

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年6月7日(07.06.2018)



(10) 国際公開番号

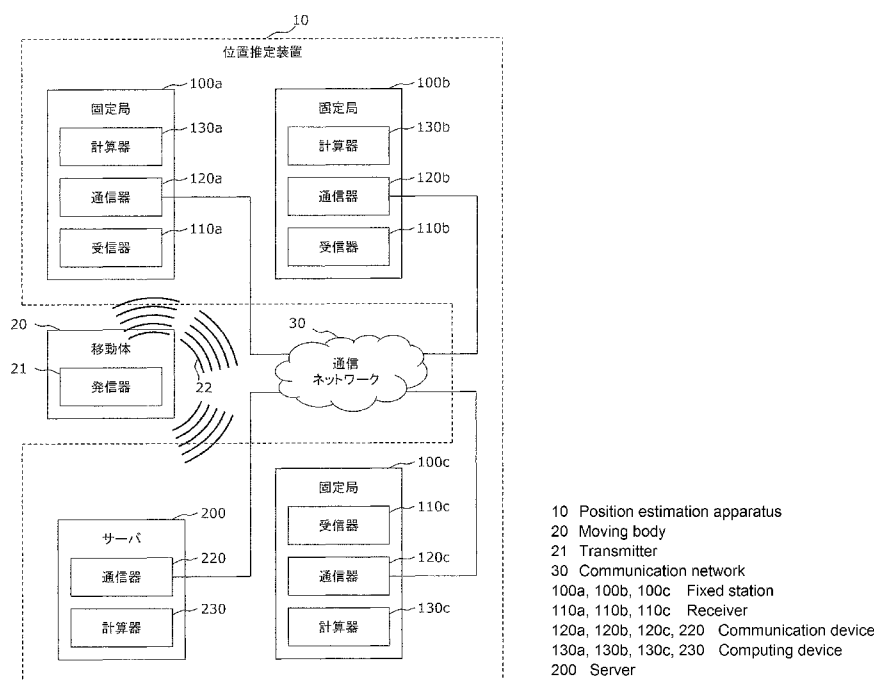
WO 2018/100892 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 5/14 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/036655
- (22) 国際出願日: 2017年10月10日(10.10.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-231688 2016年11月29日(29.11.2016) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 西村 哲 (NISHIMURA, Tetsu); 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 吉川 修一, 外(YOSHIKAWA, Shuichi et al.); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島5丁目3番10号タナカ・イトーピア新大阪ビル6階新居国際特許事務所内 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: POSITION ESTIMATION APPARATUS AND POSITION ESTIMATION METHOD

(54) 発明の名称: 位置推定装置及び位置推定方法

[図3]



(57) Abstract: A position estimation apparatus (10) is provided with: receivers (110a, 110b, 110c) for measuring the reception strength of radio waves emitted from a moving body (20), the receivers (110a, 110b, 110c) being provided in mutually different known positions; and a computing device (230) for performing, successively for each receiver (110a, 110b, 110c), processing for updating an estimated position of the moving body (20) on the basis of the reception strength measured by a single receiver among the receivers (110a, 110b, 110c) so as to approach a presence circle having the



MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

receiver at the center thereof and having a distance based on the reception strength as the radius thereof.

(57) 要約：位置推定装置（10）は、互いに異なる既知の位置に設置され、移動体（20）から発せられる電波の受信強度を測定する受信器（110a、110b、110c）と、受信器（110a、110b、110c）のうちの1つの受信器で測定された受信強度に基づき、移動体（20）の推定位置を、前記受信器を中心とし前記受信強度に基づく距離を半径とする存在円に近づくように更新する処理を、受信器（110a、110b、110c）の各々について逐次行う計算器（230）と、を備える。

明 細 書

発明の名称：位置推定装置及び位置推定方法

技術分野

[0001] 本発明は移動体の位置推定装置及び位置推定方法に関し、特に、移動体から発せられる電波の複数の固定局における受信強度に基づいて当該移動体の位置を推定する技術に関する。

背景技術

[0002] 位置が既知である複数の固定局のそれぞれから移動体までの距離を測定し、測定された距離に基づいて当該移動体の位置を特定する、3辺測量と呼ばれる技術がある。固定局から移動体までの距離は、例えば、固定局及び移動体の一方が発した電波を他方で受信したときの当該電波の受信強度（RSSI：Received Signal Strength Indicator）に基づいて測定される。

[0003] 図1は、3辺測量の基本的な考え方を説明する図である。図1に示されるように、3辺測量では、固定局a、固定局b、固定局cを中心とし、かつ固定局a、固定局b、固定局cから移動体までの距離 d_a 、距離 d_b 、距離 d_c を半径とする3つの円（以下、存在円と言う）の交点を、移動体の推定位置として特定する。

[0004] 実際の3辺測量では、距離 d_a 、距離 d_b 、距離 d_c は測定誤差を含むため、3つの存在円は必ずしも1点で交わらない。そのため、移動体の推定位置を絞り込み、特定するための計算処理が必要になる。特に、距離の測定にRSSIを用いる位置推定では、RSSIの変動が大きく得られる距離の精度が低いことから、各種の計算処理の適用が検討されている（例えば、特許文献1、2）。

[0005] 特許文献1では、移動体の推定位置を、互いに異なる固定局を中心とし、RSSIに基づく最小距離と最大距離とで規定される複数の円環領域の重複部分に絞り込んでいる。また、RSSIの差に基づいて複数の固定局の各々

から移動体までの距離差を求め、移動体の推定位置を、求めた距離差が生じる領域にさらに絞り込んでいる。

[0006] 特許文献2では、移動体が仮定位置にあるときの計算上のRSSIと、実際に測定されたRSSIとの誤差に関する評価関数を極小化する仮定位置を、移動体の推定位置としている。評価関数を、固定局ごとに電波環境指標に応じて重み付けをしたRSSIの誤差の総和で表すことで、電波環境が悪い固定局におけるRSSIの誤差の重要度を下げて、移動体の推定位置の精度を向上している。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2012-255673号公報

特許文献2：特開2012-173070号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、従来の計算処理は、幾何学的に領域を絞り込む計算処理や、評価関数の極小点を探索する計算処理を含むため、演算負荷が高い。例えば、施設内での物品や人員の位置の管理など、省電力性が重視される場面では、低い演算負荷で、移動体の位置を推定することが求められる。

[0009] そこで、本発明は、低い演算負荷で移動体の位置を推定する位置推定装置及び位置推定方法を提供する。

課題を解決するための手段

[0010] 上記目的を達成するために、本発明の一態様に係る位置推定装置は、互いに異なる既知の位置に設置され、移動体から発せられる電波の受信強度を測定する複数の受信器と、前記複数の受信器のうちの1つの受信器である対象受信器で測定された受信強度に基づき、前記移動体の推定位置を、前記対象受信器を中心とし前記受信強度に基づく距離を半径とする存在円に近づくように更新する処理を、前記複数の受信器の各々を対象受信器として逐次行う

計算器と、を備える。

- [0011] この構成によれば、単純な計算処理により、移動体の推定位置を、対象受信器を中心とする存在円に近づけることができる。当該処理を、複数の受信器の各々を対象受信器として逐次行うことで、移動体の推定位置は、複数の受信器の各々を中心とする存在円の重複領域に近づき、移動体の推定位置が特定される。その結果、低い演算負荷で移動体の位置を推定する位置推定装置が得られる。
- [0012] また、1つの受信器のRSSIを用いて移動体の推定位置を更新する処理を逐次に行うので、ある受信器でRSSIの欠測があっても、他の受信器のRSSIで処理を続行できる。その結果、電波環境が安定せず、欠測が頻繁に生じる環境への適用に優れた位置推定装置が得られる。
- [0013] また、前記計算器は、前記移動体の推定位置を、前記対象受信器と前記移動体の現在の推定位置とを通る直線と前記存在円との交点に近づくように更新してもよい。
- [0014] この構成によれば、移動体と対象受信器とを通る直線と存在円との交点を求める計算処理により、移動体の推定位置を、対象受信器を中心とする存在円に近づけることができる。
- [0015] また、前記計算器は、前記移動体の推定位置を、前記移動体の現在の推定位置と前記交点とを両端とする線分の内分点に更新してもよい。
- [0016] RSSIが、何らかの要因で大きくなると、RSSIに基づく距離が小さくなり、隣接する受信器のそれぞれを中心とする存在円が離れることがある。その場合、移動体の推定位置は更新のたびに存在円間を行き来するが、上述の構成によれば、移動体の推定位置の振動の幅が縮小されるので、安定した推定位置が得られる。
- [0017] また、前記計算器は、前記移動体の現在の推定位置が、前記存在円の外にある場合のみ、前記移動体の推定位置を更新してもよい。
- [0018] RSSIが、障害物やマルチパスなどによって減衰すると、存在円が著しく大きくなる可能性がある。その場合でも、上述の構成によれば、移動体の推

定位置が誤った存在円に追従することが避けられるので、安定した推定位置が得られる。

[0019] また、本発明の一態様に係る位置推定方法は、移動体から発せられる電波の受信強度を、互いに異なる既知の位置に設置された受信器で測定し、前記複数の受信器のうちの1つの受信器である対象受信器で測定された受信強度に基づき、前記移動体の推定位置を、前記対象受信器を中心とし前記受信強度に基づく距離を半径とする存在円に近づくように更新する処理を、前記複数の受信器の各々を対象受信器として逐次行うものである。

[0020] この構成によれば、単純な計算処理により、移動体の推定位置を、対象受信器を中心とする存在円に近づけることができる。当該処理を、複数の受信器の各々を対象受信器として逐次行うことで、移動体の推定位置は、複数の受信器の各々を中心とする存在円の重複領域に近づき、移動体の推定位置が特定される。その結果、移動体の位置を、RSSIに基づき、演算負荷が低い計算処理で推定する位置推定方法が得られる。

[0021] また、1つの受信器のRSSIを用いて移動体の推定位置を更新する処理を逐次に行うので、ある受信器でRSSIの欠測があっても、他の受信器のRSSIで処理を続行できる。その結果、電波障害への耐性に優れた位置推定方法が得られる。

発明の効果

[0022] 本発明によれば、低い演算負荷で移動体の位置を推定する位置推定装置及び位置推定方法が得られる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]図1は、3辺測量の基本的な考え方を説明する図である。

[図2]図2は、位置推定装置が設置される施設の一例を示す概念図である。

[図3]図3は、実施の形態1に係る位置推定装置の機能的な構成の一例を示すブロック図である。

[図4]図4は、実施の形態1に係る位置推定装置の動作の一例を示すフローチャートである。

[図5]図5は、RSSIと距離との対応情報の一例を示すグラフである。

[図6]図6は、実施の形態1に係る推定位置の1回の更新処理の一例を示す図である。

[図7A]図7Aは、実施の形態1に係る推定位置の逐次の更新処理の一例を示す図である。

[図7B]図7Bは、実施の形態1に係る推定位置の逐次の更新処理の一例を示す図である。

[図7C]図7Cは、実施の形態1に係る推定位置の逐次の更新処理の一例を示す図である。

[図8]図8は、実施の形態2の比較例に係る推定位置の逐次の更新処理の一例を示す図である。

[図9]図9は、実施の形態2に係る推定位置の逐次の更新処理の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0024] 以下、本発明に係る実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。
なお、以下で説明する実施の形態は、いずれも包括的又は具体的な例を示すものである。以下の実施の形態で示される数値、形状、材料、構成要素、構成要素の配置および接続形態、ステップ、ステップの順序などは、一例であり、本発明を限定する主旨ではない。以下の実施の形態における構成要素のうち、独立請求項に記載されていない構成要素については、任意の構成要素として説明される。また、図面に示される構成要素の大きさ又は大きさの比は、必ずしも厳密ではない。

[0025] (実施の形態1)

実施の形態1に係る位置推定装置は、互いに異なる既知の位置に設置された複数の受信器で移動体から発せられる電波の受信強度（以下ではRSSIと表記する）を測定し、測定されたRSSIに基づいて当該移動体の位置を推定する装置である。

[0026] 図2は、位置推定装置が設置される施設の一例を示す概念図である。図2

に示されるように、施設内において位置を検知したい移動体20に、ビーコンを送出する発信器が取り付けられる。また、施設内のあらかじめ定められた位置に、位置推定装置を構成する固定局100a~100f、及びサーバ200が設置される。

[0027] 固定局100a~100f、及びサーバ200は、図示していない通信ネットワークで互いに通信可能に接続されている。固定局100a~100fの各々は、移動体20から発せられたビーコンのRSSIを測定する。そして、サーバ200は、当該通信ネットワークを介して、複数の固定局で測定されたRSSIを表すデータを取得し、当該データで表されるRSSIに基づいて移動体20の位置を推定する。

[0028] 図3は、実施の形態1に係る位置推定装置の機能的な構成の一例を示すブロック図である。図3では、簡明のため、位置推定装置10において、固定局100a、100b、100c、及びサーバ200のみを示し、また位置推定装置10とともに、移動体20及び通信ネットワーク30を示している。

[0029] 移動体20には、ビーコン22を送出する発信器21が取り付けられる。

[0030] 発信器21は、移動体20を識別する識別情報を含む無線信号であるビーコン22を、所定の送信強度で周期的に送出する。発信器21は、例えば、0.1秒~1秒おきに、ビーコン22を送出してもよい。発信器21は、一例として、RFID(Radio Frequency Identifier)で用いられるアクティブRFタグであってもよい。また、Zigbee(登録商標)やBluetooth(登録商標) Low Energyといった、省電力性に優れた近距離無線通信規格に従ってビーコン22を送出する無線装置であってもよい。

[0031] 固定局100a、100b、100cは、互いに同一の構成を有するため、以下では、固定局100aについてのみ説明する。固定局100b及び100cについては、以下で参照する符号の末尾に付した英字aを、それぞれb及びcと読み替える。

- [0032] 固定局 100a は、受信器 110a、通信器 120a、及び計算器 130a を有する。
- [0033] 受信器 110a は、発信器 21 と互換の無線通信規格に従って動作する無線装置であり、発信器 21 から周期的に送出されるビーコン 22 を受信し、受信のつど、ビーコン 22 の RSSI を測定する。
- [0034] 通信器 120a は、固定局 100a と、固定局 100b、100c 及びサーバ 200 とを、通信ネットワーク 30 を介して通信可能に接続する通信装置である。通信器 120a は、受信器 110a で測定されたビーコン 22 の RSSI を、通信ネットワーク 30 を介してサーバ 200 へ通知する。通信ネットワーク 30 は、有線及び無線の何れのネットワークであってもよく、通信器 120a には、通信ネットワーク 30 に適した通信装置が用いられる。
- [0035] 通信器 120a は、一例として、有線 LAN (Local Area Network) に接続するネットワークアダプタであってもよい。また、Zigbee (登録商標) や Bluetooth (登録商標) Low Energy といった、省電力性に優れた近距離無線通信規格に従って無線メッシュネットワークを構成する無線装置であってもよい。通信器 120a が、ビーコン 22 用の無線通信規格と同一の無線通信規格に従って無線通信を行う場合、通信器 120a と受信器 110a とは、その一部又は全部を兼用してもよい。
- [0036] 計算器 130a は、固定局 100a の動作を制御するコントローラである。
- [0037] 計算器 130a は、一例として、プロセッサ、メモリ、入出力ポートなどを有するワンチップマイコンであってもよい。計算器 130a は、固定局 100a の動作を、前記メモリに記録されているプログラムを前記プロセッサが実行することにより果たされるソフトウェア機能によって制御してもよい。
- [0038] サーバ 200 は、通信器 220 及び計算器 230 を有する。

- [0039] 通信器 220 は、サーバ 200 と固定局 100 a、100 b、100 c とを、通信ネットワーク 30 を介して通信可能に接続する通信装置である。
- [0040] 計算器 230 は、受信器 110 a、110 b、110 c で測定されたビーコン 22 のRSSI を、通信器 220 を介して取得し、取得したRSSI に基づいて、移動体 20 の位置を推定する。
- [0041] 計算器 230 は、一例として、図示していないプロセッサ、メモリなどを、バスで接続してなる汎用のコンピュータ装置であってもよい。計算器 230 は、ビーコン 22 のRSSI の取得及び移動体 20 の位置の推定を、前記メモリに記録されているプログラムを前記プロセッサが実行することにより果たされるソフトウェア機能によって行ってもよい。
- [0042] 次に、上記のように構成される位置推定装置 10 の動作について説明する。
- [0043] 図 4 は、位置推定装置 10 の動作の一例を示すフローチャートである。図 4 は、移動体 20 について位置推定を行う処理の一例であり、例えば、移動体 20 が位置検出エリアに進入し、移動体 20 からのビーコンが最初に受信されたときに起動される。図 4 の処理は、移動体 20 を含む複数の移動体の各々について並行して行われてもよい。
- [0044] サーバ 200 は、移動体 20 の推定位置を初期位置に設定する（S101）。初期位置は任意であり、例えば、固定局 100 a、100 b、100 c の何れから所定距離以上離れた地点であってもよい。
- [0045] 固定局 100 a、100 b、100 c のそれぞれが、ビーコン 22 のRSSI を測定し、測定されたRSSI を表すデータをサーバ 200 へ通知する（S102）。
- [0046] サーバ 200 は、RSSI を表すデータを受信すると（S103でYES）、受信されたデータに基づいて、次の処理を行う。
- [0047] 受信されたデータで表されるRSSI に基づく距離、つまり、データを受信した固定局から移動体 20 までの距離を算出する（S104）。サーバ 200 は、例えば、位置推定装置 10 の運用環境におけるRSSI と距離との

関係を表す対応情報を、数式や数表の態様で予め保持しておき、当該対応情報を参照してRSSIを距離に変換してもよい。対応情報は、運用環境での事前の実測値をもとに決定されてもよい。

[0048] 図5は、対応情報の一例を示すグラフである。図5では、横軸を固定局から移動体までの距離とし、縦軸を固定局で測定されるビーコンのRSSIとして、対応情報を曲線で表し、事前の実測値をドットで表している。対応情報は、RSSIが従う物理式を、実測値の最大値に当てはめて決定されている。実測値の中には、例えばマルチパスなどの影響のために、著しく小さい実測値がある。そのため、物理式を実測値の最大値に当てはめることで、運用環境での本来のRSSIと距離との関係を表す対応情報が得られる。図5の対応情報の例によれば、例えば、RSSIが -60 dBm と測定されたとき、移動体までの距離は 4 m と算出される。

[0049] 再び図4を参照して、サーバ200は、RSSIを測定した固定局（より厳密には対象受信器）の位置と当該RSSIから算出した距離とを用いて、当該固定局と現在の推定位置とを通る直線と存在円との交点（以下では、目標点とも言う）を算出し（S105）、移動体20の推定位置を、算出した交点に近づくように更新する（S106）。

[0050] サーバ200は、移動体20が位置検出エリア内にいる間（S107でYES）、固定局100a、100b、100cの何れか1つからRSSIが取得されるたびに（S103でYES）移動体20の推定位置の更新処理（S104～S106）を、逐次に行う。

[0051] 図6は、1つの固定局から受信されたRSSIに基づいて行われる、推定位置の1回の更新処理の一例を示す図である。図6において、固定局の位置を座標値 (x_{BS}, y_{BS}) で表し、移動体の現在の推定位置P0及び更新の目標点P1を、座標値 (x_{P0}, y_{P0}) 、 (x_{P1}, y_{P1}) で、それぞれ表している。図6での現在の推定位置P0は、ステップS101で設定した初期位置、又は逐次の処理における都度の推定位置に対応する。

[0052] サーバ200は、RSSIに基づく距離 d を、例えば、前述した対応情報

(図5)を参照して、算出する。

[0053] サーバ200は、固定局(対象受信器)と移動体20の現在の推定位置P0とを通る直線L上であって、固定局からRSSIに基づく距離d離れた目標点P1を算出する。目標点P1の座標値(x_{P1} , y_{P1})は、具体的には、固定局から現在の推定位置P0までの距離Dを用いて、 $((d/D) \times x_{BS} + (1 - d/D) \times x_{P0}, (d/D) \times y_{BS} + (1 - d/D) \times y_{P0})$ により算出される。

[0054] サーバ200は、移動体20の推定位置を、算出された目標点P1に更新する。

[0055] 目標点P1は、直線Lと固定局を中心とする存在円との交点であり、言い換えれば、固定局を中心とする存在円上における現在の推定位置P0までの距離が最短の点(最近点)である。つまり、移動体20の推定位置は、存在円上の最近点に更新される。

[0056] このようにして、移動体20の推定位置は、実質的に固定局と現在の推定位置P0とを両端とする線分の内分点を求めるだけの、演算負荷が低い計算処理によって更新される。

[0057] なお、図6では、固定局から移動体20の現在の推定位置P0までの距離が、固定局から目標点P1までの距離より長い場合を示している。移動体20の推定位置の更新は、このような場合、つまり、現在の推定位置P0が存在円の外にある場合にのみ行うこととし、現在の推定位置P0が当該存在円の上又は内にある場合、推定位置の更新を禁止してもよい。

[0058] 現在の推定位置が存在円の外にある場合のみ推定位置を更新することで、例えば、障害物やマルチパスなどによってRSSIが減衰して著しく大きい誤った存在円が設定された場合に、推定位置が当該誤った存在円上の目標点に更新されることを回避できる。これにより、安定した推定位置を得ることができる。

[0059] 移動体20の推定位置の逐次の更新処理について説明を続ける。

[0060] 図7A、図7B、図7Cは、固定局a、固定局b、固定局cから通知され

たRSSIに基づく逐次の更新処理の一例を示している。固定局a、固定局b、固定局cは、限定はされないが、例えば、図3の固定局100a、100b、100cにそれぞれ対応してもよい。なお、図7A、図7B、図7Cでは、移動体の推定位置が、初期位置に依らず存在円の重複領域（斜線部分）に収束することを説明するため、互いに異なる推定位置P0、Q0、R0の各々から逐次処理を開始した場合の例を一度に示している。

[0061] 図7Aでは、固定局aのRSSIに基づき、現在の推定位置P0、Q0、R0に対し、目標点P1、Q1、R1がそれぞれ算出される。推定位置P0、Q0、R0は、算出された目標点P1、Q1、R1にそれぞれ更新される。

[0062] 図7Bでは、固定局bのRSSIに基づき、現在の推定位置P1、Q1、R1に対し、目標点P2、Q2、R2'がそれぞれ算出される。ここで、推定位置R1は、既に、固定局bを中心とする存在円の内部にあり、固定局bから現在の推定位置R1までの距離は、固定局bから目標点R2'までの距離より短い。そのため、推定位置P1、Q1は、算出された目標点P2、Q2にそれぞれ更新されるが、推定位置R1は更新されず、推定位置R1がそのまま推定位置R2（=R1）となる。

[0063] 図7Cでは、固定局cのRSSIに基づき、現在の推定位置P2、Q2、R2に対し、目標点P3'、Q3、R3がそれぞれ算出される。ここで、推定位置P2は、既に、固定局cを中心とする存在円の内部にあり、固定局cから現在の推定位置P2までの距離は、固定局cから目標点P3'までの距離より短い。そのため、推定位置Q2、R2は、算出された目標点Q3、R3にそれぞれ更新されるが、推定位置P2は更新されず、推定位置P2がそのまま推定位置P3（=P2）となる。

[0064] 図7A、図7B、図7Cから分かるように、移動体の推定位置が、最初、P0、Q0、R0のどこにあっても、数回の更新処理を逐次に行うことで、移動体の推定位置は、固定局a、固定局b、固定局cの各々を中心とする存在円の重複領域の辺又は内部に更新される。

[0065] 各回の更新処理は、上述したように、実質的に固定局と現在の推定位置とを両端とする線分の内分点を求めることで行われ、従来の、幾何学的に領域を絞り込む計算処理や、評価関数の極小点を探索する計算処理を含まない。

[0066] 以上説明した位置推定装置によれば、演算負荷が低い計算処理で移動体の位置を推定する位置推定装置が得られる。

[0067] また、1つの受信器のRSSIを用いて移動体の推定位置を更新する処理を逐次に行うので、3辺測量と異なり、推定位置を更新する際に、3つ以上の受信器でのRSSIが揃うのを待つ必要がない。これにより、ある受信器でRSSIの欠測があっても、他の受信器のRSSIで処理を続行できる。

[0068] その結果、電波環境が安定せず頻繁に欠測が生じる環境での利用に優れた位置推定装置が得られる。当該位置推定装置は、例えば、ビーコンやRSSIを表すデータの送信に、干渉の多いISM (Industry Science Medical) バンドを使用する場合に、有効である。

[0069] また、位置検出エリアの端部などで、移動体の周囲に1つ又は2つの受信器しか存在しない状況にも適用できる。

[0070] (実施の形態2)

実施の形態1では、存在円上に目標点を設定し、推定位置を当該目標点に更新した。この構成によれば、RSSIが何らかの要因で大きくなり、隣接する固定局のそれぞれを中心とする存在円が小さくなって互いに離れると、推定位置は更新のたびに存在円間を行き来することになる。

[0071] 図8は、実施の形態2の比較例に係る推定位置の逐次の更新処理の一例を示す図である。

[0072] 図8では、移動体の推定位置を、推定位置S0から開始して、固定局aのRSSIと固定局bのRSSIとを交互に用いて更新している。推定位置は、実施の形態1で説明した目標点（存在円上における現在の推定位置からの最近点）に更新される。

[0073] 図8に見られるように、推定位置S1～S5は、更新のたびに、固定局a及び固定局bをそれぞれ中心とする存在円上を行き来し、安定した推定位置

が得られない。

[0074] そこで、移動体の推定位置を、現在の推定位置と目標点とを両端とする線分の内分点に更新する。

[0075] 図9は、実施の形態2に係る推定位置の逐次の更新処理の一例を示す図である。

[0076] 図9では、図8と比べて、推定位置を、現在の推定位置と目標点（破線円で示す）との内分点の一例である中点に更新する点で相違する。初回の更新では、現在の推定位置S0に対する目標点S1が算出され、推定位置は、推定位置S0と目標点S1との中点（つまり、1：1での内分点）である推定位置T1に更新される。詳細な符号は省略しているが、2回目以降も、推定位置は同様に更新される。なお、内分の比率は、1：1には限られず、推定位置の収束速度と振動の抑制効果とに応じて、適宜選択されればよい。

[0077] 図9に見られるように、推定位置を、現在の推定位置と目標点との内分点（一例として中点）に更新することで、推定位置T1～T5の振動が抑制され、より安定した推定位置が得られる。

[0078] 以上、本発明の実施の形態に係る位置推定装置及び位置推定方法について説明したが、本発明は、個々の実施の形態には限定されない。本発明の趣旨を逸脱しない限り、当業者が思いつく各種変形を本実施の形態に施したものや、異なる実施の形態における構成要素を組み合わせて構築される形態も、本発明の一つ又は複数の態様の範囲内に含まれてもよい。

産業上の利用可能性

[0079] 本発明は、例えば、各種施設における物品及び人員の位置の管理など、移動体の位置推定に広く利用できる。

符号の説明

[0080] 10 位置推定装置
 20 移動体
 21 発信器
 22 ビーコン

3 0 通信ネットワーク

1 0 0 a ~ 1 0 0 f 固定局

1 1 0 a ~ 1 1 0 c 受信器

1 2 0 a ~ 1 2 0 c 通信器

1 3 0 a ~ 1 3 0 c 計算器

2 0 0 サーバ

2 2 0 通信器

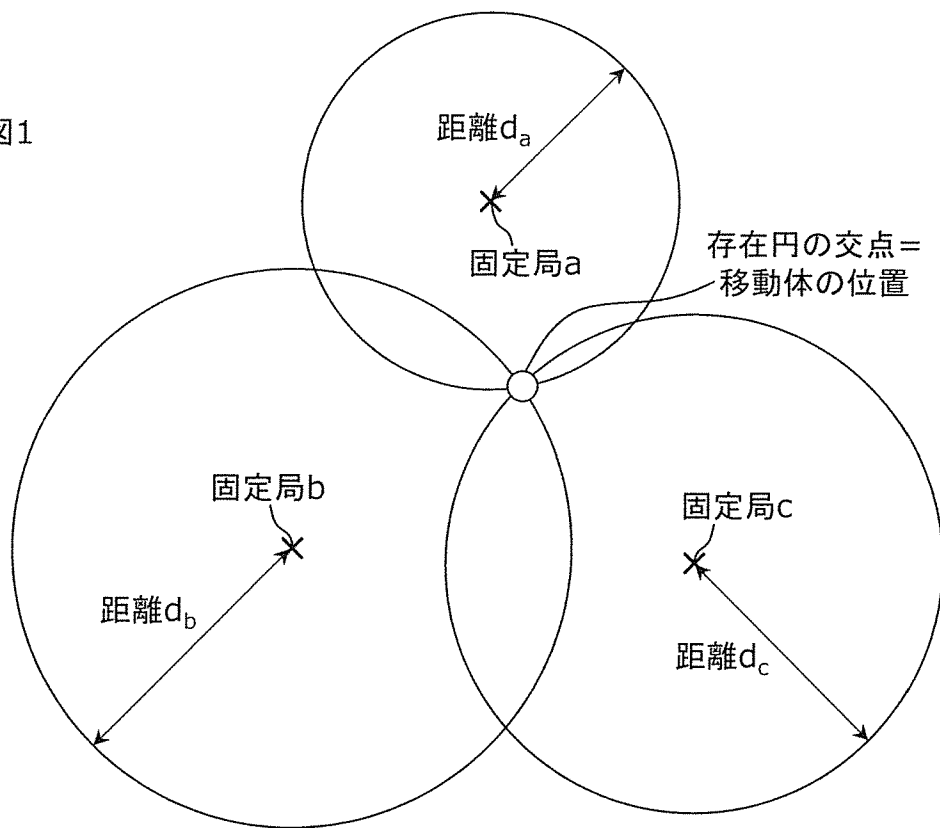
2 3 0 計算器

請求の範囲

- [請求項1] 互いに異なる既知の位置に設置され、移動体から発せられる電波の受信強度を測定する複数の受信器と、
- 前記複数の受信器のうちの1つの受信器である対象受信器で測定された受信強度に基づき、前記移動体の推定位置を、前記対象受信器を中心とし前記受信強度に基づく距離を半径とする存在円に近づくように更新する処理を、前記複数の受信器の各々を対象受信器として逐次行う計算器と、
- を備える位置推定装置。
- [請求項2] 前記計算器は、前記移動体の推定位置を、前記対象受信器と前記移動体の現在の推定位置とを通る直線と前記存在円との交点に近づくように更新する、
- 請求項1に記載の位置推定装置。
- [請求項3] 前記計算器は、前記移動体の推定位置を、前記移動体の現在の推定位置と前記交点とを両端とする線分の内分点に更新する、
- 請求項2に記載の位置推定装置。
- [請求項4] 前記計算器は、前記移動体の現在の推定位置が、前記存在円の外にある場合のみ、前記移動体の推定位置を更新する、
- 請求項1から3の何れか1項に記載の位置推定装置。
- [請求項5] 移動体から発せられる電波の受信強度を、互いに異なる既知の位置に設置された受信器で測定し、
- 前記複数の受信器のうちの1つの受信器である対象受信器で測定された受信強度に基づき、前記移動体の推定位置を、前記対象受信器を中心とし前記受信強度に基づく距離を半径とする存在円に近づくように更新する処理を、前記複数の受信器の各々を対象受信器として逐次行う、
- 位置推定方法。

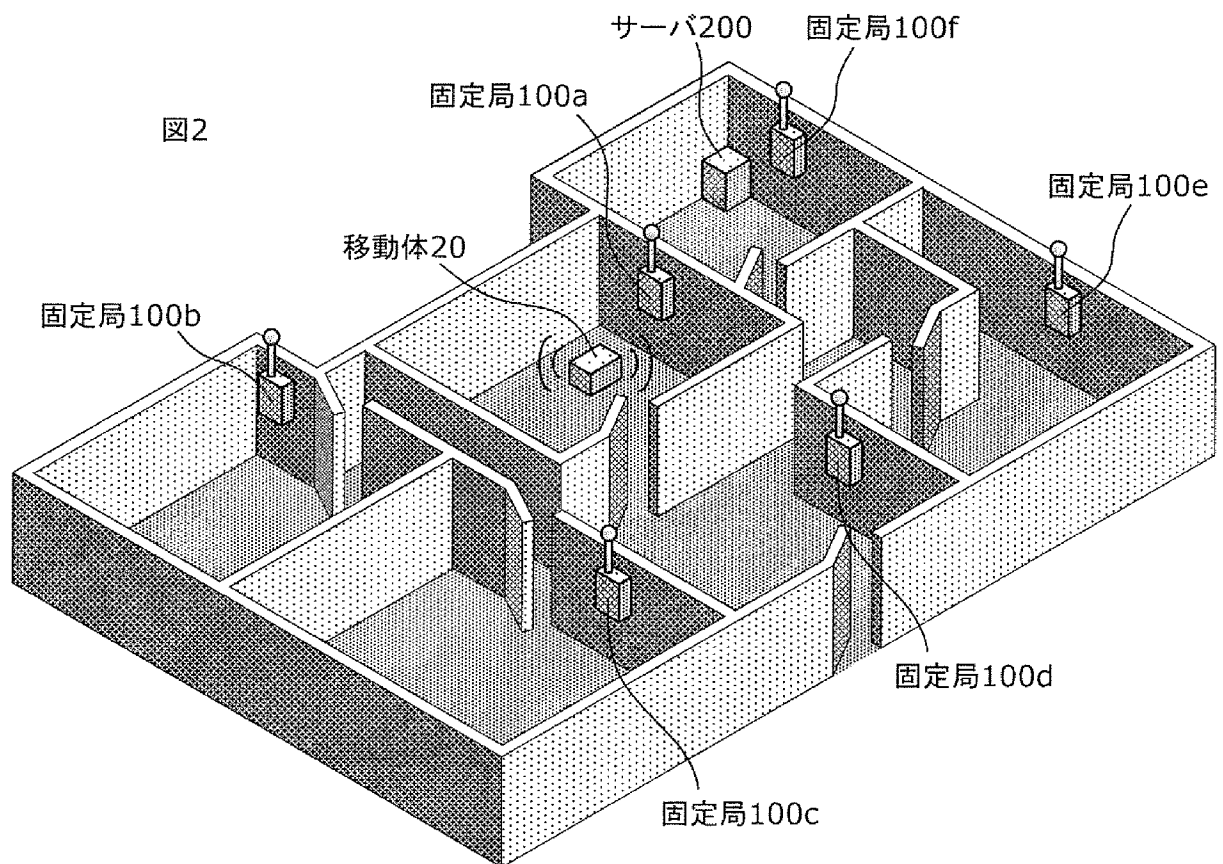
[図1]

図1

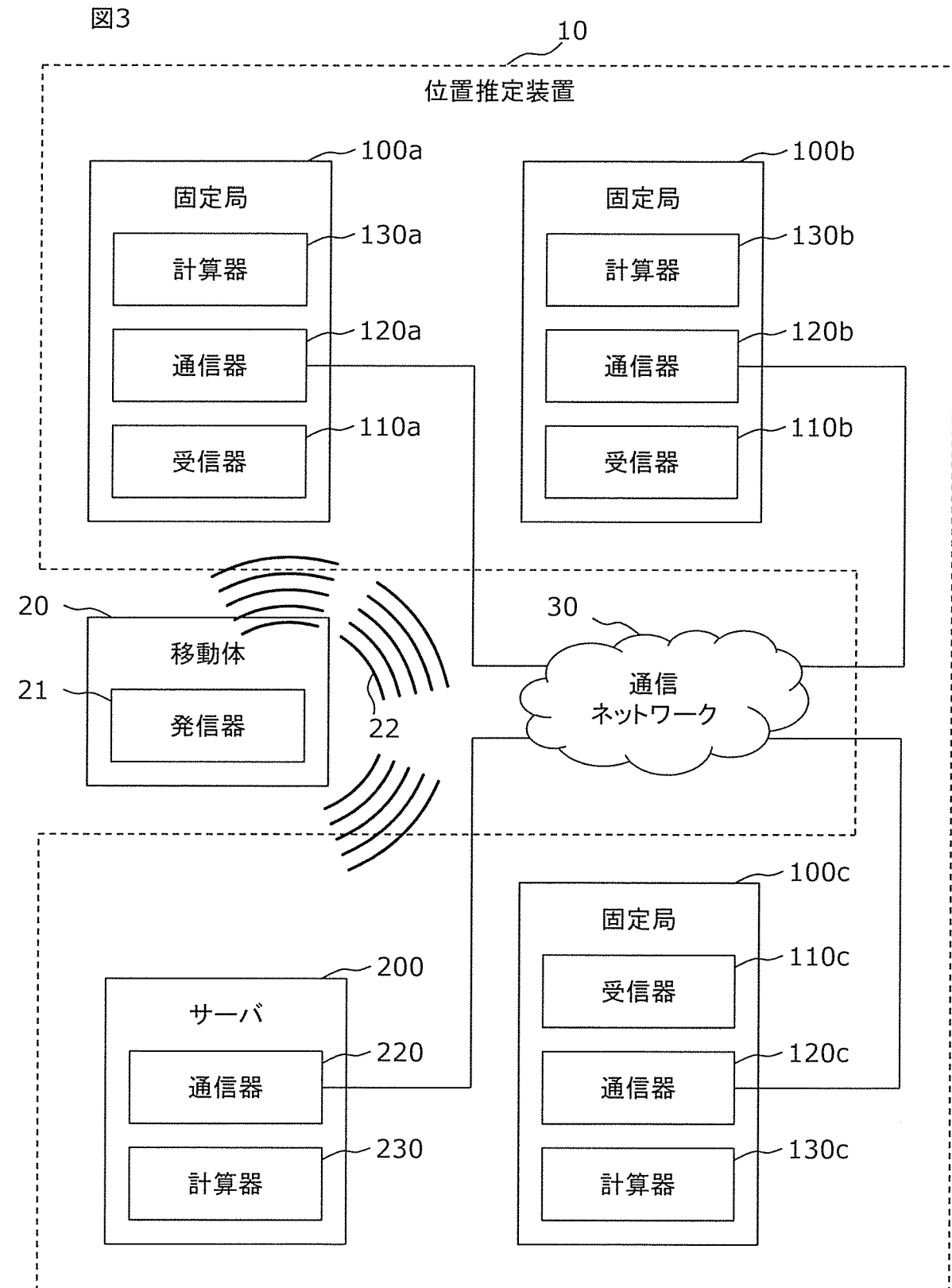


[図2]

図2

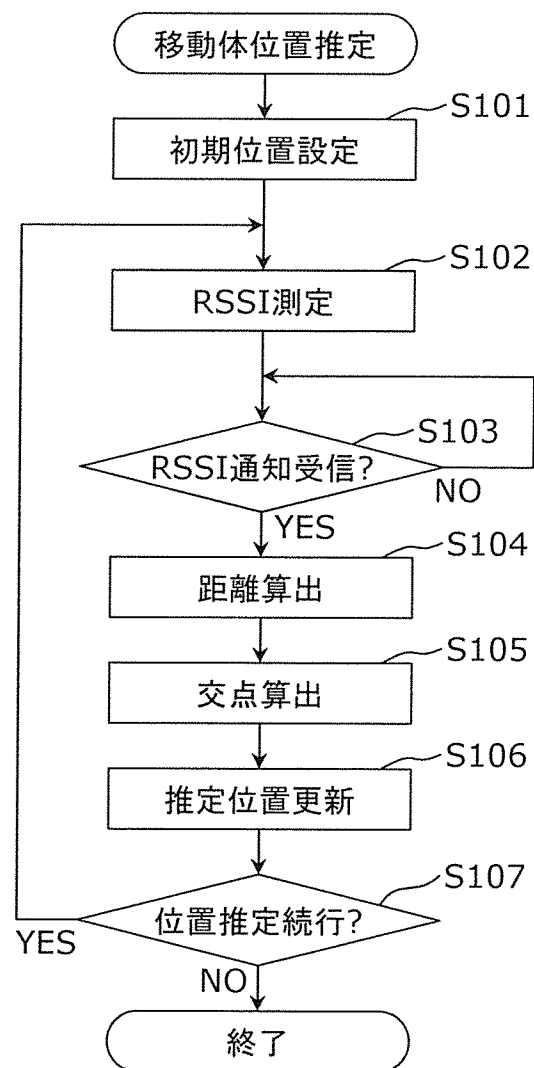


[図3]



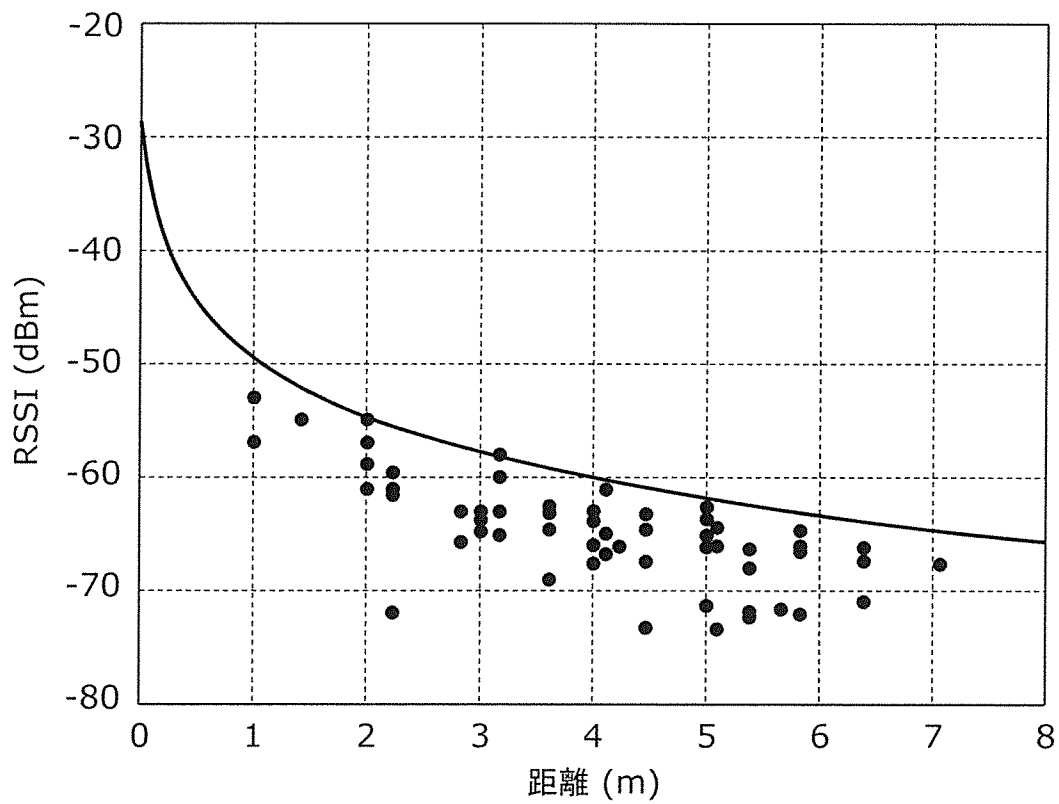
[図4]

図4



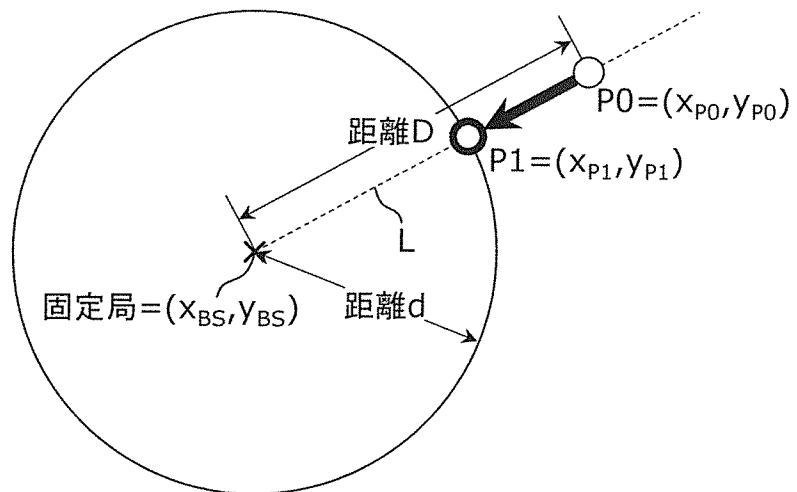
[図5]

図5

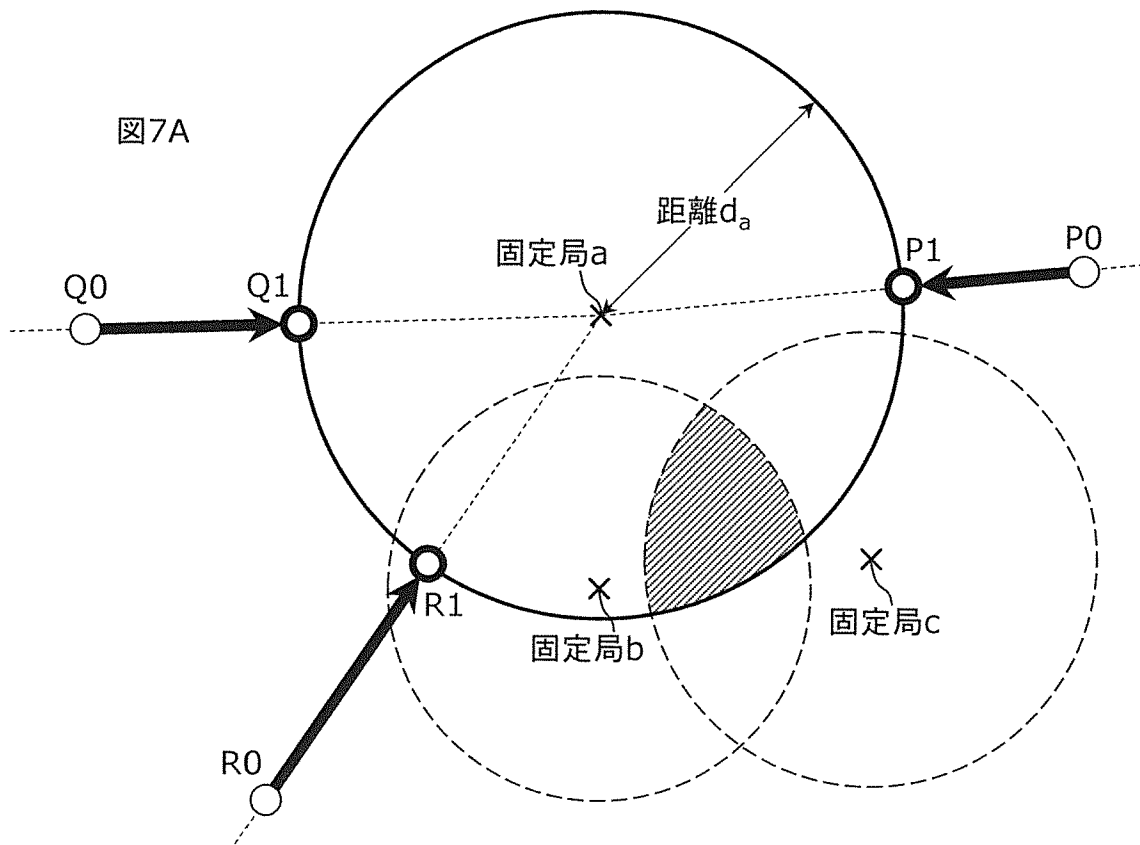


[図6]

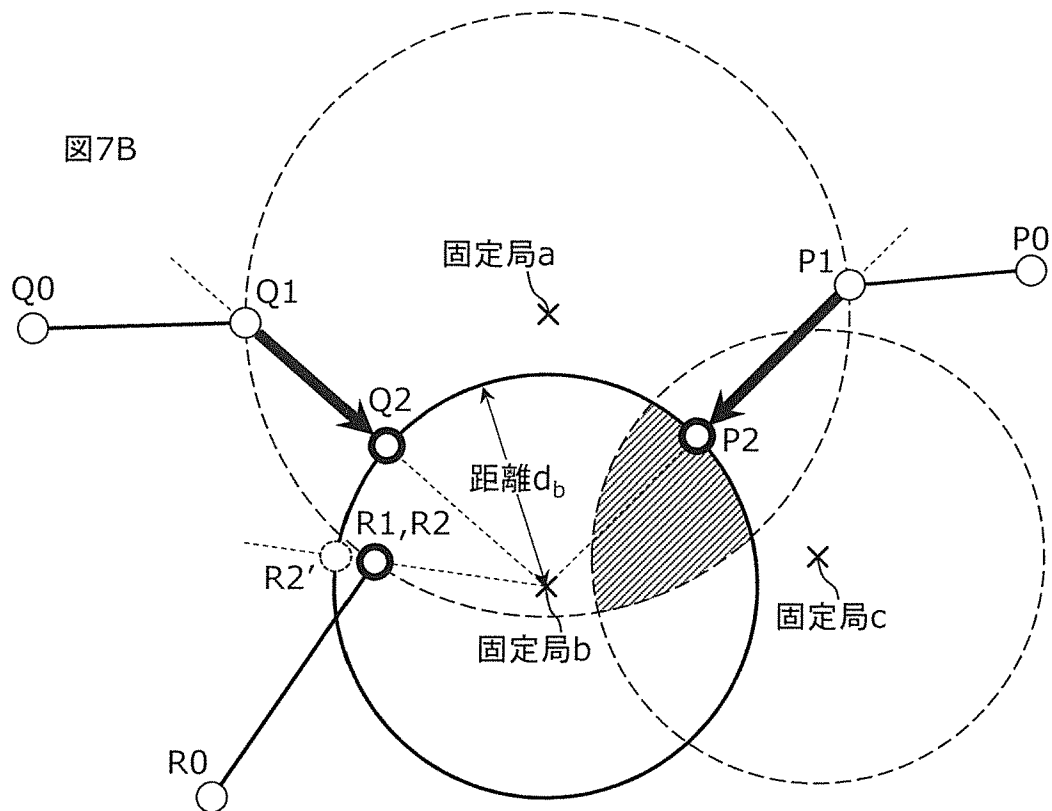
図6



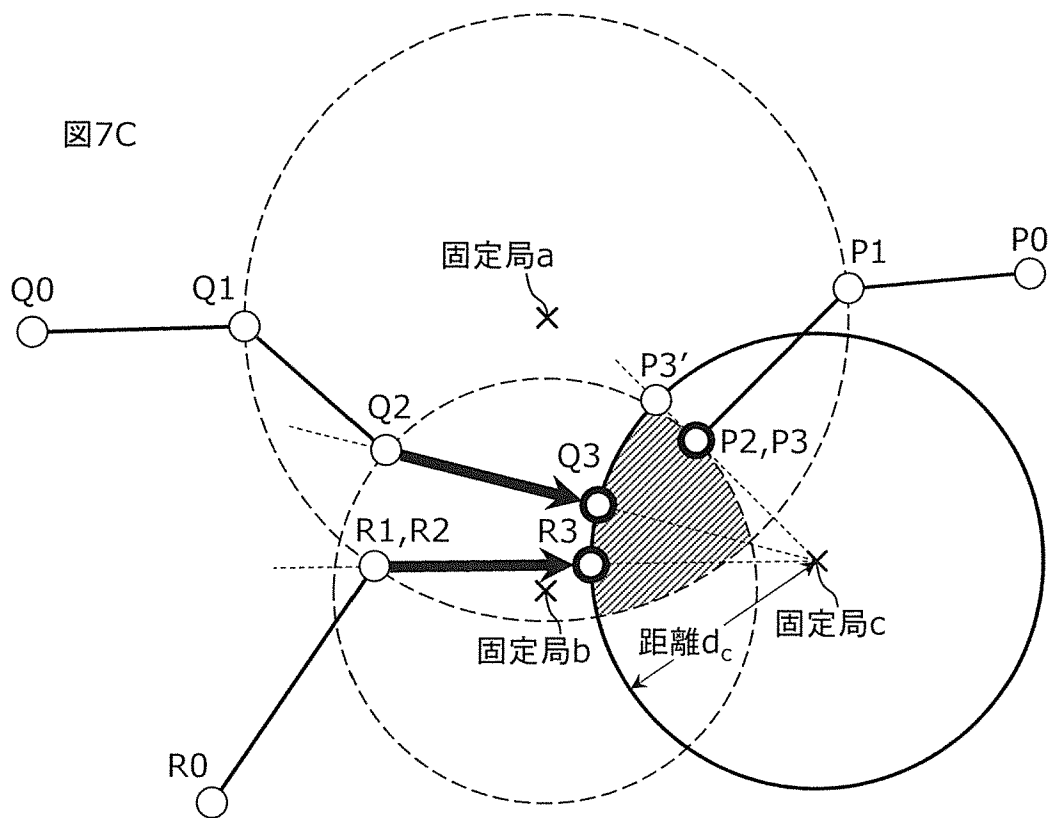
[図7A]



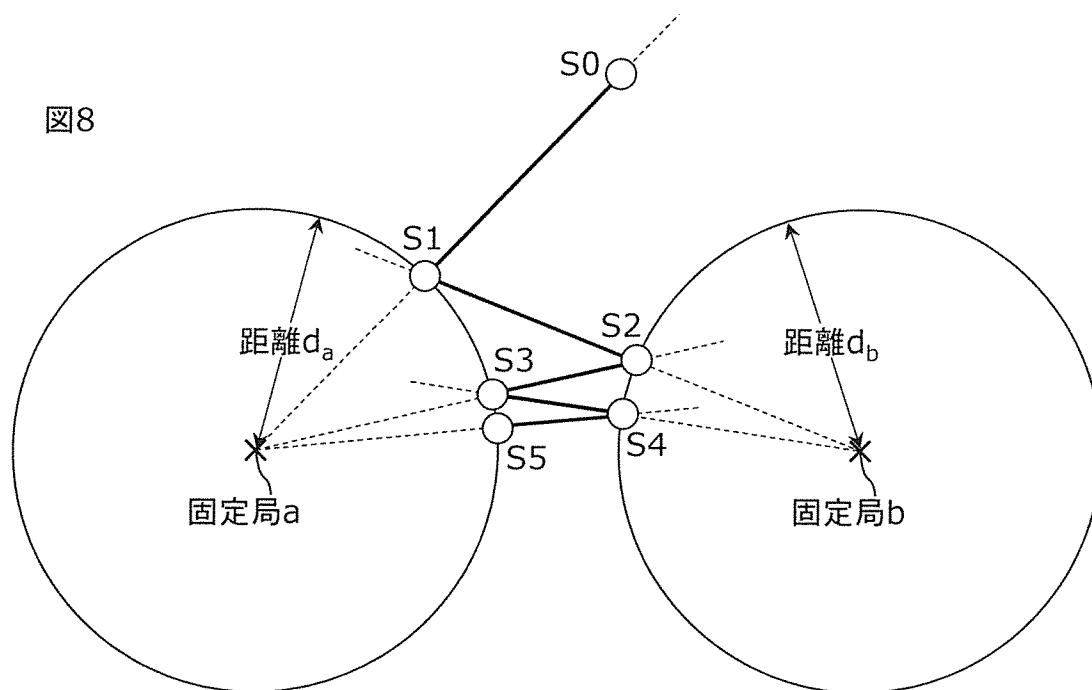
[図7B]



[図7C]

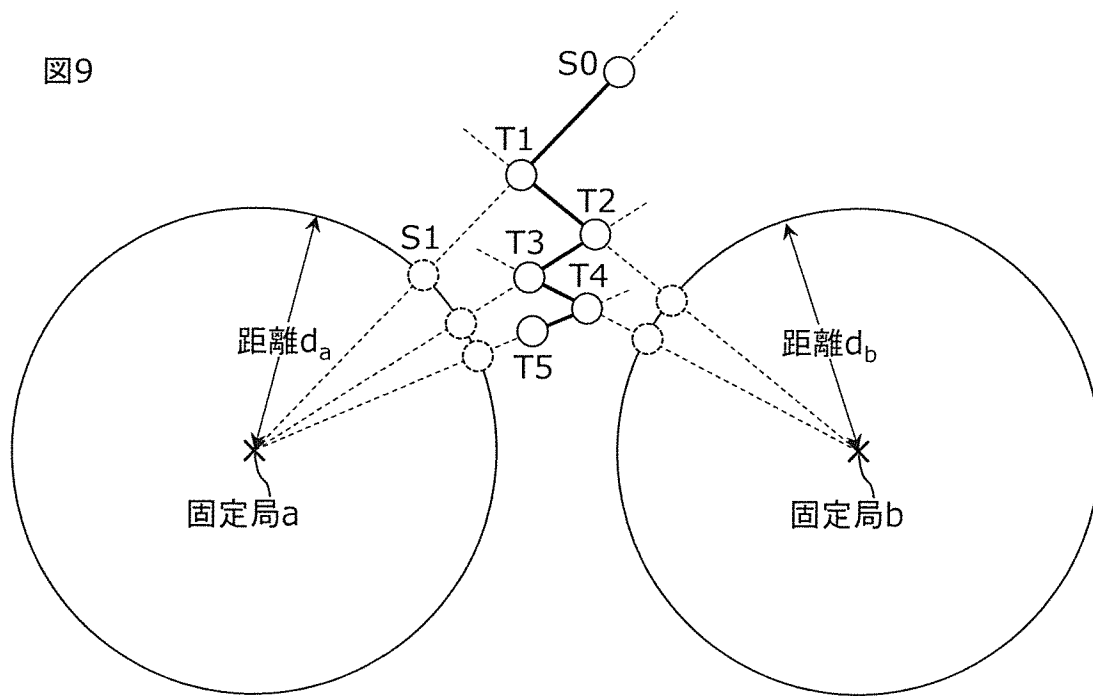


[図8]



[図9]

図9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/036655

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01S5/14 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. G01S5/14

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2017
Registered utility model specifications of Japan	1996-2017
Published registered utility model applications of Japan	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-508773 A (KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.) 05 April 2007, paragraphs [0005]-[0013], fig. 1-3 & US 2007/0052534 A1, paragraphs [0005]-[0022], fig. 1-3 & WO 2005/038480 A1 & KR 10-2007-0019953 A & CN 1867836 A	1-5
A	JP 2009-210582 A (NEC (CHINA) CO. LTD.) 17 September 2009, paragraphs [0058]-[0061], fig. 10-11 & CN 101526601 A	1-5
A	JP 2016-503492 A (QUALCOMM INCORPORATED) 04 February 2016, paragraphs [0027], [0038]-[0041], fig. 11 & WO 2014/062575 A1, paragraphs [0044], [0055]-[0058], fig. 11 & US 2014/0112375 A1 & CN 104718785 A & KR 10-2015-0076199 A	1-5
A	US 2014/0004878 A1 (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE) 02 January 2014, entire text, all drawings & KR 10-2014-0002206 A	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
19 December 2017 (19.12.2017)

Date of mailing of the international search report
09 January 2018 (09.01.2018)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01S5/14(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01S5/14

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2007-508773 A（コーニンクレッカ フィリップス エレクトロニクス エヌ ヴィ）2007.04.05, 段落 0005-0013, 図 1-3 & US 2007/0052534 A1, 段落 0005-0022, 図 1-3 & WO 2005/038480 A1 & KR 10-2007-0019953 A & CN 1867836 A	1-5
A	JP 2009-210582 A（エヌイーシー（チャイナ）カンパニー, リミテッド）2009.09.17, 段落 0058-0061, 図 10-11 & CN 101526601 A	1-5

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

19.12.2017

国際調査報告の発送日

09.01.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

中村 説志

2S

3206

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2016-503492 A (クゥアルコム・インコーポレイテッド) 2016.02.04, 段落 0027, 0038-0041, 図 11 & WO 2014/062575 A1, 段落 0044, 0055-0058, 図 11 & US 2014/0112375 A1 & CN 104718785 A & KR 10-2015-0076199 A	1-5
A	US 2014/0004878 A1 (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE) 2014.01.02, 全文、全図 & KR 10-2014-0002206 A	1-5