する距離を隔てて設置されている可能性が高い。すなわち、基地局 33 は、無線端末 40 の位置を中心とし、「-75 Dbm」に対応する距離を半径とした円周上付近に位置していると考えられる。ここで、信号強度情報からはそれ以上の位置特定が困難であるため、登録部 226 は、上記円周付近の任意の位置に基地局 33 が設置されているものとして基地局 33 の基地局情報を記憶部 214 に登録することもできる。かかる構成によれば、上記任意の位置と、現実の基地局 33 の設置位置とが近似する場合がある反面、上記任意の位置と、現実の基地局 33 の設置位置とに大きな誤差が生じてしまう場合もある。

30

【0071】

これに対し、上記のように、登録部 226 が、基地局 33 の基地局 ID「33」と、位置推定部 218 が推定した無線端末 40 の位置を示す位置情報とを対応付けて記憶部 214 に登録する構成とすれば、現実の基地局 33 の設置位置と、記憶部 214 に登録される基地局 33 の位置との間に生じうる誤差の最大値を抑制することができる。

【0072】

なお、このように暫定的に記憶部 214 に登録された基地局情報と現実の基地局の設置位置との誤差は、後述の更新部 240 が、記憶部 214 に登録された基地局情報を適宜更新することにより減少させることができる。

40

【0073】

続いて、位置推定装置 20 が上記位置登録要求を受信した場合の登録判断部 222 および登録部 226 における処理を説明する。

【0074】

登録判断部 222 は、上記位置登録要求を受信すると、位置推定要求があった場合と同様に、位置登録要求と併せて受信した信号強度情報に含まれる各基地局 ID が、記憶部 214 に登録されているか否かを判断する。そして、登録部 226 が、登録判断部 222 により記憶部 214 に登録されていないと判断された信号強度情報に含まれる基地局 ID を、所定の位置情報と対応付けて記憶部 214 に登録する。

50

## 【 0 0 7 5 】

ここで、位置推定装置 2 0 が無線端末 4 0 から位置登録要求を受信した場合、位置推定装置 2 0 は無線端末 4 0 の位置を明示的に示す端末位置情報も受信している。したがって、登録部 2 2 6 は、位置登録要求を受信している場合、登録判断部 2 2 2 により記憶部 2 1 4 に登録されていないと判断された信号強度情報に含まれる基地局 ID を、端末位置情報と対応付けて記憶部 2 1 4 に登録することができる。

## 【 0 0 7 6 】

かかる構成によれば、位置推定装置 2 0 は、位置推定部 2 1 8 による無線端末 4 0 の位置推定処理を経ず、無線端末 4 0 から受信した信号強度情報に含まれる未知の基地局の基地局情報を記憶部 2 1 4 に暫定的に登録することができる。

10

## 【 0 0 7 7 】

なお、無線端末 4 0 が端末位置情報を取得する方法は問わず、例えば、無線端末 4 0 は、ユーザ入力により端末位置情報を取得しても、他の位置推定機能に基づいて端末位置情報を取得してもよい。

## 【 0 0 7 8 】

以上説明したように、本実施形態にかかる位置推定装置 2 0 の登録判断部 2 2 2 および登録部 2 2 6 は、無線端末 4 0 からの位置推定要求または位置登録要求に応じ、記憶部 2 1 4 に新たな基地局情報を登録することができる。したがって、位置推定装置 2 0 は、基地局情報を人的に初期設定される過程を排除または抑制し、現実の基地局の設置状況を自動的に獲得していくことが可能である。

20

## 【 0 0 7 9 】

次に、本実施形態にかかる位置推定装置 2 0 の基地局情報判断部 2 3 0 および更新部 2 4 0 の構成を、図 7 ~ 図 1 0 を参照して説明する。

## 【 0 0 8 0 】

本実施形態にかかる基地局情報判断部 2 3 0 および更新部 2 4 0 は、無線端末 4 0 からの位置推定要求または位置登録要求に応じて、記憶部 2 1 4 に登録されている基地局情報がより適切となるように基地局情報を更新する。

## 【 0 0 8 1 】

以下では、上記位置推定要求または位置登録要求のいずれを受信したかに応じて位置推定装置 2 0 の処理が異なるため、まず、位置推定装置 2 0 が位置推定要求を受信した場合の基地局情報判断部 2 3 0 および更新部 2 4 0 における処理を説明した後に、位置推定装置 2 0 が位置登録要求を受信した場合の基地局情報判断部 2 3 0 および更新部 2 4 0 における処理を説明する。

30

## 【 0 0 8 2 】

図 7 は、基地局情報判断部 2 3 0 のより詳細な構成を示したブロック図である。基地局情報判断部 2 3 0 は、推定距離算出部 2 3 2 と、基地局間距離算出部 2 3 4 と、登録距離算出部 2 3 8 と、制約条件判断部 2 3 6 と、を備える。

## 【 0 0 8 3 】

推定距離算出部 2 3 2 は、無線端末 4 0 が位置推定要求と併せて送信した信号強度情報を受信すると、該信号強度情報に基づいて推定される、一の基地局と無線端末 4 0 間の距離と、他の一の基地局と無線端末 4 0 間の距離と、を加算して加算距離を算出する推定距離加算部として機能する。上記一の基地局と無線端末 4 0 間の距離、および他の一の基地局と無線端末 4 0 間の距離は、位置推定部 2 1 8 が信号強度情報に基づいて推定しても、無線端末 4 0 側で推定されていてもよい。

40

## 【 0 0 8 4 】

また、推定距離算出部 2 3 2 は、受信した信号強度情報に含まれる全ての基地局の組み合わせで上記加算距離の算出を行うことができる。すなわち、通信部 2 1 0 が受信した信号強度情報に  $n$  台の基地局に関する信号強度が含まれていた場合、推定距離算出部 2 3 2 は、 $(n \cdot (n - 1) / 2)$  に該当する数の加算距離を算出し得る。

## 【 0 0 8 5 】

50



基地局間距離算出部 234 は、通信部 210 が受信した信号強度情報に含まれる基地局 ID に対応する基地局の位置情報を、記憶部 214 から読み出す。そして、基地局間距離算出部 234 は、記憶部 214 から読み出した基地局の位置情報に基づいて、一の基地局と他の一の基地局間の距離を示す基地局間距離を算出する。

【0086】

また、基地局間距離算出部 234 は、推定距離算出部 232 と同様に、受信した信号強度情報に含まれる全ての基地局の組み合わせで上記基地局間距離の算出を行うことができる。すなわち、通信部 210 が受信した信号強度情報に  $n$  台の基地局に関する信号強度が含まれていた場合、基地局間距離算出部 234 は、 $(n \cdot (n - 1) / 2)$  に該当する数の基地局間距離を算出し得る。

10

【0087】

制約条件判断部 236 は、推定距離算出部 232 が算出した加算距離と、基地局間距離算出部 234 が算出した基地局間距離とが、所定の制約条件を満たすか否かを判断する。以下、制約条件について説明する。

【0088】

上記加算距離は、図 5 において、例えば、無線端末 40 および基地局 30 間の距離と、無線端末 40 および基地局 32 間の距離とを加算した距離である。また、上記基地局間距離は、図 5 において、例えば、基地局 30 および基地局 32 間の距離である。ここで、現実には、無線端末 40、基地局 30、および基地局 32 を頂点とする三角形において、任意の 2 辺の長さの合計が、残りの 1 辺の長さより短くなることはない。したがって、制約条件判断部 236 は、制約条件として、以下の数式 4 に示した条件を用いることができる。

20

【0089】

【数 4】

$$\text{dist}(A_i, A_j) \leq \text{distS}(O, A_i) + \text{distS}(O, A_j) \quad (\text{数式 4})$$

【0090】

数式 4 において、 $\text{dist}(A_i, A_j)$  は、基地局間距離算出部 234 により算出された、 $i$  番目の基地局および  $j$  番目の基地局間の基地局間距離を示す。また、右辺は、推定距離算出部 232 により算出された、無線端末 40 および  $i$  番目の基地局間の距離と、無線端末 40 および  $j$  番目の基地局間の距離とを加算した加算距離を示す。また、数式 4 において、 $(i, j)$  としてもよい。

30

【0091】

理想的には、上述したような三角形の特性に基づき、加算距離が基地局間距離より大きな値であるべきである。したがって、加算距離を示す右辺と、基地局間距離を示す左辺とを数式 4 に示したような不等号で結んでいる。制約条件判断部 236 は、かかる数式 4 を満たさないと判断した場合に、記憶部 214 に登録されている  $i$  番目および  $j$  番目の基地局の位置情報が、制約条件を満たさないものと判断することができる。

【0092】

なお、制約条件判断部 236 が用いる制約条件は数式 4 に示したものに限られない。例えば、数式 4 の右辺に所定距離をさらに加えてもよい。すなわち、設定境界値として、数式 4 の右辺に所定距離を加えることができる。かかる構成において、制約条件判断部 236 は、基地局間距離が、加算距離より所定距離以上長い場合に制約条件を満たさないと判断する。ここで、加算距離は信号強度に基づいて算出されるため、無線端末 40 の周囲の環境に応じて信号強度が正確に測定されなかった場合、加算距離が現実と遊離した値となってしまう。そこで、上記のように設定境界値を設けることにより、制約条件判断部 236 は、加算距離が基地局間距離より短く算出された場合でも、設定境界値以内の差分であれば誤差の可能性を考慮して制約条件を満たすと判断することができる。その結果、後述の更新部 240 が本来更新する必要のない記憶部 214 の基地局情報を更新してしまう場合を抑制できる。反対に、制約条件判断部 236 は、加算距離と基地局間距離とに僅かで

40

50

も差分があった場合には制約条件を満たさないと判断するようにしてもよい。

【 0 0 9 3 】

更新部 2 4 0 は、基地局情報判断部 2 3 0 が制約条件を満たさないと判断した記憶部 2 1 4 に登録されている基地局情報を更新する。例えば、更新部 2 4 0 は、一の基地局および他の一の基地局の基地局情報が制約条件を満たさないと基地局情報判断部 2 3 0 により判断された場合、一の基地局および他の一の基地局間の距離が、加算距離と基地局間距離との範囲内になるように、記憶部 2 1 4 に登録されている一の基地局および他の一の基地局の基地局情報を更新する。以下、図 8 を用いて具体的に説明する。

【 0 0 9 4 】

図 8 は、更新部 2 4 0 による基地局情報の更新の過程を示した説明図である。図 8 において、 $A_i$  は記憶部 2 1 4 に登録されている基地局情報に基づく  $i$  番目の基地局の位置を示し、 $A_j$  は記憶部 2 1 4 に登録されている基地局情報に基づく  $j$  番目の基地局の位置を示し、 $distS(A_i, A_j)$  は数式 4 の右辺と等価であり、 $C$  は  $A_i - A_j$  線上の中点であり、 $A_{iest}$  は  $A_i - A_j$  線上に中点が  $C$  となるように  $distS(A_i, A_j)$  を配した場合の  $A_i$  側の端部であり、 $A_{jest}$  は  $A_i - A_j$  線上に中点が  $C$  となるように  $distS(A_i, A_j)$  を配した場合の  $A_j$  側の端部である。 $A_{i'}$  は更新部 2 4 0 が記憶部 2 1 4 の  $i$  番目の基地局の基地局情報を更新するための位置を示し、 $A_{j'}$  は更新部 2 4 0 が記憶部 2 1 4 の  $j$  番目の基地局の基地局情報を更新するための位置を示している。かかる  $A_{i'}$  および  $A_{j'}$  は、数式 5 および数式 6 にしたがって算出することができる。

【 0 0 9 5 】

【数 5】

$$A_i' = t \cdot A_i + (1 - t) \cdot A_{iest} \quad (\text{数式 5})$$

【数 6】

$$A_j' = t \cdot A_j + (1 - t) \cdot A_{jest} \quad (\text{数式 6})$$

【 0 0 9 6 】

数式 5 および数式 6 において、 $t$  は  $A_i$  から  $A_{i'}$  への可塑性を決める係数であり、( $0 \leq t \leq 1$ ) の範囲で変化させることができる。例えば、 $t$  の値を大きくすれば  $A_{i'}$  は  $A_i$  に近接し、 $t$  の値を小さくすれば  $A_{i'}$  は  $A_i$  から離隔し、 $t$  の値を 0.5 にすれば  $A_{i'}$  は  $A_i$  と  $A_{iest}$  の中点となる。当該可塑性を決める係数  $t$  の値は、ユーザ設定に基づいて変更できるよう位置推定装置 2 0 を構成してもよい。

【 0 0 9 7 】

このように、本実施形態にかかる位置推定装置 2 0 によれば、無線端末 4 0 から位置推定要求を受信すると、無線端末 4 0 の位置を推定し無線端末 4 0 に通知する処理と同時に、記憶部 2 1 4 に登録されている基地局情報を更新することができる。したがって、記憶部 2 1 4 に登録されている基地局の設置位置が変更された場合にも、自動的に記憶部 2 1 4 に登録されている基地局情報に現実の基地局の設置位置を反映させることができる。

【 0 0 9 8 】

次に、位置推定装置 2 0 が位置登録要求を受信した場合の基地局情報判断部 2 3 0 および更新部 2 4 0 における処理を説明する。

【 0 0 9 9 】

通信部 2 1 0 が無線端末 4 0 から位置登録要求を受信すると、推定距離算出部 2 3 2 は、位置登録要求と併せて無線端末 4 0 から送信された信号強度情報に基づいて、信号強度情報に含まれる基地局 ID に対応する基地局と、無線端末 4 0 との距離を推定距離として推定する。当該推定は、位置推定部 2 1 8 により実行されてもよい。

【 0 1 0 0 】

登録距離算出部 2 3 8 は、位置登録要求と併せて無線端末 4 0 から送信された端末位置情報と、記憶部 2 1 4 に登録されている基地局情報とに基づいて、信号強度情報に含まれ

10

20

30

40

50

る基地局IDに対応する基地局と、無線端末40との距離を登録距離として算出する。より詳細に説明すると、登録距離算出部238は、信号強度情報に含まれる基地局IDに対応する位置情報を記憶部214から読み出し、該読み出した各位置情報と、端末位置情報との差分を算出する。

【0101】

制約条件判断部236は、上記推定距離と、上記登録距離とが所定の制約条件を満たすか否かを判断する。ここで、図9を参照して、無線端末40が受信した信号強度に基づいて推定される無線端末40および基地局間の距離と、現実の無線端末40および基地局間の距離との関係を説明する。

【0102】

10

図9は、信号強度に基づいて推定される無線端末40および基地局間の距離と、現実の無線端末40および基地局間の距離との関係を示したグラフである。図9において、横軸は基地局が送信した信号の無線端末40における信号強度(RSSI: Received Signal Strength Indicator)(Dbm)を示し、縦軸は無線端末40および基地局間の距離(m)を示している。

【0103】

図9において、信号強度に基づいて推定される無線端末40および基地局間の距離を表しているのが、曲線Eである。これに対し、各プロットが、現実の無線端末40および基地局間の距離を表している。図9を参照すると、実際の無線端末40および基地局間の距離を表すプロットは、曲線Eの下側に集中し、曲線Eの上側にはまばらに存在することが

20

【0104】

すなわち、図9によれば、信号強度に基づいて無線端末40および基地局間の距離を推定した場合、距離を現実より長く推定する場合は多くても、距離を現実より短く推定する場合は少ないといえる。これは、基地局が送信した信号は、無線端末40に到達するまでに、障害を通過したり反射を繰り返して理論上より信号強度が減衰してしまう場合が多いが、逆に信号強度の減衰が理論上より緩和されたり、信号強度が増強される場合は少ないためである。

【0105】

このような距離推定の特性に基づいて、制約条件判断部236は、数式7に示す制約条件を用いた判断を行うことができる。

30

【0106】

【数7】

$$\text{dist}(O, A_i) \leq \text{distS}(O, A_i) \quad (\text{数式7})$$

【0107】

数式7において、 $\text{dist}(O, A_i)$ は、端末位置情報により特定される位置Oと、記憶部214に登録されたi番目の基地局の位置 $A_i$ との距離、すなわち登録距離を示す。また、数式7において、 $\text{distS}(O, A_i)$ は、信号強度情報に基づいて推定される無線端末40およびi番目の基地局間の距離、すなわち推定距離を示す。

40

【0108】

制約条件判断部236は、推定距離および登録距離が数式7を満たさない場合に、記憶部214に登録されたi番目の基地局に関する基地局情報が制約条件を満たさないものとして判断する。

【0109】

なお、制約条件判断部236が用いる制約条件は数式7に限られず、例えば、制約条件判断部236は数式8に示す制約条件を用いてもよい。

【数8】

$$\text{dist}(O, A_i) \neq \text{distS}(O, A_i) \quad (\text{数式8})$$

50

## 【 0 1 1 0 】

制約条件判断部 2 3 6 は、数式 8 に示す制約条件を用いた場合、位置登録要求の受信と併せて大部分の基地局情報が制約条件を満たさないものと判断する可能性が高い。その結果、後述の更新部 2 4 0 が記憶部 2 1 4 の基地局情報を更新する頻度が増加するので、位置推定装置 2 0 は、迅速に現実の基地局の設置状況を記憶部 2 1 4 の基地局情報に反映し得る。

## 【 0 1 1 1 】

更新部 2 4 0 は、制約条件を満たさないと基地局情報判断部 2 3 0 が判断した記憶部 2 1 4 に登録された基地局情報を更新する。例えば、更新部 2 4 0 は、一の基地局の基地局情報が制約条件を満たさないと基地局情報判断部 2 3 0 により判断された場合、一の基地局および無線端末 4 0 間の距離が、推定距離と登録距離との範囲内になるように、記憶部 2 1 4 に登録されている一の基地局の基地局情報を更新する。以下、図 1 0 を用いて具体的に説明する。

## 【 0 1 1 2 】

図 1 0 は、更新部 2 4 0 による基地局情報の更新の過程を示した説明図である。図 1 0 において、 $A_i$  は記憶部 2 1 4 に登録されている基地局情報に基づく  $i$  番目の基地局の位置を示し、 $O$  は端末位置情報が示す位置であり、 $dist(O, A_i)$  は信号強度情報に基づいて推定された無線端末 4 0 および  $i$  番目の基地局間の推定距離を示し、 $A_{iest}$  は位置  $O$  から  $O - A_i$  線上に  $dist(O, A_i)$  を配した場合の  $A_i$  側の端部の位置を示す。また、 $A_i$  は、更新部 2 4 0 が記憶部 2 1 4 の  $i$  番目の基地局の基地局情報を更新するための位置を示している。かかる  $A_i'$  は、以下の数式 9 にしたがって算出することができる。

## 【 0 1 1 3 】

## 【数 9】

$$A_i' = t \cdot A_i + (1 - t) \cdot A_{iest} \quad (\text{数式 9})$$

## 【 0 1 1 4 】

数式 9 において、 $t$  は  $A_i$  から  $A_i'$  への可塑性を決める係数であり、 $(0 \leq t \leq 1)$  の範囲で変化させることができる。例えば、 $t$  の値を大きくすれば  $A_i'$  は  $A_i$  に近接し、 $t$  の値を小さくすれば  $A_i'$  は  $A_i$  から離隔し、 $t$  の値を 0.5 にすれば  $A_i'$  は  $A_i$  と  $A_{iest}$  の中点となる。当該可塑性を決める係数  $t$  の値は、ユーザ設定に基づいて変更できるよう位置推定装置 2 0 を構成してもよい。

## 【 0 1 1 5 】

以上説明したように、本実施形態にかかる位置推定装置 2 0 の基地局情報判断部 2 3 0 および更新部 2 4 0 によれば、無線端末 4 0 からの位置推定要求または位置登録要求に応じて、記憶部 2 1 4 に登録されている基地局情報を自動的に更新することができる。したがって、記憶部 2 1 4 に登録されている基地局の設置位置が変更された場合でも、記憶部 2 1 4 に現実の基地局の設置位置を漸次反映させることができる。

## 【 0 1 1 6 】

なお、上記の通信部 2 1 0 としての機能は、通信装置を制御するプログラムを CPU が行うことにより実現することができる。また、位置推定部 2 1 8、登録判断部 2 2 2、登録部 2 2 6、基地局情報判断部 2 3 0 または更新部 2 4 0 のような動作をコンピュータに実現させるためのコンピュータプログラムに基づいて、CPU、ROM および RAM などのハードウェア資源に上記各構成と同等の機能を発揮させることができる。

## 【 0 1 1 7 】

続いて、位置推定装置 2 0 における位置登録方法および位置更新方法を、図 1 1 および図 1 2 を参照して説明する。図 1 1 は、位置推定装置 2 0 が無線端末 4 0 から位置推定要求を受信した場合の動作の流れを示したフローチャートである。図 1 2 は、位置推定装置 2 0 が無線端末 4 0 から位置登録要求を受信した場合の動作の流れを示したフローチャートである。

## 【 0 1 1 8 】

図 1 1 を参照すると、まず、位置推定装置 2 0 は無線端末 4 0 から位置推定要求と併せて信号強度情報を受信する ( S 3 0 4 )。そして、位置推定装置 2 0 の位置推定部 2 1 8 は、受信した信号強度情報に基づいて無線端末 4 0 の位置を推定する ( S 3 0 8 )。その後、位置推定装置 2 0 は、通信部 2 1 0 を介して推定した位置を無線端末 4 0 に通知する ( S 3 1 2 )。

## 【 0 1 1 9 】

続いて、位置推定装置 2 0 の登録判断部 2 2 2 は、信号強度情報に含まれる各基地局 I D が、記憶部 2 1 4 に登録されているか否かを判断する ( S 3 1 6 )。すなわち、登録判断部 2 2 2 は、信号強度情報に、記憶部 2 1 4 に未登録の基地局に関する信号強度が含まれているか否かを判断する。S 3 1 6 において、信号強度情報に含まれる基地局 I D のうちで、記憶部 2 1 4 に未登録のものがあると判断された場合、登録部 2 2 6 は、該未登録の基地局 I D と無線端末 4 0 の位置に応じた所定の位置情報とを対応付けて記憶部 2 1 4 に登録する ( S 3 2 0 )。

## 【 0 1 2 0 】

S 3 2 0 の後、または S 3 1 6 において信号強度情報に含まれる基地局 I D のうちで、記憶部 2 1 4 に未登録のものが無いと判断された場合、基地局情報判断部 2 3 0 は、信号強度情報に基づいて、記憶部 2 1 4 に登録されている基地局情報が制約条件を満足するか否かを判断する ( S 3 2 4 )。そして、基地局情報判断部 2 3 0 により制約条件を満足しないと判断された基地局情報を、更新部 2 4 0 が更新する ( S 3 2 8 )。

## 【 0 1 2 1 】

また、図 1 2 を参照すると、まず、位置推定装置 2 0 は、位置登録要求と併せて信号強度情報および端末位置情報を受信する ( S 3 5 4 )。続いて、位置推定装置 2 0 の登録判断部 2 2 2 は、信号強度情報に含まれる各基地局 I D が、記憶部 2 1 4 に登録されているか否かを判断する ( S 3 5 8 )。すなわち、登録判断部 2 2 2 は、信号強度情報に、記憶部 2 1 4 に未登録の基地局に関する信号強度が含まれているか否かを判断する。S 3 5 8 において、信号強度情報に含まれる基地局 I D のうちで、記憶部 2 1 4 に未登録のものがあると判断された場合、登録部 2 2 6 は、該未登録の基地局 I D と端末位置情報とを対応付けた基地局情報を記憶部 2 1 4 に登録する ( S 3 6 2 )。

## 【 0 1 2 2 】

S 3 6 2 の後、または S 3 5 8 において信号強度情報に含まれる基地局 I D のうちで、記憶部 2 1 4 に未登録のものが無いと判断された場合、基地局情報判断部 2 3 0 は、信号強度情報および端末位置情報に基づいて、記憶部 2 1 4 に登録されている基地局情報が制約条件を満足するか否かを判断する ( S 3 6 6 )。そして、基地局情報判断部 2 3 0 により制約条件を満足しないと判断された基地局情報を、更新部 2 4 0 が更新する ( S 3 7 0 )。

## 【 0 1 2 3 】

## ( 第二の実施形態 )

以上説明したように、本発明の第一の実施形態にかかる位置推定システム 1 0 は、位置推定システム 1 0 を構成する位置推定装置 2 0 に特徴があった。しかし、第一の実施形態にかかる位置推定システム 1 0 においては、無線端末 4 0 が自端末の位置を確認使用とする度に位置推定装置 2 0 にアクセスする必要がある。その結果、無線端末 4 0 および位置推定装置 2 0 間のトラフィックの増大、または無線端末 4 0 が位置推定結果を得るまでに時間がかかってしまう場合が考えられる。

## 【 0 1 2 4 】

そこで、本発明の第二の実施形態は上記のような第一の実施形態において生じえる問題を解決するためになされたものであり、本発明の第二の実施形態にかかる位置推定システム 1 0 によれば、無線端末 4 0 および位置推定装置 2 0 間のトラフィックを抑制し、無線端末 4 0 が迅速に自端末の位置を確認することができる。このような第二の実施形態にかかる位置推定システム 1 0 は、位置推定装置 2 0 に加え、無線端末 4 0 も特徴的な構成を

有する。以下、本実施形態にかかる無線端末 40 の構成を説明する。なお、本実施形態にかかる位置推定装置 20 は第一の実施形態で説明した構成と重複する部分が多いので、詳細な説明は省略する。

#### 【0125】

図 13 は、本実施形態にかかる無線端末 40 の構成を示したブロック図である。無線端末 40 は、通信部 410 と、測定部 414 と、基地局情報記憶部 420 と、位置推定部 430 と、表示部 440 と、端末位置情報取得部 450 と、履歴情報記憶部 460 と、情報更新部 470 とを備える。

#### 【0126】

通信部 410 は、周囲の基地局 30 および 31 などが送信する信号（例えば、ビーコン信号）を受信する受信部としての機能や、位置推定装置 20 に後述の履歴情報を送信する送信部としての機能を有する。また、通信部 410 は、無線 LAN 対応通信装置であっても、GSM 対応通信装置であっても、Bluetooth 対応通信装置であってもよい。

#### 【0127】

測定部 414 は、通信部 410 が周囲の基地局 30 および 31 などから受信した信号の信号強度を測定する。そして、測定した信号強度と、該信号の送信元の基地局の基地局 ID とを対応付けて信号強度情報として位置推定部 430 に出力する。

#### 【0128】

基地局情報記憶部 420 は、基地局の基地局 ID と、基地局の設置位置を示す位置情報とが対応付けられた基地局情報を記憶する。基地局情報記憶部 420 が記憶する基地局情報の構成は、図 3 を用いて説明した位置推定装置 20 の記憶部 214 が記憶する基地局情報と実質的に同一であるので説明を省略する。

#### 【0129】

位置推定部 430 は、ユーザからの位置推定要求に応じて、測定部 414 から入力される信号強度情報と、基地局情報記憶部 420 が記憶する基地局情報とに基づいて、無線端末 40 の位置を推定する。位置推定部 430 が無線端末 40 の位置を推定する方法は、上記説明した位置推定装置 20 の位置推定部 218 で説明した内容と実質的に同一である。

#### 【0130】

表示部 440 は、位置推定部 430 により推定された無線端末 40 の位置を、ユーザが確認できるように表示するディスプレイである。なお、表示部 440 は出力装置の一例として示したに過ぎず、出力装置はスピーカやヘッドホンなどの音声出力装置であってもよい。

#### 【0131】

このように、無線端末 40 側に基地局情報を記憶するデータベースを設けておけば、無線端末 40 は位置推定装置 20 にアクセスすることなく自端末位置を推定することができる。しかし、現実の基地局の登録状況は時々刻々と変化するため、無線端末 40 の基地局情報記憶部 420 に登録されている基地局情報もこれに追従させて変化させる必要がある。

本実施形態にかかる無線端末 40 は、以下説明するように、かかる要求を満足する点で効果的である。

#### 【0132】

端末位置情報取得部 450 は、無線端末 40 の現在位置を示す端末位置情報を取得する。なお、端末位置情報取得部 450 が端末位置情報を取得する方法は問わず、例えば、端末位置情報取得部 450 は、ユーザ入力による位置登録要求に基づいて端末位置情報を取得しても、他の位置推定機能に基づいて端末位置情報を取得してもよい。また、端末位置情報取得部 450 が端末位置情報を取得するとき、測定部 414 により信号強度情報が併せて得られるようにする。

#### 【0133】

履歴情報記憶部 460 は、測定部 414 による測定に基づく信号強度情報の履歴、およ

10

20

30

40

50

び端末位置情報取得部 450 が取得した端末位置情報の履歴などの履歴情報を記憶する。信号強度情報の履歴、および端末位置情報の履歴の構成を、図 14 および図 15 を参照して説明する。

【0134】

図 14 は、履歴情報記憶部 460 が記憶する信号強度情報の履歴を示した説明図である。

図 14 (1)、図 14 (2)、図 14 (3) に示したように、履歴情報記憶部 460 は、複数の時点における信号強度情報を、該信号強度情報が得られた時刻と対応付けて履歴情報として記憶する。具体的には、図 14 (1) は時刻 T1 における信号強度情報の履歴を示し、図 14 (2) は時刻 T2 における信号強度情報の履歴を示し、図 14 (3) は時刻 T3 における信号強度情報の履歴を示している。なお、履歴情報記憶部 460 は、必ずしも信号強度情報を時刻と対応付けて記憶する必要はない。

10

【0135】

図 15 は、履歴情報記憶部 460 が記憶する端末位置情報の履歴を示した説明図である。図 15 に示したように、履歴情報記憶部 460 は、複数の時点における端末位置情報を、該端末位置情報が得られた時刻と対応付けて履歴情報として記憶する。具体的には、図 15 において、履歴情報記憶部 460 は時刻 T1、T2 および T3 に得られた端末位置情報を記憶している様子を示している。

【0136】

このように履歴情報記憶部 460 に記憶された履歴情報は、情報更新部 470 の制御に基づき、通信部 410 を介して位置推定装置 20 に送信されるようにしてもよい。位置推定装置 20 は、かかる履歴情報を受信すると、第一の実施形態で説明したように、記憶部 214 に未登録の基地局情報を新たに登録したり、記憶部 214 に登録されている基地局情報を更新する。そして、情報更新部 470 は、位置推定装置 20 の記憶部 214 に現在登録されている基地局情報を受信する。

20

【0137】

ここで、位置推定装置 20 は、記憶部 214 に現在登録されている全ての基地局情報を無線端末 40 に送信しても、無線端末 40 の基地局情報記憶部 420 に登録されている基地局情報との差分だけを送信してもよい。位置推定装置 20 が記憶部 214 に現在登録されている全ての基地局情報を無線端末 40 に送信する場合、情報更新部 470 は、基地局情報記憶部 420 に登録されている基地局情報と、受信した記憶部 214 の基地局情報との差分を抽出し、該抽出した内容を基地局情報記憶部 420 に反映させることができる。または、情報更新部 470 は、位置推定装置 20 から記憶部 214 に現在登録されている全ての基地局情報を無線端末 40 に受信する場合、基地局情報記憶部 420 のデータを全消去し、記憶部 214 に現在登録されている全ての基地局情報を新たに登録してもよい。

30

【0138】

次に、本実施形態にかかる無線端末 40 および位置推定システム 10 による位置登録方法および位置更新方法を、図 16 および図 17 を参照して説明する。図 16 は、本実施形態にかかる無線端末 40 の動作の流れを示したフローチャートである。図 17 は、本実施形態にかかる位置推定システム 10 の動作の流れを示したシーケンス図である。

40

【0139】

図 16 に示したように、まず、無線端末 40 は、基地局情報記憶部 420 に基地局情報を初期設定する (S504)。該初期設定は、位置推定装置 20 の記憶部 214 に登録されている基地局情報を受信し、該受信した基地局情報を基地局情報記憶部 420 に登録しても、他の基地局の位置を提供するサーバから基地局情報を受信し、該受信した基地局情報を基地局情報記憶部 420 に登録してもよい。

【0140】

続いて、無線端末 40 は、位置推定要求があったか、位置登録要求があったか判断する (S508)。無線端末 40 は、位置推定要求があった場合、測定部 414 の動作に基づき信号強度情報を取得する (S512)。そして、位置推定部 430 が、該信号強度情報

50

および基地局情報記憶部 4 2 0 に登録された基地局情報に基づいて、無線端末 4 0 の位置を推定する ( S 5 1 6 )。次いで、測定部 4 1 4 または位置推定部 4 3 0 が、信号強度情報を履歴情報記憶部 4 6 0 に記憶させる。( S 5 2 0 )。

【 0 1 4 1 】

一方、無線端末 4 0 は、位置登録要求があった場合、測定部 4 1 4 の動作に基づき信号強度情報を取得し、端末位置情報取得部 4 5 0 の動作に基づき端末位置情報を取得する ( S 5 2 4 )。続いて、測定部 4 1 4 および端末位置情報取得部 4 5 0 が、信号強度情報および端末位置情報を履歴情報記憶部 4 6 0 に記憶させる。( S 5 2 8 )。

【 0 1 4 2 】

続いて、図 1 7 に示したように、無線端末 4 0 の履歴情報記憶部 4 6 0 が履歴情報を記憶すると ( S 6 0 4 )、無線端末 4 0 は、所定のタイミングで履歴情報を位置推定装置 2 0 に送信する ( S 6 0 8 )。ここで、所定のタイミングは、履歴情報が一定量蓄えられた場合や、前回の履歴情報の送信から一定時間が経過した場合や、位置推定装置 2 0 からの要求があった場合であってもよい。

【 0 1 4 3 】

次いで、位置推定装置 2 0 は、受信した履歴情報に基づいて、記憶部 2 1 4 に基地局情報を新たに登録、あるいは記憶部 2 1 4 に登録されている基地局情報の更新を行う ( S 6 1 2 )。そして、位置推定装置 2 0 は、変更後の基地局情報を無線端末 4 0 に送信する ( S 6 1 6 )。続いて、無線端末 4 0 の情報更新部 4 7 0 は、受信した基地局情報と、基地局情報記憶部 4 2 0 に登録されている基地局情報との差分を抽出する ( S 6 2 0 )。その後、情報更新部 4 7 0 は、上記抽出した差分に基づいて、基地局情報記憶部 4 2 0 に登録されている基地局情報を更新、あるいは変更する ( S 6 2 4 )。

【 0 1 4 4 】

以上説明したように、本発明の第一の実施形態にかかる位置推定装置 2 0 によれば、記憶部 2 1 4 が記憶する基地局情報を、無線端末 4 0 から受信した信号強度情報に基づいて、漸次充足させることができる。すなわち、位置推定装置 2 0 は、位置推定装置 2 0 に基地局情報を人的に初期設定する手間を抑制し、現実の基地局の設置状況を自動的に獲得していくことが可能である。

【 0 1 4 5 】

また、本発明の第一の実施形態にかかる位置推定装置 2 0 によれば、記憶部 2 1 4 に登録された基地局情報を、基地局情報判断部 2 3 0 および更新部 2 4 0 の動作に基づき自動的に更新することができる。例えば、記憶部 2 1 4 に登録されている基地局の設置位置が変更された場合であっても、当該位置推定装置 2 0 は、設置位置の変更後の基地局の位置を、人的な処理を要することなく、記憶部 2 1 4 に登録されている基地局情報に反映させることができる。

【 0 1 4 6 】

また、本発明の第二の実施形態にかかる無線端末 4 0 によれば、無線端末 4 0 側に基地局情報を記憶する基地局情報記憶部 4 2 0 を設けているため、無線端末 4 0 は位置推定装置 2 0 にアクセスすることなく自端末位置を推定することができる。さらに、無線端末 4 0 の基地局情報記憶部 4 2 0 が記憶する基地局情報を、位置推定装置 2 0 に登録されている基地局情報に追従させて変更させることができる。

【 0 1 4 7 】

なお、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は係る例に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【 0 1 4 8 】

例えば、上記実施形態では、登録判断部 2 2 2 が、受信した信号強度情報に含まれる各基地局 ID が、記憶部 2 1 4 に登録されているか否かを判断する例を説明した。しかし、記憶部 2 1 4 には、考えうる基地局 ID を、位置情報と対応付けずに全て登録しておいて

10

20

30

40

50



もよい。この場合、登録判断部 222 は、受信した信号強度情報に含まれる各基地局 ID が、記憶部 214 に位置情報と対応付けて登録されているか否かを判断するようにしてもよい。

【0149】

また、第一の実施形態において、位置推定装置 20 と無線端末 40 を分離構成する例を説明したが、かかる例に限られず、位置推定装置 20 を無線端末 40 と一体構成することも可能である。この場合、位置推定装置 20 は、一体構成された無線端末 40 だけでなく、他の携帯端末の信号強度情報を受信し、記憶部 214 を更新していくこともできる。

【0150】

また、本明細書の位置推定システム 10 の処理における各ステップは、必ずしもフローチャートまたはシーケンス図として記載された順序に沿って時系列に処理する必要はなく、並列的あるいは個別に実行される処理（例えば、並列処理あるいはオブジェクトによる処理）も含むとしてもよい。

【0151】

また、上述のような位置登録方法または位置更新方法をコンピュータに行わせるプログラムおよびそのプログラムを記憶した記憶媒体も提供される。

【図面の簡単な説明】

【0152】

【図 1】本発明の第一の実施形態にかかる位置推定システムの構成を示した説明図である。

【図 2】同実施形態にかかる位置推定装置の構成を示したブロック図である。

【図 3】記憶部が記憶する基地局情報の一例を示した説明図である。

【図 4】位置推定部が無線端末から受信した信号強度情報の一例を示した説明図である。

【図 5】同実施形態にかかる位置推定システムの他の構成例を示した説明図である。

【図 6】位置推定部が無線端末から受信した信号強度情報の一例を示した説明図である。

【図 7】基地局情報判断部のより詳細な構成を示したブロック図である。

【図 8】更新部による基地局情報の更新の過程を示した説明図である。

【図 9】信号強度に基づいて推定される無線端末および基地局間の距離と、現実の無線端末および基地局間の距離との関係を示したグラフである。

【図 10】更新部による基地局情報の更新の過程を示した説明図である。

【図 11】位置推定装置が無線端末から位置推定要求を受信した場合の動作の流れを示したフローチャートである。

【図 12】位置推定装置が無線端末から位置登録要求を受信した場合の動作の流れを示したフローチャートである。

【図 13】本発明の第二の実施形態にかかる位置推定システムを構成する無線端末の構成を示したブロック図である。

【図 14】履歴情報記憶部が記憶する信号強度情報の履歴を示した説明図である。

【図 15】履歴情報記憶部が記憶する端末位置情報の履歴を示した説明図である。

【図 16】同実施形態にかかる無線端末の動作の流れを示したフローチャートである。

【図 17】同実施形態にかかる位置推定システムの動作の流れを示したシーケンス図である。

【符号の説明】

【0153】

- 10           位置推定システム
- 20           位置推定装置
- 30、31、32、33       基地局
- 40           無線端末
- 210、410       通信部
- 214          記憶部
- 218、430       位置推定部

10

20

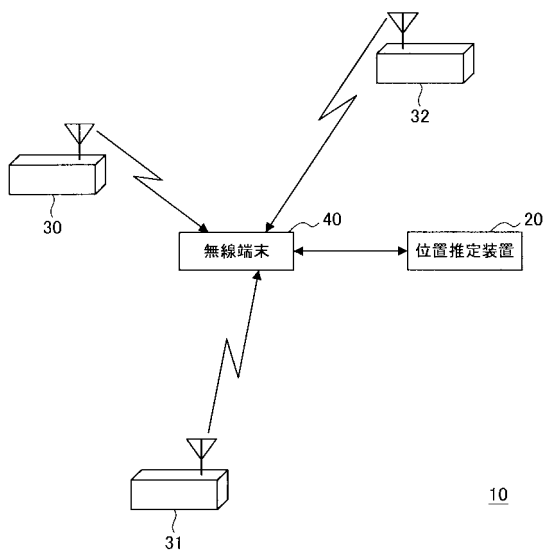
30

40

50

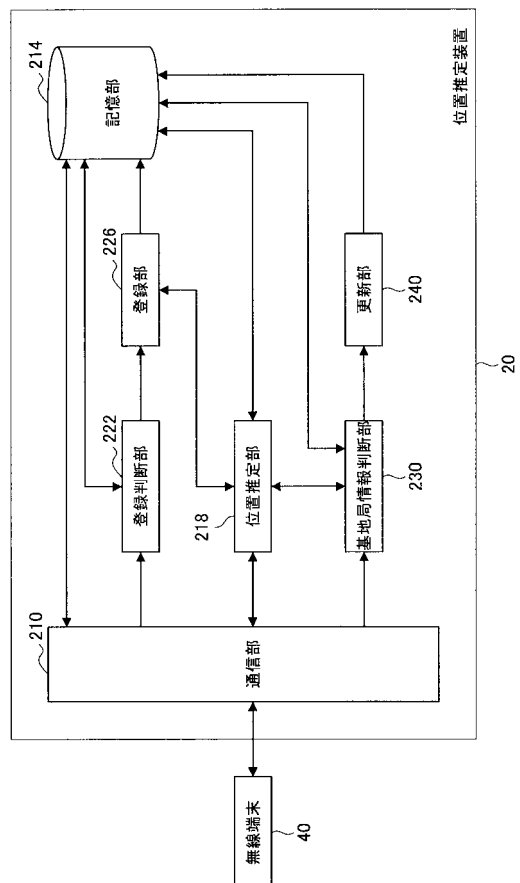
2 2 2	登録判断部
2 2 6	登録部
2 3 0	基地局情報判断部
2 3 2	推定距離算出部
2 3 4	基地局間距離算出部
2 3 6	制約条件判断部
2 3 8	登録距離算出部
2 4 0	更新部
4 1 4	測定部
4 2 0	基地局情報記憶部
4 4 0	表示部
4 5 0	端末位置情報取得部
4 6 0	履歴情報記憶部
4 7 0	情報更新部

【図 1】



10

【図 2】



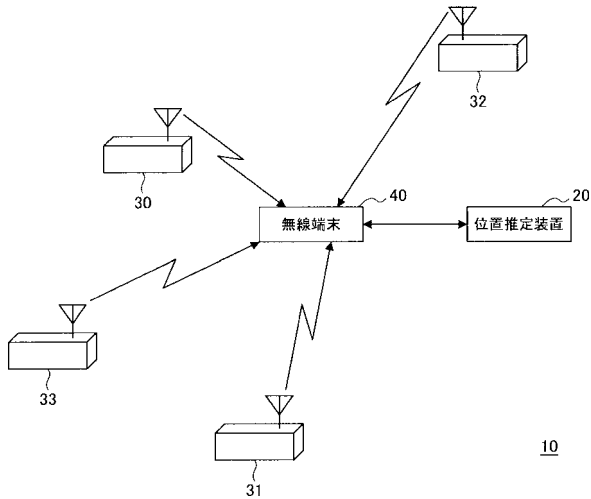
【図 3】

基地局ID	経度	緯度
30	135.001	35.49
31	135.002	35.41
32	135.003	35.50
34	135.002	35.42
⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮

【図 4】

基地局ID	信号強度
30	−90Dbm
31	−70Dbm
32	−80Dbm
⋮	⋮
⋮	⋮

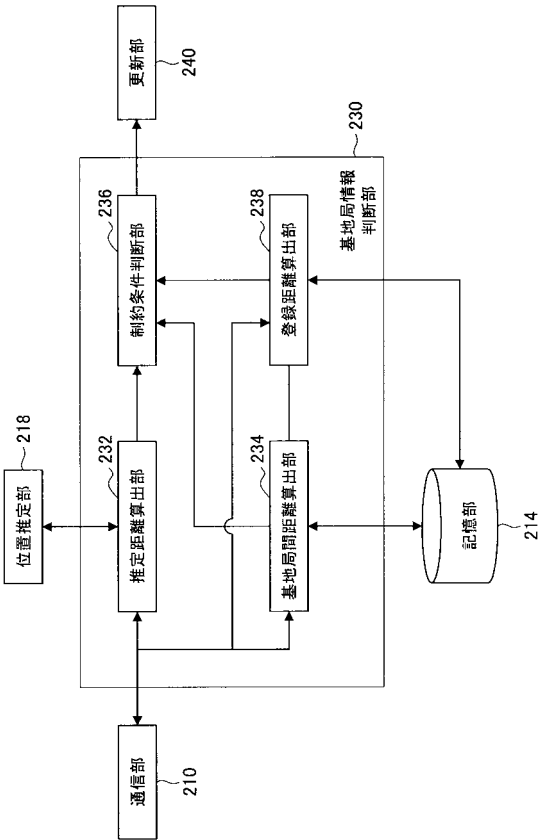
【図 5】



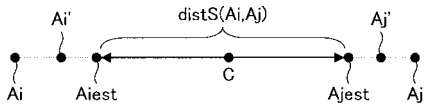
【図 6】

基地局ID	信号強度
30	−90Dbm
31	−70Dbm
32	−80Dbm
33	−75Dbm
⋮	⋮
⋮	⋮

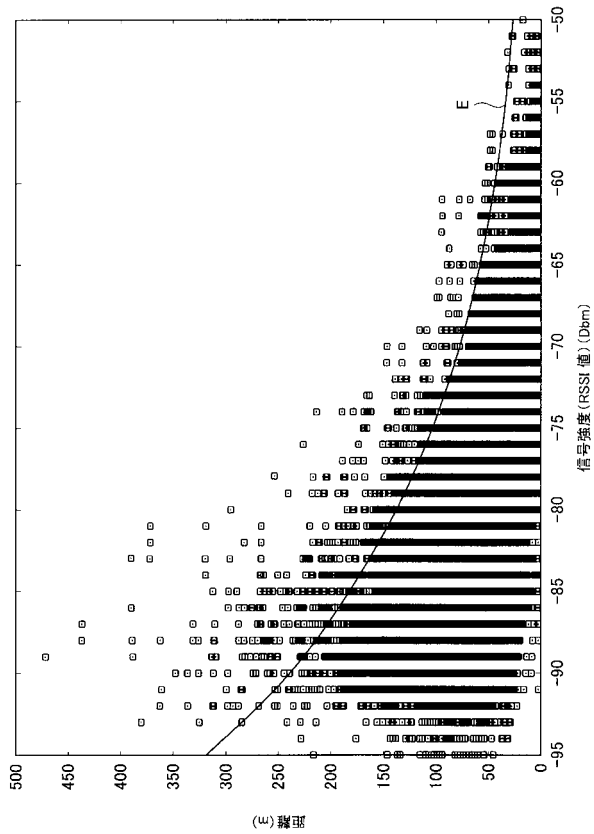
【図 7】



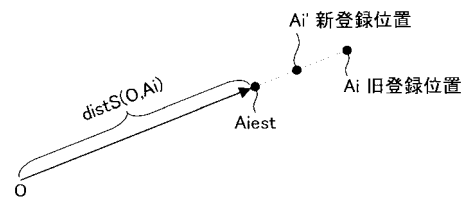
【図 8】



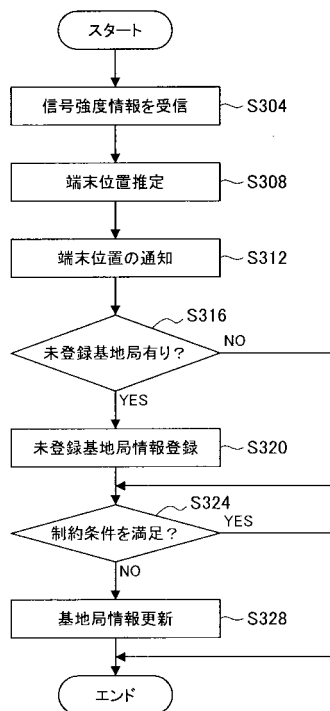
【図 9】



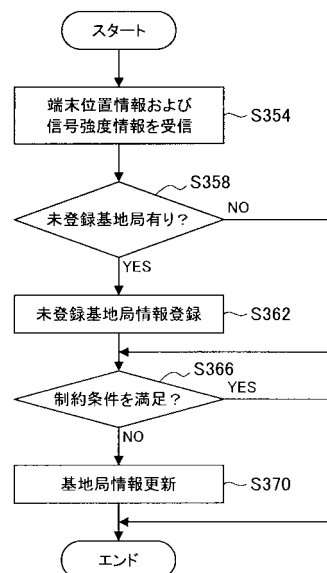
【図 10】



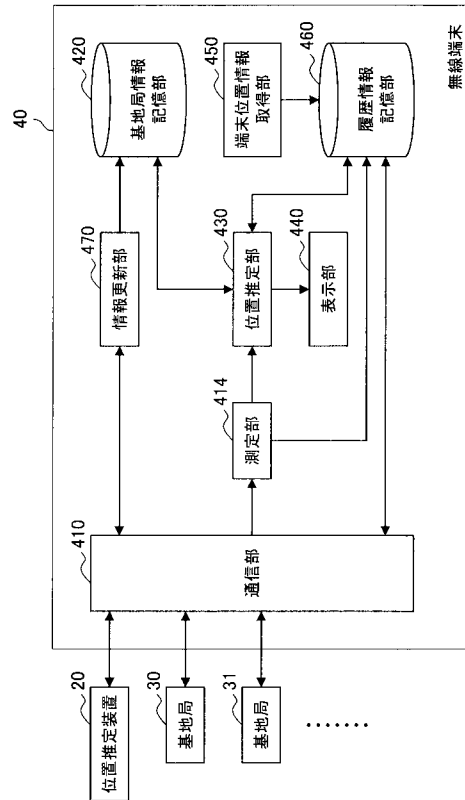
【図 11】



【図 12】



【図 13】



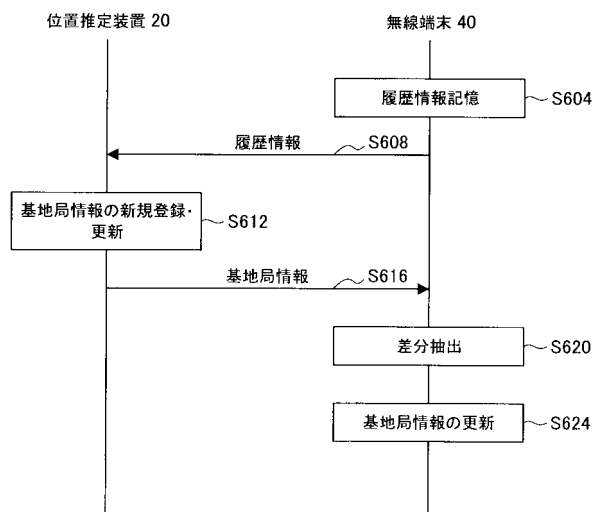
【図 14】

時刻		基地局ID	信号強度
T1		30	-90Dbm
		31	-70Dbm
		32	-80Dbm
		33	-75Dbm
		...	...
時刻		基地局ID	信号強度
T2		30	-86Dbm
		31	-74Dbm
		32	-75Dbm
		33	-80Dbm
		...	...
時刻		基地局ID	信号強度
T3		30	-88Dbm
		31	-78Dbm
		32	-73Dbm
		33	-83Dbm
		...	...

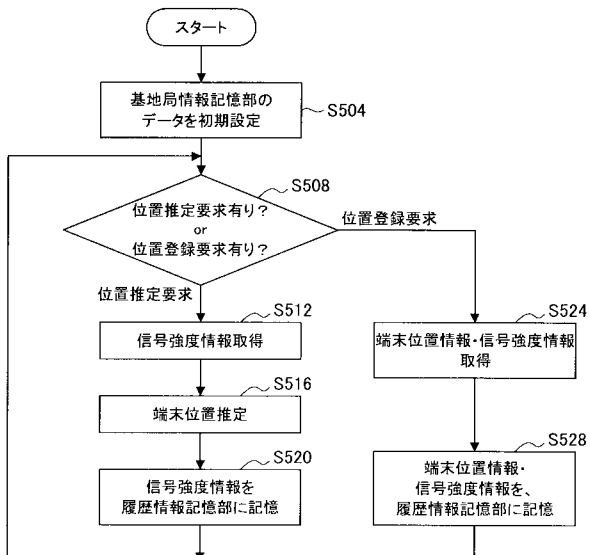
【図 15】

時刻	経度	緯度
T1	135.002	35.47
T2	135.003	35.49
T3	135.004	35.51
...	...	...

【図 17】



【図 16】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2001-255365(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04W4/00 - H04W99/00

H04B7/24 - H04B7/26