



EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,  
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH,  
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,  
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,  
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,  
US, UZ, VC, VN, WS, 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))

---

predicted value to predict the wireless quality of the user terminal at the estimated position.

(57) 要約: 伝搬環境が変化した場合でも、無線品質の変化に容易に対応できる無線品質予測方法を提供するために、無線通信システムは、ユーザ端末の現在位置、所定の時間を経過後の前記ユーザ端末の推定位置、及び前記現在位置における前記ユーザ端末の受信電力の実測値を取得する取得処理と、受信電力の予測器を用いて、前記現在位置における受信電力の予測値である第1の予測値と前記推定位置における受信電力の予測値である第2の予測値とを予測する第1の予測処理と、前記受信電力の実測値と前記第1の予測値との比較結果に基づいて、前記第2の予測値を補正した第3の予測値を求める補正処理と、無線品質の予測器と前記第3の予測値とを用いて、前記推定位置における前記ユーザ端末の無線品質を予測する第2の予測処理と、を実行する。

## 明 細 書

**発明の名称：**無線品質予測方法、及び無線通信システム

### 技術分野

[0001] 本発明は、無線品質予測方法、及び無線通信システムに関する。

### 背景技術

[0002] 無線通信エリアにおける電波の測定結果を予め測定して、無線品質分布（ヒートマップ）を作成し、作成した無線品質分布に基づくハンドオーバの制御が検討されている。

### 先行技術文献

### 非特許文献

[0003] 非特許文献1：小西他、"LTE/LTE-AdvancedシステムのためのSelf-Organizing Networks (SON)技術による自動最適化の効果" 電子情報通信学会論文誌B Vol. J97-B No. 8 pp. 599-610

### 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0004] しかし、従来の方法では、無線品質分布を作成した後に、伝搬環境が変化（例えば新しく建物が建設される等）した場合、無線品質分布の変化に対応することは困難である。

[0005] 本発明の実施形態は、上記の問題点に鑑みてなされたものであって、伝搬環境が変化した場合でも、無線品質の変化に容易に対応できる無線品質予測方法を提供する。

### 課題を解決するための手段

[0006] 上記の課題を解決するため、本発明の実施形態に係る無線品質予測方法は、無線通信システムが、ユーザ端末の現在位置、所定の時間を経過後の前記ユーザ端末の推定位置、及び前記現在位置における前記ユーザ端末の受信電力の実測値を取得する取得処理と、受信電力の予測器を用いて、前記現在位置における受信電力の予測値である第1の予測値と前記推定位置における受

信電力の予測値である第2の予測値とを予測する第1の予測処理と、前記受信電力の実測値と前記第1の予測値との比較結果に基づいて、前記第2の予測値を補正した第3の予測値を求める補正処理と、無線品質の予測器と前記第3の予測値とを用いて、前記推定位置における前記ユーザ端末の無線品質を予測する第2の予測処理と、を実行する。

## 発明の効果

[0007] 本発明の実施形態によれば、伝搬環境が変化した場合でも、無線品質の変化に容易に対応できる無線品質予測方法を提供することができる。

## 図面の簡単な説明

[0008] [図1]本実施形態に係る無線通信システムのシステム構成の例を示す図である。

[図2]本実施形態に係る受信電力の予測器の例を示す図である。

[図3]本実施形態に係る無線品質の予測器の例を示す図である。

[図4]本実施形態に係る無線品質予測処理の例を示すフローチャートである。

[図5]本実施形態に係る第1の予測処理について説明するための図である。

[図6]本実施形態に係る補正処理について説明するための図である。

[図7]本実施形態に係る第2の予測処理について説明するための図である。

[図8]本実施形態に係る無線通信システムの処理の例を示すシーケンス図である。

[図9]本実施形態に係る予測装置のハードウェア構成の例を示す図である。

[図10]本実施形態に係るユーザ端末のハードウェア構成の例を示す図である。

## 発明を実施するための形態

[0009] 以下、図面を参照して本発明の実施の形態（本実施形態）を説明する。以下で説明する実施形態は一例に過ぎず、本発明が適用される実施形態は、以下の実施形態に限られない。

[0010] <システム構成>

図1は、本実施形態に係る無線通信システムのシステム構成の例を示す図

である。無線通信システム 1 は、例えば、ユーザが利用する無線局であるユーザ端末 100 と、ユーザ端末 100 と通信可能な予測装置 10 とを含む。

[0011] 予測装置 10 は、例えば、コンピュータの構成を有する情報処理装置、又は複数のコンピュータを含むシステムである。予測装置 10 は、ユーザ端末 100 の現在位置、所定の時間を経過後のユーザ端末 100 の推定位置、及び現在位置におけるユーザ端末 100 の受信電力の実測値等に基づいて、推定位置における無線品質を予測する無線品質予測処理を実行する。

[0012] ユーザ端末 100 は、複数の無線基地局 2 のうち、他の無線基地局 2 より無線品質が良い無線基地局 2 に、例えば、5G (5th. Generation)、LTE (Long Term Evolution) 等の所定の無線通信で接続する無線局である。ユーザ端末 100 は、無線基地局 2 等を介して、予測装置 10 と通信可能であり、予測装置 10 に、推定位置における無線品質を問い合わせし、予測装置 10 から通知される推定位置における無線品質の予測値に基づいて、例えば、ハンドオーバ等の通信制御を行う。

[0013] <機能構成>

(予測装置の機能構成)

予測装置 10 は、予測装置 10 が備えるコンピュータが所定のプログラムを実行することにより、例えば、取得部 11、第 1 の予測部 12、補正部 13、第 2 の予測部 14、通知部 15、受信電力の予測器 21、及び無線品質の予測器 22 等を実現している。なお、上記の各機能構成は、物理マシン（コンピュータ）に限られず、例えば、クラウド上の仮想マシンが実行するプログラムにより実現されるものであっても良い。また、上記の各機能構成は、別々の物理マシン、又は仮想マシンに分散して配置されていても良い。さらに、上記の各機能構成のうち、少なくとも一部は、ハードウェアによって実現されるものであってもよい。

[0014] 取得部 11 は、ユーザ端末 100 の現在位置、所定の時間を経過後のユーザ端末 100 の推定位置、及び現在位置におけるユーザ端末 100 の受信電力の実測値等を取得する取得処理を実行する。例えば、取得部 11 は、ユー

ザ端末１００が送信する問い合わせに含まれるユーザ端末１００現在位置、推定位置、及び受信電力の実測値を取得する。

[0015] 第１の予測部１２は、受信電力の予測器２１を用いて、ユーザ端末１００の現在位置における受信電力の予測値（以下、第１の予測値Ｐ１と呼ぶ）と、推定位置における受信電力の予測値（以下、第２の予測値Ｐ２と呼ぶ）とを予測する第１の予測処理を実行する。

[0016] 図２は、本実施形態に係る受信電力の予測器２１について説明するための図である。受信電力の予測器２１は、現在位置（例えば緯度、経度）を特徴量とし、現在位置における受信電力を予測するように予め学習した第１のニューラルネットワーク２０１を有するコンピュータ、記憶部、又はデバイス等である。

[0017] 第１の予測部１２は、取得部１１が取得したユーザ端末１００の現在位置を、受信電力の予測器２１が有する学習済の第１のニューラルネットワーク２０１に入力することにより、ユーザ端末１００の現在位置における受信電力の第１の予測値Ｐ１を得る。同様に、第１の予測部１２は、取得部１１が取得したユーザ端末１００の推定位置を、受信電力の予測器２１が有する学習済の第１のニューラルネットワーク２０１に入力することにより、ユーザ端末１００の推定位置における受信電力の第２の予測値Ｐ２を得る。

[0018] ここで、図１に戻り、予測装置１０の機能構成の説明を続ける。補正部１３は、取得部１１が取得した受信電力の実測値と、第１の予測部１２が予測した受信電力の実測値とを比較した比較結果に基づいて、第２予測値Ｐ２を補正した第３の予測値Ｐ３を求める。例えば、補正部１３は、次の式（１）を用いて、第３の予測値Ｐ３を算出する。

$$P3 = (\text{受信電力の実測値} - P1) + P2 \quad \dots (1)$$

ただし、これに限られず、補正部は、次の式（２）等の他の式を用いて、第３の予測値Ｐ３を算出するものであってもよい。

$$P3 = (\text{受信電力の実測値} / P1) \times P2 \quad \dots (2)$$

要するに、補正部１３は、伝搬環境が変化して、現在位置の受信電力の実

測値が第１の予測値から変化した場合、推定位置における受信電力にも同様の变化があるものとして、第２の予測値を補正し第３の予測値を求めるものであればよい。

[0019] 従って、ユーザ端末１００の推定位置を求める際の所定の時間（ $n$ 秒）は、ユーザ端末１００の現在位置と推定位置との間の距離が離れすぎないように、十分に短い時間に設定しておくことが望ましい。また、この所定の時間（ $n$ 秒）の $n$ は、管理者等が変更可能な設定値であることが望ましい。

[0020] 第２の予測部１４は、無線品質の予測器２２と、補正部１３が補正した第３の予測値 $P_3$ とを用いて、推定位置におけるユーザ端末１００の無線品質（例えばスループット）を予測する第２の予測処理を実行する。

[0021] 図３は、本実施形態に係る無線品質の予測器２２について説明するための図である。無線品質の予測器２２は、現在位置と受信電力とを含む複数の情報を特徴量とし、スループット等の無線品質を予測するように予め学習した第２のニューラルネットワーク３０１を有するコンピュータ、記憶部、又はデバイス等である。なお、複数の情報には、例えば、時刻、時間帯等の時間情報、又は平日、土日、祝日等のカレンダー情報等が含まれ得る。

[0022] 第２の予測部１４は、取得部１１が取得した所定の時間を経過後のユーザ端末１００の推定位置と、補正部１３が補正した第３の予測値 $P_3$ とを含む複数の情報を、無線品質の予測器２２が有する学習済の第２のニューラルネットワーク３０１に入力する。これにより、第２の予測部１４は、ユーザ端末１００の推定位置におけるスループット等の無線品質の予測値を得ることができる。なお、無線品質の予測値は、スループットに限られず、例えば、エラーレート、再送率等の他の無線品質値であってもよい。

[0023] ここで、再び図１に戻り、予測装置１０の機能構成の説明を続ける。通知部１５は、第２の予測部１４が予測した、ユーザ端末１００の推定位置における無線品質の予測値を、ユーザ端末１００に通知する。

[0024] なお、図１に示した予測装置１０の機能構成は一例である。例えば、受信電力の予測器２１は、又は無線品質の予測器２２等は、予測装置１０の外部

のコンピュータ等によって実現されるものであってもよい。また、受信電力の予測器 21 が有する学習済の第 1 のニューラルネットワーク 201 は、第 1 の予測部 12 が有していてもよい。同様に、無線品質の予測器 22 が有する学習済の第 2 のニューラルネットワーク 301 は、第 2 の予測部 14 が有していてもよい。

[0025] (ユーザ端末の機能構成)

ユーザ端末 100 は、ユーザ端末 100 が備えるコンピュータが所定のプログラムを実行することにより、例えば、無線通信部 101、位置取得部 102、算出部 103、受信電力取得部 104、問い合わせ部 105、記憶部 106、情報受信部 107、及び通信制御部 108 等を実現している。なお、上記の各機能構成のうち、少なくとも一部は、ハードウェアによって実現されるものであってもよい。

[0026] 無線通信部 101 は、通信制御部 108 からの制御に従って、1 つ以上の無線基地局 2 と所定の無線通信を行う。位置取得部 102 は、例えば、GPS (Global Positioning System) デバイス等を利用して、ユーザ端末 100 の現在位置を取得する。

[0027] 算出部 103 は、例えば、位置取得部 102 が取得したユーザ端末 100 の現在位置と、加速度センサ、角度センサ等のセンサで測定したユーザ端末 100 の動きとから、所定の時間 (n 秒) を経過後のユーザ端末 100 の推定位置を算出する算出処理を実行する。或いは、算出部 103 は、位置取得部 102 が取得したユーザ端末 100 の現在位置の履歴を記憶部 106 に記憶しておき、この履歴に基づいて、所定の時間 (n 秒) を経過後のユーザ端末 100 の推定位置を推定してもよい。なお、本実施形態では、算出部 103 が、所定の時間を経過後のユーザ端末 100 の推定位置を推定する方法は、任意の方法であってよい。

[0028] 受信電力取得部 104 は、無線通信部 101 が無線基地局 2 から受信する電波の受信電力の実測値を、無線通信部 101、又は通信制御部 108 等から取得する受信電力取得処理を実行する。

[0029] 問い合わせ部 105 は、ユーザ端末 100 の現在位置、所定の時間を経過後のユーザ端末 100 の推定位置、及び現在位置における受信電力の実測値を含む問い合わせを、予測装置 10 に送信する問い合わせ処理を実行する。記憶部 106 は、例えば、ユーザ端末 100 の現在位置の履歴等の様々な情報、又はデータ等を記憶する。

[0030] 情報受信部 107 は、問い合わせ部 105 による問い合わせに対して、予測装置 10 から通知される、推定位置における通信品質の予測値を受信する情報受信処理を実行する。通信制御部 108 は、無線通信部 101 による無線通信の呼制御等を行う通信制御処理を実行する。例えば、通信制御部 108 は、情報受信部 107 が受信した、推定位置における通信品質の予測値に基づいてハンドオーバを行うか否かを判断し、ハンドオーバを行う場合、無線通信部 101 を制御してハンドオーバを実行する。

[0031] なお、図 1 に示した無線通信システム 1 のシステム構成、及び機能構成は一例である。例えば、図 1 において、予測装置 10 が有する第 1 の予測部 12、補正部 13、第 2 の予測部 14、受信電力の予測器 21、及び無線品質の予測器 22 等は、ユーザ端末 100 が有していてもよい。この場合、図 1 の取得部 11、通知部 15、問い合わせ部 105、及び情報受信部 107 等は不要である。

[0032] <処理の流れ>

続いて、本実施形態に係る無線品質予測方法の処理の流れについて説明する。

[0033] (無線品質予測処理)

図 4 は、本実施形態に係る無線品質予測処理の例を示すフローチャートである。この処理は、無線通信システム 1 が実行する無線品質予測処理の例を示している。この処理は、例えば、図 1 の予測装置 10 が実行する。また、上述したように、ユーザ端末 100 が、第 1 の予測部 12、補正部 13、第 2 の予測部 14、受信電力の予測器 21、及び無線品質の予測器 22 等を有している場合、図 4 の処理はユーザ端末 100 が実行しても良い。ここでは

、予測装置１０が、図４に示す無線品質予測処理を行うものとして、以下の説明を行う。

[0034] ステップＳ４０１において、取得部１１は、ユーザ端末１００の現在位置、所定の時間を経過後のユーザ端末１００の推定位置、及び現在位置におけるユーザ端末１００の受信電力の実測値を取得する。例えば、取得部１１は、ユーザ端末１００から問い合わせを受け付けた場合、問い合わせに含まれるユーザ端末１００の現在位置、推定位置、及び受信電力の実測値を取得する。

[0035] ステップＳ４０２、Ｓ４０３において、第１の予測部１２は、ユーザ端末１００の現在位置における受信電力の第１の予測値Ｐ１と、所定の時間を経過後のユーザ端末１００の推定位置における受信電力の第２の予測値Ｐ２とを予測する第１の予測処理を実行する。

[0036] 図５は、本実施形態に係る第１の予測処理について説明するための図である。なお、以下の説明において、ユーザ端末１００の現在の位置を「現在位置」と呼び、所定の時間（ｎ秒）後のユーザ端末１００の推定位置を「推定位置」と呼ぶ。なお、所定の時間ｎ秒は、管理者、又は設計者等が設定する設定値であり、良好な予測結果が得られるように、予め設定されているものとする。

[0037] 第１の予測部１２は、取得部１１が取得した現在位置（例えば緯度、経度）を、図２で説明した受信電力の予測器２１が有する学習済の第１のニューラルネットワーク２０１に入力し、出力された受信電力を、現在位置における受信電力の第１の予測値Ｐ１とする。同様に、第１の予測部１２は、取得部１１が取得した推定位置（例えば緯度、経度）を、図２で説明した受信電力の予測器２１が有する学習済の第１のニューラルネットワーク２０１に入力し、出力された受信電力を推定位置における受信電力の第２の予測値Ｐ２とする。

[0038] 図４のステップＳ４０４において、補正部１３は、取得部１１が取得した現在位置における受信電力の実測値と、現在位置における受信電力の第１の

予測値 P 1 との比較結果に基づいて、第 2 の予測値 P 2 を補正した第 3 の予測値 P 3 を求める。

[0039] 図 6 は、本実施形態に係る補正処理について説明するための図である。補正部 1 3 は、取得部 1 1 が取得した現在位置における受信電力の実測値と、第 1 の予測部 1 2 が予測した第 1 の予測値 P 1 とを比較し、比較結果に基づいて第 2 の予測値 P 2 を補正し、第 3 の予測値 P 3 を求める。例えば、補正部 1 3 は、前述した式 (1)、又は式 (2) 等を用いて、第 3 の予測値 P 3 を算出する。

[0040] 例えば、図 2 で説明した第 1 のニューラルネットワーク 2 0 1 を機械学習した後に、新しく建物等が建設され、現在地における受信電力が低下したものとする。この場合、n 秒後の推定位置は現在位置に十分に近いため、推定位置においても、同じ建物の影響により、受信電力が低下すると考えられる。そこで、補正部 1 3 は、例えば、現在地における受信電力の実測値と第 1 の予測値 P 1 と差を算出し、算出した差を第 2 の予測値 P 2 に加算又は減算することにより、新しく建設された建物の影響を加味した、推定位置における受信電力の第 3 の予測値 P 3 を求める。

[0041] 図 4 のステップ S 4 0 5 において、補正部 1 3 が補正した第 3 の予測値 P 3 を用いて、推定位置におけるユーザ端末 1 0 0 のスループット（無線品質の一例）を予測する第 2 の予測処理を実行する。

[0042] 図 7 は、本実施形態に係る第 2 の予測処理について説明するための図である。第 2 の予測部 1 4 は、取得部 1 1 が取得した推定位置と、補正部 1 3 が補正した第 3 の予測値 P 3 とを含む複数の情報を、図 3 で説明した無線品質の予測器 2 2 が有する学習済の第 2 のニューラルネットワーク 3 0 1 に入力する。また、第 2 の予測部 1 4 は、学習済の第 2 のニューラルネットワーク 3 0 1 が出力するスループットを、推定位置における無線品質の予測値とする。

[0043] 第 2 の予測部 1 4 が予測した推定位置の無線品質の予測値は、例えば、通知部 1 5 がユーザ端末 1 0 0 等に通知する。

[0044] 上記の処理により、予測装置 10 は、伝搬環境が変化した場合でも、無線品質の変化に容易に対応できる無線品質予測方法を提供することができる

(無線通信システムの処理)

図 8 は、本実施形態に係る無線通信システムの処理の例を示すシーケンス図である。この処理は、図 4 で説明した無線品質予測処理に対応する無線通信システム全体の処理の例を示している。なお、図 8 に示す処理の開始時点において、ユーザ端末 100 は、いずれかの無線基地局 2 に所定の無線通信で接続し、予測装置 10 と通信可能であるものとする。

[0045] ステップ S801 において、ユーザ端末 100 の位置取得部 102 は、例えば、GPS デバイス等を利用して、ユーザ端末 100 の現在位置を取得する

ステップ S802 において、ユーザ端末 100 の算出部 103 は、例えば、ユーザ端末 100 の現在位置と、センサで測定したユーザ端末 100 の動きとから、所定の時間 (n 秒) を経過後のユーザ端末 100 の推定位置を算出する。

[0046] ステップ S803 において、ユーザ端末 100 の受信電力取得部 104 は、無線通信部 101 が無線基地局 2 から受信する電波の受信電力の実測値を、無線通信部 101、又は通信制御部 108 等から取得する。

[0047] ステップ S804 において、ユーザ端末 100 の問い合わせ部 105 は、ユーザ端末 100 の現在位置、推定位置、及び受信電力の実測を含む問い合わせを、予測装置 10 に送信する。

[0048] ステップ S805 において、予測装置 10 は、ユーザ端末 100 からの問い合わせを受け付けると、図 4 で説明した無線品質予測処理を実行する。

[0049] ステップ S806 において、予測装置 10 の通知部 15 は、推定位置における無線品質の予測値を、ユーザ端末 100 に通知する。

[0050] ステップ S807 において、ユーザ端末 100 の通信制御部 108 は、情報受信部 107 が受信した推定位置における無線品質の予測値に基づいて、ユーザ端末 100 のハンドオーバ等を制御する。

[0051] <ハードウェア構成例>

(予測装置のハードウェア構成)

図9は、本実施形態に係る予測装置10のハードウェア構成の例を示す図である。予測装置10は、例えば、図9に示すようなコンピュータ900の構成を備えている。図9の例では、コンピュータ900は、プロセッサ901、メモリ902、ストレージデバイス903、通信装置904、入力装置905、出力装置906、及びバスB等を有する。

[0052] プロセッサ901は、例えば、所定のプログラムを実行することにより、様々な機能を実現するCPU (Central Processing Unit) 等の演算装置である。メモリ902は、コンピュータ900が読み取り可能な記憶媒体であり、例えば、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory) 等を含む。ストレージデバイス903は、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体であり、例えば、HDD (Hard Disk Drive)、SSD (Solid State Drive)、各種の光ディスク、及び光磁気ディスク等を含み得る。

[0053] 通信装置904は、無線、又は有線のネットワークを介して他の装置と通信を行うための1つ以上のハードウェア (通信デバイス) を含む。入力装置905は、外部からの入力を受け付ける入力デバイス (例えば、キーボード、マウス、マイクロフォン、スイッチ、ボタン、センサ等) である。出力装置906は、外部への出力を実施する出力デバイス (例えば、ディスプレイ、スピーカ、LEDランプ等) である。なお、入力装置905と出力装置906とは、一体となった構成 (例えば、タッチパネルディスプレイ等の入出力装置) であってもよい。

[0054] バスBは、上記の各構成要素に共通に接続され、例えば、アドレス信号、データ信号、及び各種の制御信号等を伝送する。なお、プロセッサ901は、CPUに限られず、例えば、DSP (Digital Signal Processor)、PLD (Programmable Logic Device)、又はFPGA (Field Programmable Gate Array) 等であってもよい。

[0055] (ユーザ端末のハードウェア構成)

図10は、本実施形態に係るユーザ端末のハードウェア構成の例を示す図である。ユーザ端末100は、図9で説明したコンピュータ900のハードウェア構成に加えて、GPSデバイス1001、及びセンサ1002等を有する。

[0056] GPSデバイス1001は、GPS衛星が送信する測位信号を受信し、ユーザ端末100の現在位置を示す位置情報を出力する測位デバイスである。センサ1002は、例えば、加速度センサ、角度センサ等のユーザ端末100の動きを検出する検出デバイスである。

[0057] (補足)

本実施形態における予測装置10は専用装置による実現に限らず、汎用コンピュータで実現するようにしてもよい。その場合、この機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することによって実現してもよい。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、OSや周辺機器等のハードウェアを含むものとする。

[0058] また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の様々な記憶装置を含む。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムを送信する場合の通信線のように、短時間の間、動的にプログラムを保持するもの、その場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリのように、一定時間プログラムを保持しているものも含んでもよい。

[0059] また上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであっても良く、さらに前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるものであっても良く、PLD (Programmable Logic Device) やFPGA (Field Programmable Gate Array) 等のハードウェアを用いて実現されるものであってもよい。

[0060] <実施形態の効果>

本実施形態によれば、伝搬環境が変化した場合でも、無線品質の変化に容易に対応できる無線品質予測方法を提供することができる。

[0061] 例えば、従来の技術では、各地点における無線品質を予測できるように機械学習を実施した後に、伝搬環境が変化した場合、無線品質の予測精度が低下してしまう場合がある。

[0062] 一方、本実施形態では、予測装置 10 は、受信電力の予測器 21 を用いて、現在位置における受信電力の第 1 の予測値 P1 と、所定の時間を経過後の推定位置における受信電力の第 2 の予測値 P2 とを予測する。また、予測装置 10 は、現在位置における受信電力の実測値と、第 1 の予測値 P1 との比較結果（差又は比）を用いて、第 2 の予測値 P2 を補正し、補正した第 3 の予測値 P3 を用いて、推定位置における無線品質を推定する。

[0063] 従って、例えば、図 2 で説明した受信電力の予測器 21 が有する第 1 のニューラルネットワーク 201 を機械学習した後に、伝搬環境が変化し、無線品質が変化した場合でも、無線品質の予測精度の低下を抑制することができる。

[0064] <実施形態のまとめ>

本明細書には、少なくとも下記各項の無線通信方法、及び無線通信システムが開示されている。

（第 1 項）

無線通信システムが、

ユーザ端末の現在位置、所定の時間を経過後の前記ユーザ端末の推定位置、及び前記現在位置における前記ユーザ端末の受信電力の実測値を取得する取得処理と、

受信電力の予測器を用いて、前記現在位置における受信電力の予測値である第 1 の予測値と前記推定位置における受信電力の予測値である第 2 の予測値とを予測する第 1 の予測処理と、

前記受信電力の実測値と前記第 1 の予測値との比較結果に基づいて、前記

第2の予測値を補正した第3の予測値を求める補正処理と、

無線品質の予測器と前記第3の予測値とを用いて、前記推定位置における前記ユーザ端末の無線品質を予測する第2の予測処理と、

を実行する、無線品質予測方法。

(第2項)

前記受信電力の予測器は、現在位置を特徴量とし受信電力を予測するように予め学習した第1のニューラルネットワークを有する、第1項に記載の無線品質予測方法。

(第3項)

前記無線品質の予測器は、現在位置と受信電力とを含む複数の情報を特徴量とし、前記無線品質を予測するように予め学習した第2のニューラルネットワークを有する、第1項又は第2項に記載の無線品質予測方法。

(第4項)

前記補正部は、前記受信電力の実測値と前記第1の予測値の差を、前記第2の予測値に加算又は減算して前記第3の予測値を算出する、第1項乃至第3項のいずれか一項に記載の無線品質予測方法。

(第5項)

ユーザ端末と、前記ユーザ端末と通信可能な予測装置とを含む無線通信システムであって、

前記予測装置は、

前記ユーザ端末から、前記ユーザ端末の現在位置、所定の時間を経過後の前記ユーザ端末の推定位置、及び前記現在位置における前記ユーザ端末の受信電力の実測値を取得する取得部と、

受信電力の予測器を用いて、前記現在位置における受信電力の予測値である第1の予測値と前記推定位置における受信電力の予測値である第2の予測値とを予測する第1の予測部と、

前記受信電力の実測値と前記第1の予測値との比較結果に基づいて、前記第2の予測値を補正した第3の予測値を求める補正部と、

無線品質の予測器と前記第3の予測値とを用いて、前記推定位置における前記ユーザ端末の無線品質を予測する第2の予測部と、

前記ユーザ端末に、前記推定位置における前記ユーザ端末の無線品質の予測値を通知する通知部と、

を有する、無線通信システム。

(第6項)

前記ユーザ端末は、

前記ユーザ端末の現在位置、所定の時間を経過後の前記ユーザ端末の推定位置、及び前記現在位置における前記ユーザ端末の受信電力の実測値を含む問い合わせを前記予測装置に送信する問い合わせ部と、

前記予測装置から通知される前記推定位置における前記ユーザ端末の無線品質の予測値に基づいて、前記ユーザ端末のハンドオーバを制御する通信制御部と、

を有する、第5項に記載の無線通信システム。

[0065] 以上、本実施形態について説明したが、本発明はかかる特定の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

## 符号の説明

- [0066] 1 無線通信システム
- 10 予測装置
    - 11 取得部
    - 12 第1の予測部
    - 13 補正部
    - 14 第2の予測部
    - 15 通知部
  - 21 受信電力の予測器
  - 22 無線品質の予測器
  - 100 ユーザ端末

1 0 5 問い合わせ部

1 0 8 通信制御部

2 0 1 第1のニューラルネットワーク

3 0 1 第2のニューラルネットワーク

## 請求の範囲

- [請求項1]           無線通信システムが、
- ユーザ端末の現在位置、所定の時間を経過後の前記ユーザ端末の推定位置、及び前記現在位置における前記ユーザ端末の受信電力の実測値を取得する取得処理と、
- 受信電力の予測器を用いて、前記現在位置における受信電力の予測値である第1の予測値と前記推定位置における受信電力の予測値である第2の予測値とを予測する第1の予測処理と、
- 前記受信電力の実測値と前記第1の予測値との比較結果に基づいて、前記第2の予測値を補正した第3の予測値を求める補正処理と、
- 無線品質の予測器と前記第3の予測値とを用いて、前記推定位置における前記ユーザ端末の無線品質を予測する第2の予測処理と、
- を実行する、無線品質予測方法。
- [請求項2]           前記受信電力の予測器は、現在位置を特徴量とし受信電力を予測するように予め学習した第1のニューラルネットワークを有する、請求項1に記載の無線品質予測方法。
- [請求項3]           前記無線品質の予測器は、現在位置と受信電力とを含む複数の情報を特徴量とし、前記無線品質を予測するように予め学習した第2のニューラルネットワークを有する、請求項1又は2に記載の無線品質予測方法。
- [請求項4]           前記補正処理は、前記受信電力の実測値と前記第1の予測値の差を、前記第2の予測値に加算又は減算して前記第3の予測値を算出する、請求項1乃至3のいずれか一項に記載の無線品質予測方法。
- [請求項5]           ユーザ端末と、前記ユーザ端末と通信可能な予測装置とを含む無線通信システムであって、
- 前記予測装置は、
- 前記ユーザ端末から、前記ユーザ端末の現在位置、所定の時間を経過後の前記ユーザ端末の推定位置、及び前記現在位置における前記ユ

ーザ端末の受信電力の実測値を取得するように構成された取得部と、

受信電力の予測器を用いて、前記現在位置における受信電力の予測値である第1の予測値と前記推定位置における受信電力の予測値である第2の予測値とを予測するように構成された第1の予測部と、

前記受信電力の実測値と前記第1の予測値との比較結果に基づいて、前記第2の予測値を補正した第3の予測値を求めるように構成された補正部と、

無線品質の予測器と前記第3の予測値とを用いて、前記推定位置における前記ユーザ端末の無線品質を予測するように構成された第2の予測部と、

前記ユーザ端末に、前記推定位置における前記ユーザ端末の無線品質の予測値を通知するように構成された通知部と、

を有する、無線通信システム。

[請求項6]

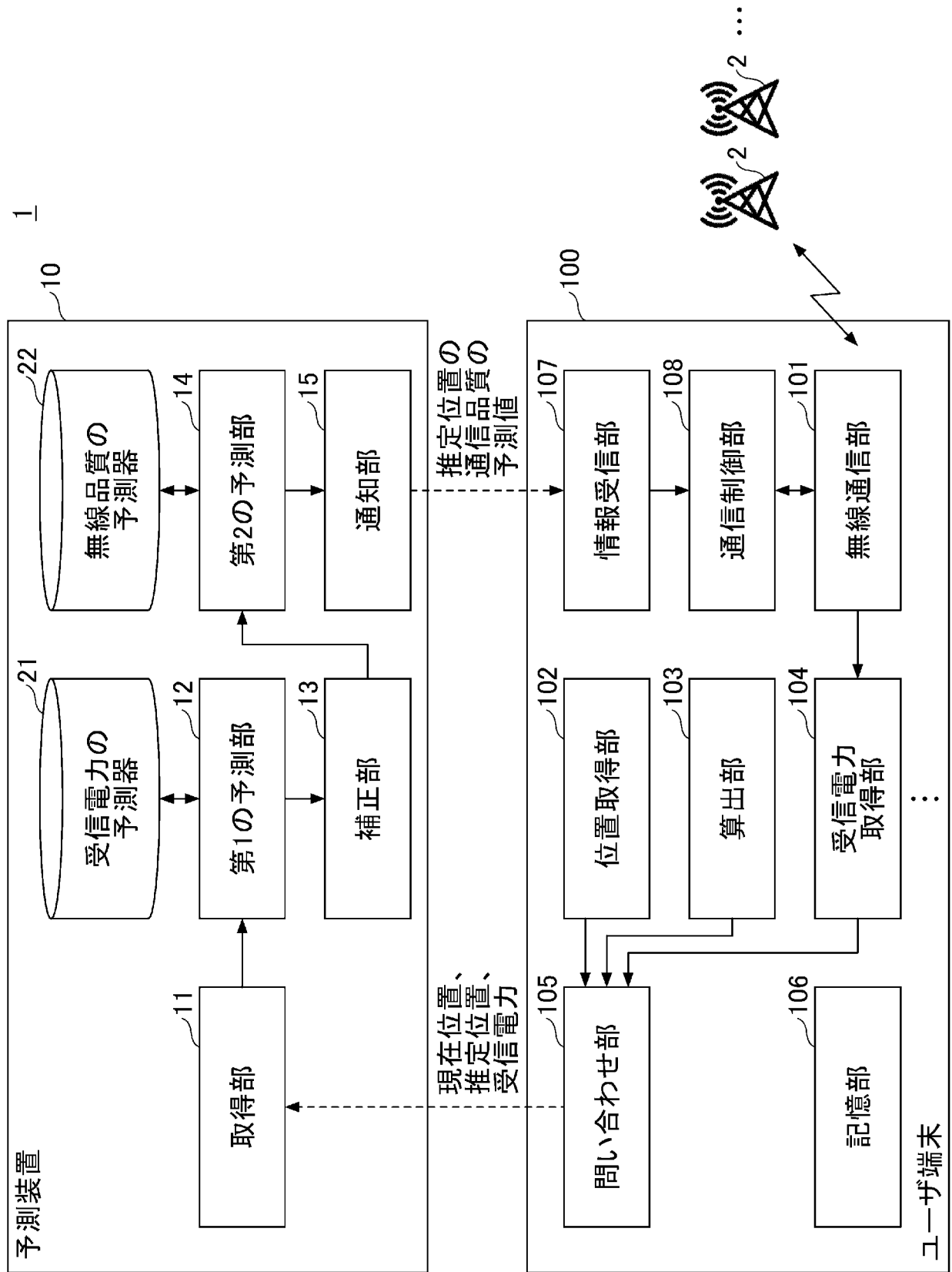
前記ユーザ端末は、

前記ユーザ端末の現在位置、所定の時間を経過後の前記ユーザ端末の推定位置、及び前記現在位置における前記ユーザ端末の受信電力の実測値を含む問い合わせを前記予測装置に送信するように構成された問い合わせ部と、

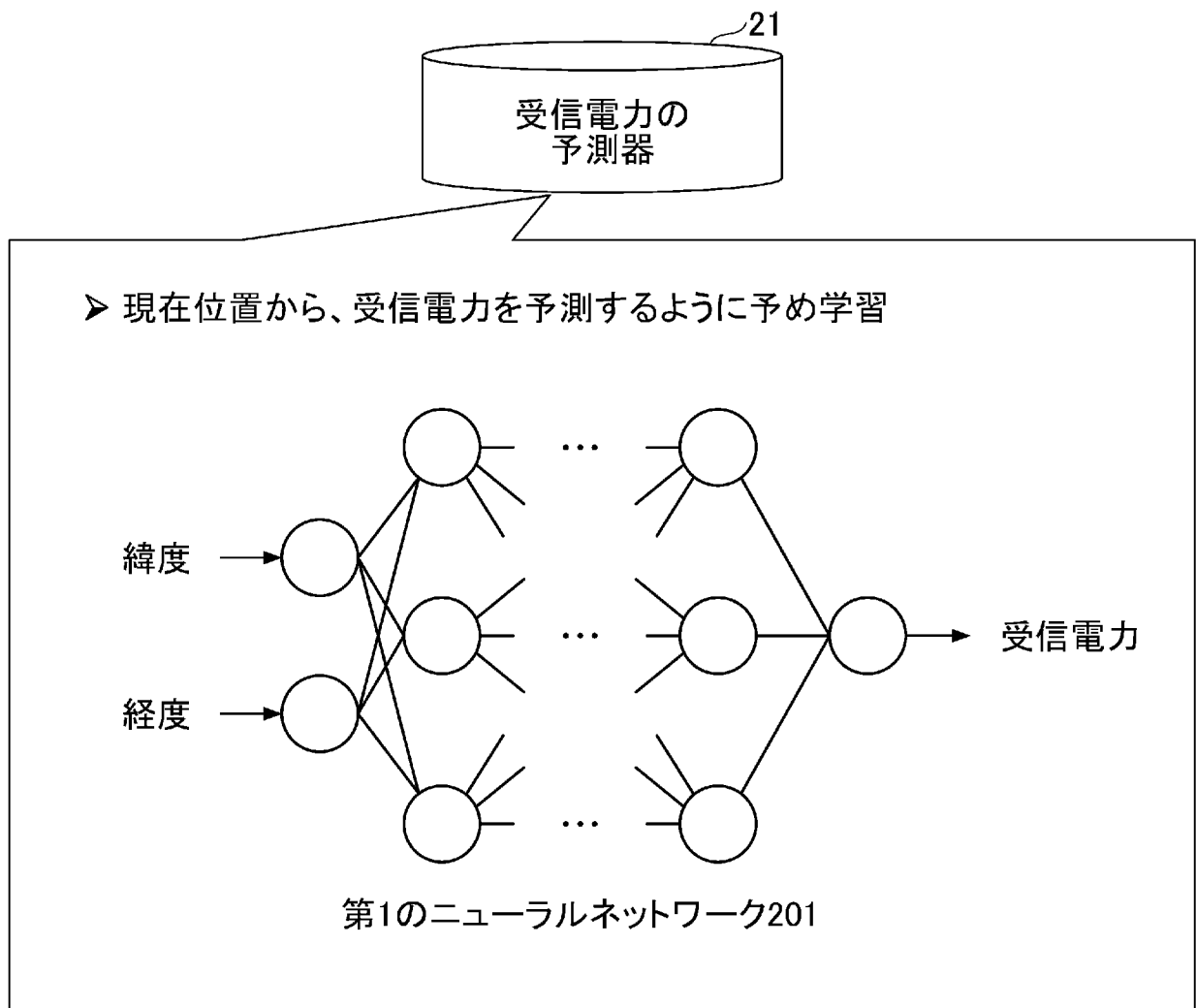
前記予測装置から通知される前記推定位置における前記ユーザ端末の無線品質の予測値に基づいて、前記ユーザ端末のハンドオーバを制御するように構成された通信制御部と、

を有する、請求項5に記載の無線通信システム。

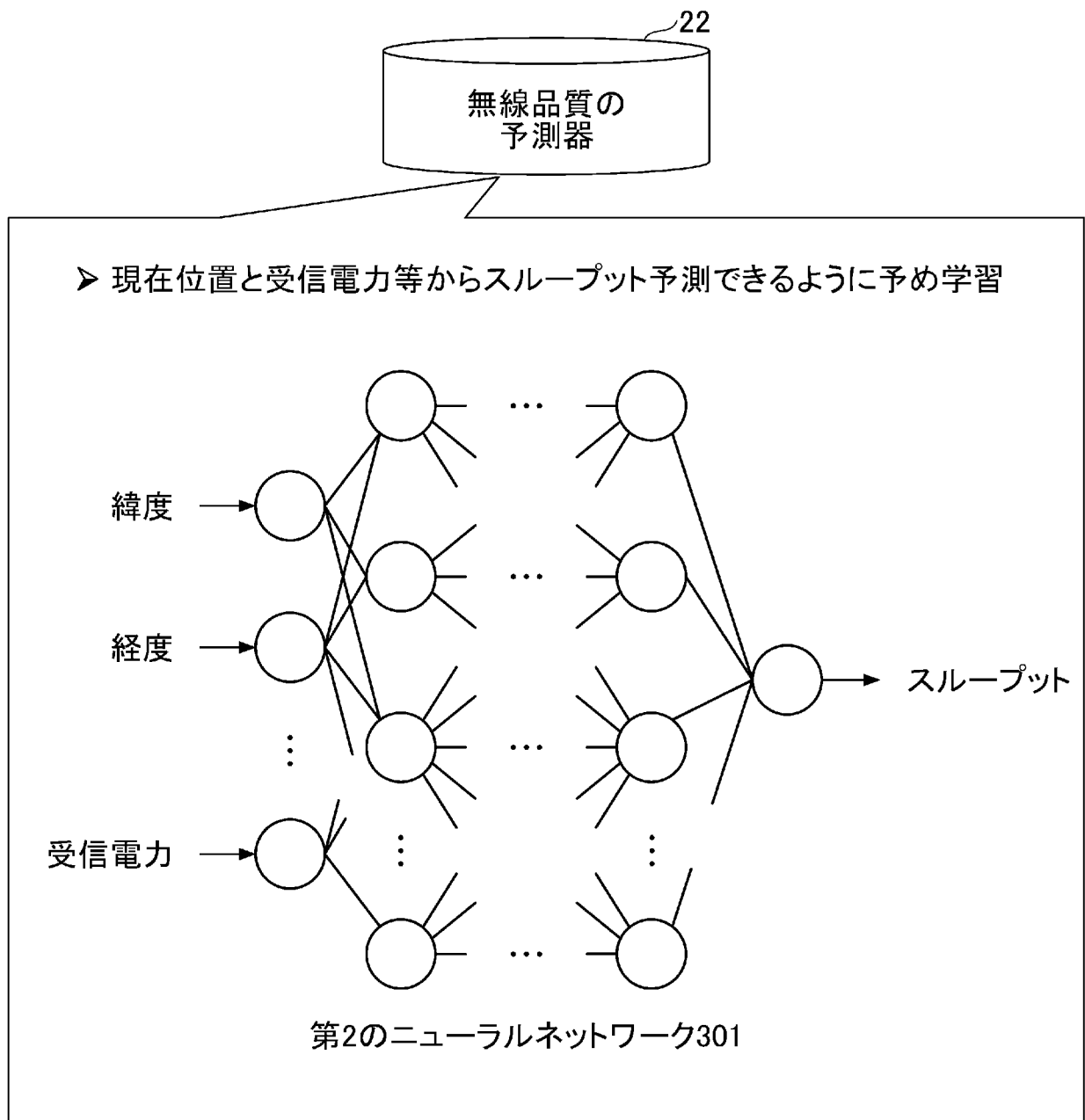
[図1]



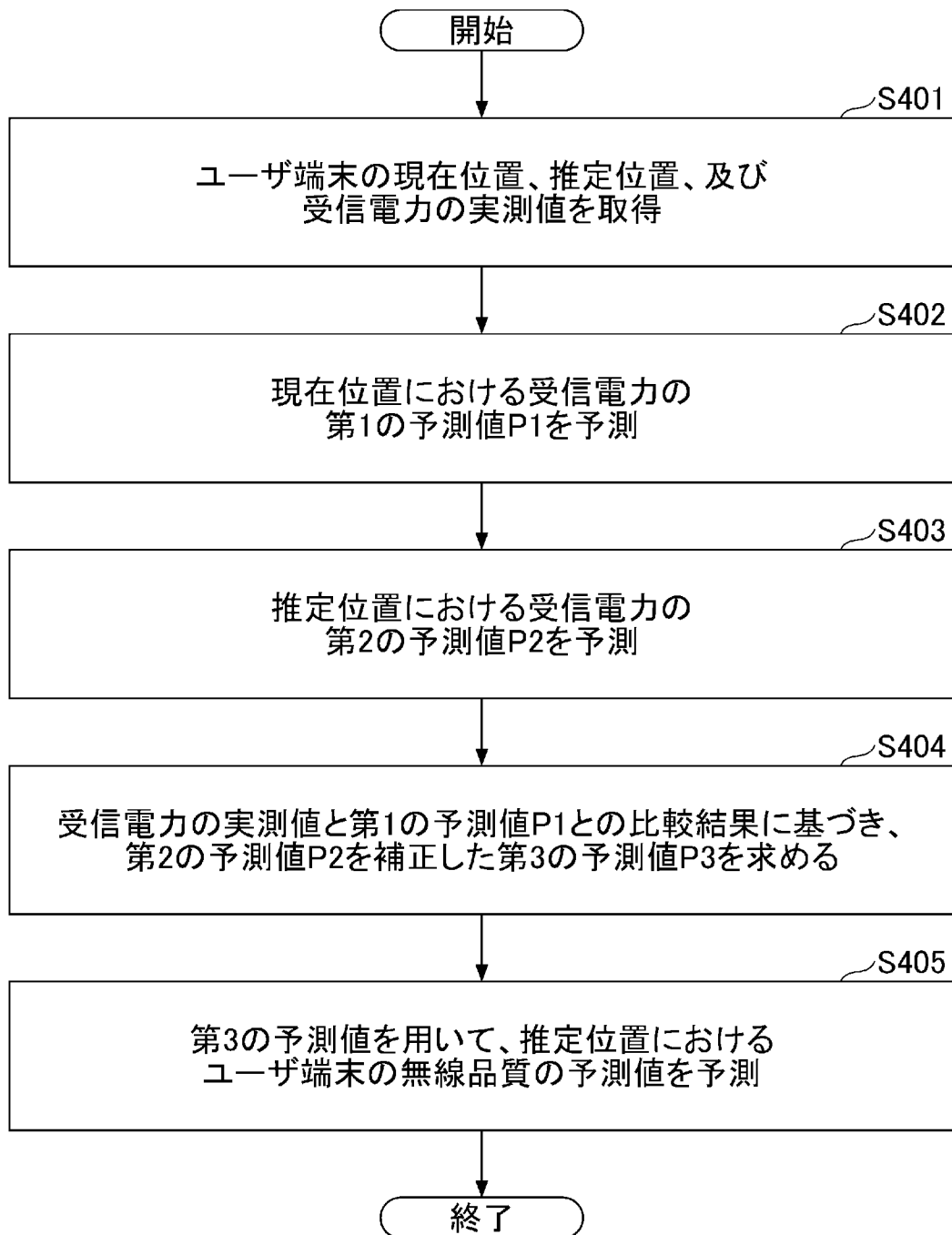
[図2]



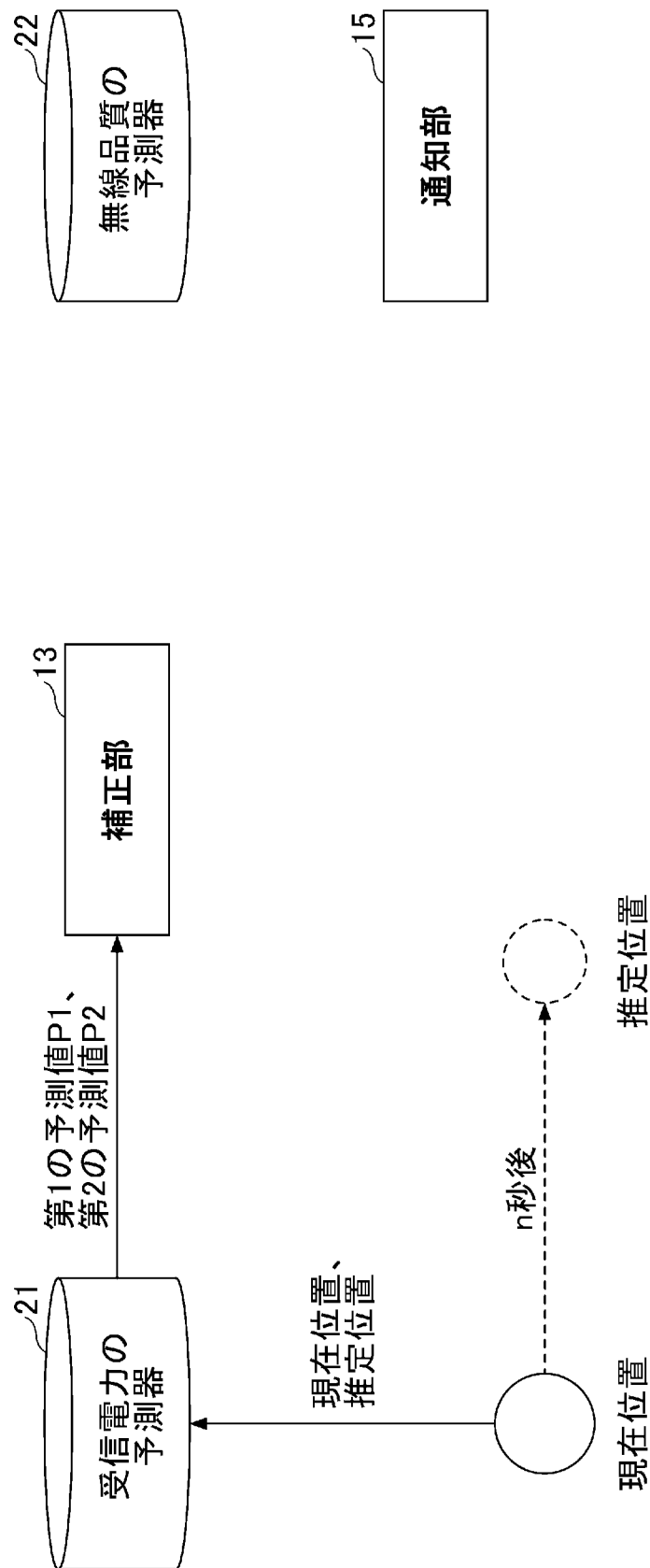
[図3]



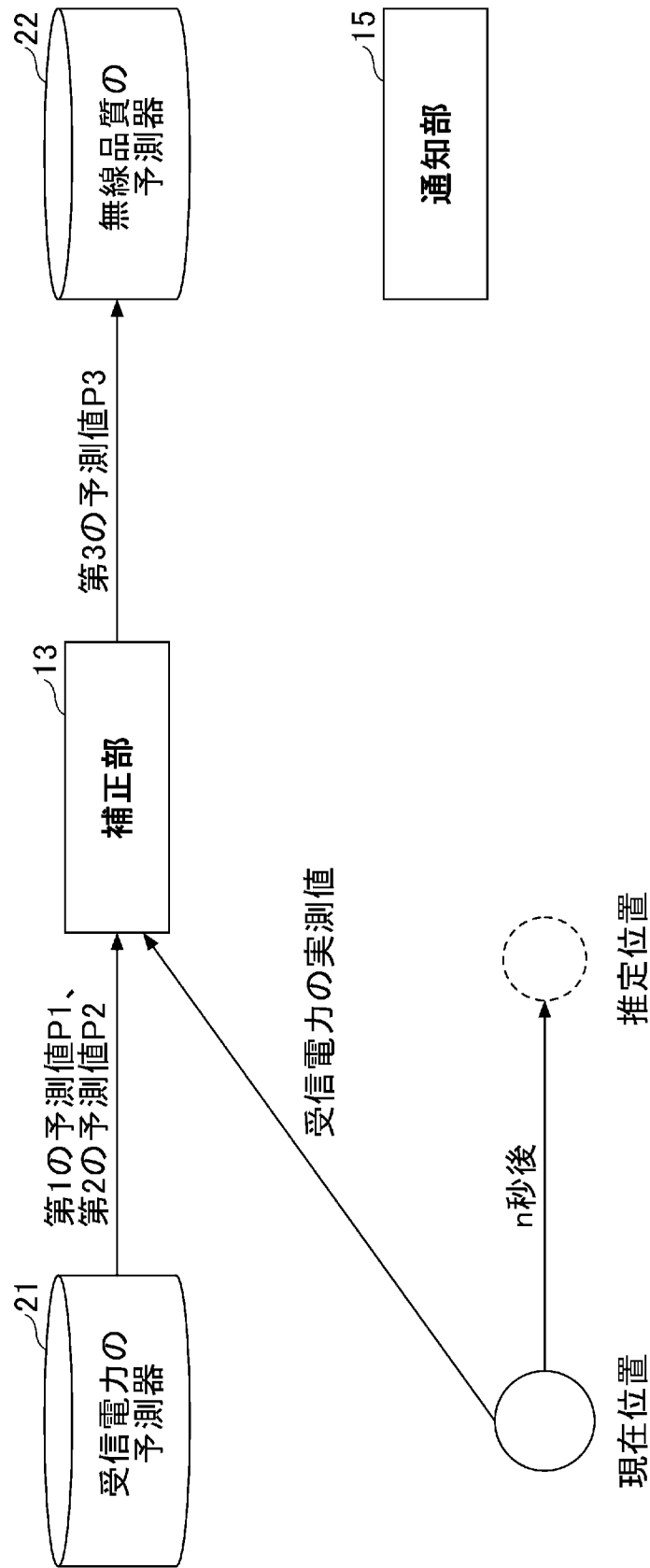
[図4]



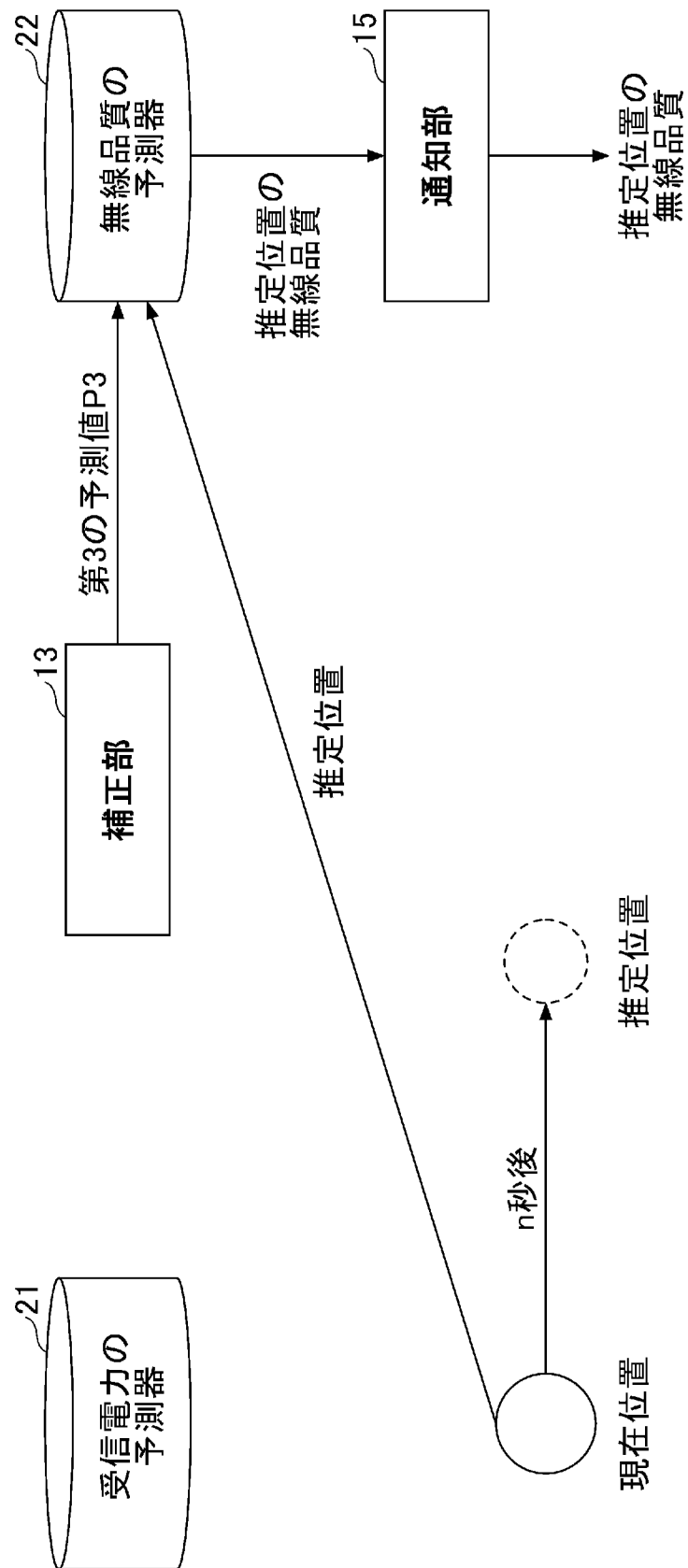
[図5]



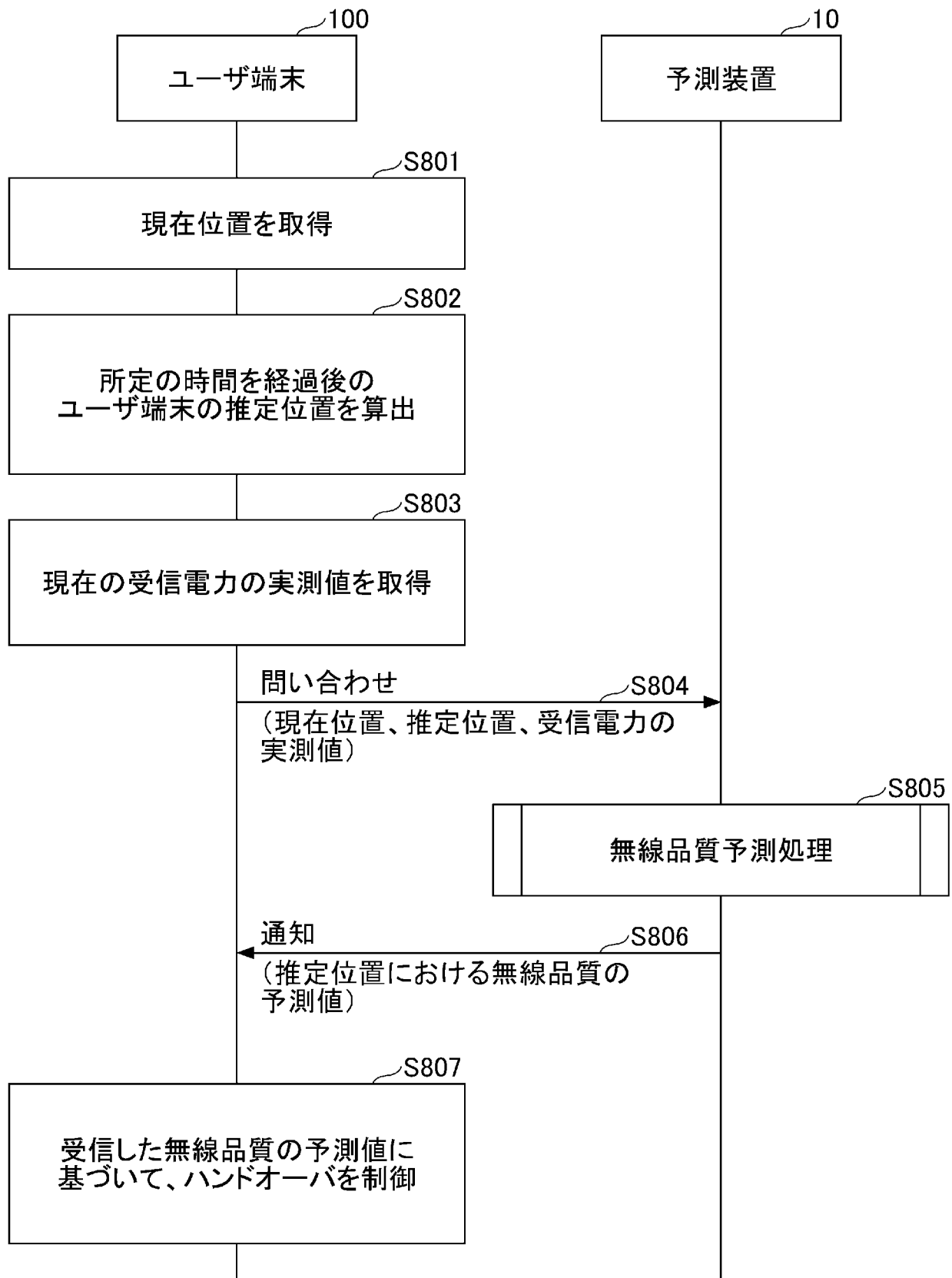
[図6]



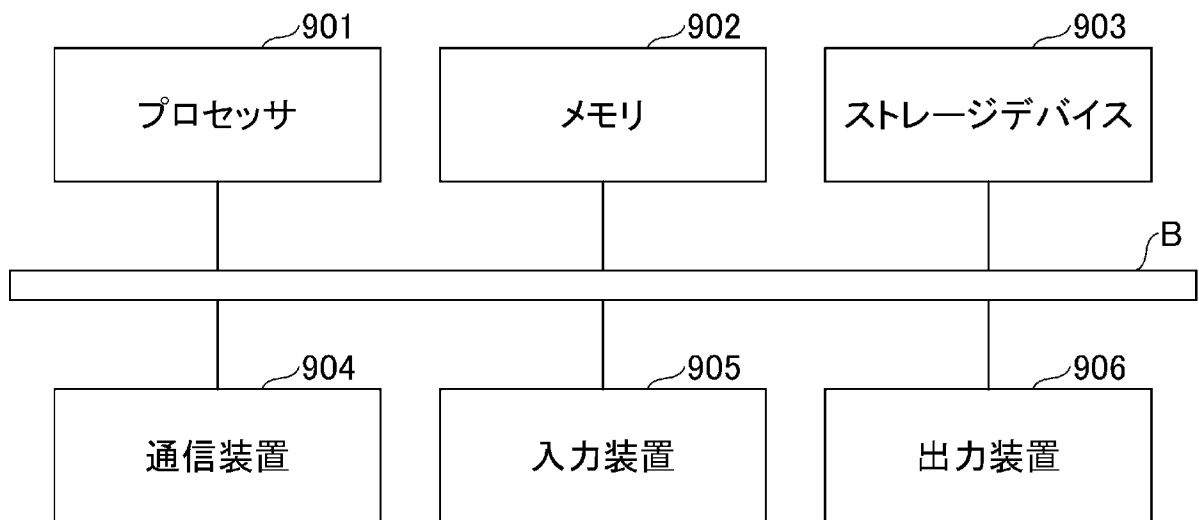
[図7]



[図8]

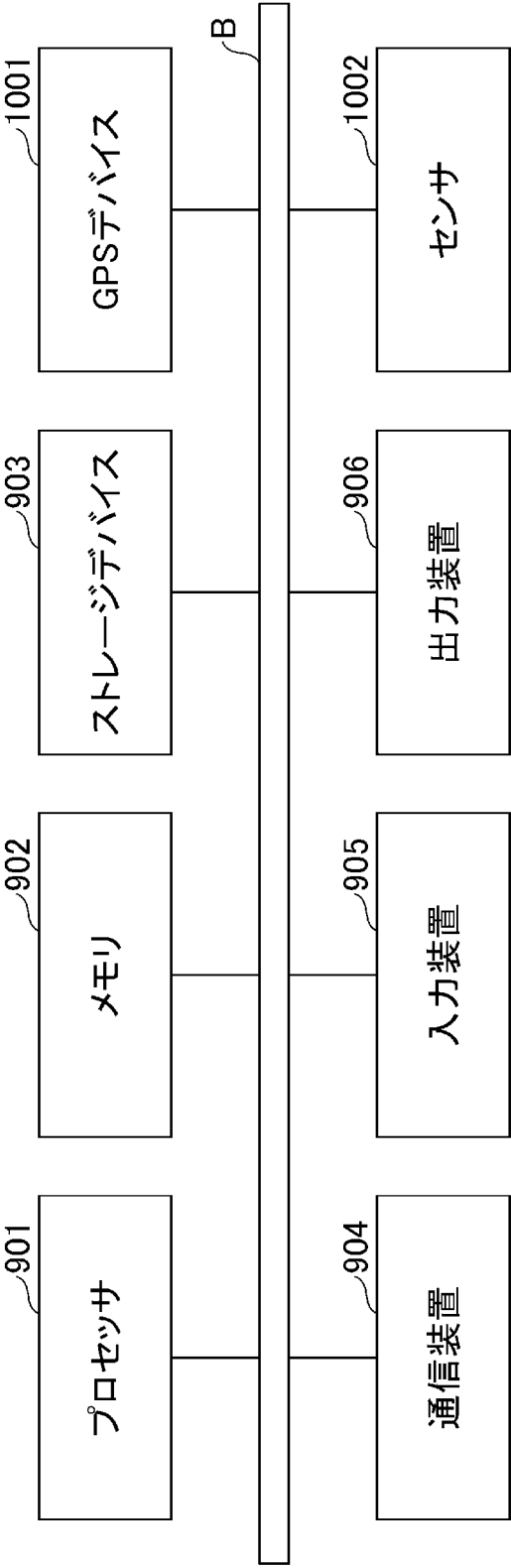


[図9]

900

[図10]

100



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/046558

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H04W 16/18**(2009.01)i; **H04W 24/08**(2009.01)i

FI: H04W24/08; H04W16/18 110

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)

H04W16/18; H04W24/08

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 1971-2022  
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022  
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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 2018-32939 A (NIPPON TELEGR. & TELEPH. CORP.) 01 March 2018 (2018-03-01)<br>entire text, all drawings | 1-6                   |
| A         | JP 2015-126405 A (NEC CORP.) 06 July 2015 (2015-07-06)<br>entire text, all drawings                      | 1-6                   |
| A         | JP 2012-209744 A (CASIO COMPUT. CO., LTD.) 25 October 2012 (2012-10-25)<br>entire text, all drawings     | 1-6                   |



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

“T” 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

07 March 2022

Date of mailing of the international search report

15 March 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)  
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915  
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/JP2021/046558**

| Patent document<br>cited in search report |             |   | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s) | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|-------------|---|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| JP                                        | 2018-32939  | A | 01 March 2018                        | (Family: none)          |                                      |
| JP                                        | 2015-126405 | A | 06 July 2015                         | (Family: none)          |                                      |
| JP                                        | 2012-209744 | A | 25 October 2012                      | (Family: none)          |                                      |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                       |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------|--|------------------------------------------|--|
| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））<br>H04W 16/18(2009.01)i; H04W 24/08(2009.01)i<br>FI: H04W24/08; H04W16/18 110                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                       |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 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））<br>H04W16/18; H04W24/08                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                       |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 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<br><table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2022年</td> </tr> </table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                       |                | 日本国実用新案公報    | 1922 - 1996年                                                    | 日本国公開実用新案公報                     | 1971 - 2022年                                    | 日本国実用新案登録公報                            | 1996 - 2022年                                                        | 日本国登録実用新案公報                                                   | 1994 - 2022年      |                           |  |                                          |  |
| 日本国実用新案公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1922 - 1996年                                                          |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 日本国公開実用新案公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1971 - 2022年                                                          |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 日本国実用新案登録公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1996 - 2022年                                                          |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 日本国登録実用新案公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1994 - 2022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<br>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<br>請求項の番号 |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | JP 2018-32939 A（日本電信電話株式会社）01.03.2018（2018 - 03 - 01）<br>全文全図         | 1-6            |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | JP 2015-126405 A（日本電気株式会社）06.07.2015（2015 - 07 - 06）<br>全文全図          | 1-6            |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | JP 2012-209744 A（カシオ計算機株式会社）25.10.2012（2012 - 10 - 25）<br>全文全図        | 1-6            |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| <input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                       |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| <table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&amp;” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table> |                                                                       |                | * 引用文献のカテゴリー | “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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの | “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの | “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 | “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 | “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 | “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） | “&” 同一パテントファミリー文献 | “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 |  |
| * 引用文献のカテゴリー                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | “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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの       |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | “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                       |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| “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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | “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   |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| “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）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | “&” 同一パテントファミリー文献                                                     |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| “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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                       |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 国際調査を完了した日<br><br>07.03.2022                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 国際調査報告の発送日<br><br>15.03.2022                                          |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 名称及びあて先<br>日本国特許庁(ISA/JP)<br>〒100-8915<br>日本国<br>東京都千代田区霞が関三丁目4番3号                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 権限のある職員（特許庁審査官）<br><br>工藤 一光 5J 9274<br><br>電話番号 03-3581-1101 内線 3576 |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |

PCT/JP2021/046558

様式 PCT/ISA/210 (パテントファミリー用別紙) (2015年1月)