

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7457668号
(P7457668)

(45)発行日 令和6年3月28日(2024.3.28)

(24)登録日 令和6年3月19日(2024.3.19)

(51)国際特許分類		F I			
G 0 1 S	5/02 (2010.01)	G 0 1 S	5/02	Z	
G 0 1 C	21/28 (2006.01)	G 0 1 C	21/28		

請求項の数 13 (全31頁)

(21)出願番号	特願2021-53623(P2021-53623)	(73)特許権者	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(22)出願日	令和3年3月26日(2021.3.26)	(74)代理人	110001678 藤央弁理士法人
(65)公開番号	特開2022-150838(P2022-150838 A)	(72)発明者	山本 正明 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
(43)公開日	令和4年10月7日(2022.10.7)	審査官	渡辺 慶人
審査請求日	令和5年4月24日(2023.4.24)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 位置推定システム及び位置推定方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

プロセッサと、記憶装置と、を有する位置推定システムであって、
前記記憶装置は、第1の端末装置による測定データと、位置の識別子と、を対応付けるデータを保持し、
前記測定データは、測定された電波、地磁気、方位又は気圧の少なくともいずれかのデータを含み、
前記測定データは、さらに、測定された加速度又は前記加速度に基づいて計算された歩数の少なくともいずれかのデータを含み、
前記プロセッサは、
前記第1の端末装置が前記位置の識別子を取得してから、前記加速度又は前記歩数に基づいて前記第1の端末装置の使用者が移動したと判定されるまでの期間を特定し、
前記特定された期間の前記第1の端末装置による測定データと、前記第1の端末装置による測定データに対応する前記位置の識別子と、を含む第1の教師データを使用して、前記測定データが入力されると前記位置の識別子を位置の推定結果として出力する位置推定モデルを作成し、
前記第1の端末装置による測定データを受信すると、受信した前記測定データと前記位置推定モデルとを使用して前記第1の端末装置の位置を推定することを特徴とする位置推定システム。

【請求項2】

10

20

請求項 1 に記載の位置推定システムであって、

前記記憶装置は、さらに、前記第 1 の端末装置とは異なる他の端末装置による測定データと、前記位置推定システムによる位置推定の対象の空間内の全ての前記位置の識別子の各々を対応付けるデータを保持し、

前記第 1 の教師データは、さらに、前記他の端末装置による測定データと、前記他の端末装置による測定データに対応する前記位置の識別子と、を含み、

前記プロセッサは、前記第 1 の教師データを使用して、前記測定データが入力されると前記位置推定システムによる推定対象の空間内の全ての前記位置の識別子のうちいずれかを位置の推定結果として出力する位置推定モデルを作成することを特徴とする位置推定システム。

10

【請求項 3】

請求項 2 に記載の位置推定システムであって、

前記記憶装置は、さらに、前記第 1 の端末装置とは異なる第 2 の端末装置による測定データと、前記位置の識別子と、を対応付けるデータを保持し、

前記他の端末装置は、前記第 1 の端末装置及び前記第 2 の端末装置のいずれとも異なり、前記プロセッサは、

前記第 1 の教師データを使用して、前記測定データが入力されると前記位置推定システムによる推定対象の空間内の全ての前記位置の識別子のうちいずれかを前記第 1 の端末装置の位置の推定結果として出力する位置推定モデルを、前記第 1 の端末装置の識別子に対応する位置推定モデルとして作成し、

20

前記第 2 の端末装置による測定データと、前記第 2 の端末装置による測定データに対応する前記位置の識別子と、前記他の端末装置による測定データと、前記他の端末装置による測定データに対応する前記位置の識別子と、を含む第 2 の教師データを使用して、前記測定データが入力されると前記位置推定システムによる推定対象の空間内の全ての前記位置の識別子のうちいずれかを前記第 2 の端末装置の位置の推定結果として出力する位置推定モデルを、前記第 2 の端末装置の識別子に対応する位置推定モデルとして作成し、

前記第 1 の端末装置の識別子と、前記第 1 の端末装置による測定データと、を受信すると、受信した前記測定データと前記第 1 の端末装置の識別子に対応する前記位置推定モデルとを使用して前記第 1 の端末装置の位置を推定し、

前記第 2 の端末装置の識別子と、前記第 2 の端末装置による測定データと、を受信すると、受信した前記測定データと前記第 2 の端末装置の識別子に対応する前記位置推定モデルとを使用して前記第 2 の端末装置の位置を推定することを特徴とする位置推定システム。

30

【請求項 4】

請求項 2 に記載の位置推定システムであって、

前記記憶装置は、さらに、前記第 1 の端末装置とは異なる第 2 の端末装置による測定データと、前記位置の識別子と、を対応付けるデータを保持し、

前記他の端末装置は、前記第 1 の端末装置及び前記第 2 の端末装置のいずれとも異なり、前記第 1 の教師データは、さらに、前記第 2 の端末装置による測定データと、前記第 2

の端末装置による測定データに対応する前記位置の識別子と、を含み、

前記プロセッサは、

40

前記第 1 の教師データを使用して、前記測定データが入力されると前記位置推定システムによる推定対象の空間内の全ての前記位置の識別子のうちいずれかを位置の推定結果として出力する位置推定モデルを作成し、

いずれかの端末装置による測定データを受信すると、受信した前記測定データと前記位置推定モデルとを使用して前記いずれかの端末装置の位置を推定することを特徴とする位置推定システム。

【請求項 5】

請求項 2 に記載の位置推定システムであって、

前記プロセッサは、

前記他の端末装置による測定データと、前記他の端末装置による測定データに対応する

50

前記位置の識別子と、を含む第3の教師データを使用して、前記測定データが入力されると前記位置推定システムによる推定対象の空間内の全ての前記位置の識別子のうちいずれかを位置の推定結果として出力する位置推定モデルを汎用位置推定モデルとして作成し、

前記第1の端末装置による測定データを受信すると、受信した前記測定データと前記汎用位置推定モデルとを使用して前記第1の端末装置の位置を推定し、

前記汎用位置推定モデルを使用して推定された前記第1の端末装置の位置の誤差を計算し、

前記誤差が所定の基準を超えた場合に、前記第1の教師データを使用して、前記測定データが入力されると前記位置推定システムによる推定対象の空間内の全ての前記位置の識別子のうちいずれかを前記第1の端末装置の位置の推定結果として出力する位置推定モデルを、前記第1の端末装置の識別子に対応する位置推定モデルとして作成し、

10

前記第1の端末装置の識別子と、前記第1の端末装置による測定データと、を受信すると、受信した前記測定データと前記第1の端末装置の識別子に対応する前記位置推定モデルとを使用して前記第1の端末装置の位置を推定することを特徴とする位置推定システム。

【請求項6】

請求項2に記載の位置推定システムであって、

前記プロセッサは、

前記位置の識別子に対応する前記第1の端末装置による測定データと、前記位置推定モデルとを使用して前記第1の端末装置の位置の推定結果として得られた位置の識別子を、当該測定データに対応する前記位置の識別子に補正するための位置補正データを作成して前記記憶装置に格納し、

20

前記第1の端末装置による測定データを受信すると、受信した前記測定データと前記位置推定モデルとを使用して前記第1の端末装置の位置の推定として得られた位置の識別子を、前記位置補正データに基づいて補正することを特徴とする位置推定システム。

【請求項7】

請求項6に記載の位置推定システムであって、

前記プロセッサは、

前記位置の識別子と、前記位置の識別子に対応する前記第1の端末装置による測定データと、の複数の組について、前記位置推定モデルとを使用して前記第1の端末装置の位置を推定し、

30

第1の位置の識別子に対応する前記測定データに基づく前記位置の推定結果と、第2の位置の識別子に対応する前記測定データに基づく前記位置の推定結果とが同一になった場合、当該推定結果として得られた位置の識別子を、前記第1の位置及び前記第2の位置のうち前記第1の端末装置の使用者の滞在頻度が高い位置の識別子に補正するための位置補正データを作成することを特徴とする位置推定システム。

【請求項8】

請求項1に記載の位置推定システムであって、

前記第1の教師データを使用して作成された前記位置推定モデルは、前記第1の端末装置による測定データが入力されると、前記第1の端末装置の使用者が滞在した実績のあるいずれかの前記位置の識別子を前記第1の端末装置の位置の推定結果として出力する、前記第1の端末装置の識別子に対応する位置推定モデルであり、

40

前記プロセッサは、

前記他の端末装置による測定データと、前記他の端末装置による測定データに対応する前記位置の識別子と、を含む第3の教師データを使用して、前記測定データが入力されると前記位置推定システムによる推定対象の空間内の全ての前記位置の識別子のうちいずれかを位置の推定結果として出力する位置推定モデルを汎用位置推定モデルとして作成し、

前記第1の端末装置による測定データを受信すると、受信した前記測定データと前記第1の端末装置の識別子に対応する位置推定モデルとを使用して、前記第1の端末装置の位置の第1の推定結果として、位置の識別子及び尤度を取得し、

さらに、受信した前記測定データと前記汎用位置推定モデルとを使用して、前記第1の

50

端末装置の位置の第 2 の推定結果として、位置の識別子及び尤度を取得し、

前記第 1 の推定結果及び前記第 2 の推定結果のうち前記尤度が高い方の前記位置の識別子を、前記第 1 の端末装置の位置の最終的な推定結果として出力することを特徴とする位置推定システム。

【請求項 9】

請求項 2 に記載の位置推定システムであって、

前記位置推定システムによる位置推定の対象の空間は複数のエリアに分割され、

前記記憶装置は、さらに、前記位置の識別子と、各位置が属するエリアの識別子とを対応付ける情報を保持し、

前記プロセッサは、

前記測定データが入力されると前記エリアの識別子のいずれかを推定結果として出力する位置推定モデルを、エリア推定モデルとして作成し、

前記エリアごとに、前記測定データが入力されると前記エリア内の前記位置の識別子のいずれかを推定結果として出力する位置推定モデルを、前記エリアの識別子に対応する位置推定モデルとして作成し、

前記第 1 の端末装置による測定データを受信すると、受信した前記測定データと前記エリア推定モデルとを使用して前記第 1 の端末装置の位置が属する前記エリアを推定し、

前記測定データと前記エリアの推定結果として得られた前記エリアの識別子に対応する前記位置推定モデルとを使用して、前記第 1 の端末装置の当該エリア内の位置を推定することを特徴とする位置推定システム。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の位置推定システムであって、

前記位置推定システムによる位置推定の対象の空間は、少なくとも一つの前記エリアの一部と当該エリアに隣接するエリアの一部とが重複するように、複数の前記エリアに分割されることを特徴とする位置推定システム。

【請求項 11】

請求項 1 に記載の位置推定システムであって、

前記位置の識別子は、前記位置推定システムによる推定対象の空間内に配置された座席の識別子であることを特徴とする位置推定システム。

【請求項 12】

請求項 1 に記載の位置推定システムであって、

第 1 のプロセッサと及び第 1 の記憶装置を有する第 1 の計算機と、第 2 のプロセッサ及び第 2 の記憶装置を有する第 2 の計算機と、を有し、

前記第 1 の記憶装置は、前記第 1 の端末装置による測定データと、位置の識別子と、を対応付けるデータを保持し、

前記第 1 のプロセッサは、

前記第 1 の端末装置が前記位置の識別子を取得してから、前記加速度又は前記歩数に基づいて前記第 1 の端末装置の使用者が移動したと判定されるまでの期間を特定し、

前記第 1 の教師データを使用して、前記測定データが入力されると前記位置の識別子を位置の推定結果として出力する前記位置推定モデルを作成し、

前記第 2 の記憶装置は、前記位置推定モデルを保持し、

前記第 2 のプロセッサは、前記第 1 の端末装置による測定データを受信すると、受信した前記測定データと前記位置推定モデルとを使用して前記第 1 の端末装置の位置を推定することを特徴とする位置推定システム。

【請求項 13】

プロセッサと、記憶装置と、を有する位置推定システムが実行する位置推定方法であって、

前記記憶装置は、第 1 の端末装置による測定データと、位置の識別子と、を対応付けるデータを保持し、

前記測定データは、測定された電波、地磁気、方位又は気圧の少なくともいずれかのデ

10

20

30

40

50

ータを含み、

前記測定データは、さらに、測定された加速度又は前記加速度に基づいて計算された歩数の少なくともいずれかのデータを含み、

前記位置推定方法は、

前記プロセッサが、前記第1の端末装置が前記位置の識別子を取得してから、前記加速度又は前記歩数に基づいて前記第1の端末装置の使用者が移動したと判定されるまでの期間を特定する手順と、

前記プロセッサが、前記特定された期間の前記第1の端末装置による測定データと、前記第1の端末装置による測定データに対応する前記位置の識別子と、を含む第1の教師データを使用して、前記測定データが入力されると前記位置の識別子を位置の推定結果として出力する位置推定モデルを作成する手順と、

10

前記プロセッサが、前記第1の端末装置による測定データを受信すると、受信した前記測定データと前記位置推定モデルとを使用して前記第1の端末装置の位置を推定する手順と、を含むことを特徴とする位置推定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、位置推定技術に関する。

【背景技術】

【0002】

20

屋内の端末位置を推定する技術として、例えば特開2016-170012号公報（特許文献1）に記載された技術がある。特許文献1には、「屋内の端末の位置を測定する測位装置であって、端末が所定の時間において時系列に測定した電波強度および音波強度の少なくとも1つを含むセンサ情報と、端末の位置情報とを、端末から受信する受信手段と、センサ情報および位置情報を教師データとして、学習モデルを生成するモデル生成手段と、を備える。」と記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2016-170012号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1には、端末ごとに教師データを用いて位置推定モデルを生成することが記載されている。端末に対応する位置推定モデルを用いることによって、端末の位置を高精度に推定することが期待される。このような端末ごとの位置推定モデルを学習するためには、それぞれの端末をユーザが使用している状況下で教師データを取得することが望ましい。しかし、ユーザが端末を実際を使用している場合、その端末から取得されるデータは、通常、教師データとして使用できないデータも含む。したがって、このようなデータから適切な教師データを抽出しなければ、学習した位置推定モデルの精度が低下する。

40

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記の課題の少なくとも一つを解決するため、本発明は、プロセッサと、記憶装置と、を有する位置推定システムであって、前記記憶装置は、第1の端末装置による測定データと、位置の識別子と、を対応付けるデータを保持し、前記測定データは、測定された電波、地磁気、方位又は気圧の少なくともいずれかのデータを含み、前記測定データは、さらに、測定された加速度又は前記加速度に基づいて計算された歩数の少なくともいずれかのデータを含み、前記プロセッサは、前記第1の端末装置が前記位置の識別子を取得してから、前記加速度又は前記歩数に基づいて前記第1の端末装置の使用者が移動したと判定されるまでの期間を特定し、前記特定された期間の前記第1の端末装置による測定データと

50

、前記第 1 の端末装置による測定データに対応する前記位置の識別子と、を含む第 1 の教師データを使用して、前記測定データが入力されると前記位置の識別子を位置の推定結果として出力する位置推定モデルを作成し、前記第 1 の端末装置による測定データを受信すると、受信した前記測定データと前記位置推定モデルとを使用して前記第 1 の端末装置の位置を推定することを特徴とする。

【発明の効果】

【0006】

本発明の一態様によれば、ユーザが使用する端末から適切な教師データを取得して位置推定モデルを学習することで、精度のよい位置推定が可能になる。なお、上記した以外の目的、構成、効果は、以下の実施形態において明らかにされる。

10

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図 1】本発明の実施例 1 に係る位置推定システムによる汎用モデルの学習及び汎用モデルを使用した位置推定の一例を示す説明図である。

【図 2】本発明の実施例 1 に係る位置推定システムによる推定の対象となる座席の配置の一例を示す説明図である。

【図 3】本発明の実施例 1 に係る位置推定システムにおける教師データの一例を示す説明図である。

【図 4】本発明の実施例 1 に係る位置推定システムによる専用モデルの学習の一例を示す説明図である。

20

【図 5】本発明の実施例 1 に係る位置推定システムによるスマートフォンデータのトリミングの一例を示す説明図である。

【図 6】本発明の実施例 1 に係る位置推定システムによる準専用モデルの学習の一例を示す説明図である。

【図 7】本発明の実施例 1 に係る位置推定システムによる専用モデルの作成要否判定の一例を示す説明図である。

【図 8】本発明の実施例 1 に係る位置推定システムのハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

【図 9】本発明の実施例 2 に係る位置推定システムの推定用 PC の処理の一例を示す説明図である。

30

【図 10】本発明の実施例 2 に係る位置推定システムにおける座席補正表の一例を示す説明図である。

【図 11】本発明の実施例 2 に係る位置推定システムの学習用 PC の処理の一例を示す説明図である。

【図 12】本発明の実施例 2 に係る位置推定システムの座席補正表作成機能の処理の一例を示す説明図である。

【図 13】本発明の実施例 2 に係る位置推定システムの学習用 PC の処理の別の例を示す説明図である。

【図 14】本発明の実施例 2 に係る位置推定システムの座席補正表作成機能の処理の別の例を示す説明図である。

40

【図 15】本発明の実施例 3 に係る位置推定システムの推定用 PC の処理の一例を示す説明図である。

【図 16】本発明の実施例 4 に係る位置推定システムの推定用 PC の処理の一例を示す説明図である。

【図 17】本発明の実施例 4 に係る位置推定システムが保持するエリア対応表の一例を示す説明図である。

【図 18】本発明の実施例 4 に係る位置推定システムが保持するエリア対応表の別の例を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

50

以下、図面を参照して、本発明の実施形態について説明する。

【実施例 1】

【0009】

図 1 は、本発明の実施例 1 に係る位置推定システムによる汎用モデルの学習及び汎用モデルを使用した位置推定の一例を示す説明図である。

【0010】

ここでは、例えばオフィス等の屋内空間において、スマートフォン等の端末装置を所持するユーザが在席している座席を、当該スマートフォンが測定したデータに基づいて推定する位置推定システム 100 を例として説明する。本実施例における位置推定は、位置推定モデルを学習する学習フェーズと、学習によって得られた位置推定モデルを用いて位置推定を行う推定フェーズと、からなる。

10

【0011】

学習フェーズでは、システム構築担当者 151 が全座席の机（図 1 にはそのうちの一つである机 131 を表示）の上に順次スマートフォン 141 を置く。当該スマートフォン 141 は、それぞれの机の上に置かれた状態で、受信した電波の強度、方位、地磁気及び気圧等を測定する。さらに、スマートフォン 141 は、置かれている机 131 の座席識別子を取得する。スマートフォン 141 は、それらの測定データ及び測定時に置かれていた機の座席識別子を当該スマートフォンの識別子とともに通信回線 160 を介して学習用 PC（Personal Computer）110 に送信する。本実施例では、スマートフォンから送信される、少なくとも測定データを含むデータを、スマートフォンデータとも記載する。学習フェーズでは、スマートフォンデータに加えて、座席識別子も送信される。

20

【0012】

なお、スマートフォン 141 を机の上に置いて測定データを取得することは測定データの取得方法の一例であり、例えばシステム構築担当者 151 がスマートフォン 141 を保持した状態で各座席に着席し、そのときに測定データを取得するなど、上記以外の方法を採用してもよい。また、座席識別子の取得方法も任意であり、例えばシステム構築担当者 151 がスマートフォン 141 の画面を操作して手動で入力してもよいし、例えば机の上に設置された無線タグの情報をスマートフォンが NFC（Near Field Communication）によって読み取る、又は机の上に表示されたバーコード等をスマートフォン 141 のカメラで読み取る等の方法を採用してもよい。このようにして取得された座席識別子は、スマートフォンデータに基づいて推定された座席識別子の正解に相当し、スマートフォンデータとそれに対応する座席識別子とが位置推定モデルの学習の教師データとして使用される。

30

【0013】

学習用 PC 110 のデータ受信機能 111 は、通信回線 160 を介してスマートフォンデータ及び座席識別子を受信する。学習用 PC 110 のモデル作成機能 112 は、受信した測定データ及び座席識別子を教師データとして使用して、測定データから座席識別子を推定するための位置推定モデルを作成する。これによって作成された位置推定モデルを本実施例では汎用モデル 113 と記載する。汎用モデル 113 は、例えば機械学習モデルであり、SVM（Support Vector Machine）又は GBDT（Gradient Boosted Decision Tree）等、任意のアルゴリズムを適用することができる。

40

【0014】

汎用モデル 113 は、学習用 PC 110 によって生成された後、推定用 PC 120 に格納される。推定フェーズでは、スマートフォン 142 を所持するユーザ 152 がいずれかの座席に着席すると、そのスマートフォン 142 が受信した電波の強度等を測定して、その測定データ及びスマートフォンの識別子を含むスマートフォンデータを推定用 PC に送信する。

【0015】

推定用 PC のデータ受信機能 121 は、通信回線 160 を介してスマートフォンデータを受信する。推定用 PC の位置推定機能 122 は、汎用モデル 113 を用いて、測定データから座席識別子を推定し、推定結果として得られた座席識別子を出力する。なお、推定

50

用PC120はスマートフォン142の識別子とユーザ152とを対応付ける情報を保持し、その情報を参照して、どのスマートフォンがどの座席にあるか（すなわちそれぞれのスマートフォンを所持するユーザがどの座席に在席しているか）を推定することができる。

【0016】

図2は、本発明の実施例1に係る位置推定システム100による推定の対象となる座席の配置の一例を示す説明図である。

【0017】

実施例1では、位置推定システム100による推定の対象となる空間は例えばオフィス等の居室であり、複数の座席が配置されている。各座席はユーザの執務に使用される机及び椅子を含み、1から48の識別子で識別される。例えばある時にユーザA（例えば図1に示したユーザ152）が識別子「1」の座席を利用する場合、その座席が当該ユーザAの利用席（すなわち当該ユーザAが滞在する席）となる。位置推定システム100は、ユーザAが所持しているスマートフォン（例えば図1に示したスマートフォン142）が取得したデータに基づいて、当該利用席を推定する。

【0018】

図3は、本発明の実施例1に係る位置推定システム100における教師データの一例を示す説明図である。

【0019】

図3に示す教師データ300は、システム構築担当者151が使用するスマートフォン141から送信されたスマートフォンデータと座席識別子とを含み、学習用PC110に保持される。教師データ300は、座席識別子301、電波強度302、地磁気303、方位304及び気圧305を含む。電波強度302、地磁気303、方位304及び気圧305はスマートフォン141から送信されたスマートフォンデータに相当し、座席識別子301はスマートフォンデータに対応して送信された座席識別子に相当する。

【0020】

座席識別子301は、それぞれの座席を識別する情報であり、例えば図2に示す1から48のいずれかの値である。電波強度302は、それぞれの座席において測定された、スマートフォンが受信した電波の強度である。ここで受信される電波は、居室内又は居室外に適宜設置された無線基地局から送信されたものである。図3では説明を簡単にするために一つの座席識別子301の値に対応して一つの電波強度302の値のみが記録されているが、実際には複数の無線基地局から受信した電波の強度を示す複数の値が記録されてもよい。無線基地局は、例えばWiFiアクセスポイントであってもよいし、bluetooth（登録商標）ビーコンであってもよいし、その他のものであってもよい。また、複数種類の無線基地局が混在していてもよい。

【0021】

地磁気303は、スマートフォンが計測した地磁気の強さを示す。方位304は、スマートフォンが置かれた姿勢、例えばスマートフォンがどの方位を向いて置かれたかを示す。方位304の値は、例えば地磁気303の向きに基づいて計算される。気圧305は、スマートフォンが計測した気圧である。

【0022】

図3に示した教師データ300は一例であり、実際には教師データ300がさらに多くの情報を含んでもよいし、図示したものの一部を含まなくてもよい。

【0023】

図4は、本発明の実施例1に係る位置推定システム100による専用モデルの学習の一例を示す説明図である。

【0024】

図1に示すように生成された汎用モデル113を使用して、ユーザ152のスマートフォン142から得られたデータに基づく位置推定を行う場合、学習フェーズと推定フェーズの測定条件の相違によって位置推定誤りが発生する場合がある。例えば、学習フェーズで使用されるスマートフォン141の機種と推定フェーズで使用されるスマートフォン1

10

20

30

40

50

4 2 の機種とが異なることによって、測定値に差が生じる場合がある。また、機種が同一であっても個体差によって測定値の差が生じる場合がある。あるいは、測定時のスマートフォンの状態の相違（例えば学習フェーズでは机の上に置かれていたが推定フェーズではユーザのポケットに入っているなど）によって測定値の差が生じる場合もある。

【 0 0 2 5 】

このため、本実施例では、学習フェーズにおいて、ユーザ 1 5 2 が使用するスマートフォン 1 4 2 が測定したデータを教師データとして使用して、スマートフォン 1 4 2 専用の（言い換えるとそれを使用するユーザ 1 5 2 専用の）位置推定モデルが作成される。本実施例ではこのような位置推定モデルを専用モデルとも記載する。そして、推定フェーズでは、専用モデルを使用してユーザ 1 5 2 の位置が推定される。これによって、推定フェーズと学習フェーズの測定条件が近づき、位置推定誤りが低減することが期待される。

10

【 0 0 2 6 】

以下、図 4 を参照して、専用モデルの学習について説明する。専用モデルの学習は、学習用 PC が例えば図 1 に示した手順で汎用モデルを学習するための教師データを取得した後に実行される。

【 0 0 2 7 】

ユーザ 1 5 2 は、自身の利用頻度が高い座席で、自身が所持するスマートフォンに、当該座席の識別子を入力する。ここでは机の上に設置された無線タグ又はバーコード 4 0 1 の情報をスマートフォン 1 4 2 に読み取らせることによって座席識別子を入力する例を示すが、他の方法を採用してもよい。座席識別子の読み取りを行うタイミングの例として、ユーザ 1 5 2 が出勤したとき、当該座席の位置推定結果が誤っていると判定されたとき、及び、位置推定システム等から読み取り依頼の通知を受信したとき、等が挙げられる。読み取り依頼の通知は、例えば、位置推定結果として特定された座席と、当該ユーザ 1 5 2 の利用実績がある座席との距離が所定の閾値を超えた場合に送信されてもよい。

20

【 0 0 2 8 】

その後、スマートフォン 1 4 2 は、電波強度、方位、地磁気及び気圧等を測定して、それらの測定値と当該スマートフォン 1 4 2 の識別子とを含むスマートフォンデータを、読み取った座席識別子とともに学習用 PC 1 1 0 に送信する。このとき、スマートフォン 1 4 2 は時刻ごとに電波強度等を測定してそれらの測定値とともに時刻をスマートフォンデータに含めてもよい。さらに、スマートフォン 1 4 2 は、当該スマートフォン 1 4 2 に内蔵された加速度センサが計測した時刻ごとの加速度データ、又は、加速度データに基づいて算出した歩数データ等をスマートフォンデータに含めて送信してもよい。

30

【 0 0 2 9 】

学習用 PC のデータ受信機能 1 1 1 は、通信回線 1 6 0 を介してスマートフォンデータを受信する。スマートフォン 1 4 2 から取得されたスマートフォンデータ及び座席識別子は、学習用 PC 1 1 0 に格納される。スマートフォン 1 4 2 から時刻情報及び時刻ごとの加速度データ等が送信された場合にはそれらも学習用 PC 1 1 0 に格納される。学習用 PC 1 1 0 のトリミング機能 1 1 4 は、スマートフォンデータをトリミングすることによって、学習の教師データとして使用するスマートフォンデータを抽出する。このトリミングの詳細については後述する（図 5 参照）。

40

【 0 0 3 0 】

モデル作成機能 1 1 2 は、汎用モデル 1 1 3 作成のために取得したスマートフォンデータと、ユーザ 1 5 2 のスマートフォン 1 4 2 から取得したスマートフォンデータとを使用して、当該ユーザ 1 5 2 専用の位置推定モデル（すなわち専用モデル 1 1 5）を作成する。

【 0 0 3 1 】

例えば、図 1 に示した手順によって取得した汎用モデル作成のためのスマートフォンデータに、ユーザ 1 5 2 のスマートフォン 1 4 2 から取得したスマートフォンデータを追加したデータを教師データとして使用して専用モデル 1 1 5 を生成してもよい。あるいは、汎用モデル作成のためのスマートフォンデータのうち、ユーザ 1 5 2 のスマートフォン 1 4 2 によってデータが取得された座席に対応するデータを、ユーザ 1 5 2 のスマートフォ

50

ン 1 4 2 から取得されたスマートフォンデータに置き換えたデータを教師データとして使用してもよい。

【 0 0 3 2 】

例えば、図 3 に示す教師データ 3 0 0 が汎用モデル 1 1 3 作成のための教師データであり、ユーザ 1 5 2 のスマートフォン 1 4 2 から座席識別子「 1 」に対応するスマートフォンデータが取得された場合、教師データ 3 0 0 のうち座席識別子 3 0 1 の値「 1 」に対応する電波強度 3 0 2 等の値を削除して、代わりにスマートフォン 1 4 2 から取得されたスマートフォンデータに含まれる値を電波強度 3 0 2 等に格納してもよい。あるいは、上記の削除を行わずに、教師データ 3 0 0 に新たなレコードを追加して、そのレコードの座席識別子 3 0 1 に「 1 」を、電波強度 3 0 2 等にスマートフォン 1 4 2 から取得されたスマートフォンデータに含まれる値を格納してもよい。

10

【 0 0 3 3 】

専用モデル 1 1 5 の生成には、汎用モデル 1 1 3 の場合と同様に、任意の機械学習アルゴリズムを適用することができる。生成された専用モデル 1 1 5 は、推定用 P C 1 2 0 に格納され、位置推定に使用される。

【 0 0 3 4 】

推定フェーズでは、推定用 P C 1 2 0 が汎用モデル 1 1 3 の代わりにユーザ 1 5 2 の専用モデル 1 1 5 を使用して当該ユーザ 1 5 2 の位置推定を行う。推定フェーズの処理の手順は汎用モデル 1 1 3 の代わりにユーザ 1 5 2 の専用モデル 1 1 5 を使用する点を除いて図 1 に示したものと同様である。

20

【 0 0 3 5 】

図 5 は、本発明の実施例 1 に係る位置推定システム 1 0 0 によるスマートフォンデータのトリミングの一例を示す説明図である。

【 0 0 3 6 】

図 1 に示した汎用モデル 1 1 3 の作成時には、システム構築担当者 1 5 1 がデータの測定を目的としてスマートフォンを持ち歩くため、例えば席間を移動中に計測されたデータ等、教師データに適さないデータが教師データに含まれることは起こりにくい。これに対して、専用モデル 1 1 5 作成時には、ユーザ 1 5 2 による日常的なスマートフォン 1 4 2 の使用の中でデータが測定されるため、例えばユーザ 1 5 2 がスマートフォン 1 4 2 を携帯したまま離席したときに、席以外の場所における電波強度など、教師データとして適さないデータが取得される場合がある。トリミング機能 1 1 4 は、このような教師データとして適さないデータを自動的に取り除く。

30

【 0 0 3 7 】

例えば、トリミング機能 1 1 4 は、学習用 P C 1 1 0 に格納されたスマートフォンデータに含まれる歩数に基づいてトリミングを行ってもよい。具体的には、トリミング機能 1 1 4 は、スマートフォン 1 4 2 が座席識別子を読み取った時刻 t_1 を、ユーザ 1 5 2 が着席したと推定される時刻として取得する。そして、トリミング機能 1 1 4 は、スマートフォンデータに含まれる歩数を参照し、時刻 t_1 以降に歩数が所定の基準値以上増加した時刻 t_2 を、ユーザ 1 5 2 が離席したと推定される時刻として取得する。そして、トリミング機能 1 1 4 は、時刻 t_1 以前の期間及び時刻 t_2 以降の期間のスマートフォンデータをトリミングし、時刻 t_1 から時刻 t_2 までの期間のスマートフォンデータを教師データとして取得する。

40

【 0 0 3 8 】

あるいは、トリミング機能 1 1 4 は、歩数の代わりに加速度データを参照して、時刻 t_1 以降に加速度データが所定の条件を満たした時刻 t_2 をユーザが離席した時刻と推定してもよい。所定の条件とは、ユーザが席を立てて移動したと推定される加速度の条件である。

【 0 0 3 9 】

このように、座席識別子の読み取りと、加速度又は加速度から計算される歩数と、に基づいてユーザ 1 5 2 が着席している期間を推定し、その期間のスマートフォンデータを教

50

師データとして使用することで、精度の高い位置推定モデルを作成することができる。

【0040】

図6は、本発明の実施例1に係る位置推定システム100による準専用モデルの学習の一例を示す説明図である。

【0041】

図4に示した専用モデル115は、ユーザ152が実際に使用しているスマートフォン142を使って測定されたデータから作成されるため、当該ユーザ152の位置推定精度が向上すると考えられる。しかし、この専用モデル115はユーザ毎に作成されるため、特に多くのユーザが存在する場合には推定用PC120が読み込む全ユーザ分の専用モデルのデータ量が膨大となり、読み込み時間の増大等によって迅速な推定が困難になる。このため、学習用PC110は、専用モデル115の代わりに、図6に示すように準専用モデル119を作成してもよい。

10

【0042】

図6の例では、複数のユーザ152が所持する複数のスマートフォン142が、それぞれ、図4に示したものと同様の手順でデータを測定して、測定したデータを含むスマートフォンデータを学習用PC110に送信する。なお、以下の説明において、複数のユーザ152の各々を区別して説明する必要がある場合に、各々をユーザA152A、ユーザB152Bのように記載する場合がある。スマートフォン142、専用モデル115、及び無線タグ又はバーコード401等も同様である。

【0043】

図6には、ユーザA152Aが所持するスマートフォンA142A、及び、ユーザB152Bが所持するスマートフォンB142Bが、それぞれ、無線タグ又はバーコード401A及び無線タグ又はバーコード401Bを読み取り、さらにそれぞれ電波強度等を測定して、その結果を学習用PC110に送信する例を示している。実際にはさらに他のユーザ152のスマートフォン142が同様の処理を行ってもよい。

20

【0044】

トリミング機能114は、送信元のスマートフォン142ごとに、スマートフォンデータのトリミングを行い、教師データを抽出する。そして、モデル作成機能112が、複数のスマートフォンデータから抽出された教師データと汎用モデル113のための教師データとを使用して準専用モデル119を作成する。

30

【0045】

一例として、ユーザA152Aが座席1（例えば図6の机131に対応する）に着席しているときに取得されたスマートフォンデータと、ユーザB152Bが座席2（例えば図6の机132に対応する）に着席しているときに取得されたスマートフォンデータとを使用する場合について説明する。この場合、モデル作成機能は、汎用モデル113のための教師データのうち座席1に対応するデータを、ユーザA152Aが座席1に着席しているときに取得されたスマートフォンデータによって置き換え、汎用モデル113のための教師データのうち座席2に対応するデータを、ユーザB152Bが座席2に着席しているときに取得されたスマートフォンデータによって置き換えた教師データを使用して準専用モデルを作成する。

40

【0046】

このようにして作成された一つの準専用モデル119は、ユーザA152Aの位置推定及びユーザB152Bの位置推定に使用される。3人以上のユーザ152のスマートフォン142からのデータが得られた場合も同様である。これによって、複数のユーザ152のスマートフォン142から取得されたスマートフォンデータを含む教師データから一つの準専用モデル119が作成される。この準専用モデル119は複数のユーザ152に使用できるため、推定用PC120が読み込む位置推定モデルのデータ量が抑えられ、推定用PC120に確保すべきメモリ容量に起因するコストが抑えられるとともに、読み込みに要する時間が短縮されるために迅速な位置推定が可能になる。

【0047】

50

図7は、本発明の実施例1に係る位置推定システム100による専用モデル115の作成要否判定の一例を示す説明図である。

【0048】

図4を参照して説明した専用モデル115の作成は、例えば汎用モデル113による位置推定精度が所定の基準より低い場合など、所定の条件が満たされる場合に実行されてもよい。そのような所定の条件下での専用モデル115の作成の一例を図7に示す。

【0049】

スマートフォン142がスマートフォンデータを学習用PC110に送信し、学習用PC110のデータ受信機能111がそれを受信する処理は図4を参照して説明したものと同様である。

【0050】

図7に示す学習用PC110は、さらに位置推定機能116、位置推定誤差計算機能117及びモデル作成要否判定機能118を有する。位置推定機能116は、推定用PC120の位置推定機能122と同様ののものであってもよい。位置推定機能116は、トリミング後のスマートフォンデータを参照して、汎用モデル113を使用して位置推定を行う。位置推定誤差計算機能117は、推定された位置を、スマートフォンデータに含まれる座席識別子に対応する座席（すなわち正解の座席）の座標情報と比較して、推定誤差を計算する。モデル作成要否判定機能118は、推定誤差が所定の閾値を超える場合に、専用モデルの作成が必要と判定して、その判定結果をモデル作成機能112に送信する。モデル作成機能112は、判定結果に従って、図4に示した方法で専用モデル115を作成する。

【0051】

これによって、汎用モデル113でも十分に精度の高い位置推定結果が得られる場合には専用モデル115を作成する必要がなくなる。

【0052】

なお、モデル作成機能112は、モデル作成要否判定機能118がモデルの作成要と判定した場合に、専用モデル115を生成する代わりに、図6に示した方法で準専用モデル119を生成してもよい。

【0053】

また、図7に示す処理は、既に専用モデル115又は準専用モデル119が生成され、使用されている場合に実行されてもよい。例えば、専用モデル115又は準専用モデル119が生成された後に、居室のレイアウト変更等によって電波伝搬の状態が変化した場合など、既に作成されている位置推定モデルによる位置推定精度が低下する場合がある。このような場合に図7の処理を行ってもよい。

【0054】

具体的には、位置推定機能116が汎用モデル113の代わりに専用モデル115又は準専用モデル119を使用して位置推定を行ってもよい。その後の位置推定誤差計算機能117及びモデル作成要否判定機能118による処理は上記と同様である。これによって、位置推定モデルの精度を維持することができる。

【0055】

また、学習用PC110の位置推定機能116の代わりに、推定用PC120の位置推定機能122が推定誤差計算のための位置推定を行ってもよい。例えば、学習用PC110は、トリミング機能114から出力された教師データのうち、少なくとも位置推定に利用される電波強度等のデータを推定用PC120に送信し、推定用PC120の位置推定機能122がそのデータに基づく位置推定を行って、推定結果の座席識別子を学習用PC110に回答してもよい。その場合、学習用PC110の位置推定誤差計算機能117が推定用PC120から取得した推定結果と教師データとを参照して推定誤差を計算する。これによって、学習用PCが位置推定機能116及び汎用モデル113を保持する必要がなくなる。

【0056】

10

20

30

40

50

図 8 は、本発明の実施例 1 に係る位置推定システム 1 0 0 のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

【 0 0 5 7 】

図 1、図 4、図 6 及び図 7 に示した学習用 P C 1 1 0 及び推定用 P C 1 2 は、それぞれ、図 8 に示す P C 8 0 0 のように構成されてもよい。

【 0 0 5 8 】

P C 8 0 0 は、プロセッサ 8 0 1、メモリ（主記憶装置）8 0 2、補助記憶装置 8 0 3、出力装置 8 0 4、入力装置 8 0 5、及び通信インタフェース（I / F）8 0 6 を含む計算機である。上記構成要素は、バスによって互いに接続されている。メモリ 8 0 2、補助記憶装置 8 0 3 又はこれらの組み合わせは記憶装置であり、プロセッサ 8 0 1 が使用するプログラム及びデータを格納している。

10

【 0 0 5 9 】

メモリ 8 0 2 は、例えば半導体メモリから構成され、主に実行中のプログラム及びデータを保持するために利用される。プロセッサ 8 0 1 は、メモリ 8 0 2 に格納されているプログラムに従って、様々な処理を実行する。プロセッサ 8 0 1 がプログラムに従って動作することで、様々な機能部が実現される。

【 0 0 6 0 】

例えば、プロセッサ 8 0 1 は、対応するプログラムに従って動作することで、データ受信機能 1 1 1、モデル作成機能 1 1 2、トリミング機能 1 1 4、位置推定機能 1 1 6、位置推定誤差計算機能 1 1 7、モデル作成要否判定機能 1 1 8、データ受信機能 1 2 1 及び位置推定機能 1 2 2 を実現する。

20

【 0 0 6 1 】

補助記憶装置 8 0 3 は、例えばハードディスクドライブ又はソリッドステートドライブなどの大容量の記憶装置から構成され、プログラム及びデータを長期間保持するために利用される。例えば、教師データ 3 0 0、汎用モデル 1 1 3、専用モデル 1 1 5 及び準専用モデル 1 1 9 等が補助記憶装置 8 0 3 に保持されてもよい。補助記憶装置 8 0 3 に保持されたプログラム及びデータの少なくとも一部が必要に応じてメモリ 8 0 2 にロードされてもよい。

【 0 0 6 2 】

プロセッサ 8 0 1 は、単一の処理ユニット又は複数の処理ユニットで構成することができる。単一もしくは複数の演算ユニット、又は複数の処理コアを含むことができる。プロセッサ 8 0 1 は、1 又は複数の中央処理装置、マイクロプロセッサ、マイクロ計算機、マイクロコントローラ、デジタル信号プロセッサ、ステートマシン、ロジック回路、グラフィック処理装置、チップオンシステム、及び / 又は制御指示に基づき信号を操作する任意の装置として実装することができる。

30

【 0 0 6 3 】

補助記憶装置 8 0 3 に格納されたプログラム及びデータが起動時又は必要時にメモリ 8 0 2 にロードされ、プログラムをプロセッサ 8 0 1 が実行することによって、位置推定システム 1 0 0 の各種処理が実行される。したがって、以下において位置推定システム 1 0 0 によって実行される処理は、プロセッサ 8 0 1 又はプログラムによる処理である。

40

【 0 0 6 4 】

入力装置 8 0 5 は、位置推定システム 1 0 0 の管理者が位置推定システム 1 0 0 に指示及び情報などを入力するためのハードウェアデバイスである。出力装置 8 0 4 は、入出力用の各種画像を提示するハードウェアデバイスであり、例えば、表示デバイス又は印刷デバイスである。通信 I / F 8 0 6 は、通信回線 1 6 0 との接続のためのインタフェースである。

【 0 0 6 5 】

位置推定システム 1 0 0 の機能は、1 以上のプロセッサ及び非一過性の記憶媒体を含む 1 以上の記憶装置を含む 1 以上の計算機からなる計算機システムに実装することができる。複数の計算機はネットワークを介して通信する。例えば、位置推定システム 1 0 0 の複

50

数の機能の一部が一つの計算機に実装され、他の一部が他の計算機に実装されてもよい。例えば、学習用PC110と推定用PC120とが図1に示すようにそれぞれ別のPC800に実装されてもよいし、同一のPC800に実装されてもよい。

【実施例2】

【0066】

次に、本発明の実施例2について説明する。以下に説明する相違点を除き、実施例2のシステムの各部は、図1～図8に示された実施例1の同一の符号を付された各部と同一の機能を有するため、それらの説明は省略する。

【0067】

電波強度等の測定データに基づいて座席を推定する場合、複数の座席において測定データが類似する場合があります、それによって推定結果が誤る場合があります。しかし、ユーザの実際の座席利用においては、各ユーザが利用する座席が少数の特定の座席に限られる場合が多いと想定される。実施例2の位置推定システムは、ユーザの過去の座席の利用実績を参照して、測定データに基づく推定結果を補正する。

10

【0068】

図9は、本発明の実施例2に係る位置推定システム100の推定用PC120の処理の一例を示す説明図である。

【0069】

実施例2の位置推定システム100を構成する推定用PC120は、例えば図4に示した方法で作成された各スマートフォン142に対応する専用モデル115と、各スマートフォン142に対応する座席補正表902と、を保持している。これらは、例えば推定用PC120を実現するPC800の補助記憶装置803に格納される。図9の例では、スマートフォン識別子が「A」であるスマートフォンA142Aに対応する専用モデル115A及び座席補正表902Aから、スマートフォン識別子が「X」であるスマートフォン（図示省略）に対応する専用モデル115X及び座席補正表902Xまでが格納されている。

20

【0070】

図9において、スマートフォンA142Aはスマートフォンデータを送信し、推定用PC120のデータ受信機能121はそのスマートフォンデータを受信し、位置推定機能122はスマートフォンA142A専用の位置推定モデルである専用モデル115Aを使用して位置推定を行う。ここまでの処理は、実施例1において、図1の汎用モデル113の代わりに専用モデル115が使用されたときに位置推定機能122が位置推定を行うまでの処理と同様である。位置推定機能122は、スマートフォンA142Aの識別子と、推定結果として得られた座席識別子（例えば座席識別子「2」）を出力する。

30

【0071】

次に、推定用PC120の位置補正機能901が、スマートフォンA142Aに対応する座席補正表902Aを参照して位置補正を実行し、その結果を出力する。例えば、位置推定機能122の出力である座席識別子「2」を、位置補正機能901が座席識別子「1」に補正して出力してもよい。なお、位置補正機能901は、例えば、推定用PC120に相当するPC800のプロセッサ801がメモリ802に格納されたプログラムを実行することによって実現される。

40

【0072】

図10は、本発明の実施例2に係る位置推定システム100における座席補正表902の一例を示す説明図である。

【0073】

図10には、例として、スマートフォンA142Aに対応する座席補正表902Aを示す。座席補正表902Aは、補正前座席識別子1001及び補正後座席識別子1002を有する。図10の例では、補正前座席識別子1001の値「1」に対応する補正後座席識別子1002として「1」が、補正前座席識別子1001の値「2」に対応する補正後座席識別子1002として「1」が保持されている。

50

【 0 0 7 4 】

後述するように、例えば、ユーザ A 1 5 2 A が座席識別子「 1 」の座席を利用した実績があるが座席識別子「 2 」の座席を利用した実績がなく、かつ、ユーザ A 1 5 2 A が実際には座席識別子「 1 」の座席を利用しているにもかかわらず位置推定結果として座席識別子「 2 」が出力されたことがある場合に、座席補正表 9 0 2 A に上記のような値が格納される。

【 0 0 7 5 】

位置推定機能 1 2 2 が推定結果として座席識別子「 1 」を出力した場合、位置補正機能 9 0 1 は座席補正表 9 0 2 A を参照して補正前座席識別子 1 0 0 1 の値「 1 」に対応する補正後座席識別子 1 0 0 2 の値「 1 」を補正結果として出力する。一方、位置推定機能 1 2 2 が推定結果として座席識別子「 2 」を出力した場合、位置補正機能 9 0 1 は座席補正表 9 0 2 A を参照して補正前座席識別子 1 0 0 1 の値「 2 」に対応する補正後座席識別子 1 0 0 2 の値「 1 」を補正結果として出力する。位置推定機能 1 2 2 が推定結果として出力した座席識別子が補正前座席識別子 1 0 0 1 に含まれていない場合、位置補正機能 9 0 1 は補正を行わずに位置推定機能 1 2 2 による推定結果をそのまま出力する。

10

【 0 0 7 6 】

図 1 0 では省略されているが、座席補正表 9 0 2 A は、後述するように、さらに他の補正前座席識別子 1 0 0 1 の値と補正後座席識別子 1 0 0 2 の値とを対応付ける情報を含んでもよい。

【 0 0 7 7 】

図 1 1 は、本発明の実施例 2 に係る位置推定システム 1 0 0 の学習用 P C 1 1 0 の処理の一例を示す説明図である。

20

【 0 0 7 8 】

実施例 2 の学習用 P C 1 1 0 は、実施例 1 の学習用 P C 1 1 0 と同様に、汎用モデル 1 1 3 及び専用モデル 1 1 5 (又は準専用モデル 1 1 9) を作成する。図 1 1 には、学習用 P C 1 1 0 が専用モデル 1 1 5 を作成した後に、その専用モデル 1 1 5 を使用して座席補正表 9 0 2 を作成する処理の一例を示す。

【 0 0 7 9 】

データ受信機能 1 1 1 が受信するデータ、並びに、データ受信機能 1 1 1 及びトリミング機能 1 1 4 の処理は、図 7 を参照して説明したものと同様である。

30

【 0 0 8 0 】

トリミング機能 1 1 4 によって出力された教師データから、座席利用実績データベース (DB) 1 1 0 1 A が作成される。これは、教師データに含まれる (すなわち正解の) 座席識別子を含む。

【 0 0 8 1 】

位置推定機能 1 1 6 は、教師データに含まれる電波強度等のスマートフォンデータと、専用モデル 1 1 5 A とを使用して位置推定を行い、推定結果として座席識別子を出力する。この処理は学習用 P C 1 1 0 が取得した複数の教師データに対して実行され、複数の推定結果が得られる。

【 0 0 8 2 】

座席補正表作成機能 1 1 0 2 は、位置推定機能 1 1 6 から出力された推定結果としての座席識別子と、教師データから取得された正解の座席識別子とに基づいて、座席補正表 9 0 2 A を作成して出力する。この処理の詳細は後述する (図 1 2 参照)。

40

【 0 0 8 3 】

なお、座席補正表作成機能 1 1 0 2 は、例えば、学習用 P C 1 1 0 に相当する P C 8 0 0 のプロセッサ 8 0 1 がメモリ 8 0 2 に格納されたプログラムを実行することによって実現される。後述する座席利用率集計機能 (図 1 3 参照) も同様である。また、座席利用実績 DB 1 1 0 1 A は、例えば、学習用 P C 1 1 0 を実現する P C 8 0 0 の補助記憶装置 8 0 3 に格納される。

【 0 0 8 4 】

50

図 1 2 は、本発明の実施例 2 に係る位置推定システム 1 0 0 の座席補正表作成機能 1 1 0 2 の処理の一例を示す説明図である。

【 0 0 8 5 】

座席補正表作成機能 1 1 0 2 は、位置推定機能 1 1 6 から出力された複数の推定結果 1 2 0 2 と、それぞれの推定結果に対応する教師データに含まれる座席識別子 1 2 0 1 と、を取得する。図 1 2 の例では、座席識別子 1 2 0 1 の値「 1 」に対応する複数の推定結果 1 2 0 2 の値として「 1 」、「 2 」及び「 6 」が、座席識別子 1 2 0 1 の値「 2 」に対応する複数の推定結果 1 2 0 2 の値として「 4 」、「 6 」、「 7 」及び「 8 」が、それぞれ取得される。これは、ユーザ A 1 5 2 A が座席識別子「 1 」の座席を複数回利用したことがあり、そのときのスマートフォン A 1 4 2 A の測定データに基づく位置推定結果として座席識別子「 1 」、「 2 」及び「 6 」が得られたことがあること、及び、ユーザ A 1 5 2 A が座席識別子「 8 」の座席を複数回利用したことがあり、そのときのスマートフォン A 1 4 2 A の測定データに基づく位置推定結果として座席識別子「 4 」、「 6 」、「 7 」及び「 8 」が得られたことがあることを示している。

10

【 0 0 8 6 】

座席補正表作成機能 1 1 0 2 は、複数の推定結果 1 2 0 2 に含まれる座席識別子の値と、それに対応する座席識別子 1 2 0 1 の値とを、座席補正表 9 0 2 A の補正前座席識別子 1 0 0 1 及び補正後座席識別子 1 0 0 2 に対応付けて保持する。

【 0 0 8 7 】

ここで、測定データに基づく推定結果が同一であっても、実際に利用された座席が異なっている場合がある。図 1 2 の例では、座席識別子 1 2 0 1 の値「 1 」に対応する複数の推定結果 1 2 0 2 に「 6 」が含まれ、座席識別子 1 2 0 1 の値「 8 」に対応する複数の推定結果 1 2 0 2 にも「 6 」が含まれる。これは、ユーザ A 1 5 2 A が実際に座席識別子「 1 」の座席を利用したときの測定データに基づく位置推定結果として「 6 」が得られたことがあり、さらに、ユーザ A 1 5 2 A が実際に座席識別子「 8 」の座席を利用したときの測定データに基づく位置推定結果としても「 6 」が得られたことがあることを示している。

20

【 0 0 8 8 】

この場合、座席補正表作成機能 1 1 0 2 は、補正前座席識別子 1 0 0 1 の値「 6 」に対応する補正後座席識別子 1 0 0 2 の値として、「 1 」及び「 8 」からランダムに選択された値を保持してもよい。図 1 2 の例では「 8 」が保持される。

30

【 0 0 8 9 】

図 1 3 は、本発明の実施例 2 に係る位置推定システム 1 0 0 の学習用 P C 1 1 0 の処理の別の例を示す説明図である。

【 0 0 9 0 】

実施例 2 の学習用 P C 1 1 0 は、図 1 1 に示した処理の代わりに図 1 3 に示す処理を実行してもよい。図 1 3 を参照して、図 1 1 に示した処理との相違点を説明する。

【 0 0 9 1 】

学習用 P C 1 1 0 は、さらに、座席利用率集計機能 1 3 0 1 を有する。座席利用率集計機能 1 3 0 1 は、スマートフォン A 1 4 2 A から取得された座席識別子に基づいて、ユーザ A 1 5 2 A が利用した実績のある全座席の利用回数の合計に対する、各座席の利用回数の比率を、座席利用率（すなわち、当該座席への滞在頻度）として計算する。座席補正表作成機能 1 1 0 2 は、座席利用率を参照して座席補正表 9 0 2 A を作成する。この処理の詳細は後述する（図 1 4 参照）。

40

【 0 0 9 2 】

図 1 4 は、本発明の実施例 2 に係る位置推定システム 1 0 0 の座席補正表作成機能 1 1 0 2 の処理の別の例を示す説明図である。

【 0 0 9 3 】

座席利用率 1 4 0 1 は、座席識別子 1 2 0 1 の値に対応する座席の利用率である。図 1 4 の例は、ユーザ A 1 5 2 A が座席識別子「 1 」の席及び「 8 」の席を利用した実績があり、全体の利用回数に対する座席識別子「 1 」の席の利用回数の割合が 9 0 % であること

50

を示している。

【 0 0 9 4 】

図 1 4 の処理においては、複数の推定結果 1 2 0 2 の同一の値に対応する座席識別子 1 2 0 1 の値が複数ある場合、それらのうち座席利用率 1 4 0 1 が高い方の座席識別子 1 2 0 1 の値が補正後座席識別子 1 0 0 2 として保持される。図 1 4 の例では、補正前座席識別子 1 0 0 1 の値「 6 」に対応する補正後座席識別子 1 0 0 2 の値として「 1 」が保持されている。

【 0 0 9 5 】

なお、上記の実施例 2 では位置推定機能 1 2 2 及び位置推定機能 1 1 6 が専用モデル 1 1 5 を使用する例を説明したが、位置推定機能 1 2 2 及び位置推定機能 1 1 6 は汎用モデル 1 1 3 又は準専用モデル 1 1 9 を使用してもよい。

10

【 0 0 9 6 】

以上の実施例 2 によれば、位置推定結果がユーザの利用実績のある座席に限定されるため、特に各ユーザが利用する座席が少数の特定の座席におおむね限られているような状況下では、推定の精度が向上することが期待できる。

【実施例 3】

【 0 0 9 7 】

次に、本発明の実施例 3 について説明する。以下に説明する相違点を除き、実施例 3 のシステムの各部は、図 1 から図 1 4 に示された実施例 1 から実施例 2 の同一の符号を付された各部と同一の機能を有するため、それらの説明は省略する。

20

【 0 0 9 8 】

図 1 5 は、本発明の実施例 3 に係る位置推定システム 1 0 0 の推定用 P C 1 2 0 の処理の一例を示す説明図である。

【 0 0 9 9 】

実施例 3 の推定用 P C 1 2 0 は、位置推定機能 1 2 2 A、位置推定機能 1 2 2 B、最終判定機能 1 5 0 2 及び軽量専用モデル 1 5 0 1 を有する。位置推定機能 1 2 2 A、位置推定機能 1 2 2 B 及び最終判定機能 1 5 0 2 は、例えば、推定用 P C 1 2 0 に相当する P C 8 0 0 のメモリ 8 0 2 に格納されたプログラムをプロセッサ 8 0 1 が実行することによって実現される。軽量専用モデル 1 5 0 1 は、例えば、推定用 P C 1 2 0 に相当する P C 8 0 0 の補助記憶装置 8 0 3 に格納される。

30

【 0 1 0 0 】

図 1 5 の例では、スマートフォン識別子が「 A 」であるスマートフォン A 1 4 2 A に対応する軽量専用モデル 1 5 0 1 A から、スマートフォン識別子が「 X 」であるスマートフォン（図示省略）に対応する軽量専用モデル 1 5 0 1 X までが格納されている。各軽量専用モデル 1 5 0 1 は、各専用モデル 1 1 5 と同様に、各スマートフォン識別子に対応するものであり、図 4 と同様の処理によって学習用 P C 1 1 0 が作成する。

【 0 1 0 1 】

ただし、軽量専用モデル 1 5 0 1 の作成の際には、汎用モデル 1 1 3 のための学習データは使用されない。その結果、軽量専用モデル 1 5 0 1 は、それに対応するユーザ 1 5 2（すなわちそれに対応するスマートフォン識別子によって識別されるスマートフォン 1 4 2 を所持するユーザ）が利用した実績のある座席識別子のみを推定結果として出力する位置推定モデルとなる。

40

【 0 1 0 2 】

例えば、ユーザ A 1 5 2 A が利用した実績がある座席の座席識別子が「 1 」「 2 」及び「 3 」のみであり、それ以外の座席を利用したことがない場合、ユーザ A 1 5 2 A に対応する軽量専用モデル 1 5 0 1 A は、スマートフォン A 1 4 2 A から取得したスマートフォンデータに基づいて、スマートフォン A 1 4 2 A が座席識別子「 1 」「 2 」又は「 3 」のいずれにあるかを推定するためのモデルである。

【 0 1 0 3 】

位置推定機能 1 2 2 A 及び 1 2 2 B は、実施例 1 及び実施例 2 に記載した位置推定機能

50

1 2 2と同様の機能である。図 1 5では説明の便宜上両者を区別して記載しているが、実際には一つの位置推定機能 1 2 2が使用されてもよい。

【 0 1 0 4 】

ここで、図 1 5を参照して、スマートフォン A 1 4 2 Aを所持するユーザ A 1 5 2 Aが座席識別子「 1 」の座席を使用したときの位置推定の手順を説明する。推定用 P C 1 2 0が起動するときに、汎用モデル 1 1 3がロードされる。そして、位置推定を行うときに、軽量専用モデル 1 5 0 1がロードされる。データ受信機能 1 2 1がスマートフォンデータを受信するまでの処理は、図 1 又は図 9を参照して説明したものと同様である。

【 0 1 0 5 】

位置推定機能 1 2 2 Aは、データ受信機能 1 2 1が受信したスマートフォンデータを軽量専用モデル 1 5 0 1 Aに入力して位置推定を行う。例えば軽量専用モデル 1 5 0 1 Aが上記のように座席識別子「 1 」「 2 」又は「 3 」のいずれかを推定結果として出力するモデルである場合、それらのいずれかと、その尤度が出力される。

10

【 0 1 0 6 】

位置推定機能 1 2 2 Bは、データ受信機能 1 2 1が受信したスマートフォンデータを汎用モデル 1 1 3に入力して位置推定を行う。その結果、推定結果として全座席の座席識別子のいずれかと、その尤度が出力される。

【 0 1 0 7 】

最終判定機能 1 5 0 2は、位置推定機能 1 2 2 Aの推定結果の尤度と、位置推定機能 1 2 2 Bの推定結果の尤度とを比較し、尤度が高い方の推定結果を最終的な推定結果として出力する。

20

【 0 1 0 8 】

図 1 5の例では、位置推定機能 1 2 2 Aの推定結果として座席識別子「 1 」及び尤度「 0 . 9 3 」が、位置推定機能 1 2 2 Bの推定結果として座席識別子「 2 」及び尤度「 0 . 6 8 」が、それぞれ出力されている。この場合、最終判定機能 1 5 0 2は、尤度が高い座席識別子「 1 」を最終的な推定結果として出力する。

【 0 1 0 9 】

このように、ユーザ 1 5 2が利用実績のある座席を利用した場合には、専用モデル 1 1 5を使用した場合と同様に高精度な推定結果が得られると考えられる。

【 0 1 1 0 】

一方、例えばユーザ A 1 5 2 Aがまだ利用したことのない座席識別子「 4 8 」の座席を初めて利用した場合であっても、位置推定機能 1 2 2 Aは、推定結果として座席識別子「 1 」から「 3 」のいずれかとその尤度を出力する。しかし、その尤度は低くなることが想定される。一方、位置推定機能 1 2 2 Bは、汎用モデル 1 1 3に基づいて、座席識別子「 4 8 」を推定結果として出力する可能性がある。位置推定機能 1 2 2 Bから出力された尤度が位置推定機能 1 2 2 Aから出力されたものより大きければ、位置推定機能 1 2 2 Bによる推定結果が最終的な推定結果として出力される。

30

【 0 1 1 1 】

なお、図 1 5には位置推定機能 1 2 2 Bが汎用モデル 1 1 3を使用する例を説明したが、汎用モデル 1 1 3の代わりに準専用モデル 1 1 9を使用してもよい。

40

【 0 1 1 2 】

専用モデル 1 1 5は、全スマートフォン 1 4 2に対応して個別に用意された、全座席のいずれかを推定結果として出力するモデルである。これに対して、軽量専用モデル 1 5 0 1は、全スマートフォン 1 4 2に対応して個別に用意されたものではあるが、各ユーザ 1 5 2の利用実績のある座席のいずれかを推定結果として出力するものである。このため、軽量専用モデル 1 5 0 1のデータ量は専用モデル 1 1 5のデータ量より小さくなる。これによって、特に位置推定の対象となるユーザ 1 5 2の数が多い場合に、専用モデル 1 1 5をロードする場合と比較して、軽量専用モデル 1 5 0 1をロードするために確保するメモリの総量が小さくなり、コストが抑えられる。また、ユーザ 1 5 2が利用実績のある座席を利用した場合には、専用モデル 1 1 5を使用した場合と同等に位置推定誤りを低減でき

50

る。

【実施例 4】

【0113】

次に、本発明の実施例 4 について説明する。以下に説明する相違点を除き、実施例 4 のシステムの各部は、図 1 から図 15 に示された実施例 1 から実施例 3 の同一の符号を付された各部と同一の機能を有するため、それらの説明は省略する。

【0114】

図 16 は、本発明の実施例 4 に係る位置推定システム 100 の推定用 PC 120 の処理の一例を示す説明図である。

【0115】

実施例 4 の推定用 PC 120 は、エリア推定機能 1601 及びエリア推定モデル 1602 を有する。エリア推定機能 1601 は、例えば、推定用 PC 120 に相当する PC 800 のメモリ 802 に格納されたプログラムをプロセッサ 801 が実行することによって実現される。エリア推定モデル 1602 は、例えば、推定用 PC 120 に相当する PC 800 の補助記憶装置 803 に格納される。

【0116】

エリアとは、位置推定の対象の空間を分割した領域であり、その分割の態様は任意である。例えば図 2 に示した居室の 1 フロアを複数のエリアに分割してもよい。各座席はいずれかのエリアに含まれる。例えばエリア a が座席識別子「1」から「24」までの座席を含むように設定され、エリア b が座席識別子「25」から「48」までの座席を含むように設定されてもよい。あるいは、例えばエリア a が座席識別子「1」から「8」までの座席の集合（いわゆる島）を含むように設定され、エリア b が座席識別子「9」から「16」までの座席の島を含むように設定されてもよい。あるいは、対象の空間が複数のフロアを含む場合に、各フロアが別のエリアに含まれるように設定されてもよい。

【0117】

エリア推定モデル 1602 は、学習用 PC 110 によって作成される。具体的には、学習用 PC のモデル作成機能 112 は、図 1 に示したものと同様の処理を実行することによってエリア推定モデル 1602 を作成する。ただし、このとき、教師データ 300 の座席識別子 301 は、後述するエリア対応表（図 17 及び図 18 参照）に基づいてエリア識別子に変換される。これによって、学習用 PC は、スマートフォン 142 から得られた電波強度等を含むスマートフォンデータから、当該スマートフォン 142 が位置するエリアを推定するためのエリア推定モデル 1602 を生成する。

【0118】

さらに、実施例 4 の学習用 PC 110 は、エリアごとの専用モデル 115 を作成する。例えば、学習用 PC 110 のモデル作成機能 112 は、ユーザ A 152 A がエリア a 内の座席を利用しているときにスマートフォン A 142 A によって取得されたスマートフォンデータ及びその時の座席識別子を教師データとして、ユーザ A 152 A が所持するスマートフォン A 142 A がエリア a 内にあるときの位置を推定するための専用モデル 115 を作成する。このようなスマートフォン A 142 A 及びエリア a に対応する専用モデル 115 を専用モデル 115 A a と記載する。これは、ユーザ A 152 A がエリア a 内のいずれの座席にいるかを推定するための位置推定モデルである。

【0119】

例えば、モデル作成機能 112 は、エリア a 内で得られた汎用モデル 113 のための教師データのうち、ユーザ A 152 A が利用した座席に対応する教師データを、ユーザ A 152 A がそれらの座席を利用したときにスマートフォン A 142 A が測定したユーザデータを含む教師データに置き換えることで生成された教師データを使用して、専用モデル 115 A a を作成する。他のユーザ 152 及び他のエリアに対応する専用モデル 115 も同様である。

【0120】

このような専用モデル 115 A a のデータ量は、ユーザ A 152 A が全座席の中のいず

10

20

30

40

50

れの座席にいるかを推定するための専用モデル 1 1 5 A のデータ量より小さい。図 1 6 には、例として、専用モデル 1 1 5 A a から専用モデル 1 1 5 X x までが記載されている。

【 0 1 2 1 】

さらに、実施例 4 の学習用 P C 1 1 0 は、エリアごとの座席補正表 9 0 2 を作成する。例えば、学習用 P C 1 1 0 の座席補正表作成機能 1 1 0 2 は、位置推定機能 1 1 6 によって推定された座席識別子及びその座席が属するエリアに基づいて、スマートフォン 1 4 2 の識別子とエリアとの組み合わせに対応する座席補正表 9 0 2 を作成する。例えば、図 1 6 に示す座席補正表 9 0 2 A a は、ユーザ A 1 5 2 A のスマートフォン A 1 4 2 A がエリア a 内にあると判定された場合の座席補正表である。

【 0 1 2 2 】

ここで、図 1 6 を参照して、実施例 4 の推定用 P C 1 2 0 の処理を説明する。ここでは、図 1、図 9 及び図 1 5 と同様に、推定用 P C 1 2 0 がユーザ A 1 5 2 A のスマートフォン A 1 4 2 A からスマートフォンデータを受信した場合について説明する。データ受信機能 1 2 1 がスマートフォンデータを受信するまでの処理は、図 1、図 9 及び図 1 5 を参照して説明したものと同様である。

【 0 1 2 3 】

エリア推定機能 1 6 0 1 は、受信したスマートフォンデータをエリア推定モデル 1 6 0 2 に入力して、推定結果として得られたエリア識別子を出力する。位置推定機能 1 2 2 には、スマートフォンデータ及びエリア識別子から位置推定を行う。例えば、エリア識別子として「 a 」が出力された場合、位置推定機能 1 2 2 は、ユーザ A 1 5 2 A のスマートフォン A 1 4 2 A 及びエリア a に対応する専用モデル 1 1 5 A a にスマートフォンデータを入力して、推定結果としてエリア a 内の座席識別子を出力する。

【 0 1 2 4 】

位置補正機能 9 0 1 は、ユーザ A 1 5 2 A のスマートフォン A 1 4 2 A 及びエリア a に対応する座席補正表 9 0 2 A a を参照して、位置推定機能 1 2 2 から出力された推定結果の座標識別子を補正し、その結果を出力する。

【 0 1 2 5 】

実施例 4 の推定用 P C 1 2 0 は、起動時にエリア推定モデル 1 6 0 2 をロードする。そして、エリア推定機能 1 6 0 1 によってエリアが推定されると、推定されたエリアに対応する専用モデル 1 1 5 をロードする。これによって、実施例 1 の専用モデル 1 1 5 をロードする場合と比較すると、専用モデル 1 1 5 をロードするためのメモリ確保のコストが低減する。また、専用モデル 1 1 5 を使用するため、汎用モデル 1 1 3 を使用した場合と比較すると位置推定誤りは少なくなることが期待される。

【 0 1 2 6 】

図 1 7 は、本発明の実施例 4 に係る位置推定システムが保持するエリア対応表の一例を示す説明図である。

【 0 1 2 7 】

エリア対応表 1 7 0 0 は、例えば、学習用 P C 1 1 0 に相当する P C 8 0 0 の補助記憶装置 8 0 3 に格納される。エリア対応表 1 7 0 0 は、座席識別子 1 7 0 1 及びエリア識別子 1 7 0 2 を含む。図 1 7 の例では、座席識別子「 1 」から「 1 2 」がエリア識別子「 a 」に対応付けられ、座席識別子「 1 3 」から「 2 4 」がエリア識別子「 b 」に対応付けられている。これは、座席識別子「 1 」から「 1 2 」までの座席がエリア a に含まれ、座席識別子「 1 3 」から「 2 4 」までの座席がエリア b に含まれることを示している。

【 0 1 2 8 】

図 1 8 は、本発明の実施例 4 に係る位置推定システムが保持するエリア対応表の別の例を示す説明図である。

【 0 1 2 9 】

図 1 8 の例では、座席識別子「 1 」から「 1 2 」がエリア識別子「 a 」に対応付けられ、座席識別子「 1 3 」から「 2 4 」がエリア識別子「 b 」に対応付けられている。さらに、それに加えて、座席識別子「 9 」から「 1 6 」がエリア識別子「 a - b 」にも対応付け

10

20

30

40

50

られている。

【0130】

これは、座席識別子「1」から「8」までの座席がエリア a のみに含まれ、座席識別子「9」から「12」までの座席がエリア a 及びエリア a - b の両方に含まれ、座席識別子「13」から「16」までの座席がエリア b 及びエリア a - b の両方に含まれ、座席識別子「17」から「24」までの座席がエリア b のみに含まれることを示している。すなわち、エリア a とエリア a - b は、それぞれの一部が重複するように設定され、エリア b とエリア a - b も、それぞれの一部が重複するように設定されている。

【0131】

例えば、図 2 に示すように座席が配置され、図 17 に示すようにエリアが設定されている場合、座席識別子「9」の座席と座席識別子「13」の座席とは隣接しているが異なるエリアに属している。この場合、例えばユーザ A 152A が座席識別子「9」の座席を利用しているにもかかわらず、エリア推定機能 1601 によるエリア推定の結果が「エリア a」でなかった場合、エリア a に対応する専用モデル 115 が使用されないため、位置推定機能 122 による推定結果として座席識別子「9」が得られる可能性はない。

10

【0132】

しかし、図 18 に示すように一部が重複したエリアが設定されている場合、エリア推定の結果が「エリア a」ではなかったとしても、「エリア a - b」であれば位置推定機能 122 による推定結果として座席識別子「9」が得られる可能性がある。これによって、座席位置推定がエリア推定の誤りに対してロバストになる。

20

【0133】

また、本発明の実施形態のシステムは次のように構成されてもよい。

【0134】

(1) プロセッサ(例えばプロセッサ 801)と、記憶装置(例えばメモリ 802 及び補助記憶装置 803 の少なくともいずれか)と、を有する位置推定システムであって、記憶装置は、第 1 の端末装置(例えばスマートフォン 142A)による測定データと、位置の識別子と、を対応付けるデータを保持し、測定データは、測定された電波、地磁気、方位又は気圧の少なくともいずれかのデータを含み、測定データは、さらに、測定された加速度又は加速度に基づいて計算された歩数の少なくともいずれかのデータを含み、プロセッサは、第 1 の端末装置が位置の識別子を取得してから、加速度又は歩数に基づいて第 1 の端末装置の使用者(例えばユーザ 152A)が移動したと判定されるまでの期間を特定し(例えばトリミング機能 114 が時刻 t1 から t2 までの期間を特定する処理)、特定された期間の第 1 の端末装置による測定データと、第 1 の端末装置による測定データに対応する位置の識別子と、を含む第 1 の教師データを使用して、測定データが入力されると位置の識別子を位置の推定結果として出力する位置推定モデルを作成し(例えばモデル作成機能 112 の処理)、第 1 の端末装置による測定データを受信すると、受信した測定データと位置推定モデルとを使用して第 1 の端末装置の位置を推定する(例えば位置推定機能 122 の処理)。

30

【0135】

これによって、ユーザが使用する端末から適切な教師データを取得して位置推定モデルを学習することで、精度のよい位置推定が可能になる。

40

【0136】

(2) 上記(1)において、記憶装置は、さらに、第 1 の端末装置とは異なる他の端末装置(例えばスマートフォン 141)による測定データと、位置推定システムによる位置推定の対象の空間内の全ての位置の識別子の各々とを対応付けるデータを保持し、第 1 の教師データは、さらに、他の端末装置による測定データと、他の端末装置による測定データに対応する位置の識別子と、を含み、プロセッサは、第 1 の教師データを使用して、測定データが入力されると位置推定システムによる推定対象の空間内の全ての位置の識別子のうちいずれかを位置の推定結果として出力する位置推定モデル(例えば専用モデル 115)を作成する。

50

【 0 1 3 7 】

これによって、ユーザごとに専用の位置推定モデルが作成され、精度のよい位置推定が可能になる。

【 0 1 3 8 】

(3) 上記 (2) において、記憶装置は、さらに、第 1 の端末装置とは異なる第 2 の端末装置 (例えばスマートフォン 1 4 2 B) による測定データと、位置の識別子と、を対応付けるデータを保持し、他の端末装置は、第 1 の端末装置及び第 2 の端末装置のいずれとも異なり、プロセッサは、第 1 の教師データを使用して、測定データが入力されると位置推定システムによる推定対象の空間内の全ての位置の識別子のうちいずれかを第 1 の端末装置の位置の推定結果として出力する位置推定モデルを、第 1 の端末装置の識別子に対応する位置推定モデル (例えば専用モデル 1 1 5 A) として作成し、第 2 の端末装置による測定データと、第 2 の端末装置による測定データに対応する位置の識別子と、他の端末装置による測定データと、他の端末装置による測定データに対応する前記位置の識別子と、を含む第 2 の教師データを使用して、測定データが入力されると位置推定システムによる推定対象の空間内の全ての位置の識別子のうちいずれかを第 2 の端末装置の位置の推定結果として出力する位置推定モデルを、第 2 の端末装置の識別子に対応する位置推定モデル (例えば専用モデル 1 1 5 B) として作成し、第 1 の端末装置の識別子と、第 1 の端末装置による測定データと、を受信すると、受信した測定データと第 1 の端末装置の識別子に対応する位置推定モデルとを使用して第 1 の端末装置の位置を推定し、第 2 の端末装置の識別子と、第 2 の端末装置による測定データと、を受信すると、受信した測定データと第 2 の端末装置の識別子に対応する位置推定モデルとを使用して第 2 の端末装置の位置を推定する。

10

20

【 0 1 3 9 】

これによって、ユーザごとに専用の位置推定モデルが作成され、精度のよい位置推定が可能になる。

【 0 1 4 0 】

(4) 上記 (2) において、記憶装置は、さらに、第 1 の端末装置とは異なる第 2 の端末装置による測定データと、位置の識別子と、を対応付けるデータを保持し、他の端末装置は、第 1 の端末装置及び第 2 の端末装置のいずれとも異なり、第 1 の教師データは、さらに、第 2 の端末装置による測定データと、第 2 の端末装置による測定データに対応する位置の識別子と、を含み、プロセッサは、第 1 の教師データを使用して、測定データが入力されると位置推定システムによる推定対象の空間内の全ての位置の識別子のうちいずれかを位置の推定結果として出力する位置推定モデル (例えば準専用モデル 1 1 9) を作成し、いずれかの端末装置による測定データを受信すると、受信した測定データと位置推定モデルとを使用していずれかの端末装置の位置を推定する。

30

【 0 1 4 1 】

これによって、汎用の位置推定モデルと比較して精度のよい位置推定を実現しながら、位置推定モデルのデータ量を抑えることで記憶領域確保のためのコストを低減することができる。

【 0 1 4 2 】

(5) 上記 (2) において、プロセッサは、他の端末装置による測定データと、他の端末装置による測定データに対応する位置の識別子と、を含む第 3 の教師データを使用して、測定データが入力されると位置推定システムによる推定対象の空間内の全ての位置の識別子のうちいずれかを位置の推定結果として出力する位置推定モデルを汎用位置推定モデル (例えば汎用モデル 1 1 3) として作成し、第 1 の端末装置による測定データを受信すると、受信した測定データと汎用位置推定モデルとを使用して第 1 の端末装置の位置を推定し (例えば位置推定機能 1 1 6 の処理) 、汎用位置推定モデルを使用して推定された第 1 の端末装置の位置の誤差を計算し (例えば位置推定誤差計算機能 1 1 7 の処理) 、誤差が所定の基準を超えた場合に、第 1 の教師データを使用して、測定データが入力されると位置推定システムによる推定対象の空間内の全ての位置の識別子のうちいずれかを第 1 の

40

50

端末装置の位置の推定結果として出力する位置推定モデルを、第1の端末装置の識別子に対応する位置推定モデルとして作成し（例えばモデル作成要否判定機能118が作成要と判定した場合のモデル作成機能112の処理）、第1の端末装置の識別子と、第1の端末装置による測定データと、を受信すると、受信した測定データと第1の端末装置の識別子に対応する位置推定モデルとを使用して第1の端末装置の位置を推定する。

【0143】

これによって、汎用の位置推定モデルでも十分に精度の高い位置推定結果が得られる場合にはユーザごとに専用の位置推定モデルを作成する必要がなくなり、記憶領域確保及び計算のためのコストが低減する。

【0144】

(6) 上記(2)において、プロセッサは、位置の識別子に対応する第1の端末装置による測定データと、位置推定モデルとを使用して第1の端末装置の位置の推定結果として得られた位置の識別子を、当該測定データに対応する位置の識別子に補正するための位置補正データ（例えば座席補正表902）を作成して記憶装置に格納し、第1の端末装置による測定データを受信すると、受信した測定データと位置推定モデルとを使用して第1の端末装置の位置の推定として得られた位置の識別子を、位置補正データに基づいて補正する（例えば位置補正機能901の処理）。

【0145】

これによって、精度のよい位置推定が可能になる。

【0146】

(7) 上記(6)において、プロセッサは、位置の識別子と、位置の識別子に対応する第1の端末装置による測定データと、の複数の組について、位置推定モデルとを使用して第1の端末装置の位置を推定し、第1の位置の識別子に対応する測定データに基づく位置の推定結果と、第2の位置の識別子に対応する測定データに基づく位置の推定結果とが同一になった場合、当該推定結果として得られた位置の識別子を、第1の位置及び第2の位置のうち第1の端末装置の使用者の滞在頻度（例えば座席利用率1401）が高い位置の識別子に補正するための位置補正データを作成する。

【0147】

これによって、精度のよい位置推定が可能になる。

【0148】

(8) 上記(1)において、第1の教師データを使用して作成された位置推定モデルは、第1の端末装置による測定データが入力されると、第1の端末装置の使用者が滞在した実績のあるいずれかの位置の識別子を前記第1の端末装置の位置の推定結果として出力する、第1の端末装置の識別子に対応する位置推定モデル（例えば軽量専用モデル1501A）であり、プロセッサは、他の端末装置による測定データと、他の端末装置による測定データに対応する位置の識別子と、を含む第3の教師データを使用して、測定データが入力されると位置推定システムによる推定対象の空間内の全ての位置の識別子のうちいずれかを位置の推定結果として出力する位置推定モデルを汎用位置推定モデルとして作成し、第1の端末装置による測定データを受信すると、受信した測定データと第1の端末装置の識別子に対応する位置推定モデルとを使用して、第1の端末装置の位置の第1の推定結果として、位置の識別子及び尤度を取得し（例えば位置推定機能122Aの処理）、さらに、受信した測定データと汎用位置推定モデルとを使用して、第1の端末装置の位置の第2の推定結果として、位置の識別子及び尤度を取得し（例えば位置推定機能122Bの処理）、第1の推定結果及び第2の推定結果のうち尤度が高い方の位置の識別子を、第1の端末装置の位置の最終的な推定結果として出力する。

【0149】

これによって、汎用の位置推定モデルと比較して精度のよい位置推定を実現しながら、位置推定モデルのデータ量を抑えることで記憶領域確保のためのコストを低減することができる。

【0150】

10

20

30

40

50

(9) 上記 (2) において、位置推定システムによる位置推定の対象の空間は複数のエリアに分割され、記憶装置は、さらに、位置の識別子 (例えば座席識別子 1 7 0 1) と、各位置が属するエリアの識別子 (例えばエリア識別子 1 7 0 2) とを対応付ける情報 (例えばエリア対応表 1 7 0 0) を保持し、プロセッサは、測定データが入力されるとエリアの識別子のいずれかを推定結果として出力する位置推定モデルを、エリア推定モデル (例えばエリア推定モデル 1 6 0 2) として作成し、エリアごとに、測定データが入力されるとエリア内の位置の識別子のいずれかを推定結果として出力する位置推定モデル (例えば専用モデル 1 1 5 A a) を、エリアの識別子に対応する位置推定モデルとして作成し、第 1 の端末装置による測定データを受信すると、受信した測定データとエリア推定モデルとを使用して第 1 の端末装置の位置が属するエリアを推定し (例えばエリア推定機能 1 6 0 1 の処理)、測定データとエリアの推定結果として得られたエリアの識別子に対応する位置推定モデルとを使用して、第 1 の端末装置の当該エリア内の位置を推定する (例えば図 1 6 の位置推定機能 1 2 2 の処理) 。

10

【 0 1 5 1 】

これによって、位置推定の精度を維持しながら、位置推定モデルのデータ量を抑えることで記憶領域確保のためのコストを低減することができる。

【 0 1 5 2 】

(1 0) 上記 (9) において、位置推定システムによる位置推定の対象の空間は、少なくとも一つのエリアの一部と当該エリアに隣接するエリアの一部とが重複するように、複数のエリアに分割される (例えば図 1 8 のエリア対応表 1 7 0 0) ことを特徴とする位置推定システム。

20

【 0 1 5 3 】

これによって、位置推定がエリア推定の誤りに対してロバストになる。

【 0 1 5 4 】

(1 1) 上記 (1) において、位置の識別子は、位置推定システムによる推定対象の空間内に配置された座席の識別子 (例えば図 2 に示す座席識別子) である。

【 0 1 5 5 】

これによって、例えばオフィス等の屋内空間でのユーザの利用座席を推定することができる。

【 0 1 5 6 】

(1 2) 上記 (1) において、第 1 のプロセッサと及び第 1 の記憶装置を有する第 1 の計算機 (例えば学習用 P C 1 1 0) と、第 2 のプロセッサ及び第 2 の記憶装置を有する第 2 の計算機 (例えば推定用 P C 1 2 0) と、を有し、第 1 の記憶装置は、第 1 の端末装置による測定データと、位置の識別子と、を対応付けるデータを保持し、第 1 のプロセッサは、第 1 の端末装置が位置の識別子を取得してから、加速度又は歩数に基づいて第 1 の端末装置の使用者が移動したと判定されるまでの期間を特定し、第 1 の教師データを使用して、測定データが入力されると位置の識別子を位置の推定結果として出力する位置推定モデルを作成し、第 2 の記憶装置は、位置推定モデルを保持し、第 2 のプロセッサは、第 1 の端末装置による測定データを受信すると、受信した測定データと位置推定モデルとを使用して第 1 の端末装置の位置を推定する。

30

40

【 0 1 5 7 】

これによって、学習フェーズと推定フェーズのそれぞれに適正なハードウェアを使用することができる。

【 0 1 5 8 】

なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明のより良い理解のために詳細に説明したものであり、必ずしも説明の全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることが可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

50

【 0 1 5 9 】

また、上記の各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部又は全部を、例えば集積回路で設計する等によってハードウェアで実現してもよい。また、上記の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することによってソフトウェアで実現してもよい。各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、不揮発性半導体メモリ、ハードディスクドライブ、SSD (Solid State Drive) 等の記憶デバイス、または、ICカード、SDカード、DVD等の計算機読み取り可能な非一時的データ記憶媒体に格納することができる。

【 0 1 6 0 】

また、制御線及び情報線は説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしも全ての制御線及び情報線を示しているとは限らない。実際にはほとんど全ての構成が相互に接続されていると考えてもよい。

10

【符号の説明】

【 0 1 6 1 】

1 0 0 位置推定システム

1 1 0 学習用PC

1 1 1、1 2 1 データ受信機能

1 1 2 モデル作成機能

1 1 3 汎用モデル

1 1 4 トリミング機能

20

1 1 5 専用モデル

1 1 6、1 1 2 位置推定機能

1 1 7 位置推定誤差計算機能

1 1 8 モデル作成要否判定機能

1 1 9 準専用モデル

1 2 0 推定用PC

1 4 1、1 4 2 スマートフォン

1 5 1 システム構築担当者

1 5 2 ユーザ

1 6 0 通信回線

30

9 0 1 位置補正機能

9 0 2 座席補正表

1 5 0 1 軽量専用モデル

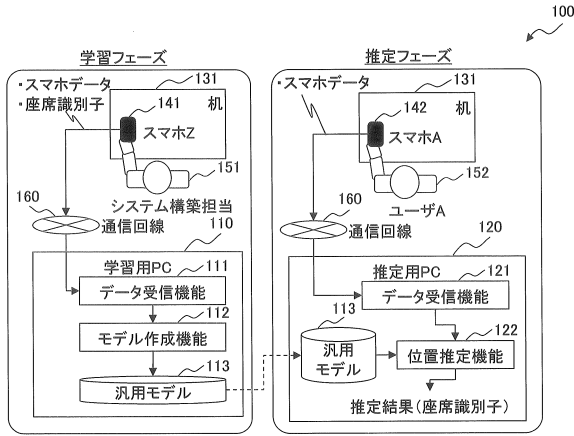
1 5 0 2 最終判定機能

40

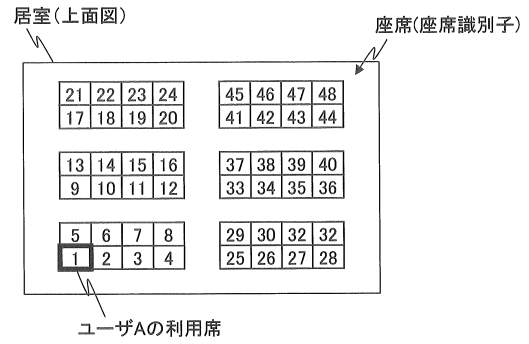
50

【図面】

【図1】



【図2】

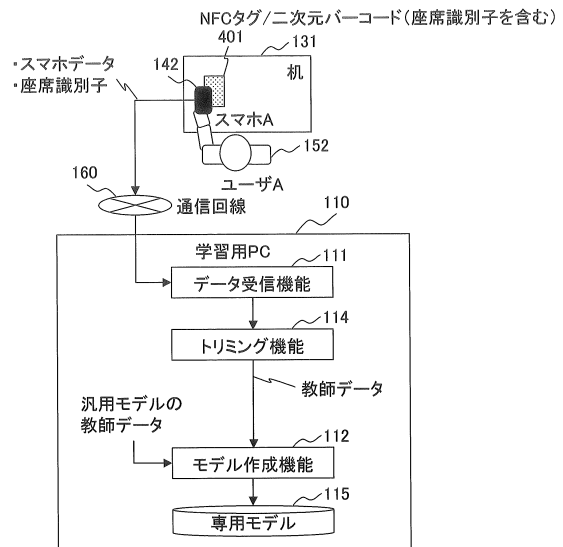


10

【図3】

座席識別子	電波強度[dBm]	地磁気[uT]	方位[度]	気圧[HP]
1	-60		180	1000
2	-65		180	1000
3	-70		180	1000
4	-75		180	1000
5	-67		0	1000

【図4】



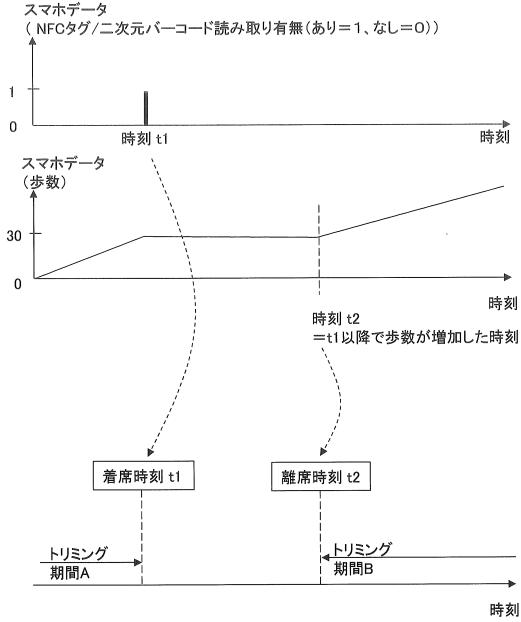
20

30

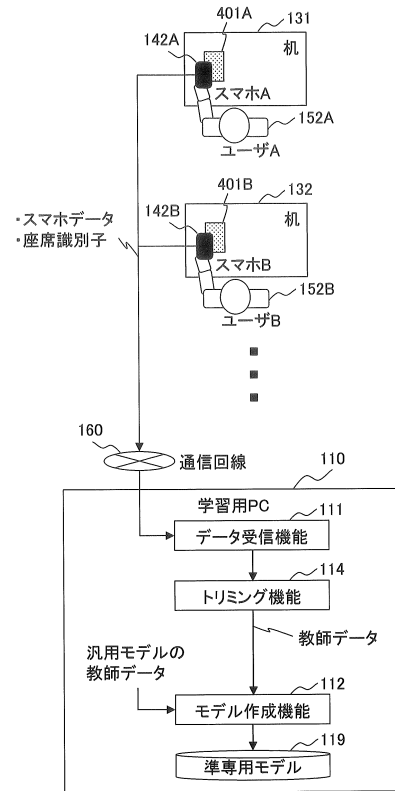
40

50

【図5】



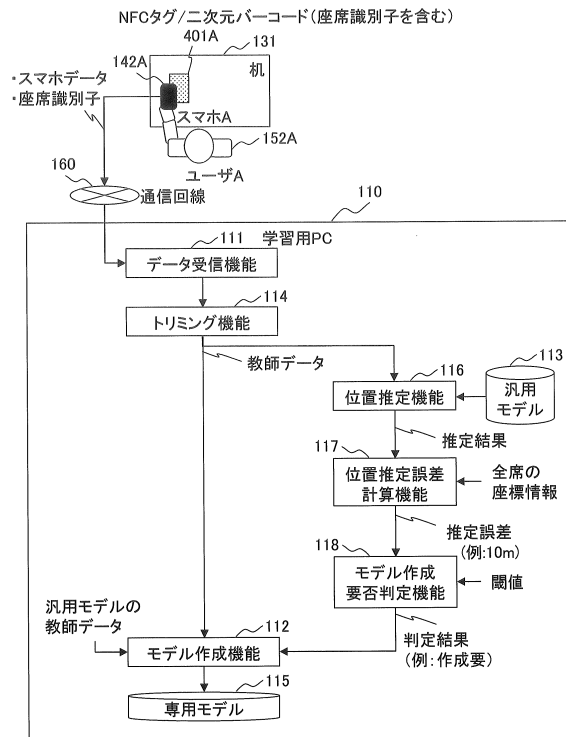
【図6】



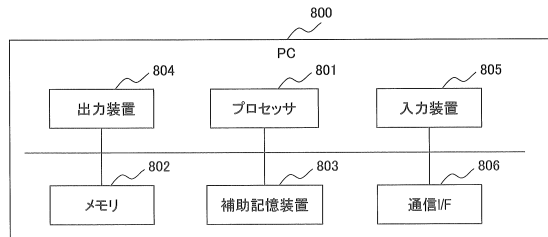
10

20

【図7】



【図8】

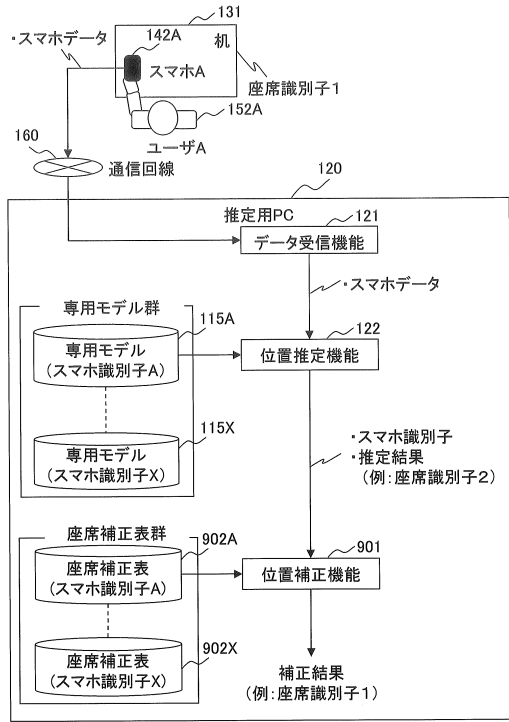


30

40

50

【図 9】



【図 10】

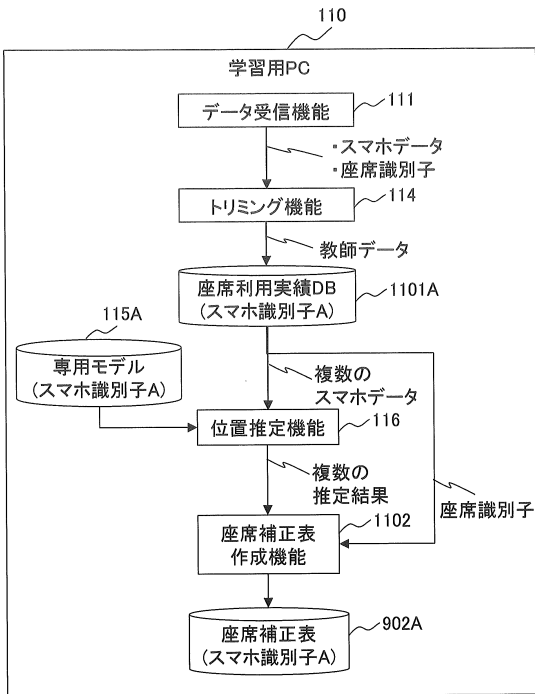
スマホAの座席補正表 902A

1001 補正前 座席識別子	1002 補正後 座席識別子
1	1
2	1

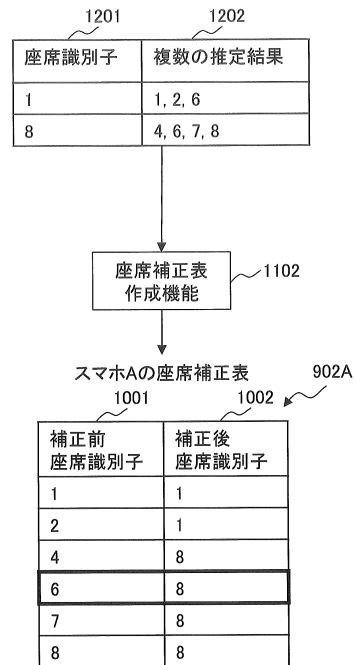
10

20

【図 11】



【図 12】

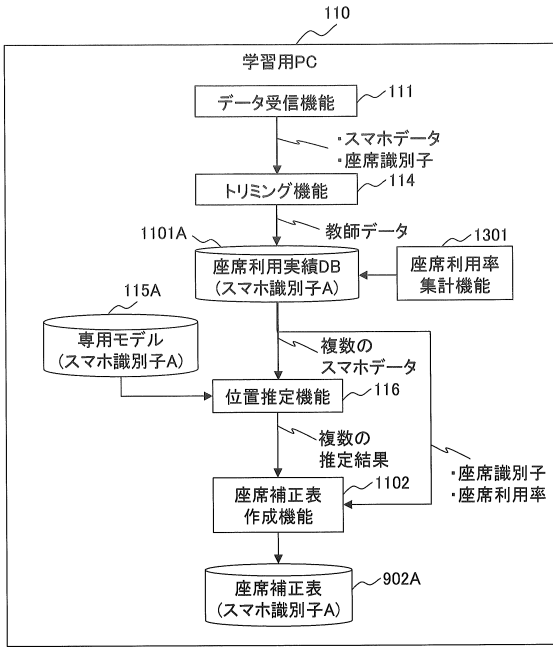


30

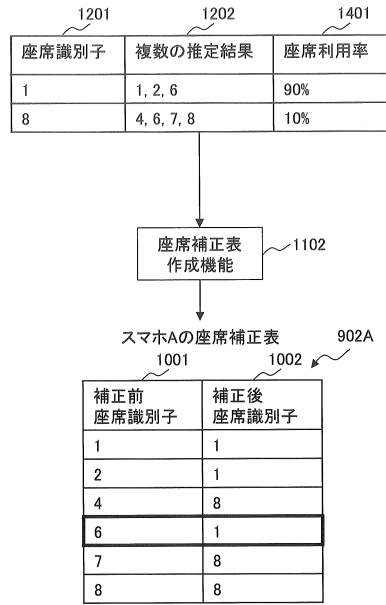
40

50

【図 1 3】



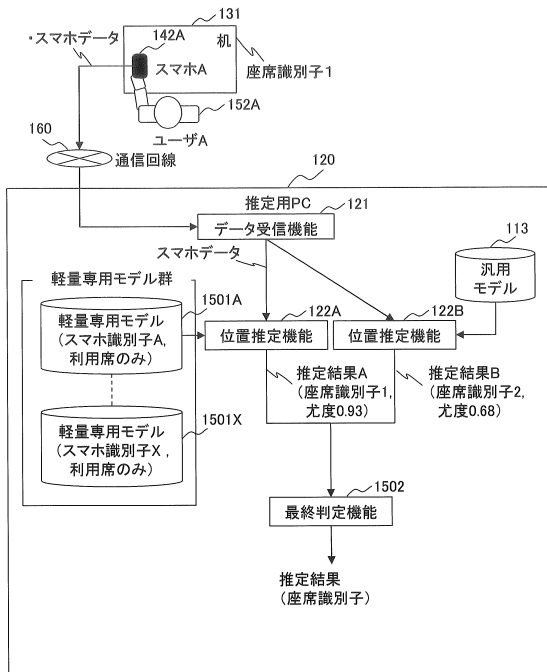
【図 1 4】



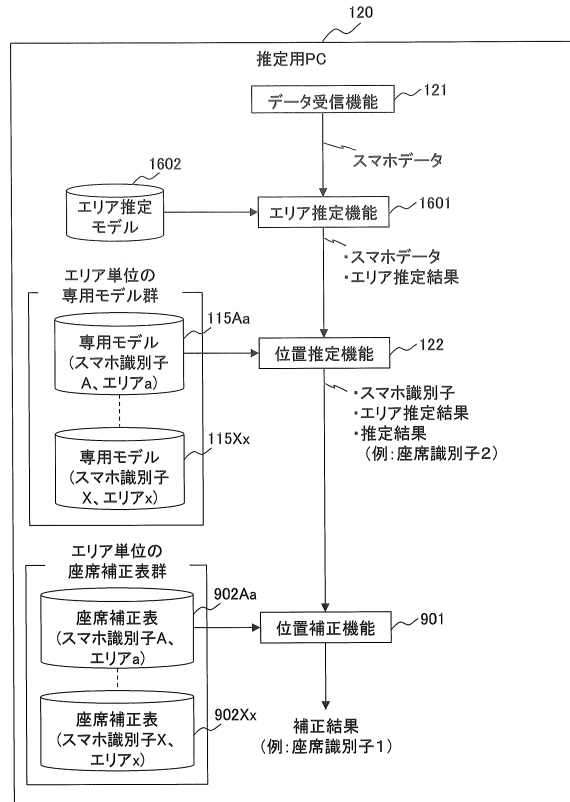
10

20

【図 1 5】



【図 1 6】



30

40

50

【 図 1 7 】

1701 座席識別子	1702 エリア識別子
1	a
2	a
3	a
4	a
5	a
6	a
7	a
8	a
9	a
10	a
11	a
12	a
13	b
14	b
15	b
16	b
17	b
18	b
19	b
20	b
21	b
22	b
23	b
24	b

【 図 1 8 】

1701 座席識別子	1702 エリア識別子
1	a
2	a
3	a
4	a
5	a
6	a
7	a
8	a
9	a, a-b
10	a, a-b
11	a, a-b
12	a, a-b
13	b, a-b
14	b, a-b
15	b, a-b
16	b, a-b
17	b
18	b
19	b
20	b
21	b
22	b
23	b
24	b

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2016-170011(JP,A)
特開2016-170005(JP,A)
特開2012-032152(JP,A)
特開2015-087356(JP,A)
特開2020-046235(JP,A)
特開2013-232805(JP,A)
特開2009-037555(JP,A)
特開2009-246942(JP,A)
国際公開第2015/028474(WO,A1)
特開2018-147081(JP,A)
米国特許出願公開第2020/0027265(US,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G01S 5/00 - 5/14
19/00 - 19/55
H04B 7/24 - 7/26
H04W 4/00 - 99/00