

(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2017-32469
(P2017-32469A)

(43) 公開日 平成29年2月9日(2017.2.9)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
GO1S 5/02 (2010.01) GO1S 5/02 Z 5J062
HO4W 64/00 (2009.01) HO4W 64/00 5K067

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2015-154583 (P2015-154583)	(71) 出願人	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22) 出願日	平成27年8月4日 (2015.8.4)	(74) 代理人	100107582 弁理士 関根 毅
		(74) 代理人	100117787 弁理士 勝沼 宏仁
		(74) 代理人	100118876 弁理士 鈴木 順生
		(72) 発明者	金山 史彰 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
		(72) 発明者	土井 裕介 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

最終頁に続く

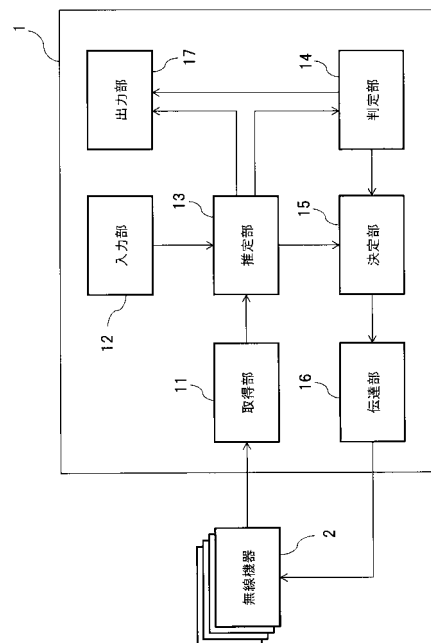
(54) 【発明の名称】 無線機器配置推定装置、無線機器配置推定方法、無線機器配置推定プログラム

(57) 【要約】

【課題】複数の無線機器と設置位置候補の組み合わせを特定することを目的とする。

【解決手段】本発明の一態様としての無線機器配置推定装置は、複数の無線機器同士間それぞれに係る通信または前記複数の無線機器同士間それぞれで送受信される電波に関する第1の情報を取得する第1取得部と、前記複数の無線機器の設置位置候補を取得する第2取得部と、前記第1の情報および前記設置位置候補に基づき、前記各無線機器の設置位置を前記設置位置候補のうちの異なる1つに特定した推定パターンを1つまたは複数算出する推定部とを備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の無線機器同士間それぞれに係る通信または前記複数の無線機器同士間それぞれで送受信される電波に関する第 1 の情報を取得する第 1 取得部と、
 前記複数の無線機器の設置位置候補を取得する第 2 取得部と、
 前記第 1 の情報および前記設置位置候補に基づき、前記各無線機器の設置位置を前記設置位置候補のうちの異なる 1 つに特定した推定パターンを 1 つまたは複数算出する推定部と
 を備える無線機器配置推定装置。

【請求項 2】

前記第 2 取得部は、前記設置位置候補同士間それぞれに係る電波伝搬モデルをさらに取得し、
 前記推定部は、前記設置位置候補と、前記第 1 の情報と、および前記電波伝搬モデルとに基づき、前記推定パターンを 1 つまたは複数算出する
 請求項 1 に記載の無線機器配置推定装置。

【請求項 3】

前記第 1 の情報には、前記無線機器である第 1 無線機器が出力した第 1 電波に対する、前記無線機器である第 2 無線機器の通信接続可否に関する第 2 の情報と、前記第 1 電波に対する前記無線機器である第 3 無線機器の通信接続可否に関する第 3 の情報とが含まれ、
 前記推定部は、前記設置位置候補と、前記第 2 の情報と、および前記第 3 の情報とに基づき、前記推定パターンを 1 つまたは複数算出する
 請求項 1 に記載の無線機器配置推定装置。

【請求項 4】

前記第 1 の情報には、前記無線機器である第 1 無線機器が出力した複数の出力電波のうち、前記無線機器である第 2 無線機器と通信接続を可能にしかつ最小の出力電力値である前記第 1 電波に関する第 2 の情報と、
 前記第 1 無線機器が出力した複数の出力電波のうち、前記無線機器である第 3 無線機器と通信接続を可能にしかつ最小の出力電力値である前記第 2 電波に関する第 3 の情報と、
 が含まれ、
 前記推定部は、前記設置位置候補と、前記第 2 の情報と、および前記第 3 の情報とに基づき、前記推定パターンを 1 つまたは複数算出する
 請求項 1 に記載の無線機器配置推定装置。

【請求項 5】

前記第 1 の情報には、前記無線機器である第 1 無線機器が出力した第 1 電波の出力電力に関する第 2 の情報と、前記第 1 電波を受信した前記無線機器である第 2 無線機器における第 1 電波の受信電力に関する第 3 の情報が含まれ、
 前記推定部は、第 2 の情報と、第 3 の情報と、前記電波伝搬モデルに基づき、前記第 1 無線機器と前記第 2 無線機器との距離を推定し、前記推定パターンを 1 つまたは複数算出する
 請求項 2 に記載の無線機器配置推定装置。

【請求項 6】

前記推定部は、与えられた確率密度分布関数に基づき、前記電波伝搬モデルに含まれるランダム値を決定し、前記第 2 の情報と、前記第 3 の情報と、および前記電波伝搬モデルとに基づき、前記第 1 無線機器と前記第 2 無線機器との距離を推定する
 請求項 5 に記載の無線機器配置推定装置。

【請求項 7】

前記第 1 の情報には、前記無線機器である第 1 無線機器が出力した第 1 電波に関する第 2 の情報と、前記第 1 無線機器と前記無線機器である第 2 無線機器との間の前記第 1 電波に基づく通信に関する第 3 の情報が含まれ、
 前記推定部は、前記設置位置候補に基づき、前記各無線機器と前記各設置位置候補の各

10

20

30

40

50

組み合わせからなる仮説パターンを複数算出し、前記第 2 の情報と、前記第 3 の情報と、および前記仮説パターンにおける前記第 1 無線機器の設置位置候補と前記第 2 無線機器の設置位置候補間の距離とを引数とする予め与えられた確率関数に基づき、

前記第 3 の情報の尤度を算出し、前記尤度に基づき、前記仮説パターンの尤度を算出し、前記仮説パターンの尤度に基づき、推定パターンを決定する

請求項 1 または 2 に記載の無線機器配置推定装置。

【請求項 8】

前記第 2 の情報は、前記第 1 電波の出力電力値であり、

前記第 3 の情報は、前記第 1 無線機器と前記第 2 無線機器との通信接続可否結果である
請求項 7 に記載の無線機器配置推定装置。

10

【請求項 9】

前記第 1 の情報には、前記無線機器である第 1 無線機器が出力した第 1 電波に関する第 2 の情報と、前記無線機器である第 2 無線機器が受信した前記第 1 電波に関する第 3 の情報が含まれ、

前記推定部は、前記設置位置候補に基づき、前記仮説パターンを複数算出し、前記第 2 の情報と、前記第 3 の情報と、および前記仮説パターンにおける前記第 1 無線機器の設置位置候補と前記第 2 無線機器の設置位置候補間の距離とに基づき、

前記第 3 の情報の尤度を算出し、前記尤度に基づき、前記仮説パターンの尤度を算出し、前記仮説パターンの尤度に基づき、推定パターンを決定する

請求項 1 または 2 に記載の無線機器配置推定装置。

20

【請求項 10】

前記第 2 の情報は、前記第 1 電波の出力電力値であり、

前記第 3 の情報は、前記第 1 電波の受信電力値である

請求項 9 に記載の無線機器配置推定装置。

【請求項 11】

前記無線機器の中から、第 4 無線機器と、第 5 無線機器と、および第 6 無線機器を選択し、与えられた電波伝搬モデルに基づき、前記第 5 無線機には通信接続できるが、前記第 6 無線機器には通信接続ができないように、前記第 4 無線機器から出力される出力電波の出力電力値を算出する決定部と、

前記出力電力値を前記第 4 無線機器に伝える伝達部と、

をさらに備える請求項 1 ないし 10 のいずれか一項に記載の無線機器配置推定装置。

30

【請求項 12】

前記無線機器である第 4 無線機器に対し、前記無線機器である第 5 無線機器と通信接続ができるまで出力電力値を増加させるように、または前記第 5 無線機器と通信接続ができなくなるまで出力電力値を減少させるように、指示を生成する決定部と、

前記指示を前記第 4 無線機器に伝える伝達部と、

をさらに備える請求項 1 ないし 10 のいずれか一項に記載の無線機器配置推定装置。

【請求項 13】

複数の無線機器同士間それぞれに係る通信または前記複数の無線機器同士間それぞれで送受信される電波に関する第 1 の情報を取得する第 1 取得ステップと、

前記複数の無線機器の設置位置候補を取得する第 2 取得ステップと、

前記第 1 の情報および前記設置位置候補に基づき、前記各無線機器の設置位置を前記設置位置候補のうちの異なる 1 つに特定した推定パターンを 1 つまたは複数算出する推定ステップと

をコンピュータが実行する推定方法。

40

【請求項 14】

複数の無線機器同士間それぞれに係る通信または前記複数の無線機器同士間それぞれで送受信される電波に関する第 1 の情報を取得する第 1 取得ステップと、

前記複数の無線機器の設置位置候補を取得する第 2 取得ステップと、

前記第 1 の情報および前記設置位置候補に基づき、前記各無線機器の設置位置を前記設

50

置位置候補のうちの異なる 1 つに特定した推定パターンを 1 つまたは複数算出する推定ステップと

をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、無線機器配置推定装置、無線機器配置推定方法、無線機器配置推定プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年の無線技術の発達により、GPS 機能を内蔵しない無線機器の位置を推定する技術が多数明らかにされている。これらの技術は、1 つの無線機器から発せられる電波または通信パケットなどを、他の無線機器にて受信させ、受信した電波の強弱、方向、または通信パケットの到達時間などにより、2 つの無線機器同士の距離および相対的な位置関係を推定する。そして、一方の無線機器の位置情報から、他方の無線機器の位置を求める。

【0003】

これら従来の位置推定技術では、少なくとも 1 つの無線機器の位置が特定されていることを前提とする。したがって、例えば、施設の施工図等により、複数の無線機器が設置された複数の位置を把握していても、各無線機器がいずれの位置に設置されたかが 1 つも判明していない場合、または配置の情報が信用できない場合などは、従来の技術では対応できない。これらの場合は、少なくとも 1 つの無線機器の位置を、目視等により、確定させる必要がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2014 - 003381 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の実施形態は、複数の無線機器の設置位置を特定することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一態様としての無線機器配置推定装置は、複数の無線機器同士間それぞれに係る通信または前記複数の無線機器同士間それぞれで送受信される電波に関する第 1 の情報を取得する第 1 取得部と、前記複数の無線機器の設置位置候補を取得する第 2 取得部と、前記第 1 の情報および前記設置位置候補に基づき、前記各無線機器の設置位置を前記設置位置候補のうちの異なる 1 つに特定した推定パターンを 1 つまたは複数算出する推定部とを備える。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図 1】本発明の一実施形態に係る無線機器配置推定装置の概略構成の一例を示すブロック図。

【図 2】設置位置候補の一例を示す図。

【図 3】配置推定の一例を示す図。

【図 4】配置推定の他の一例を示す図。

【図 5】ランダム値 X を算出する方法の一例を示す図。

【図 6】発生確率 P_r の一例を示す図。

【図 7】無線機器配置推定装置 1 の全体処理のフローチャート。

【図 8】本発明の一実施形態に係るハードウェア構成の一例を示すブロック図。

【発明を実施するための形態】

10

20

30

40

50

【0008】

以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態について説明する。

(本発明の一実施形態)

図1は、本発明の一実施形態に係る無線機器配置推定装置の概略構成の一例を示すブロック図である。本発明の一実施形態に係る無線機器配置推定装置1は、取得部11、入力部(第2取得部)12、推定部13、判定部14、決定部15、伝達部16、出力部17を備える。また、無線機器配置推定装置1は、複数の無線機器2と、図示しない通信ネットワークを介して、接続されている。無線機器配置推定装置1と無線機器2との間のデータのやり取りは、当該通信ネットワークを介して行われる。通信ネットワークは、有線ネットワークでも、無線ネットワークでも、有線および無線のハイブリッドネットワークでもよい。

10

【0009】

無線機器配置推定装置1は、無線機器2から直接または間接的に取得した情報および、ユーザまたは他のシステム等から入力された設置位置の候補に基づき、各無線機器2の配置を推定する。

【0010】

図2は、設置位置候補の一例を示す図である。図2(A)の四角の枠内に、複数の設置位置候補(3Aから3Lまで)が灰色の丸で示されている。設置位置候補には無線機器2(2Aから2Lまで)が設置されているが、いずれの無線機器2がいずれの設置位置候補に設置されているかは不明とする。つまり、無線機器配置推定装置1は、各無線機器2と各設置位置候補の組み合わせを推定する。推定された、各無線機器2と各設置位置候補の各組み合わせからなる配置パターンを、推定パターン(推定結果)と称する。また、想定可能な配置パターンを、ここでは、仮説パターンと称する。図2(B)は、仮説パターンの一例を示す図である。無線機器配置推定装置1は、全ての仮説パターンから推定パターンを絞り込んでもよいし、各無線機器2と各設置位置候補の組み合わせを推定していき、1つの推定パターンを算出してもよい。なお、推定パターンと仮説パターンは、どのように表記されてもよい。

20

【0011】

各無線機器2は、無線電波を通じて、他の無線機器2と直接に無線通信が可能なものとする。また、無線機器2は、無線機器配置推定装置1からの指示に応じて、無線電波の出力電力値を変更できることを想定しているが、変更できなくともよい。また、無線機器2は、無線機器配置推定装置1からの指示を受けて出力する電波の出力値を変更することを想定しているが、無線機器2自らが判断して出力値を変更してもよい。

30

【0012】

以下、無線機器配置推定装置1の各部について説明する。

【0013】

取得部11は、無線機器2から、通信ネットワークを介して、測定情報を収集する。測定情報は、無線機器配置推定装置1が無線機器2の配置を推定するために必要な情報であり、各無線機器同士の通信または電波などに関する情報が考えられる。測定情報の詳細については、推定部13の説明にて後述する。

40

【0014】

測定情報は、任意のタイミングで、取得部11がポーリングして取得してもよい。もしくは、無線機器2が、任意のタイミングで、取得部11に送信してもよい。IPアドレスなど、無線機器2と通信するための情報は、予め入力部12を介して、ユーザまたは他のシステムから取得しておけばよい。

【0015】

入力部12は、ユーザまたは他のシステム等を介して、無線機器2の設置位置の候補を取得する。設置位置候補は、2次元または3次元の座標の情報にて表されることが想定される。座標上の位置の表現方法は、例えば、x軸、y軸およびz軸上の位置、または基準点からの距離および角度など様々あるが、特に限定されるものではない。

50

【 0 0 1 6 】

入力部 1 2 は、ユーザまたは他のシステム等を介して、無線機器 2 の設置位置候補同士間それぞれにおける電波伝搬モデルを取得する。電波伝搬モデルは、無線機器 2 の無線電波の伝搬に関するモデル式である。電波伝搬モデルは、無線機器 2 の設置される環境等によって様々なモデル式が想定されるが、特に限定されるものではない。なお、電波伝搬モデルには、電波の壁面での反射等、無線機器 2 が設置されている環境の影響を反映してもよい。

【 0 0 1 7 】

推定部 1 3 は、各無線機器 2 と各設置位置候補の組み合わせを推定し、推定パターンを算出する。ここでは、推定部 1 3 の処理を配置推定と称する。配置推定を行う方法は、様々な方法が考えられるが、各設置位置候補間の距離、測定情報、および電波伝搬モデルなどが用いられる。

10

【 0 0 1 8 】

各設置位置候補同士間の距離は、入力部 1 2 から取得した設置位置候補に基づき、推定部 1 3 が算出すればよい。距離の計算方法は予め決めておき、入力された設置位置候補の情報に応じて、推定部 1 3 が計算方法を選択すればよい。なお、設置位置候補同士間の距離が、入力部 1 2 などを介して、予め取得されている場合は、算出せずともよい。

【 0 0 1 9 】

測定情報としては、無線通信接続の可否、パケットロス率、遅延などの通信に関する情報、および出力する電波の電力値および強度、受信信号強度 (RSSI: Received Signal Strength Indicator)、信号対雑音比 (SNR: Signal to Noise Ratio)、周波数、偏光、フェージングなどの電波に関する情報が想定される。なお、上記は一例であり、特に限定されるものではなく、利用可能な情報であればよい。また、複数の測定情報を用いてもよい。

20

【 0 0 2 0 】

推定部 1 3 は、測定情報に基づき、各無線機器 2 同士間の距離を推定する。電波は、一般的に、伝達距離が大きいほど減衰し、受信側の無線機器 2 が復号を行う際に必要とする電波強度よりも減衰すると、通信が成立しなくなる。したがって、2 つの無線機器 2 同士間で無線通信が成立する場合は、当該無線機器 2 同士は比較的近距离に配置されており、無線通信が成立していない場合は、当該無線機器 2 同士は遠距離に配置されていると推定

30

【 0 0 2 1 】

また、測定情報には、アンテナの向き、角度、電波シールド、増幅回路のゲインといった電波の送受信に用いられるアンテナの情報を含めてもよい。例えば、電波の送信時に複数のアンテナを用いることで、電波到達の距離、角度、位置を限定することができ、推定パターンを絞ることができる。アンテナの指向性は、アンテナの向き、電波シールドなどによって調整することが可能である。また、無線機器 2 が複数のアンテナを有する場合は、送信アンテナまでの距離、角度、位置を推定できる場合がある。その場合は、位置情報を測定情報に含めることで、より精度の高い推定が可能になる。

40

【 0 0 2 2 】

(推定方法 1)

図 3 は、配置推定の一例を示す図である。この配置推定では、各設置位置候補間の距離と、測定情報として無線通信接続の可否結果を用いる。図 3 (A) では、遮蔽物のない自由空間中に、3 つの無線機器 2 A、2 B、2 C と、3 つの設置位置候補 3 A、3 B、3 C と、が存在すると仮定する。3 A と 3 B との距離は d (d は正の実数)、3 B と 3 C との距離は d 、3 A と 3 C との距離は $2d$ とする。各無線機器は、いずれかの設置位置候補に、重複なく設置されているとする。ここでは、実際の無線機器 2 の配置は、設置位置候補 3 A に 2 A が、設置位置候補 3 B に 2 B が、設置位置候補 3 C に 2 C が設置されているとする。この配置を、 $(3 A, 3 B, 3 C) = (2 A, 2 B, 2 C)$ と表す。無線位置推定

50

装置 1 は、各無線機器と各設置位置候補の正しい組み合わせを認識していないとする。

【0023】

無線機器 2 A は、出力電力値 W_{d-2d} にて無線電波を送信しており、当該無線電波に対する無線機器 2 B および 2 C の無線通信接続の可否は、測定情報として、推定部 1 3 が取得しているものとする。出力電力 W_{d-2d} は、距離が d だけ離れた無線機器と無線通信するのに十分な出力電力であり、かつ距離 $2d$ だけ離れた無線機器と無線通信するには不十分な出力電力とする。

【0024】

なお、この無線通信接続の可否は、無線機器 2 A が記録してもよいし、無線機器 2 B および 2 C が記録してもよい。無線機器 2 A は、無線電波を送信した後に、応答が返ってきたか否かにより、無線通信接続の可否を判別することができる。また、無線機器 2 B および 2 C は、無線機器 2 A が無線電波を送信する時刻を予め通知しておけば、無線通信接続の可否を判別することができる。また、受信側の無線機器 2 が記録する場合は、送信側の無線機器 2 が、複数の受信側の無線機器 2 から、1 度に複数の無線通信接続の可否結果を受信するという事態を防ぐことができる。

10

【0025】

推定部 1 3 は、仮説パターンを算出する。図 3 (A) の例では、図 3 (B) に示す通り、仮説パターンは、全部で 6 パターンとなる。仮説パターンは、公知の探索アルゴリズムを用いて、算出すればよい。なお、仮説パターンは、入力部 1 2 を介して、他のシステムなどから取得してもよい。

20

【0026】

次に、推定部 1 3 は、測定情報から無線機器 2 A と各無線機器 2 の無線通信接続の可否を参照し、仮説パターンを限定する。無線機器 2 A は出力電力 W_{d-2d} にて出力電波を発しているので、無線機器 2 B との通信接続は可であり、無線機器 2 C との通信接続は否である。ゆえに、推定部 1 3 は、無線機器 2 A と無線機器 2 B との距離は、無線機器 2 A と無線機器 2 C との距離より短いと推定する。

【0027】

また、推定部 1 3 は、入力された設置位置候補に基づき、3 つの設置位置候補 3 A、3 B、3 C の距離を算出し、3 A と 3 B 間の距離と、3 B と 3 C 間の距離 d であると認識する。以上により、設置位置候補 3 B には無線機器 2 A が存在せず、無線機器 2 B が存在すると推定できる。したがって、6 つの仮説パターンを、仮説パターン 1 または仮説パターン 6 の 2 つにまで絞り込むことができる。なお、推定部 1 3 は、測定情報から、仮説パターンをこれ以上絞り込むことができない場合は、絞り込んだパターン全てを推定パターンとしてもよい。

30

【0028】

なお、推定部 1 3 は、位置を推定するために必要な情報が不足しているときなど、必要な情報を要求してもよい。例えば、図 3 の例において、無線機器 2 A が、距離が d だけ離れた無線機器と無線通信するのに不十分な出力電力にて無線電波を送信し続けた場合、推定部 1 3 は、いつまでも配置推定をすることができない。そこで、推定部 1 3 は、無線機器 2 A に対し、出力電力 W_{d-2d} にて無線電波を出力するように要求してもよい。

40

【0029】

また、出力電力 W_{d-2d} の情報を得て、配置パターンを 2 つに絞った後は、設置位置候補 3 A と 3 B 間と、設置位置候補 3 B と 3 C 間の距離が同じであるため、これ以上、距離に関する情報を取得しても、1 つに絞ることができない。そこで、推定部 1 3 は、推定に必要な向きに関する情報、例えば、左右方向のゲインが異なる、指向性のあるアンテナなどの情報を送信するよう、要求してもよい。

【0030】

但し、アンテナの向きも相対的な情報であるため、図 2 や図 3 (A) のように設置位置候補が対称系に並んでいる場合、仮説パターンを 1 つに絞ることはできない。例えば、図 3 (A) において、無線機器 2 A のアンテナの向きが正面に対し右を向いていると判明し

50

ても、無線機器の正面の方向が不明では、無線機器 2 A が設置位置候補 3 A に設置されているか、3 C に設置されているかは特定できない。このように、設置位置候補が対称形の場合は、最終的にパターンを 1 つに絞ることはできないので、推定結果は複数のパターンを出力することになる。

【0031】

なお、ここでは、無線機器 2 の位置が一つも判明していない場合を述べているが、設置位置が確定している無線機器（アンカーノード）の情報や、無線機器 2 以外の機器の位置情報を利用できる場合には、これらの情報を用いて推定を行ってもよい。

【0032】

（推定方法 2）

上記例では、無線機器 2 は、出力電力値 W_{d-2d} にて電波を出力すると想定したが、ここでは、無線機器 2 が、出力電力値を変化させ、他の各無線機器と通信接続することができた出力電力値を取得した場合を想定する。

【0033】

この例では、図 3 の例と同じ状況において、無線機器 2 は、 n (n は正の実数) 個の出力電力の一群である W_s ($W_s = \{W_0, W_1, \dots, W_n\}$) に基づき、 W_s に含まれる出力電力を定期的に出力する場合を想定する。出力電力群 W_s に関する情報は、無線機器配置推定装置 1 から取得すればよい。無線機器配置推定装置 1 は、 W_s に含まれる各出力電力値を、ランダムに定めてもよいし、等比・等差数列のように一定の差分または比率によって定めてもよい。また、これらの値は、入力部 12 を介して、ユーザが入力してもよい。

【0034】

また、無線機器配置推定装置 1 は、無線機器 2 に対し出力電力値 W_s を与えるのではなく、他の各無線機器 2 と通信接続ができるまで、もしくはできなくなるまで、出力電力値を増減させるように指示してもよい。

【0035】

無線機器 2 は、他の無線機器 2 ごとに、無線通信接続が可能であった場合の出力電力値のうち最小の出力電力値と、相手先の無線機器 2 の ID を、測定情報として、無線機器配置推定装置 1 に送信する。なお、受信側の無線機器 2 が、無線機器配置推定装置 1 に送信してもよい。または、無線機器配置推定装置 1 の取得部 11 または推定部 13 が、測定情報に含まれる全ての受信電力から、通信接続可否の結果に基づき、各無線機器 2 同士間で通信接続可能であった最小の受信電力を抽出してもよい。

【0036】

図 4 は、配置推定の他の一例を示す図である。図 4 (A) は、各無線機器 2 同士間における無線電波の最小出力電力値の表である。例えば、 W_{ab} は、送信側が 2 A、受信側が 2 B のときの最小出力電力値を示す。図 4 (B) は、各仮説パターンにおいて、図 4 (A) で示した最小出力電力値が満たすべき条件（判別条件）を示す表である。パターン 1 であれば、設置位置候補 3 A と 3 B 間と、設置位置候補 3 B と 3 C 間は、距離 d で同一であるため、 W_{ab} と W_{bc} はほぼ同じ値となる。一方、設置位置候補 3 A と 3 B 間は、設置位置候補 3 A と 3 C 間の半分の距離であるため、 W_{ab} は W_{ac} よりも小さいといえる。したがって、パターン 1 であるためには、これら 2 つの条件式を満たす必要がある。

【0037】

推定部 13 は、無線機器 2 同士間の距離を求めた際に、仮説パターンと条件式を算出しておくことで、取得した各最小出力電力値から、仮説パターンを絞り、推定パターンを算出する。

【0038】

（推定方法 3）

上記例では、各無線機器 2 同士間において、距離または通信接続可能な最小出力電力値を比較することにより、仮説パターンを限定している。その方法以外に、電波伝搬モデルを用いて、通信接続可能な距離を算出し、仮説パターンを限定することもできる。電波伝

10

20

30

40

50

搬モデルを用いて推定する場合を以下に述べる。

【 0 0 3 9 】

推定部 1 3 は、測定情報である出力電力値 W_{d-2d} と、与えられた電波伝搬モデルに基づき、距離 d 離れた地点、および距離 $2d$ 離れた地点において、通信接続の可否を計算する。電波伝搬モデルは様々なモデルを用いてよい。また、各無線機器 2 同士間において用いる電波伝搬モデルを変えてもよい。ここでは、一例として、自由空間における電波伝搬モデルを用いる場合を説明する。自由空間における電波伝搬モデルは、次式で表される。

【 数 1 】

$$W_r(x) = \frac{G_s G_r}{\Gamma(x)} W$$

10

x は送信側の無線機器 2 からの距離を表し、 $W_r(x)$ は距離 x にある無線機器 2 が受信する受信電力を表す。 W は送信側の無線機器 2 の出力電力、 G_s は送信側の無線機器 2 のアンテナゲイン、 G_r は受信側の無線機器 2 のアンテナゲイン、 $\Gamma(x)$ は距離 x における自由空間伝搬損失 (パスロス) を表す。また、自由空間伝搬損失 $\Gamma(x)$ は、無線電波の波長を λ とすると、次式で表される。

【 数 2 】

$$\Gamma(x) = \left(\frac{4\pi x}{\lambda} \right)^2$$

20

ゆえに、 $W_r(x)$ は、次式のように表される。

【 数 3 】

$$W_r(x) = \left(\frac{\lambda}{4\pi x} \right)^2 G_s G_r W$$

【 0 0 4 0 】

ここで、受信側の無線機器 2 において、通信接続を可能とする最低限必要な受信電力を W_{rmin} とすると、受信電力 $W_r(x)$ が W_{rmin} より小さい場合、通信接続が不可となる。出力電力 W_{d-2d} は、距離が d だけ離れた無線機器と無線通信するのに十分な出力電力であり、かつ距離 $2d$ だけ離れた無線機器と無線通信するには不十分な出力電力と定義したので、下記の数式を満たすことになる。

30

【 数 4 】

$$W_r(d) = \left(\frac{\lambda}{4\pi d} \right)^2 G_s G_r W_{d-2d} > W_{rmin} > W_r(2d) = \left(\frac{\lambda}{4\pi(2d)} \right)^2 G_s G_r W_{d-2d}$$

【 数 5 】

$$\left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right)^2 \frac{W_{rmin}}{G_s G_r} < W_{d-2d} < 4 \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right)^2 \frac{W_{rmin}}{G_s G_r}$$

40

【 0 0 4 1 】

推定部 1 3 は、上記式を用いて、出力電力値 W_{d-2d} では、距離 d は通信接続可能だが、距離 $2d$ では通信接続が不可であると判断する。そして、無線機器 2 A と無線機器 2 B との通信接続は可という結果から、無線機器 2 A と無線機器 2 B の距離は d と判断する。また、無線機器 2 A と無線機器 2 C との通信接続は否であるという結果から、無線機器 2 A と無線機器 2 B の距離は $2d$ と判断する。これにより、電波伝搬モデルを用いた場合も、6 つの仮説パターンを、仮説パターン 1 または仮説パターン 6 の 2 つにまで絞り込むことができる。

【 0 0 4 2 】

値の算出に必要な G_s 、 G_r 、 W_{rmin} は、入力部 1 2 を介して、ユーザまたは

50

他のシステムから取得すればよい。ゲイン G_s 、 G_r は、取得部 11 を介して、無線機器 2 から取得してもよい。なお、ゲイン G_s 、 G_r が未知であり、無線機器 2 から取得できない場合、または環境の影響等を加味する場合は、同機種の無線機器を電波暗室等で測定することで、ゲイン G_s 、 G_r を算出してもよい。また、ゲインは、アンテナの角度により、その値が変化する。ゆえに、仮説パターンを算出した後で、当該仮説パターンにおける無線機器 2 の位置関係から角度を求め、ゲイン G_s 、 G_r を算出し、再度推定部に推定させることで、推定結果の信頼性を高めてもよい。

【0043】

また、通信接続可否ではなく、受信側の無線機器 2 の受信電力を測定情報として受け取り、受信電力 $W_r(x)$ に代入することで、送信側の無線機器 2 と受信側の無線機器 2 との距離 x を求めてもよい。

10

【0044】

(推定方法 4)

上記例では、自由空間における電波伝搬モデルを用いたが、実際の環境では、マルチパスフェージングまたはシャドウイングなどの影響を受ける。ゆえに、通信接続可能な距離にもかかわらず通信接続が否となる場合も、通信接続不可能な距離にもかかわらず通信接続が可となる場合も、あり得る。そこで、通信接続の可否ではなく、受信信号強度 $RSSI$ にて、推定する方法を説明する。

【0045】

受信信号強度 $RSSI$ は、自由空間における電波伝搬モデルと、ランダムな値 X を用いて、次式のように表される。

20

【数 6】

$$W_r(x) = \frac{G_s G_r}{\Gamma(x)} W + X$$

【0046】

実際に、このランダム値 X を判定し、実際の受信強度を算出することは極めて困難である。ゆえに、ランダム値 X は、無線機器 2 が設置されている環境と同等の環境下における実測値に基づき、近似する。

【0047】

図 5 は、ランダム値 X を算出する方法の一例を示す図である。図 5 (A) は、 $RSSI$ の実測値を示す図である。実測値は、無線機器 2 が設置されている環境と同等の環境下における実験などにより、事前に得ておくものとする。 $RSSI$ の実測値 $W_r(x)$ から、距離に依存する $\Gamma(x)$ を含む数式 6 の右辺の第 1 項の近似値を減算することで、ランダム値 X を算出する。図 5 (B) は、ランダム値 X のヒストグラムである。このヒストグラムにより、ある一定範囲に属するランダム値の個数を把握することができる。このように推定されたランダム値 X のヒストグラムから、ある一定範囲に含まれる個数を、ヒストグラム全体の個数にて除算することで、確率密度分布を算出し、この確率密度分布に基づき、使用する電波伝搬モデルのランダム値 X を定めてもよい。

30

【0048】

推定部 13 が、電波伝搬モデルのランダム値 X を決定した後は、上記推定方法と同様に、距離 d および、距離 $2d$ において、通信接続の可否を判断し、通信接続の可否結果と比較してもよい。または、受信側の無線機器 2 の受信電力に基づき、送信側の無線機器 2 と受信側の無線機器 2 との距離 x を求めてもよい。

40

【0049】

(推定方法 5)

先ほどの例でも述べたが、実際の無線通信では、マルチパスや障害物の存在などにより、自由空間での電波伝搬特性とは異なった伝播をする。また、ランダム値 X は、確率密度分布により推定するが、適切な値になるとは限らない。そのため、正しい仮説パターンでも、通信接続可否または受信電力値などの測定情報が、与えられた電波伝搬モデルを満た

50

さないときがあり、推定部 13 がその仮説パターンを排除してしまうと、正しい仮説パターンが得られなくなる。そこで、推定部 13 は、ある事象の発生確率 P_r に基づき、その事象が発生する尤度および仮説パターン全体の尤度を算出し、最尤の仮説パターンを、推定パターンとする。

【0050】

図 6 は、発生確率 P_r の一例を示す図である。図 6 の発生確率 P_r は、ある所定の出力電力 W が出力されたとき、距離 d における通信接続可否の確率を示すものとする。図 6 の横軸は送信側の無線機器 2 からの距離 d 、縦軸はその距離 d において、受信側の無線機器 2 との通信接続可否の確率 $P_r(d)$ を表す。推定部 13 は、この確率関数 $P_r(d)$ に基づき、事象の尤度を算出する。例えば、図 6 によると、距離 d が 1.0 のとき、 $P_r(d)$ は 0.35 程度であるから、距離が 1.0 程度離れた無線機器 2 とは、0.35 程度の確率で通信接続が可能であることを意味する。ゆえに、推定部 13 は、距離が 1.0 離れた無線機器 2 が、通信接続ができた場合、この事象の尤度を $P_r(1.0) = 0.35$ とする。通信接続ができなかった場合は、この事象の尤度を $1 - P_r(1.0) = 0.65$ とする。このように、確率関数の値が低い場合に、通信接続ができないという事象は、確からしいと言え、通信接続ができるという事象は、確からしくない(珍しい)と言える。

10

【0051】

なお、確率関数 P_r は、通信接続可否の確率に限定されるものでなく、電波伝搬モデルを満たす確率でもよい。例えば、受信信号強度 $RSSI$ の電波伝搬モデルが与えられたときは、距離 d における実際の受信信号強度 $RSSI$ が、電波伝搬モデル式で算出された受信信号強度 $RSSI$ 以下である確率などとしてもよい。

20

【0052】

確率関数 P_r は、入力部 12 を介して、ユーザまたは他のシステムから取得すればよい。確率関数 P_r は、同じ環境下等による実験により求めたものを近似してもよいし、予め無線機器 2 から取得した測定情報に基づき算出してもよいし、簡易なべき乗関数などを使ってもよい。

【0053】

想定される仮説パターンを H_i ($H_i = \{H_1, H_2, \dots, H\}$) とする。推定部 13 は、確率関数 P_r に基づき、当該仮説パターン H_i における通信接続可否に関する尤度 $P_H(H_i)$ を求める。 $P_H(H_i)$ は、次式で表される。

30

【数 7】

$$P_H(H_i) = \prod p_A(x, y, i)$$

$p_A(x, y, i)$ は、仮説パターン H_i における無線機器 x と無線機器 y 間において生じた事象の尤度を表す。先に説明したとおり、事象の尤度は、事象の発生確率 P_r と $1 - P_r$ で表される。つまり、仮説パターン H_i において、無線機器 x と無線機器 y との間で事象が発生した場合、例えば通信接続可否が可であった場合、 $p_A(x, y, i)$ は、 p_r を意味する。無線機器 x と無線機器 y との間で事象が発生しない場合、例えば通信接続可否が否であった場合、 $p_A(x, y, i)$ は、 $1 - p_r$ を意味する。推定部 13 は、全ての無線機器 2 同士間における事象の尤度を積算し、当該仮説パターンの尤度を算出する。

40

【0054】

推定部 13 は、 $P_H(H_i)$ の計算を、全ての仮説パターンに対して行ってもよいし、一部の仮説パターンに対して行ってもよい。例えば、他の推定方法により予め仮説パターンが絞られている場合、または仮説パターンの個数が所定の数より多い場合などは、一部の仮説パターンに行くことが考えられる。また、無線電波が複数回出力された場合には、各出力を独立試行とみなし、出力ごとに確率計算をしてもよい。そして、算出した $P_H(H_i)$ のうち最大の $P_H(H_i)$ となる仮説パターンを最尤の仮説パターンとして決定する。

50

【 0 0 5 5 】

この推定方法では、図 3 の例のように無線機器 2 の台数が少ない場合は、すべての仮説パターンを対象としても問題はない。しかし、無線機器 2 の数の増加に伴い、仮説パターンの数および無線機器 2 同士間の数は、爆発的に増加する。配置パターン数は、通常、無線機器 2 の数を n とすると、 n の階乗となる。なお、設置位置候補に対称性がある場合は、減少する。また、任意の 2 つの無線機器 2 の組み合わせ数は $n C 2$ となる。例えば、無線機器 2 の数が 20 の場合、パターン数が約 2.4×10^{18} 、組み合わせ数は 190 となる。したがって、全ての仮説パターンの P_H およびすべての無線機器 2 同士間の $p_A(x, y, i)$ を算出するのは、現実的ではない。そこで、推定部 13 は、簡単な乱択法を用いて、一部の仮説パターンと、一部の無線機器 2 を対象として、推定を行ってもよい。

10

【 0 0 5 6 】

乱択法は、計算の対象候補が複数あるときに、ID など予め与えられた順番で対象候補を選択することはせず、複数の対象候補から対象候補をランダムに選択する方法である。例えば、予め与えられた順番で対象候補を選択していくと、初めのほうに尤度の低い仮説パターンが固まっている場合、尤度の高い仮説パターンを発見するまでの時間が長くなる。これに対し、乱択法で計算する場合は、尤度の高い仮説パターンを発見するまでの時間は、仮説パターンの偏りに影響されることはない。したがって、乱択法を用いて、所定の回数まで計算を行うことにより、対象候補全てに対して計算を行わなくとも、ある程度、正しい結果を得ることが可能になる。また、乱択法以外に、GA 法など公知の探索アルゴリズムを用いてもよい。

20

【 0 0 5 7 】

推定部 13 は、仮説パターンを S (S は 2 以上の整数) 個用意する。この S 個の仮説パターンは任意に決めてよい。無線機器 2 を設置位置候補にランダムに配置してもよいし、ユーザが指定してもよい。また、各無線機器 2 には、配置された設置位置候補に対する評価値の初期値を設定する。評価値の初期値は任意に決めてよい。

【 0 0 5 8 】

推定部 13 は、1 つの仮説パターンからランダムに選ばれた 2 つの無線機器 2 を入れ替える。入れ替えた後の仮説パターンの尤度の差分 P_H が増加すれば、入れ替え前の位置の評価値を下げ、入れ替え後の位置の評価値を上げる。また、入れ換えによって生成されたパターンを仮説パターンに追加する。この入れ替えは、複数回繰り返してよい。推定部 13 は、上記入れ替えを、仮説パターン全てに実施する。そして、仮説パターンを、尤度の高い順にソートし、上位 N (N は 1 以上、 S 未満の整数) 組で切り捨てる。そして、上位 N 組に対し同じ処理を行う。この処理が繰り返し替えされ、尤度の最も高い P_H が 1 つ選ばれることになる。繰り返しの回数は任意でよい。また、評価値が予め定められた基準値を越えたときなど、繰り返しの終了条件を定めてもよい。

30

【 0 0 5 9 】

また、推定部 13 は、繰り返しの際に、仮説パターンを絞り込むために、決定部 15 などを介して、無線機器 2 に指示を送ってもよい。例えば、特定の無線機器 2 に対し出力電力 W を変更させることで、特定の無線機器 2 の設置位置を絞り込んでもよい。

【 0 0 6 0 】

推定部 13 が設置位置を絞り込む方法の一例を以下に説明する。特定の無線機器 2 の設置位置候補が共通する仮説パターンの集合を、推定集合 PS とする。また、設置位置候補が共通する無線機器 2 の集合を、共通無線機器集合 C とする。例えば、無線機器 2 A の設置位置候補が共通する仮説パターンを集めた場合に、無線機器 2 B の設置位置の設置位置候補も全ての仮説パターンで共通であれば、無線機器 2 B も共通無線機器集合 C に含める。次に、共通無線機器集合 C に含まれない、ある無線機器 r を選択する。推定集合 PS に含まれる仮説パターンにおいて、無線機器 r の設置位置を確認し、無線機器 r の設置位置を無線機器 r の設置位置候補の集合 L に含める。無線機器 r は、共通無線機器集合 C に含まれていないため、集合 L には、必ず 2 つ以上の設置位置候補が含まれる。そして、共通無線機器集合 C に含まれる、ある無線機器 c に対し、集合 L に含まれる設置位置候補の一

40

50

部に届き、他の一部に届かないような出力電力値 W_c にて電波を出力するように指示する。無線機器 c が、指示に従い出力電力値 W_c にて電波を出力すれば、無線機器 r との通信接続可否によって、集合 L に含まれる設置位置候補を絞ることができる。

【0061】

出力電力値 W_c は、決定部 15 が電波伝搬モデルにて計算してもよい。また、出力電力値を指示するのではなく、出力電波を調整するように指示してもよい。調整を指示された無線機器 c は、現在の出力電力において、無線機器 r と通信接続できている場合は出力電力を下げ、無線機器 r と通信接続できていない場合は出力電力を上げるようにする。これにより、通信接続の可否が切り替わった出力電力値が判明し、当該出力電力値を測定情報として送信することで、推定部 13 が無線機器 c と無線機器 r の距離を推定することができる。

10

【0062】

なお、ここでは、推定部 13 が複数の推定方法を行うように記載したが、推定方法ごとに実行する部を分けてもよい。また、推定方法の処理ごとに、行う部を分けてもよい。例えば、各無線機器 2 同士の距離を求める部、各無線機器 2 同士間それぞれの尤度を算出する部、仮説パターンごとの尤度を算出する部、最尤の仮説パターンを決定する部などに分けてもよい。

【0063】

判定部 14 は、算出された仮説パターンに対する判定を行う。例えば、仮説パターンの尤度が予め定められた閾値以上であるか、仮説パターンの個数が閾値以上あるか、といった条件に基づき、判定される。条件を満たすと判定された場合は、その仮説パターンを出力部 17 に送る。条件を満たさないと判定された場合は、再度、推定部 13 に配置推定を行わせるようにしてもよいし、出力部 17 に判定を満たさなかった旨を伝えてもよい。

20

【0064】

決定部 15 は、無線機器 2 に対して指示する内容を決定する。指示は、上述のように、無線機器 2 が出力すべき出力電力値、出力電波の調整、推定部 13 の配置推定に必要な測定情報の送信要求、などが考えられる。

【0065】

決定部 15 は、判定部 14 の判定結果を受けて、推定部 13 が再度配置推定を行う必要がある場合に、指示内容を決定してもよい。または、推定部 13 が最初の配置推定を行う前に、指示内容を決定してもよい。例えば、入力部 12 から設置位置候補を取得した推定部 13 が、各無線機器 2 同士の距離を算出し、決定部 15 は、各無線機器 2 同士の距離と電波伝搬モデルに基づき、推定に必要な出力電力値を算出し、無線機器 2 に出力電力値を指示する。これにより、無線機器 2 は、初めから位置を推定するのに適した出力電力で電波を出力するため、再度配置推定を行うような事態にならず、効率的に設置位置を推定することができる。

30

【0066】

なお、決定部 15 は、伝達部 16 を介して、無線機器 2 に必要な情報を送信し、出力電力 W は、無線機器 2 が計算してもよい。

【0067】

伝達部 16 は、決定部 15 が決定した指示を、当該指示を受けるべき無線機器 2 に伝える。IP アドレスなど、無線機器 2 と通信するための情報は、取得部 11 と同じく、予め入力部 12 を介して、取得しておけばよい。

40

【0068】

出力部 17 は、推定部 13 が推定した組み合わせを、出力する。出力方法は、画面に表示してもよいし、ファイルなどに保存してもよい。

【0069】

次に、本実施形態に係る無線機器配置推定装置 1 により行われる処理について説明する。図 7 は、無線機器配置推定装置 1 の全体処理のフローチャートである。このフローチャートは一例であって、特に限定されるものではない。例えば、取得部 11 と入力部 12 の

50

処理の順番は前後してもよい。また、このフローチャートは、入力部 11 への入力から開始されているが、予め定められた時刻など、不定期的でも定期的にでも開始されてよい。

【0070】

入力部 12 が、ユーザまたは他のシステムなどから、無線機器 2 の情報、設置位置候補、推定に用いるパラメータなどを受取る (S101)。受け付けたパラメータは、推定部 13 に送られる。

【0071】

取得部 11 が、各無線機器 2 の測定情報を取得する (S102)。取得された測定情報は、推定部 13 に送られる。ここでは、取得部 11 は、入力部 12 の指示を受け、測定情報を取得することを想定しているが、事前に無線機器 2 に関する情報、例えば、IP アドレスなどを取得している場合は、任意のタイミングで測定情報を取得してもよい。また、測定情報を取得する前に、無線機器 2 に対して、測定開始および測定に用いる出力電力値などを指示してもよい。

10

【0072】

なお、測定開始を指示された無線機器 2 は、指示または予め定められた条件に基づき、ブロードキャストパケットを 1 つまたは複数送信するように制御されてもよい。送信する順序、および個数はランダムでも、所定の値でもよい。無線機器 2 は、同時に他の無線機から送信されるブロードキャストを受信し、受信されたパケットの数と RSSI のリスト、もしくは算術平均・最頻値・中央値・最大値・最小値などの統計値などを測定情報として記録してもよい。

20

【0073】

推定部 13 は、入力部 12 からの情報および取得部 11 からの測定情報を取得し、配置推定を行う (S103)。推定部 13 が行う推定方法は、予め定められておいてもよいし、入力部 12 を介して、ユーザや他のシステムが指示してもよい。推定は、複数の方法にて、行われてもよい。ここでは、推定結果は判定部 14 に送られるが、出力部 17 に送り、判定を経ずに出力させてもよい。

【0074】

判定部 14 は、再推定の必要性を判定する (S104)。判定の基準は、予め定めておけばよい。例えば、推定パターンを 1 つに絞れていない場合は、再推定を行うとしてもよい。また、判定の基準は、処理ごとに変化させてもよい。例えば、再推定の回数をカウントし、再推定の回数が閾値を越えた場合は、推定パターンは 3 つ以内であればよいなど条件を緩和することが考えられる。再推定が必要でないと判断した場合 (S105 の NO) は、出力部 17 が、配置推定結果として、推定パターンを出力する (S105)。

30

【0075】

再推定が必要であると判断した場合 (S105 の YES) は、決定部 15 は、無線機器 2 に指示する内容を決定する (S107)。指示内容は、送信電波の出力電力値、無線のチャンネルの変更などが考えられる。また、再推定を行うのに必要最低限の測定情報を取得すればよいため、指示される対象は、全てではなく一部の無線機器 2 でもよい。但し、無線のチャンネルを変更する際は、チャンネル変更を全ての無線機器 2 に伝達する必要がある。

【0076】

伝達部 16 は、対象の無線機器 2 に対し、送信電波の出力電力値などを送信する (S108)。無線機器 2 に関する情報、例えば、IP アドレスなどは、取得部 11 から取得してもよいし、決定部 15 から取得してもよい。

40

【0077】

伝達部 16 が指示を送信した後は、取得部 11 が再度測定情報を取得し (S102)、処理が繰り返される。以上が、無線機器配置推定装置 1 の全体処理のフローチャートである。

【0078】

以上のように、本発明の一実施形態によれば、1 つも無線機器の設置位置が特定されていない場合においても、設置位置の候補から、無線機器の配置を推定することができる。

50

また、設置位置に関する情報を入手していた場合でも、実際に設置位置が正しいかについての確認にも利用することができる。

【0079】

例えば、大量の太陽光パネル（太陽光発電機、太陽光電池、Photovoltaic（PV））を設置して発電を行うメガソーラーシステムを構築する際、各パネルに無線機能を備えた電力変換装置（インバータ、Power Conditioning System（PCS））を取り付けることがある。この無線機能により、システムは障害発生装置のIDを通知する。しかし、システム構築時は同型かつ多数のパネルを扱うため、太陽光パネルの取り違えが生じやすく、また設置位置を取り違えても電力変換が可能であることから取り違えに気付きにくい。ゆえに、配置データが正しくない可能性がある。そこで、メガソーラーシステムを構築後に、本発明により、太陽光パネルのIDと設置位置の組み合わせが正しいことを確認することで、障害発生時点で初めて入れ違いに気づき、復旧までの時間が遅延するといった事態を防ぐことができる。

10

【0080】

なお、太陽光発電のインバータ以外にも、ビルや大規模施設に設置された各照明を制御する無線機器、エアコンの室内機およびリモコン等を無線化した際の個別の無線機器などについても、同様に配置を推定することができる。なお、上記例のように、配置された無線機器の種別が同じではなく異なる場合、無線機器の種別は判定が可能のため、無線機IDと機器種別の対応が判明していれば、その情報を用いて仮説パターンを絞り込むことができる。

20

【0081】

上記に説明した実施形態における各処理は、ソフトウェア（プログラム）によって実現することが可能である。よって、上記に説明した実施形態における推定装置は、例えば、汎用のコンピュータ装置を基本ハードウェアとして用い、コンピュータ装置に搭載されたプロセッサにプログラムを実行させることにより実現することが可能である。

【0082】

図8は、本発明の一実施形態に係るハードウェア構成の一例を示すブロック図である。無線機器配置推定装置1は、プロセッサ41、主記憶装置42、補助記憶装置43、通信装置44、デバイスインタフェース45を備え、これらがバス46を介して接続された、コンピュータ装置として実現できる。

30

【0083】

プロセッサ41が、補助記憶装置43からプログラムを読み出して、主記憶装置42に展開して、実行することで、取得部11、入力部12、推定部13、判定部14、決定部15、伝達部16、出力部17の機能を実現することができる。

【0084】

本実施形態の推定装置は、当該推定装置で実行されるプログラムをコンピュータ装置に予めインストールすることで実現してもよいし、プログラムをCD-ROMなどの記憶媒体に記憶して、あるいはネットワークを介して配布して、コンピュータ装置に適宜インストールすることで実現してもよい。

【0085】

主記憶装置42は、プロセッサ41が実行する命令、および各種データ等を一時的に記憶するメモリ装置であり、DRAM等の揮発性メモリでも、MRAM等の不揮発性メモリでもよい。補助記憶装置43は、プログラムやデータ等を永続的に記憶する記憶装置であり、例えば、HDDまたはSSD等がある。

40

【0086】

ネットワークインタフェース44は、通信ネットワークに接続するためのインタフェースである。無線機器2との通信は、このネットワークインタフェース44にて実現してもよい。ここではネットワークインタフェースを1つのみ示しているが、複数のネットワークインタフェースが搭載されていてもよい。

【0087】

50

デバイスインタフェース 4 5 は、外部装置 5 などの機器に接続するインタフェースである。入力部 1 1、出力部 1 7 は、外部装置としてデバイスインタフェース 4 5 に接続されてもよい。

【 0 0 8 8 】

上記に、本発明の一実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

10

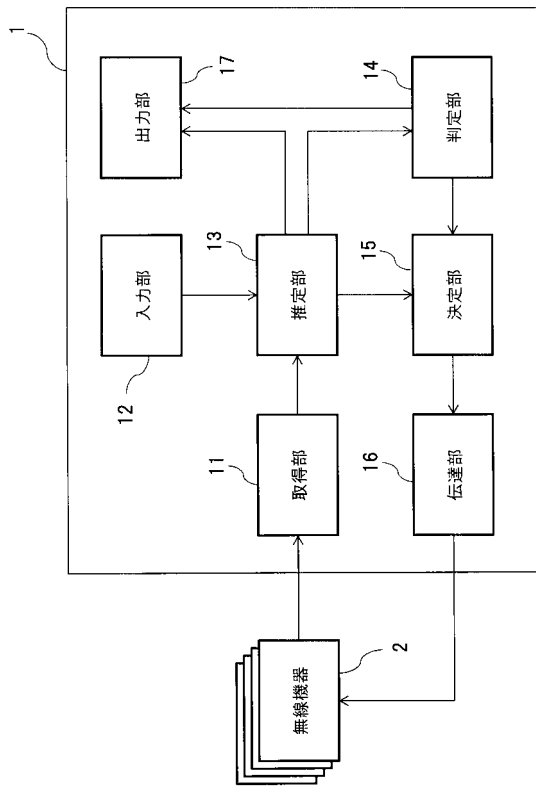
【符号の説明】

【 0 0 8 9 】

- 1 無線機器配置推定装置
- 1 1 取得部
- 1 2 入力部
- 1 3 推定部
- 1 4 判定部
- 1 5 決定部
- 1 6 伝達部
- 1 7 出力部
- 2 無線機器
- 3 設置位置候補
- 4 1 プロセッサ
- 4 2 主記憶装置
- 4 3 補助記憶装置
- 4 4 ネットワークインタフェース
- 4 5 デバイスインタフェース
- 4 6 バス
- 5 外部装置

20

【 図 1 】



【 図 4 】

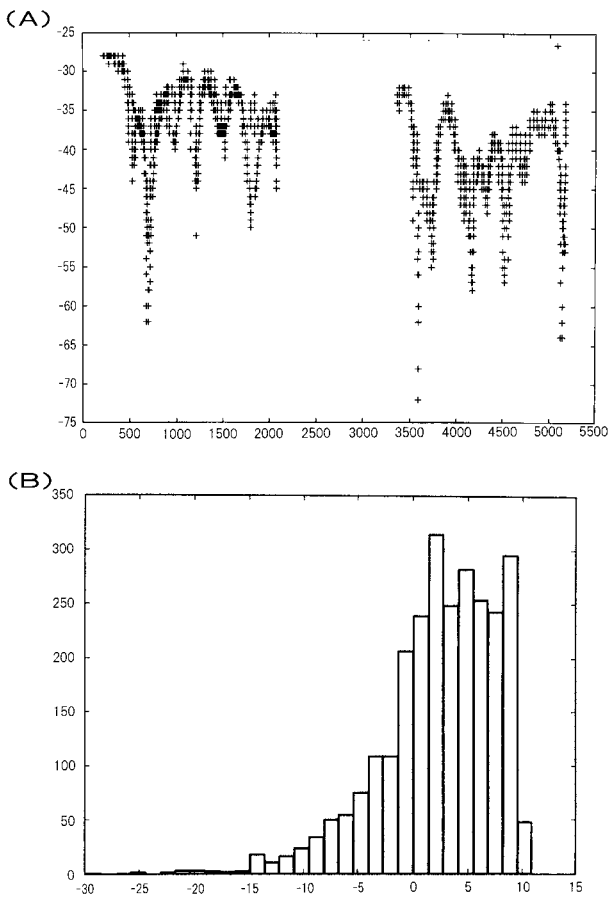
(A)

受信	2A	2B	2C
送信	N/A	W_{ab}	W_{ac}
	W_{ba}	N/A	W_{bc}
	W_{ca}	W_{cb}	N/A

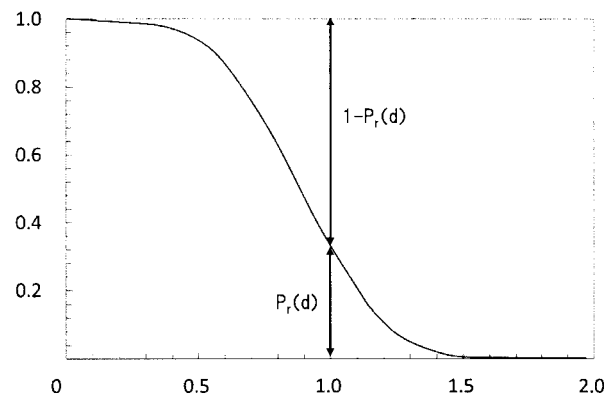
(B)

仮説パターン	(3A, 3B, 3C)	判別条件(例)
1	(2A, 2B, 2C)	$W_{ab} < W_{ac}$ $W_{ab} = W_{bc}$
2	(2A, 2C, 2B)	$W_{ac} < W_{ab}$ $W_{ac} = W_{bc}$
3	(2B, 2A, 2C)	$W_{ab} < W_{bc}$ $W_{ab} = W_{ac}$
4	(2B, 2C, 2A)	$W_{ac} < W_{ab}$ $W_{ac} = W_{bc}$
5	(2C, 2A, 2B)	$W_{ab} < W_{ac}$ $W_{ab} = W_{bc}$
6	(2C, 2B, 2A)	$W_{ab} < W_{ac}$ $W_{ab} = W_{bc}$

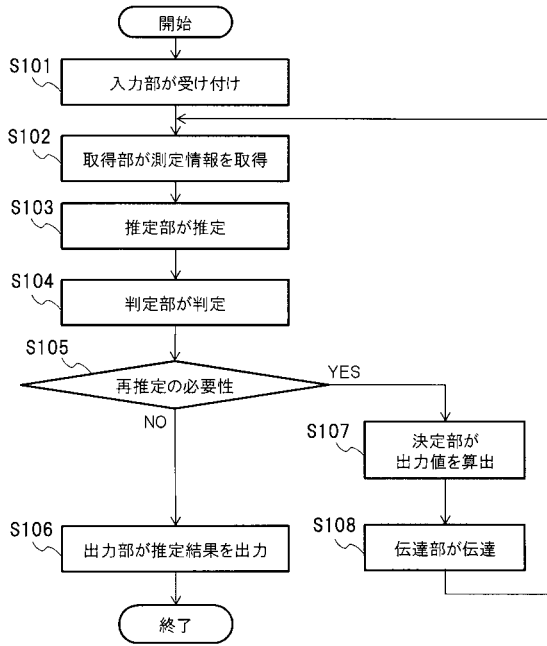
【 図 5 】



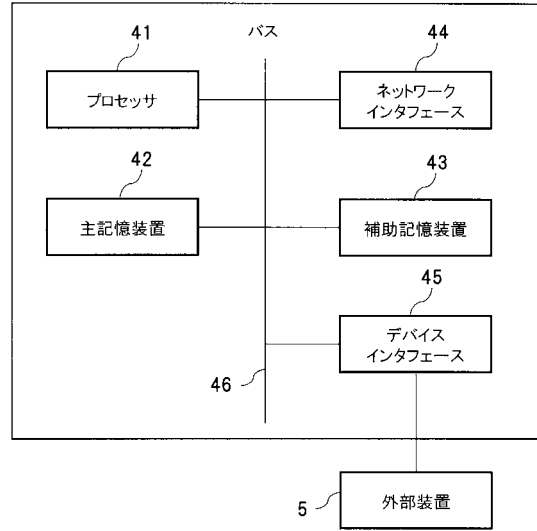
【 図 6 】



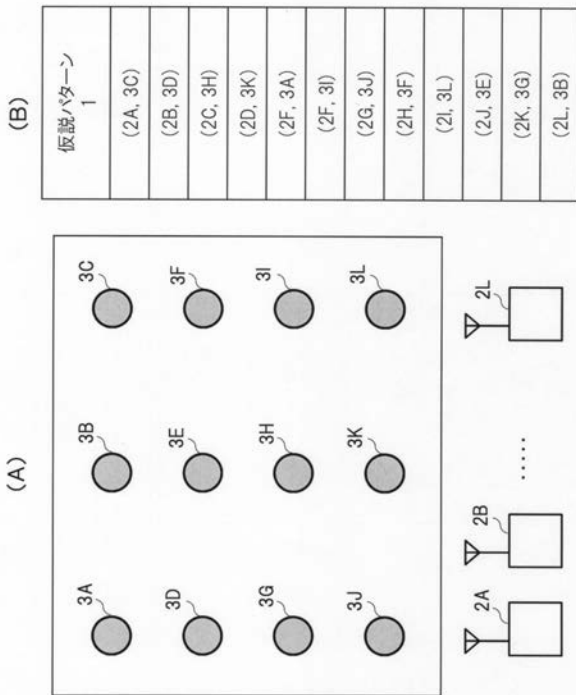
【 図 7 】



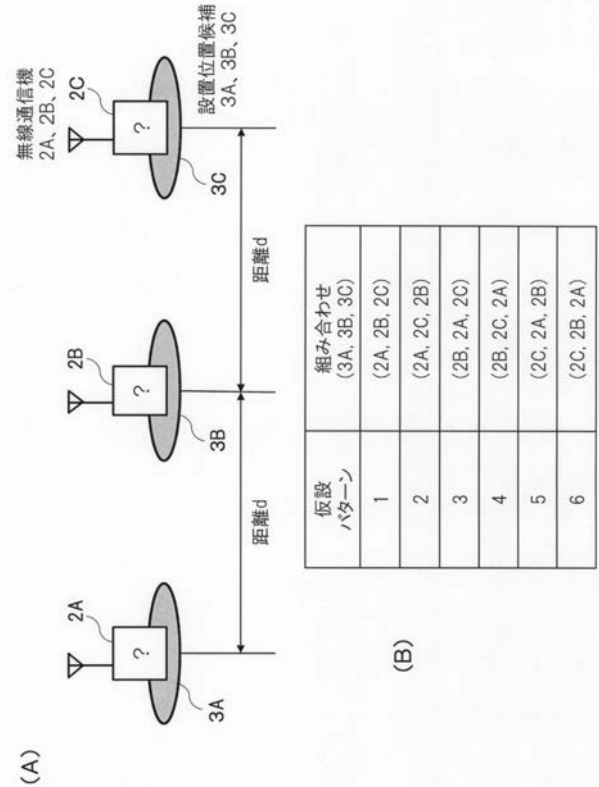
【 図 8 】



【 図 2 】



【 図 3 】



フロントページの続き

(72)発明者 坂本 岳文

東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

Fターム(参考) 5J062 AA08 AA09 CC18 DD23 EE01 GG01 GG02

5K067 AA21 BB21 EE02 EE10