

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-181166

(P2017-181166A)

(43) 公開日 平成29年10月5日(2017.10.5)

(51) Int.Cl.
G01S 5/14 (2006.01)

F I
G01S 5/14

テーマコード(参考)
5J062

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2016-65632(P2016-65632)
(22) 出願日 平成28年3月29日(2016.3.29)

(特許庁注:以下のものは登録商標)

1. BLUETOOTH

(71) 出願人 399041158
西日本電信電話株式会社
大阪府大阪市中央区馬場町3番15号
(74) 代理人 100083806
弁理士 三好 秀和
(74) 代理人 100101247
弁理士 高橋 俊一
(74) 代理人 100095500
弁理士 伊藤 正和
(74) 代理人 100098327
弁理士 高松 俊雄
(72) 発明者 中田 亮太
大阪府大阪市中央区馬場町3番15号 西
日本電信電話株式会社内

最終頁に続く

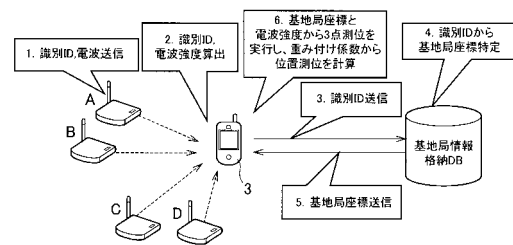
(54) 【発明の名称】 位置測位装置、位置測位方法及び位置測位プログラム

(57) 【要約】

【課題】電波受信装置の位置測位精度を改善する。

【解決手段】電波受信装置3において、(a) n台(n 4)の電波発信装置からの電波強度のうち3つの電波強度を用いて電波受信装置3の位置を互いに異なる3つの電波発信装置1の組み合わせ毎に算出し、(b)電波強度を用いて上記n台の電波発信装置1から電波受信装置3までの距離をそれぞれ算出し、上記組み合わせ毎に電波発信装置1からの距離の和の逆数を求めて、求めた各組み合わせに係る逆数を全ての組み合わせに係る逆数の合計でそれぞれ除算することにより、上記組み合わせ毎に電波受信装置3の位置に対する重み付け係数を算出し、(c)上記組み合わせ毎に電波受信装置3の位置に上記重み付け係数をそれぞれ乗算し、乗算した値の総和を電波受信装置3の測位位置とする。

【選択図】図7



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

4つ以上の電波発信装置からの電波強度のうち3つの電波強度を用いて電波受信装置の位置を互いに異なる3つの電波発信装置の組み合わせ毎に算出する手段と、

電波強度を用いて前記4つ以上の電波発信装置から前記電波受信装置までの距離をそれぞれ算出し、前記組み合わせ毎に電波発信装置からの距離の和の逆数を求めて、求めた各組み合わせに係る逆数を全ての組み合わせに係る逆数の合計でそれぞれ除算することにより、前記組み合わせ毎に前記電波受信装置の位置に対する重み付け係数を算出する手段と、

前記組み合わせ毎に前記電波受信装置の位置に前記重み付け係数をそれぞれ乗算し、乗算した値の総和を前記電波受信装置の測位位置とする手段と、

を備えることを特徴とする位置測位装置。

【請求項 2】

位置測位装置で行う位置測位方法において、

4つ以上の電波発信装置からの電波強度のうち3つの電波強度を用いて電波受信装置の位置を互いに異なる3つの電波発信装置の組み合わせ毎に算出するステップと、

電波強度を用いて前記4つ以上の電波発信装置から前記電波受信装置までの距離をそれぞれ算出し、前記組み合わせ毎に電波発信装置からの距離の和の逆数を求めて、求めた各組み合わせに係る逆数を全ての組み合わせに係る逆数の合計でそれぞれ除算することにより、前記組み合わせ毎に前記電波受信装置の位置に対する重み付け係数を算出するステップと、

前記組み合わせ毎に前記電波受信装置の位置に前記重み付け係数をそれぞれ乗算し、乗算した値の総和を前記電波受信装置の測位位置とするステップと、

を備えることを特徴とする位置測位方法。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の位置測位装置としてコンピュータを機能させることを特徴とする位置測位プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電波情報から電波受信装置の位置を測位する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

今日、様々な位置情報サービスがある。位置情報サービスでは、無線 LAN アクセスポイント等の電波発信装置（以下、基地局）の送信する無線電波強度を用いて電波受信装置（以下、受信端末）の位置を明らかにしたうえで、ユーザの現在位置やナビゲーション機能等の付加価値を提供している。ユーザの現在位置を特定するためには、位置情報を表示するアプリケーションとは別に、電波情報を取得する技術や電波情報から位置を特定する技術が必要である。

【0003】

電波情報を用いて受信端末の位置情報を計算する方法として、電波強度が基地局からの距離に反比例して弱くなるという性質を利用し、3つの基地局からの電波強度を元に受信端末の2次元平面上の座標を計算する3点測位が知られている。3つの基地局の2次元平面上の座標と、電波強度を換算して得られた3つの基地局から受信端末までの距離とを用いることで、受信端末の座標を一意に特定することができる。例えば、無線 LAN の電波強度を用いた Wi-Fi 3点測位に用いられている。

【0004】

しかし、電波強度は揺らいでしまう性質があるため、3点測位の位置測位精度に誤差が生じ、更に基地局から距離が離れて電波が弱くなるほどその影響は大きくなることから、その測位精度は劣化してしまう。そこで、4つ以上の基地局が近隣にある場合には、より

10

20

30

40

50

電波強度が強い3つの電波強度を利用することにより、測位精度を維持できる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2013-109049号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、受信端末の移動に伴い3点測位の計算に用いる基地局が切り替わると、これまで用いていなかった新たな基地局の座標と電波強度が用いられるため、ユーザ目線では受信端末の測位位置が突然大きく変動する現象が発生してしまう。また、これによって位置測位精度の劣化が発生し易くなる。さらに、電波強度はゆらぎによる変化があり、この現象が繰り返し発生してしまう恐れもある。例えば、4つの基地局が図20に示された位置に設置されている場合、中央の受信端末が基地局A、B、Cの領域内から基地局A、D、Cの領域内に移動すると、最も電波強度の弱い基地局は受信端末から最も遠い基地局Bになるので、3点測位の計算に用いていた基地局A、B、Cが基地局A、D、Cに切り替わってしまい、受信端末の測位位置が不連続に飛んでしまうことが起こる。

10

【0007】

上記の課題と同様の課題を解決するため、特許文献1(段落0127-段落0133)には、3つの対応点P1、P2、P3の他に、注視点から一定距離内の1つの対応点P4を参照点として取得し、P1、P2、P3とP1、P2、P4の2つについて3点測位をそれぞれ行い、加重平均を算出する方法が提案されている。この場合、例えば対応点P1、P2の線分に対して垂直方向に移動する等、受信端末が一定の方向に移動するのであれば測位位置の不連続性をある程度抑制できる。しかし、受信端末の移動方向は必ずしも一定方向ではなく、受信端末が360°の方位に任意に移動することを考慮すると、その効果は限定的と考えられる。

20

【0008】

本発明は、上記のような問題点を鑑みてなされたものであり、電波受信装置の位置測位精度を改善することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

30

【0009】

上記の課題を解決するため、請求項1に記載の位置測位装置は、4つ以上の電波発信装置からの電波強度のうち3つの電波強度を用いて電波受信装置の位置を互いに異なる3つの電波発信装置の組み合わせ毎に算出する手段と、電波強度を用いて前記4つ以上の電波発信装置から前記電波受信装置までの距離をそれぞれ算出し、前記組み合わせ毎に電波発信装置からの距離の和の逆数を求めて、求めた各組み合わせに係る逆数を全ての組み合わせに係る逆数の合計でそれぞれ除算することにより、前記組み合わせ毎に前記電波受信装置の位置に対する重み付け係数を算出する手段と、前記組み合わせ毎に前記電波受信装置の位置に前記重み付け係数をそれぞれ乗算し、乗算した値の総和を前記電波受信装置の測位位置とする手段と、を備えることを要旨とする。

40

【0010】

請求項2に記載の位置測位方法は、位置測位装置で行う位置測位方法において、4つ以上の電波発信装置からの電波強度のうち3つの電波強度を用いて電波受信装置の位置を互いに異なる3つの電波発信装置の組み合わせ毎に算出するステップと、電波強度を用いて前記4つ以上の電波発信装置から前記電波受信装置までの距離をそれぞれ算出し、前記組み合わせ毎に電波発信装置からの距離の和の逆数を求めて、求めた各組み合わせに係る逆数を全ての組み合わせに係る逆数の合計でそれぞれ除算することにより、前記組み合わせ毎に前記電波受信装置の位置に対する重み付け係数を算出するステップと、前記組み合わせ毎に前記電波受信装置の位置に前記重み付け係数をそれぞれ乗算し、乗算した値の総和を前記電波受信装置の測位位置とするステップと、を備えることを要旨とする。

50

【 0 0 1 1 】

請求項 3 に記載の位置測位プログラムは、請求項 1 に記載の位置測位装置としてコンピュータを機能させることを要旨とする。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 2 】

本発明によれば、電波受信装置の位置測位精度を向上することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 3 】

【 図 1 】 本発明の概要を説明する際の参照図である。

【 図 2 】 本発明の概要を説明する際の参照図である。

10

【 図 3 】 本発明の概要を説明する際の参照図である。

【 図 4 】 本発明の概要を説明する際の参照図である。

【 図 5 】 本発明の概要を説明する際の参照図である。

【 図 6 】 本発明の概要を説明する際の参照図である。

【 図 7 】 第 1 の実施の形態に係るシステムの全体動作概要を示す図である。

【 図 8 】 第 1 の実施の形態に係るシステムの全体構成例を示す図である。

【 図 9 】 第 1 の実施の形態に係るシステムの機能ブロック構成例を示す図である。

【 図 1 0 】 第 1 の実施の形態に係る基地局情報の登録処理を示すシーケンス図である。

【 図 1 1 】 第 1 の実施の形態に係る電波受信装置の位置測位処理を示すシーケンス図である。

20

【 図 1 2 】 第 1 の実施の形態に係る電波受信装置の位置測位処理を示すシーケンス図である。

【 図 1 3 】 第 1 の実施の形態に係る電波受信装置の位置測位処理を示すシーケンス図である。

【 図 1 4 】 第 1 の実施の形態に係る基地局情報の登録処理を示すフロー図である。

【 図 1 5 】 基地局情報の例を示す図である。

【 図 1 6 】 第 1 の実施の形態に係る電波受信装置の位置測位処理を示すフロー図である。

【 図 1 7 】 第 2 の実施の形態に係る電波受信装置の位置測位処理を示すシーケンス図である。

【 図 1 8 】 第 2 の実施の形態に係る電波受信装置の位置測位処理を示すシーケンス図である。

30

【 図 1 9 】 第 2 の実施の形態に係る電波受信装置の位置測位処理を示すシーケンス図である。

【 図 2 0 】 課題説明時の参照図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 4 】

以下、本発明を実施する一実施の形態について図面を用いて説明する。

【 0 0 1 5 】

< 発明の概要 >

はじめに、本発明の概要について説明する。基地局は n 台 (n は 4 以上) 設置されており、受信端末は、そのうち 4 台以上からの電波を受信する時に本発明を実行するものとする。

40

【 0 0 1 6 】

ここでは、基地局が 4 台の場合を例に説明する。

【 0 0 1 7 】

まず、受信端末 3 は、図 1 に示すように、4 台の基地局 A ~ D からの電波をそれぞれ受信し、その電波強度をそれぞれ測定する (ステップ S 1)。

【 0 0 1 8 】

次に、受信端末 3 は、図 2 に示すように、測定した電波強度を元に 3 台の基地局を順に選定し、 ${}_4C_3$ 通りの基地局の組合せ全てについて 3 点測位を実行する (ステップ S 2)

50

。具体的には、基地局 A , B , C による 3 点測位、基地局 A , B , D による 3 点測位、基地局 A , C , D による 3 点測位、基地局 B , C , D による 3 点測位をそれぞれ実行し、基地局 A , B , C による 3 点測位結果を (x_1, y_1) 、基地局 A , B , D による 3 点測位結果を (x_2, y_2) 、基地局 A , C , D による 3 点測位結果を (x_3, y_3) 、基地局 B , C , D による 3 点測位結果を (x_4, y_4) とする。

【 0 0 1 9 】

次に、受信端末 3 は、図 3 に示すように、ステップ S 1 で測定した各基地局 A ~ D からの電波強度を用いて、各基地局 A ~ D から自端末までの距離をそれぞれ算出する（ステップ S 3）。電波強度から距離の関係を求める方法については任意である。例えば、実測値を元に求める手法等がある。図 3 では、市販の Wi - Fi アクセスポイントにおける電波強度と距離の関係を示したグラフより、基地局 A の電波強度 A' から距離 X を算出する方法を例示している。

10

【 0 0 2 0 】

次に、受信端末 3 は、ステップ S 2 で求めた 3 点測位の位置を補正するため、まず、図 4 に示すように、3 台の基地局の組合せ毎に、基地局と受信端末間の距離の和をとり、その和の逆数を求める（ステップ S 4）。具体的には、基地局 A , B , C の距離の和の逆数を $\frac{1}{d_{AB} + d_{BC} + d_{AC}}$ 、基地局 A , B , D の距離の和の逆数を $\frac{1}{d_{AB} + d_{BD} + d_{AD}}$ 、基地局 A , C , D の距離の和の逆数を $\frac{1}{d_{AC} + d_{CD} + d_{AD}}$ 、基地局 B , C , D の距離の和の逆数を $\frac{1}{d_{BC} + d_{CD} + d_{BD}}$ とすると、

$$= 1 / (\text{基地局 A からの距離} + \text{基地局 B からの距離} + \text{基地局 C からの距離})$$

$$= 1 / (\text{基地局 A からの距離} + \text{基地局 B からの距離} + \text{基地局 D からの距離})$$

$$= 1 / (\text{基地局 A からの距離} + \text{基地局 C からの距離} + \text{基地局 D からの距離})$$

$$= 1 / (\text{基地局 B からの距離} + \text{基地局 C からの距離} + \text{基地局 D からの距離})$$

20

を算出する。

【 0 0 2 1 】

続いて、受信端末 3 は、図 5 に示すように、ステップ S 4 で求めた距離の合計値の逆数から各 3 点測位の位置に対する重み付け係数をそれぞれ計算する（ステップ S 5）。具体的には、距離の合計値の逆数を用いて、 $\frac{1}{d_{AB} + d_{BC} + d_{AC}}$ 、 $\frac{1}{d_{AB} + d_{BD} + d_{AD}}$ 、 $\frac{1}{d_{AC} + d_{CD} + d_{AD}}$ 、 $\frac{1}{d_{BC} + d_{CD} + d_{BD}}$ を計算する。

【 0 0 2 2 】

最後に、受信端末 3 は、図 6 に示すように、ステップ S 2 で求めた 3 点測位の位置の各座標値に対してステップ S 5 で求めた重み付け係数を掛け算した後に全ての和をとり、その計算結果を受信端末 3 の測位位置とする（ステップ S 6）。具体的には、 $\{ \frac{1}{d_{AB} + d_{BC} + d_{AC}} \times (x_1, y_1) + \frac{1}{d_{AB} + d_{BD} + d_{AD}} \times (x_2, y_2) + \frac{1}{d_{AC} + d_{CD} + d_{AD}} \times (x_3, y_3) + \frac{1}{d_{BC} + d_{CD} + d_{BD}} \times (x_4, y_4) \}$ の計算結果を受信端末 3 の位置とする。このステップ S 6 では、ステップ S 2 で求めた受信端末 3 の位置をステップ S 5 で求めた重み付け係数を用いて補正する処理を実行している。

30

【 0 0 2 3 】

< 第 1 の実施の形態 >

次に、本発明の第 1 の実施の形態について説明する。図 7 は、以降説明する本実施の形態に係るシステム全体の動作概要を示す図である。以降詳述するので、ここでの説明は省略する。本実施の形態では、上記 < 発明の概要 > で説明した構成と同様に、4 台の基地局 A ~ D からの電波を用いて受信端末 3 の位置を特定する場合について説明する。

40

【 0 0 2 4 】

図 8 は、本実施の形態に係るシステムの全体構成例を示す図である。図 9 は、図 8 に例示したシステムの機能ブロック構成例を示す図である。

【 0 0 2 5 】

本システムは、電波を発信する電波発信装置 1（基地局）と、その電波を受信する電波受信装置 3（受信端末）と、基地局に係る基地局情報を保管しておく基地局情報保管装置 5 と、を備えて構成される。

【 0 0 2 6 】

50

電波発信装置 1 は、地球上の所定位置に固定された基地局等であり、自装置の識別 ID を含む電波を発信する装置である。詳細には、自装置の識別 ID を含む電波をアンテナ等の無線設備を介して発信する電波発信部 1 1 を備えて構成される。例えば、Wi-Fi アクセスポイント、Bluetooth タグ、携帯電話・PHS の基地局等である。

【0027】

電波受信装置 3 は、持ち運び可能な受信端末であり、電波発信装置 1 からの電波を受信し、その電波強度より換算した電波発信装置 1 から自装置までの距離情報と電波発信装置 1 の位置情報とを用いて地球上における自装置の位置を測位する装置（位置測位装置）である。詳細には、電波発信装置 1 からの電波を受信する電波受信部 3 1 と、受信した電波強度より電波発信装置 1 から自装置までの距離を算出する距離算出部 3 2 と、電波発信装置 1 の識別 ID を基地局情報保管装置 5 に送信して該電波発信装置 1 の位置情報を受信する情報送受信部 3 3 と、電波発信装置 1 から自装置までの距離情報と電波発信装置 1 の位置情報とを用いて自装置の位置を測位する位置測位算出部 3 4 と、を備えて構成される。例えば、スマートフォン、タブレット端末等を構築する CPU 及びメモリ等を用いて構成可能である。

10

【0028】

基地局情報保管装置 5 は、電波発信装置 1 に係る所情報を格納しておく装置である。詳細には、電波受信装置 3 から電波発信装置 1 の識別 ID を受信し、その識別 ID に対応する位置情報を送信する情報送受信部 5 1 と、電波発信装置 1 の識別 ID と該電波発信装置 1 の位置とを対応付けた基地局情報を格納しておく基地局情報格納 DB 5 2 と、管理者等により入力された電波発信装置 1 の識別 ID と位置情報とを受け付けて基地局情報格納 DB 5 2 に格納する情報入力部 5 3 と、を備えて構成される。例えば、それらの情報を入力・更新可能なサーバ、ワークステーション等を用いて構成可能である。

20

【0029】

次に、本実施の形態に係るシステムの動作について説明する。

【0030】

最初に、図 10 を参照しながら、基地局情報保管装置 5 に基地局情報を登録する処理動作について説明する。

【0031】

まず、基地局情報保管装置 5 において、情報入力部 5 3 は、管理者等により入力された電波発信装置 1 を識別する識別 ID と、該電波発信装置 1 が設置された位置を示す位置情報とを受け付ける（ステップ S 101）。

30

【0032】

最後に、基地局情報格納 DB 5 2 は、ステップ S 101 で入力された電波発信装置 1 の識別 ID と位置情報とを対応付けて基地局情報として格納する（ステップ S 102）。

【0033】

次に、図 11 - 図 13 を参照しながら、電波受信装置 3 の位置を測位する処理動作について説明する。

【0034】

まず、4 台の電波発信装置 1 において、各電波発信部 1 1 は、自装置の識別 ID を含む電波を無線アンテナからそれぞれ発信する（ステップ S 201）。

40

【0035】

次に、電波受信装置 3 において、電波受信部 3 1 は、4 台の電波発信装置 1 から発信された電波をそれぞれ受信し、それらの電波強度をそれぞれ測定する（ステップ S 202）。

【0036】

次に、情報送受信部 3 3 は、4 台の電波発信装置 1 から受信した電波から識別 ID をそれぞれ取得し、全ての識別 ID を基地局情報保管装置 5 に送信する（ステップ S 203）。

【0037】

50

次に、基地局情報保管装置 5 において、基地局情報格納 DB 5 2 は、電波受信装置 3 からの識別 ID に対応する位置情報を抽出し（ステップ S 2 0 4）、情報送受信部 5 1 は、抽出した全ての位置情報を該電波受信装置 3 に返信する（ステップ S 2 0 5）。

【 0 0 3 8 】

次に、電波受信装置 3 において、位置測位算出部 3 4 は、ステップ S 2 0 2 で求めた 4 台の電波発信装置 1 の電波強度と、ステップ S 2 0 5 で受信した該 4 台の電波発信装置 1 の位置情報とを用いて、 ${}_4C_3$ 通りの電波発信装置 1 の組合せ全てについて 3 点測位をそれぞれ実行して ${}_4C_3$ 通りの位置をそれぞれ算出する（ステップ S 2 0 6）。

【 0 0 3 9 】

具体的には、4 台の電波発信装置 1 を基地局 A, B, C, D とすると、基地局 A, B, C による 3 点測位、基地局 A, B, D による 3 点測位、基地局 A, C, D による 3 点測位、基地局 B, C, D による 3 点測位をそれぞれ実行し、基地局 A, B, C による 3 点測位結果を (x_1, y_1) 、基地局 A, B, D による 3 点測位結果を (x_2, y_2) 、基地局 A, C, D による 3 点測位結果を (x_3, y_3) 、基地局 B, C, D による 3 点測位結果を (x_4, y_4) とする。

【 0 0 4 0 】

次に、距離算出部 3 2 は、ステップ S 2 0 2 で求めた 4 台の電波発信装置 1 の電波強度を用いて、各電波発信装置 1 から自装置（電波受信装置 3）までの距離をそれぞれ算出する（ステップ S 2 0 7）。

【 0 0 4 1 】

次に、位置測位算出部 3 4 は、 ${}_4C_3$ 通りの組み合わせ毎に電波発信装置 1 からの距離の和の逆数を求めて、求めた各組み合わせに係る逆数を全ての組み合わせに係る逆数の合計でそれぞれ除算することにより、 ${}_4C_3$ 通りの組み合わせ毎に電波受信装置 3 の位置に対する重み付け係数を算出する（ステップ S 2 0 8）。

【 0 0 4 2 】

具体的には、4 台の電波発信装置 1 を基地局 A, B, C, D とし、基地局 A, B, C の距離の和の逆数を、基地局 A, B, D の距離の和の逆数を、基地局 A, C, D の距離の和の逆数を、基地局 B, C, D の距離の和の逆数を とすると、

$$= 1 / (\text{基地局 A からの距離} + \text{基地局 B からの距離} + \text{基地局 C からの距離})$$

$$= 1 / (\text{基地局 A からの距離} + \text{基地局 B からの距離} + \text{基地局 D からの距離})$$

$$= 1 / (\text{基地局 A からの距離} + \text{基地局 C からの距離} + \text{基地局 D からの距離})$$

$$= 1 / (\text{基地局 B からの距離} + \text{基地局 C からの距離} + \text{基地局 D からの距離})$$

を算出する。その後、 $1 / (d_A + d_B + d_C)$ 、 $1 / (d_A + d_B + d_D)$ 、 $1 / (d_A + d_C + d_D)$ 、 $1 / (d_B + d_C + d_D)$ を計算する。つまり、ステップ S 2 0 8 では、距離の合計値を元に、その逆数をとることで、より電波受信装置 3 から近い電波発信装置 1 の組合せが測位結果に優先されるように重み付け係数を算出している。なお、重み付け係数の合計値は 1 となる。

【 0 0 4 3 】

最後に、位置測位算出部 3 4 は、 ${}_4C_3$ 通りの組み合わせ毎にステップ S 2 0 6 で求めた電波受信装置 3 の位置にステップ S 2 0 8 で求めた重み付け係数をそれぞれ乗算し、乗算した値の総和を自装置（電波受信装置 3）の測位位置として算出する（ステップ S 2 0 9）。

【 0 0 4 4 】

具体的には、 $\{ 1 / (d_A + d_B + d_C) \times (x_1, y_1) + 1 / (d_A + d_B + d_D) \times (x_2, y_2) + 1 / (d_A + d_C + d_D) \times (x_3, y_3) + 1 / (d_B + d_C + d_D) \times (x_4, y_4) \}$ の計算結果を電波受信装置 3 の位置とする。

【 0 0 4 5 】

次に、図 1 4 を参照しながら、基地局情報保管装置 5 で行う基地局情報の登録処理動作について説明する。

【 0 0 4 6 】

10

20

30

40

50

まず、情報入力部 5 3 は、管理者等により入力された、電波発信装置 1 の識別 ID を受け付ける (ステップ S 3 0 1)。

【 0 0 4 7 】

次に、情報入力部 5 3 は、その電波発信装置 1 の識別 ID に対応する該電波発信装置 1 の位置情報の入力を受け付け、基地局情報格納 DB 5 2 は、入力された電波発信装置 1 の識別 ID と位置情報とを対応付けて基地局情報として格納する (ステップ S 3 0 2)。

【 0 0 4 8 】

基地局情報の例を図 1 5 に示す。図 1 5 では、電波発信装置 1 の識別情報として「アクセスポイント AP 識別情報」、該電波発信装置 1 の位置情報として「座標」を例示している。なお、位置情報としては、地球上の位置座標を表す緯度経度、ある場所を起点とした相対座標等が考えられる。

10

【 0 0 4 9 】

次に、図 1 6 を参照しながら、電波受信装置 3 で行う自装置の位置測位処理動作について説明する。

【 0 0 5 0 】

まず、電波受信部 3 1 は、4 台の電波発信装置 1 から発信された各電波発信装置 1 の識別 ID を含む電波をそれぞれ受信し、それらの電波強度をそれぞれ測定する (ステップ S 4 0 1)。

【 0 0 5 1 】

次に、情報送受信部 3 3 は、4 台の電波発信装置 1 から受信した電波から識別 ID をそれぞれ取得し、各識別 ID に対応する電波発信装置 1 の位置情報を基地局情報保管装置 5 の基地局情報格納 DB からそれぞれ検索して取得する (ステップ S 4 0 2)。

20

【 0 0 5 2 】

次に、位置測位算出部 3 4 は、ステップ S 4 0 1 で求めた 4 台の電波発信装置 1 の電波強度と、ステップ S 4 0 2 で取得した該 4 台の電波発信装置 1 の位置情報とを用いて、 ${}_4C_3$ 通りの電波発信装置 1 の組合せ全てについて 3 点測位をそれぞれ実行して ${}_4C_3$ 通りの位置をそれぞれ算出する (ステップ S 4 0 3)。

【 0 0 5 3 】

次に、距離算出部 3 2 は、ステップ S 4 0 1 で求めた 4 台の電波発信装置 1 の電波強度を用いて、各電波発信装置 1 から自装置 (電波受信装置 3) までの距離をそれぞれ算出する (ステップ S 4 0 4)。

30

【 0 0 5 4 】

次に、位置測位算出部 3 4 は、 ${}_4C_3$ 通りの組み合わせ毎に電波発信装置 1 からの距離の和の逆数を求めて、求めた各組み合わせに係る逆数を全ての組み合わせに係る逆数の合計でそれぞれ除算することにより、 ${}_4C_3$ 通りの組み合わせ毎に電波受信装置 3 の位置に対する重み付け係数を算出する (ステップ S 4 0 5)。

【 0 0 5 5 】

最後に、位置測位算出部 3 4 は、 ${}_4C_3$ 通りの組み合わせ毎にステップ S 4 0 3 で求めた電波受信装置 3 の位置にステップ S 4 0 5 で求めた重み付け係数をそれぞれ乗算し、乗算した値の総和を自装置 (電波受信装置 3) の測位位置として算出する (ステップ S 4 0 6)。

40

【 0 0 5 6 】

< 第 2 の実施の形態 >

次に、第 2 の実施の形態について説明する。本実施の形態では、基地局の台数を n 台 ($n \geq 4$) に一般化した場合を説明する。ここでは、一般化に関連する内容を中心に説明し、それ以外は、第 1 の実施の形態と同様のため省略する。具体的には、システムの全体構成、電波発信装置 1, 電波受信装置 3, 基地局情報保管装置 5 の各機能ブロック構成、基地局情報の登録処理については、第 1 の実施の形態を参照されたい。

【 0 0 5 7 】

まず、図 1 7 - 図 1 9 を参照しながら、電波受信装置 3 の位置を測位する処理動作につ

50

いて説明する。

【0058】

まず、 n 台の電波発信装置 1 において、各電波発信部 11 は、自装置の識別 ID を含む電波を無線アンテナからそれぞれ発信する（ステップ S501）。

【0059】

次に、電波受信装置 3 において、電波受信部 31 は、 n 台の電波発信装置 1 から発信された電波をそれぞれ受信し、それらの電波強度をそれぞれ測定する（ステップ S502）。

【0060】

次に、情報送受信部 33 は、 n 台の電波発信装置 1 から受信した電波から識別 ID をそれぞれ取得し、全ての識別 ID を基地局情報保管装置 5 に送信する（ステップ S503）。

10

【0061】

次に、基地局情報保管装置 5 において、基地局情報格納 DB 52 は、電波受信装置 3 からの識別 ID に対応する位置情報を抽出し（ステップ S504）、情報送受信部 51 は、抽出した全ての位置情報を該電波受信装置 3 に返信する（ステップ S505）。

【0062】

次に、電波受信装置 3 において、位置測位算出部 34 は、ステップ S502 で求めた n 台の電波発信装置 1 の電波強度と、ステップ S205 で受信した該 n 台の電波発信装置 1 の位置情報とを用いて、 ${}_n C_3$ 通りの電波発信装置 1 の組合せ全てについて 3 点測位をそれぞれ実行して ${}_n C_3$ 通りの位置をそれぞれ算出する（ステップ S506）。

20

【0063】

具体的には、 n 台の電波発信装置 1 を基地局 A, B, C, D, ..., L, M, N (L は $n - 2$ 台目、M は $n - 1$ 台目、N は n 台目を表す) とすると、基地局 A, B, C による 3 点測位、基地局 A, B, D による 3 点測位、...、基地局 A, B, N による 3 点測位、基地局 A, C, D による 3 点測位、基地局 A, C, E による 3 点測位、...、基地局 A, C, N による 3 点測位、...、基地局 L, M, N による 3 点測位をそれぞれ実行し、基地局 A, B, C による 3 点測位結果を (x_1, y_1) 、基地局 A, B, D による 3 点測位結果を (x_2, y_2) 、...、基地局 A, B, N による 3 点測位結果 (x_n, y_n) を、基地局 A, C, D による 3 点測位結果を (x_{n+1}, y_{n+1}) 、基地局 A, C, E による 3 点測位結果を (x_{n+2}, y_{n+2}) 、...、基地局 A, C, N による 3 点測位結果を (x_{2n-1}, y_{2n-1}) 、...、基地局 L, M, N による 3 点測位結果を (x_m, y_m) とする。添え字の m は ${}_n C_3$ を表す。

30

【0064】

次に、距離算出部 32 は、ステップ S502 で求めた n 台の電波発信装置 1 の電波強度を用いて、各電波発信装置 1 から自装置（電波受信装置 3）までの距離をそれぞれ算出する（ステップ S507）。

【0065】

次に、位置測位算出部 34 は、 ${}_n C_3$ 通りの組み合わせ毎に電波発信装置 1 からの距離の和の逆数を求めて、求めた各組み合わせに係る逆数を全ての組み合わせに係る逆数の合計でそれぞれ除算することにより、 ${}_n C_3$ 通りの組み合わせ毎に電波受信装置 3 の位置に対する重み付け係数を算出する（ステップ S508）。

40

【0066】

具体的には、 n 台の電波発信装置 1 を基地局 A, B, C, D, ..., N とし、基地局 A, B, C の距離の和の逆数を μ_1 、基地局 A, B, D の距離の和の逆数を μ_2 、基地局 A, B, N の距離の和の逆数を μ_n 、基地局 A, C, D の距離の和の逆数を μ_{n+1} 、基地局 A, C, E の距離の和の逆数を μ_{n+2} 、...、基地局 A, C, N の距離の和の逆数を μ_{2n-1} 、...、基地局 L, M, N の距離の和の逆数を μ_m とすると、

$$\mu_1 = 1 / (\text{基地局 A からの距離} + \text{基地局 B からの距離} + \text{基地局 C からの距離})$$

$$\mu_2 = 1 / (\text{基地局 A からの距離} + \text{基地局 B からの距離} + \text{基地局 D からの距離})$$

50

...
 = 1 / (基地局 A からの距離 + 基地局 B からの距離 + 基地局 N からの距離)
 = 1 / (基地局 A からの距離 + 基地局 C からの距離 + 基地局 D からの距離)
 = 1 / (基地局 A からの距離 + 基地局 C からの距離 + 基地局 E からの距離)

...
 = 1 / (基地局 A からの距離 + 基地局 C からの距離 + 基地局 N からの距離)

...
 $\mu = 1 / (基地局 L からの距離 + 基地局 M からの距離 + 基地局 N からの距離)$

を算出する。その後、 $1 / (\dots + \dots + \mu)$ 、 $1 / (\dots + \dots + \mu)$ 、...、 $1 / (\dots + \dots + \mu)$ 、 $1 / (\dots + \dots + \mu)$ 、 $1 / (\dots + \dots + \mu)$ 、...、 $1 / (\dots + \dots + \mu)$ 、...、 $\mu / (\dots + \dots + \mu)$ を計算する。

10

【 0 0 6 7 】

最後に、位置測位算出部 3 4 は、 $n C_3$ 通りの組み合わせ毎にステップ S 5 0 6 で求めた電波受信装置 3 の位置にステップ S 5 0 8 で求めた重み付け係数をそれぞれ乗算し、乗算した値の総和を自装置 (電波受信装置 3) の測位位置として算出する (ステップ S 5 0 9)。

【 0 0 6 8 】

具体的には、 $\{ 1 / (\dots + \dots + \mu) \times (x_1, y_1) + 1 / (\dots + \dots + \mu) \times (x_2, y_2) + \dots + 1 / (\dots + \dots + \mu) \times (x_n, y_n) + 1 / (\dots + \dots + \mu) \times (x_{n+1}, y_{n+1}) + 1 / (\dots + \dots + \mu) \times (x_{n+2}, y_{n+2}) + \dots + 1 / (\dots + \dots + \mu) \times (x_{2n-1}, y_{2n-1}) + \dots + \mu / (\dots + \dots + \mu) \times (x_m, y_m) \}$ の計算結果を電波受信装置 3 の位置とする。

20

【 0 0 6 9 】

続いて、電波受信装置 3 で行う自装置の位置測位処理動作について説明する。図 1 6 に示した測定処理の内容と同様のため、図示は省略する。

【 0 0 7 0 】

まず、電波受信部 3 1 は、n 台の電波発信装置 1 から発信された各電波発信装置 1 の識別 ID を含む電波をそれぞれ受信し、それらの電波強度をそれぞれ測定する (ステップ S 6 0 1)。

【 0 0 7 1 】

次に、情報送受信部 3 3 は、n 台の電波発信装置 1 から受信した電波から識別 ID をそれぞれ取得し、各識別 ID に対応する電波発信装置 1 の位置情報を基地局情報保管装置 5 の基地局情報格納 DB からそれぞれ検索して取得する (ステップ S 6 0 2)。

30

【 0 0 7 2 】

次に、位置測位算出部 3 4 は、ステップ S 6 0 1 で求めた n 台の電波発信装置 1 の電波強度と、ステップ S 6 0 2 で取得した該 n 台の電波発信装置 1 の位置情報とを用いて、 $n C_3$ 通りの電波発信装置 1 の組合せ全てについて 3 点測位をそれぞれ実行して $n C_3$ 通りの位置をそれぞれ算出する (ステップ S 6 0 3)。

【 0 0 7 3 】

次に、距離算出部 3 2 は、ステップ S 6 0 1 で求めた n 台の電波発信装置 1 の電波強度を用いて、各電波発信装置 1 から自装置 (電波受信装置 3) までの距離をそれぞれ算出する (ステップ S 6 0 4)。

40

【 0 0 7 4 】

次に、位置測位算出部 3 4 は、 $n C_3$ 通りの組み合わせ毎に電波発信装置 1 からの距離の和の逆数を求めて、求めた各組み合わせに係る逆数を全ての組み合わせに係る逆数の合計でそれぞれ除算することにより、 $n C_3$ 通りの組み合わせ毎に電波受信装置 3 の位置に対する重み付け係数を算出する (ステップ S 6 0 5)。

【 0 0 7 5 】

最後に、位置測位算出部 3 4 は、 $n C_3$ 通りの組み合わせ毎にステップ S 6 0 3 で求めた電波受信装置 3 の位置にステップ S 6 0 5 で求めた重み付け係数をそれぞれ乗算し、乗

50

算した値の総和を自装置（電波受信装置 3）の測位位置として算出する（ステップ S 6 0 6）。

【 0 0 7 6 】

< 各実施の形態による効果 >

最後に、第 1 の実施の形態及び第 2 の実施の形態による効果を説明する。本実施の形態によれば、電波受信装置 3 において、(a) n 台 (n 4) の電波発信装置からの電波強度のうち 3 つの電波強度を用いて電波受信装置 3 の位置を互いに異なる 3 つの電波発信装置 1 の組み合わせ毎に算出し、(b) 電波強度を用いて上記 n 台の電波発信装置 1 から電波受信装置 3 までの距離をそれぞれ算出し、上記組み合わせ毎に電波発信装置 1 からの距離の和の逆数を求めて、求めた各組み合わせに係る逆数を全ての組み合わせに係る逆数の合計でそれぞれ除算することにより、上記組み合わせ毎に電波受信装置 3 の位置に対する重み付け係数を算出し、(c) 上記組み合わせ毎に電波受信装置 3 の位置に上記重み付け係数をそれぞれ乗算し、乗算した値の総和を電波受信装置 3 の測位位置とする（3 点測位の位置を補正する）ので、電波受信装置 3 の位置測位精度を向上し、その精度の劣化を防止することができる。

10

【 0 0 7 7 】

また、距離の合計値から、より電波受信装置 3 から近い電波発信装置 1 の組合せが測位結果に優先されるように計算された重み付け係数を用いて補正するので、電波強度が強い方の揺らぎの影響が小さくなることから、測位に用いる電波発信装置 1 の組み合わせが切り替わる領域付近で位置測位結果が飛び飛びになることを抑制することができ、電波発信装置 1 による位置測位が突然切り替わることを防止することができる。

20

【 0 0 7 8 】

さらに、電波受信装置 3 の移動により電波強度が弱くなる電波発信装置 1 は、距離が遠くなることで重み付け係数が低くなり、徐々に位置測位への影響が小さくなるので、電波受信装置 3 から最終的に切断されても測位結果への影響を小さくすることができる。

【 0 0 7 9 】

最後に、本実施の形態に係る電波受信装置（位置測位装置）3 は、CPU 等の演算機能やメモリ等の記憶機能を備えたコンピュータで実現可能である。また、該位置測位装置が備えるアルゴリズムの位置測位方法、該コンピュータを機能させるための位置測位プログラムを構築することも可能である。さらに、該プログラムの記憶媒体を生成し、コンピュータにインストールして実行させ、通信又は物流ネットワークを介して流通させることも可能である。

30

【 符号の説明 】

【 0 0 8 0 】

1 ... 電波発信装置

1 1 ... 電波発信部

3 ... 電波受信装置（位置測位装置）、受信端末

3 1 ... 電波受信部

3 2 ... 距離算出部

3 3 ... 情報送受信部

3 4 ... 位置測位算出部

5 ... 基地局情報保管装置

5 1 ... 情報送受信部

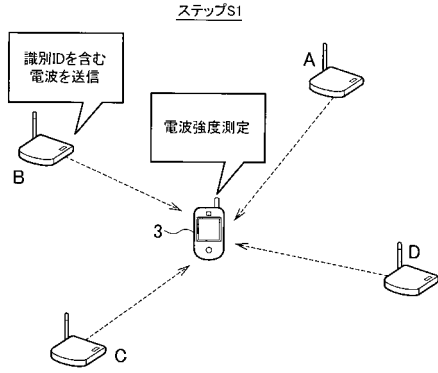
5 2 ... 基地局情報格納 D B

5 3 ... 情報入力部

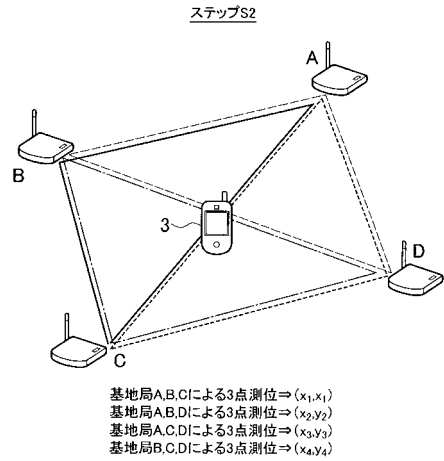
40

S 1 - S 6、S 1 0 1 - S 1 0 2、S 2 0 1 - S 2 0 9、S 3 0 1 - S 3 0 2、S 4 0 1 - S 4 0 6、S 5 0 1 - S 5 0 9、S 6 0 1 - S 6 0 6 ... ステップ

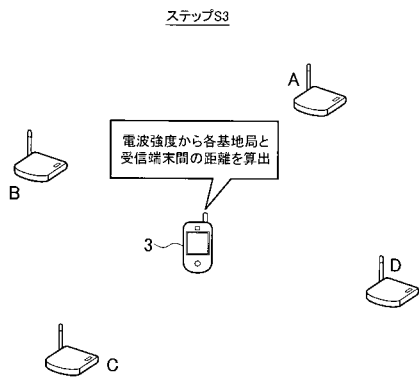
【 図 1 】



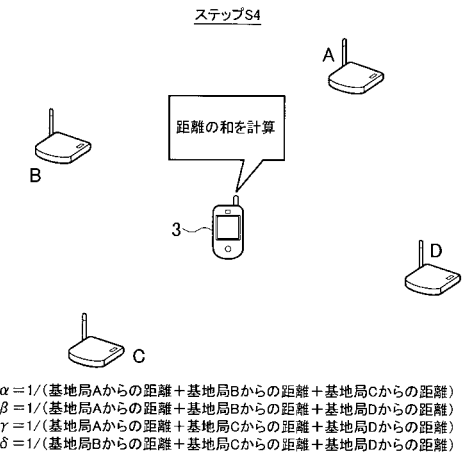
【 図 2 】



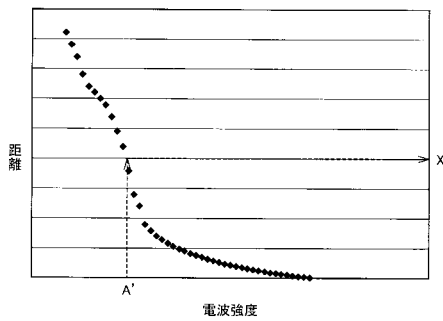
【 図 3 】



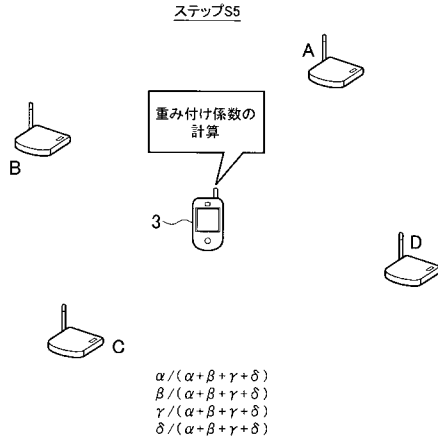
【 図 4 】



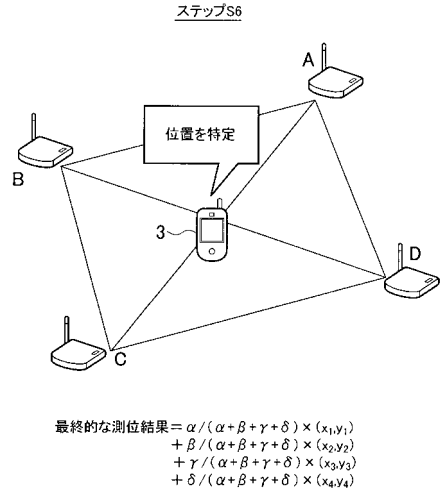
例：市販のWi-Fiアクセスポイントにおける電波強度と距離の関係



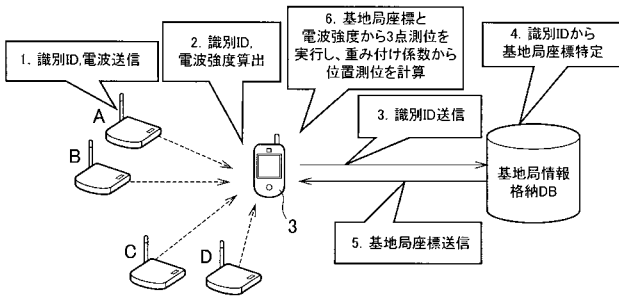
【 図 5 】



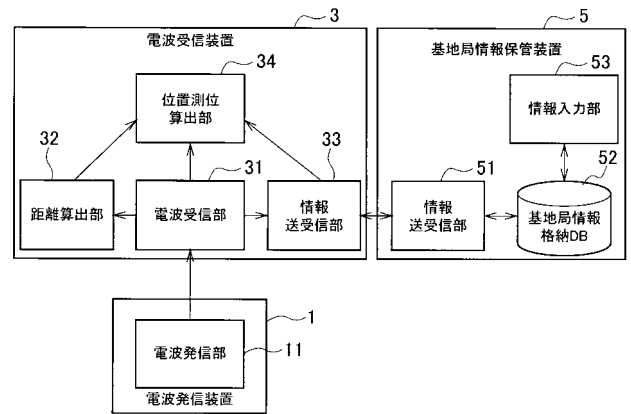
【 図 6 】



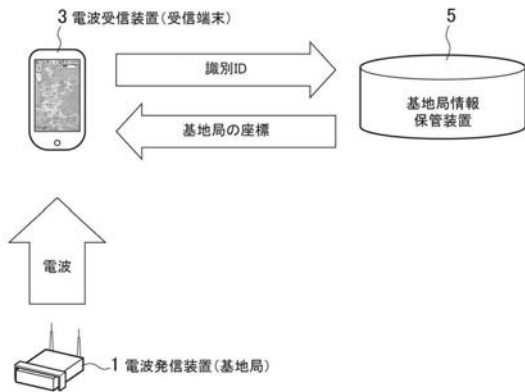
【 図 7 】



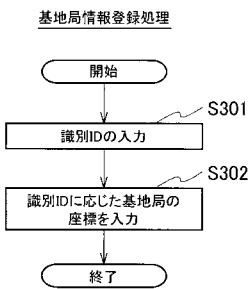
【 図 9 】



【 図 8 】



【 図 1 4 】

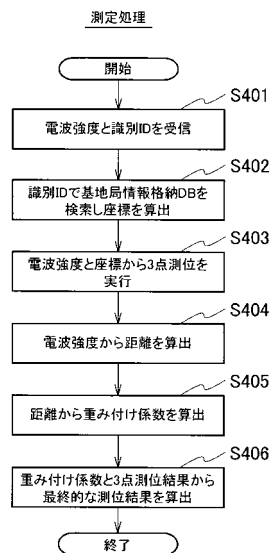


【 図 1 5 】

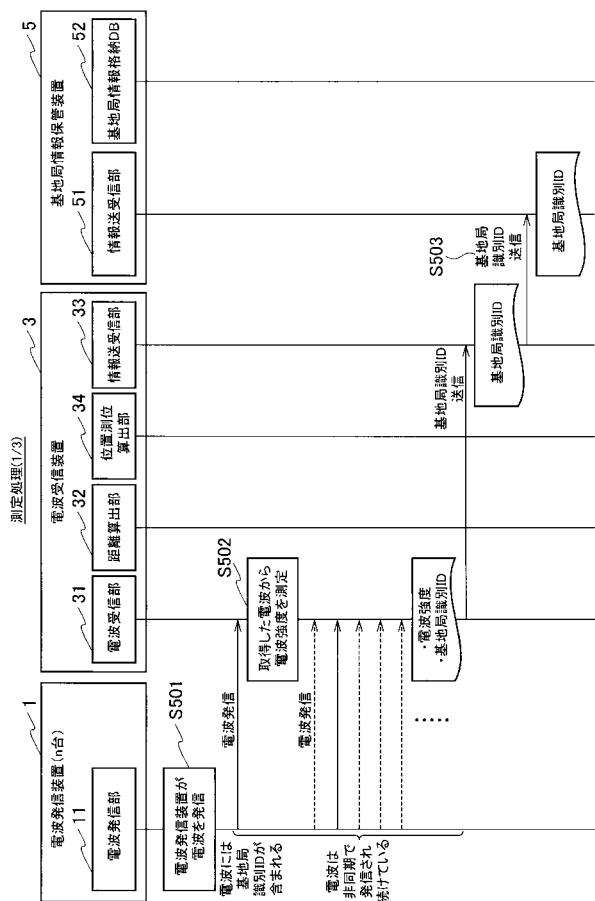
基地局情報

AP識別情報	座標
xxxx	(x,y)
yyyy	(x',y')
zzzz	(x'',y'')
....

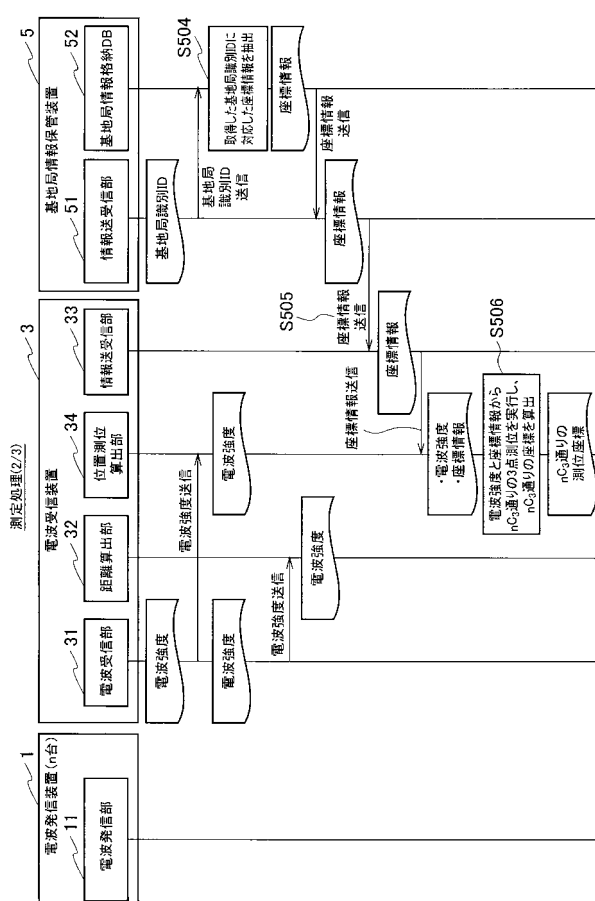
【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



フロントページの続き

- (72)発明者 森 友則
大阪府大阪市中央区馬場町3番15号 西日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 坂川 涼
大阪府大阪市中央区馬場町3番15号 西日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 塩見 なぎさ
大阪府大阪市中央区馬場町3番15号 西日本電信電話株式会社内
- Fターム(参考) 5J062 AA09 BB05 CC18 DD25 EE01