

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年6月14日(14.06.2018)



(10) 国際公開番号
WO 2018/105341 A1

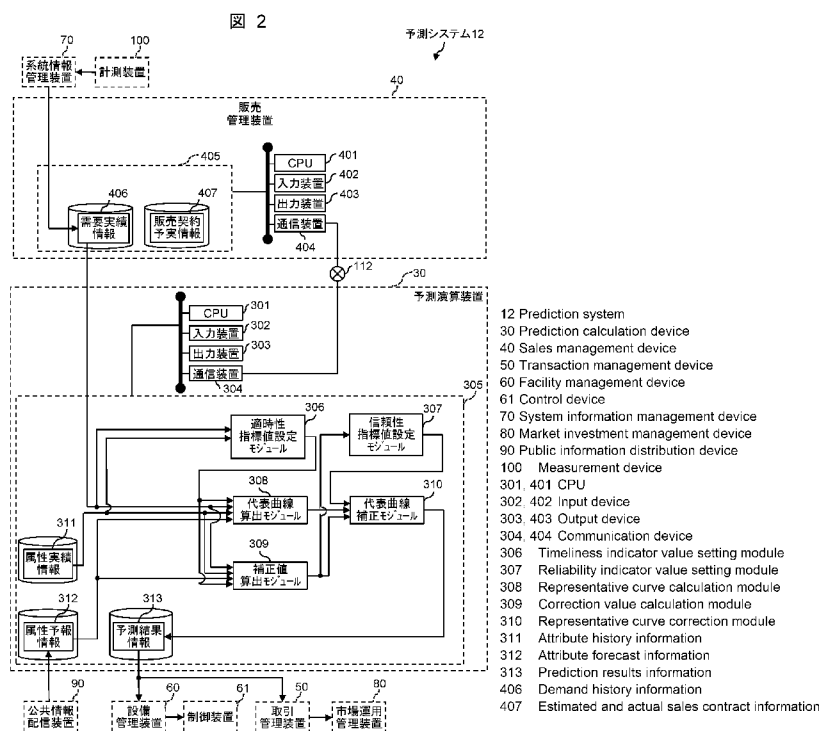
- (51) 国際特許分類:
G06Q 50/06 (2012.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/041168
- (22) 国際出願日: 2017年11月15日(15.11.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-236189 2016年12月5日(05.12.2016) JP
- (71) 出願人: 株式会社日立製作所(HITACHI, LTD.)
[JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 Tokyo (JP).

- (72) 発明者: 内海 将人(UTSUMI, Masato); 〒1008280 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 Tokyo (JP). 渡辺 徹(WATANABE, Tohru); 〒1008280 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 Tokyo (JP). 茂森 郁雄(SHIGEMORI, Ikuo); 〒1008280 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 Tokyo (JP). 飯村 洋(HIMURA, Hiroshi); 〒1008280 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 Tokyo (JP). 小川 広晃(OGAWA, Hiroaki); 〒1008280 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 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人サンネクスト国際特許事務所(SUNNEXT INTERNATIONAL PATENT)

(54) Title: PREDICTION SYSTEM AND PREDICTION METHOD

(54) 発明の名称: 予測システム及び予測方法



(57) Abstract: A prediction system which calculates a predicted value pertaining to a prediction target suitable for prediction during a desired interval, said prediction system being equipped with a storage device for recording a plurality of data items to be used in order to calculate the predicted value, and a control device which is provided with a prescribed calculation model and calculates the predicted value by applying the plurality of data items to the calculation model, wherein the control device is configured so as to change the calculation model on the basis of information about the tem-



OFFICE); 〒1400002 東京都品川区東品川二丁目3番12号 シーフォートスクエア センタービルディング16階 Tokyo (JP).

- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告(条約第21条(3))

poral attributes of the respective data items.

(57) 要約: 任意期間における予測を適応する予測対象について、当該予測対象に関連する予測値を算出する予測システムであって、予測値を算出するために利用される複数のデータを記録する記憶装置と、所定の演算モデルを備え、当該演算モデルに複数のデータを適用して予測値を算出する制御装置とを備え、制御装置は、複数のデータそれぞれの時間属性の情報に基づいて、演算モデルを変更するようにした。

明 細 書

発明の名称：予測システム及び予測方法

技術分野

[0001] 本発明は、電力の将来の需給など、所定の対象についての予測を行うシステム及びその方法に係り、例えば、将来の電力需要を予測し、これを、電力の需給の管理に役立てるようにした予測システム及びその方法に関するものである。

背景技術

[0002] 従来この種のシステムが、電力事業分野において実施されている。例えば、電気事業者は、電気供給契約に基づいて、ユーザに電気を供給しなければならない。電気事業者は、必要な電気量を自ら発電によって創出することができるものの、電気量が不足しそうな場合には、他の電気事業者から電気を事前に調達してユーザに供給する。

[0003] 電力の調達量が電気の販売量を越えると、電気事業者には負担になるために、電気事業者は、電気の調達量と販売量とが清算時間ごとで極力一致するように、電気の調達量を調整するようにしている。その為に、ユーザ全体の総電力需要を的確に予測することが重要である。

[0004] 特許文献1には、電力需要を予測すべき日の環境条件に応じた電力需要パターンを選択し、気温別電力需要量データから予測日の予想気温における電力需要量の最大値及び最小値を取得し、これらを用いて、予測日の各単位時間における電力需要量を算出する需要予測モデルが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2014-180187号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 電力需要量を予測しても、実際の電力需要量に対して、誤差が発生するた

めに、特許文献1では、電力需要量を予測すべき日の環境条件に応じた電力需要パターンを選択するようにして、誤差を少なくするようにしていた。

[0007] しかしながら、特許文献1の発明は、電力需要量の予測値の誤差を解消するには不十分であった。

[0008] そこで、本願発明は、予測値の誤差を、従来よりも極力小さくすることができる予測システムおよびその方法を提供することを目的とするものである。

課題を解決するための手段

[0009] かかる課題を解決するため本発明においては、任意期間における予測を適応する予測対象について、当該予測対象に関連する予測値を算出する予測システムであって、予測値を算出するために利用される複数のデータを記録する記憶装置と、所定の演算モデルを備え、当該演算モデルに複数のデータを適用して予測値を算出する制御装置とを備え、制御装置は、複数のデータそれぞれの時間属性の情報に基づいて、演算モデルを変更するようにした。

[0010] また本発明においては、任意期間における予測を適応する予測対象について、当該予測対象に関連する予測値を制御装置が算出するようにした予測方法であって、制御装置は、予測値を算出するために利用される複数のデータを記憶装置から読み出し、複数のデータに所定の演算モデルを適用して予測値を算出し、複数のデータそれぞれの時間属性の情報に基づいて、演算モデルを変更するようにした。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、予測値の誤差を、従来よりも極力小さくすることができる予測システムおよびその方法を実現できる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本実施の形態による需給管理システムの構成を示す装置構成図である。

[図2]本実施の形態による予測システムの構成を示すブロック図である。

[図3]予測処理の処理手順を示すフローチャートである。

[図4]代表曲線算出モジュールの第1の実施の形態による予測システムの構成

を示すブロック図である。

[図5]代表曲線算出モジュールの第2の実施の形態による予測システムの構成を示すブロック図である。

[図6]補正值算出モジュールの第1の実施の形態による予測システムの構成を示すブロック図である。

[図7]補正值算出モジュールの第2の実施の形態による予測システムの構成を示すブロック図である。

[図8]代表曲線補正モジュールの第1の実施の形態による予測システムの構成を示すブロック図である。

[図9]代表曲線補正モジュールの第2の実施の形態による予測システムの構成を示すブロック図である。

[図10]代表曲線補正モジュールの第2の実施の形態による予測システムの構成を示すブロック図である。

[図11]本実施の形態の効果を示す概念図である。

[図12]本実施の形態の効果を示す概念図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下図面について、本発明の一実施の形態を詳述する。

[0014] (1) 本実施の形態による需給管理システムの構成

図1に、需給管理システムのハードウェアブロック図を示す。需給管理システム1は、過去の電力需要の実績量に基づいて将来の所定期間の電力の需要量などの値を精度良く予測し、これによって、発電機の運転計画の策定や調整、そして、他の電気事業者からの電力の調達取引計画の策定や調整など電力の需給管理を可能にするものである。

[0015] 需給管理システム1は、系統運用者システムモジュール7、取引市場運用者システムモジュール8、公共情報提供者システムモジュール9、及び、需要家システムモジュール10がそれぞれ所有する、主として計算機などの端末装置と、これらを相互通信可能に接続する、LANなどのネットワーク(111、112)を備える。なお、電気事業者システムモジュール2は、需

給管理者システムモジュール 3、営業管理者システムモジュール 4、取引管理者システムモジュール 5 及び設備管理者システムモジュール 6 を備える。

[0016] 需給管理者システムモジュール 3 は、需給管理者が保有する販売計画や今後の販売計画に基づいて、例えば 30 分単位の演算時間単位ごとに将来の所定期間の需要量を予測し、予測した需要量を充足できるよう電力の調達量を管理する部署又は担当者が使用するシステムであり、需要の予測値を算出するための予測演算装置 30 及び装置とデータのやり取りを行うための情報入出力端末 31 を備える。

[0017] 営業管理者システムモジュール 4 は、長期又は短期での電気の販売計画の立案や需要家に対しての電気供給の新規の契約締結及び既存の電気供給契約の管理を行う部署又は担当者が使用するシステムであり、立案した販売計画及び電気供給契約を締結した需要家の情報を管理する販売管理装置 40 を備える。

[0018] 取引管理者システムモジュール 5 は、他の電気事業者との直接的な契約を通じて、又は、取引所を介して、電気を調達するための取引を計画し実行する部署又は担当者が使用するシステムであり、電気の調達取引計画及び契約済みの電気の調達契約の情報を管理し、他の電気事業者及び取引所との取引に関する電文をやり取りするための取引管理装置 50 を備える。

[0019] 設備管理者システムモジュール 6 は、自社が保有する発電設備又は自社の電気調達計画に組み入れることが可能な自社保有外の発電設備の運転計画の立案と実行を行う部署又は担当者が使用するシステムであり、設備管理装置 60 及び設備管理装置 60 から制御信号を受信し実際に発電設備の制御を実行するための制御装置 61 を備える。設備管理装置 60 は、発電設備の情報の管理、発電設備の運転計画の立案及び運転計画の実行のための制御信号の送信を行う。

[0020] 一方、系統運用者システムモジュール 7 は、広範囲の地域にまたがる送配電系統設備の管理及び地域の需要家それぞれの需要実績を計測した計測値の保管を行う事業者が使用するシステムであり、計測した需要家の需要実績値

を配信するための系統情報管理装置 70 を備える。

[0021] また取引市場運用者システムモジュール 8 は、複数の電気事業者に対して、電力の取引を行うために必要な情報や手続きを統括的に管理する事業者が使用するシステムであり、電力取引に関する情報を配信し、各電気事業者から受け付けた注文の付け合せ処理を行うための市場運用管理装置 80 を備える。

[0022] 公共情報提供者システムモジュール 9 は、気温、湿度、日射量などの気象に関する過去の観測情報と将来の予報情報を提供する事業者が使用するシステムであり、気象の観測情報及び予報情報を配信するための公共情報配信装置 90 を備える。

[0023] 需要家システムモジュール 10 は、負荷設備や発電設備を有する個人又は法人が使用するシステムであり、電気事業者システムモジュール 2 又は系統運用者システムモジュール 7 に、所有する設備、所有する施設、業種、在室人数、所在地などの需要や発電の傾向に影響を与え得る情報を送信するための情報入出力端末 101 と、需要及び発電の実績量を計測するための計測装置 100 とを備える。

[0024] (2) 本実施の形態による予測機能

次に、本実施の形態の需給管理システム 1 に実装された予測機能について説明する。本需給管理システム 1 には電力需要量を予測する予測機能が搭載されている。

[0025] 図 2 は、需給管理システム 1 の一部を構成する本実施の形態による予測システム 12 を示す。本実施の形態の予測システム 12 は、電力需要を予測するシステムで、予測機能が搭載され、予測演算装置 30 及び販売管理装置 40 を備える。

[0026] 予測演算装置 30 は、属性実績情報 311 及び属性予報情報 312 と、販売管理装置 40 が保持する需要実績情報 406 とに基づいて、予め設定した任意の将来期間における需要値の経時的な増加や減少などの変化の特性を示すデータ（以降、時間推移を示す曲線と呼称）を算出し、算出した曲線を補

正することで予測値を算出し、予測値を予測結果情報 313 に保持する。

[0027] ここで予測結果情報 313 は、少なくとも、算出した将来期間における需要値の時間推移を示す曲線及び曲線を補正することで算出した予測値の情報を含む。そして予測演算装置 30 は、このようにして算出した予測結果情報 313 を設備管理装置 60 及び取引管理装置 50 に送信する。

[0028] 販売管理装置 40 は、需要実績情報 406 及び販売契約予実情報 407 を保持する。このうち需要実績情報 406 は、計測装置 100 及び系統情報管理装置 70 から取得される契約済みの需要家及び契約締結対象の需要家の過去の需要実績情報 406 で構成される情報であり、例えば、各需要家システムモジュール 10 の過去数年間の 30 分ごとの電力需要の実績値を含む。

[0029] また販売契約予実情報 407 は、販売管理装置 40 又は営業管理者システムモジュール 4 が作成する情報であり、例えば、過去及び未来の任意の期間に亘る日、週、月又は年単位での既契約の各需要家システムモジュール 10 又は契約予定の各需要家システムモジュール 10 の供給開始、供給終了日時及び契約電力容量の情報を含む。

[0030] 予測演算装置 30 は、例えばパーソナルコンピュータ、サーバコンピュータ、ハンドヘルドコンピュータなどの情報処理装置から構成され、予測演算装置 30 の動作を統括的に制御する制御装置である CPU (Central Processing Unit) 301、入力装置 302、出力装置 303、通信装置 304 及び記憶装置 305 を備える。

[0031] 入力装置 302 は、キーボード、マウス又はそれらの組み合わせから構成され、出力装置 303 は、ディスプレイ、プリンタ又はそれらの組み合わせから構成される。また通信装置 304 は、無線 LAN 又は有線 LAN に接続するための NIC (Network Interface Card) を備えて構成される。さらに記憶装置 305 は、RAM (Random Access Memory) 及び ROM (Read Only Memory) の記憶媒体から構成される。

[0032] 記憶装置 305 には、適時性指標値設定モジュール 306、信頼性指標値設定モジュール 307、代表曲線算出モジュール 308、補正值算出モジュ

ール309及び代表曲線補正モジュール310の各種コンピュータプログラムが格納される。

- [0033] 適時性指標値設定モジュール306は、属性実績情報311及び需要実績情報406の予測に用いるデータである標本値（以下、標本データとする）それぞれについて、予め設定した予測対象とする将来期間と時間的な相関を有するか否かの適時性を評価し、標本データそれぞれに対応した適時性を示す指標値を算出する機能を有するプログラムである。
- [0034] 信頼性指標値設定モジュール307は、予測演算装置30での処理過程の中間において算出される各種推定データについて、推定結果の変動範囲などの信頼性を評価し、各種推定データのそれぞれに対応した信頼性を示す指標値を算出する機能を有するプログラムである。
- [0035] 代表曲線算出モジュール308は、属性実績情報311、需要実績情報406、販売契約予実情報407又はそれらの組み合わせを用いて、予め設定した予測対象とする将来期間における予測対象の時間推移を示す曲線を算出する機能を有するプログラムである。
- [0036] 補正值算出モジュール309は、属性実績情報311及び需要実績情報406の予測に用いる標本データ並びに適時性指標値設定モジュール306が算出した適時性を示す指標値に基づいて、代表曲線算出モジュール308が算出した曲線の振幅又は周波数を変更するための補正值（以下、補正用データ）を算出する機能を有するプログラムである。
- [0037] 代表曲線補正モジュール310は、補正值算出モジュール309が算出した補正用データ及び信頼性指標値設定モジュール307が算出した補正用データそれぞれの信頼性を示す指標値に基づいて、代表曲線算出モジュール308が算出した曲線の振幅又は周波数を変更する機能を有するプログラムである。
- [0038] また記憶装置305には、属性実績情報311、属性予報情報312及び予測結果情報313のデータベースが格納されている。
- [0039] 属性実績情報311は、予測対象である電力需要の時間推移を示す曲線の

形状及び需要の規模の増減を説明し得る属性情報の過去の計測データが格納されるデータベースである。

[0040] 属性実績情報311は、暦日情報、気象情報、台風及びイベントの突発事象の発生有無を示す情報又は電力需要に影響を及ぼし得る各種産業の実態を示す産業動態情報の情報を含む。歴日情報は、年、月、曜日、平日、休日又はそれらの組み合わせを示す日種別の情報とし、気象情報は気温、湿度、日射量、日照時間、気圧、風速又はそれらの組み合わせとする。

[0041] 属性予報情報312は、属性実績情報311に格納されている各種属性情報それぞれについての、予め設定した将来期間における予報データが格納されるデータベースである。

[0042] 予測結果情報313は、予測演算装置30が算出した最終的な予測結果又は計算過程における中間データが格納されるデータベースであり、予め設定した将来期間における予測対象の予測結果データ、同期間における予測対象の時間推移を表す曲線データ、曲線を補正するための補正用データ又はこれらデータの算出の演算に用いる演算式である演算モデル（以下、モデルとする）の情報を含む。

[0043] 他方、販売管理装置40は、例えばパーソナルコンピュータ、サーバコンピュータ、ハンドヘルドコンピュータなどの情報処理装置から構成され、販売管理装置40の動作を統括的に制御するCPU401、入力装置402、出力装置403、通信装置404及び記憶装置405を備える。

[0044] 入力装置402は、キーボード、マウス又はそれらの組み合わせから構成され、出力装置403は、ディスプレイ又はプリンタから構成される。また通信装置404は、無線LAN又は有線LANに接続するためのNICを備えて構成される。

[0045] 記憶装置405は、RAM及びROMの記憶媒体から構成され、需要実績情報406、及び販売契約予実情報407のデータベースが格納されている。

[0046] 需要実績情報406は、計測装置100及び系統情報管理装置70から受

信し取得した情報が格納されるデータベースであり、既契約の需要家システムモジュール10又は契約予定の需要家システムモジュール10の過去の需要実績情報を含む各種情報が格納される。実績情報の粒度は例えば30分単位であり、また期間は数日から数年である。

[0047] 販売契約予実情報407は、営業管理者システムモジュール4が作成した電気の販売計画の予定及び実績の情報が格納されるデータベースであり、過去及び未来の任意の期間に亘る日、週、月又は年単位での既契約の各需要家システムモジュール10又は契約予定の各需要家システムモジュール10の供給開始、供給終了日時、契約電力容量などの情報を含む。

[0048] (3) 予測処理

図3は、予測システム12における予測処理の処理手順を示す。この処理は、予測演算装置30が需給管理者システムモジュール3からの入力操作を受け付けたこと、予め設定された時間間隔又は時刻を契機として開始される処理であり、予測演算装置30によりステップS11からステップS15の処理が実行される。

[0049] なお実際には、予測演算装置30のCPU301及び記憶装置305に格納されている各種コンピュータプログラムに基づいて処理が実行される。説明の便宜上、処理主体を予測演算装置30が有する各種コンピュータプログラムとして説明する。

[0050] まず適時性指標値設定モジュール306が、需要実績情報406及び属性実績情報311より、予測のために用いる標本データセットを抽出する。そして標本データセット内の各標本データについて、予測対象期間との時間的な相関の程度尺度である適時性を評価し、適時性を示す指標値を算出する(S11)。

[0051] ここで標本データセット内の各標本データ及び予測対象期間の時間的な相関の評価とは、例えば予測対象期間に対して時間的により近い標本データを強相関と評価する。そしてこの評価に基づいて算出する適時性を示す指標値とは、時間の関数として算出され、例えば予測対象期間からの日数や経過の

間隔の逆数として算出される。この場合、指標値が大きい程、予測対象期間との相関が強いことを意味する。

[0052] 標本データセット内の各標本データ及び予測対象期間の時間的な相関の評価は、予測対象の時間周期的な変動傾向に基づいた評価であってもよい。例えば予測対象が季節性の周期的変動傾向を有する場合、予測対象期間と同季節の前年標本データを強相関と評価し、適時性を示す指標値は、時間軸上での三角関数を用いて算出される。

[0053] 例えば予測対象が曜日性の周期的変動傾向を有する場合、予測対象期間と同曜日の標本データが強相関と評価され、適時性を示す指標値は、予測対象期間と同曜日の標本データを“1”、それ以外の曜日の標本データを“0”とされる。これは曜日の他、例えば平日や休日を示す日種別に基づいた周期的変動傾向を有する場合であっても同様である。

[0054] 次に代表曲線算出モジュール308が、需要実績情報406、属性実績情報311及び属性予報情報312を用いて、予測対象の値の時間推移を示す曲線を算出する(S12)。

[0055] 予測対象の値の時間推移を示す曲線の算出に際しては、適時性指標値設定モジュール306が算出した適時性を示す指標値を用いる。具体的には、各標本データに対して、適時性を示す指標値が重み係数として乗算された上で、曲線が算出される。これにより、予測対象期間と時間的相関が強い標本データをより重視した曲線が算出され、予測対象期間に観測されると予測される曲線の形状により近い曲線が算出され得る。

[0056] また他方で、補正值算出モジュール309が、需要実績情報406、属性実績情報311及び属性予報情報312を用いて、代表曲線算出モジュール308が算出した曲線を補正するための補正用データを算出する(S13)。

[0057] ここで曲線の補正とは、具体的には、曲線の量軸上でのスケール補正である振幅の変更又は曲線の時間軸上でのスケール補正である周波数の変更を意味する。従って補正用データは、予測対象期間内の任意の時刻における予測

対象の予測値、予測対象期間内の任意の期間における最大値や最小値の予測値又は積算値の予測値である。

[0058] 補正用データの算出に際しては、適時性指標値設定モジュール306が算出した適時性を示す指標値が用いられる。具体的には、各標本データに対して、適時性を示す指標値を重み係数として乗算した上で、補正用データである予測対象期間内の任意の時刻における予測対象の予測値、予測対象期間内の任意の期間における最大値や最小値の予測値又は積算値の予測値が算出される。

[0059] これにより、予測対象期間と時間的相関が強い標本データをより重視した補正用データが算出され、予測対象期間に観測されると予測される予測対象の値により近い予測値を算出するような曲線に補正され得る。

[0060] 次に信頼性指標値設定モジュール307が、算出した補正用データである予測対象期間内の任意の時刻における予測対象の予測値、予測対象期間内の任意の期間における最大値や最小値の予測値又は積算値の予測値のそれぞれについて、量的及び時間的の2種の信頼性を評価し、信頼性を示す指標値を算出する(S14)。信頼性を示す指標値とは、例えば、各補正用データの信頼区間や予測区間である。

[0061] 最後に代表曲線補正モジュール310が、代表曲線算出モジュール308が算出した予測対象期間における予測対象の時間推移を示す曲線及び補正值算出モジュール309が算出した曲線の補正用データを用いて、曲線の振幅、周波数又はその両方の変更を行い、補正結果を予測値として予測結果情報313に格納する(S15)。

[0062] なお補正を行う際には、信頼性指標値設定モジュール307が算出した各補正用データに対する信頼性を示す指標値が用いられる。具体的には、信頼性を示す指標値が補正時の重み係数として用いられることで、曲線の補正量を制御する。以上の処理を以って、本実施形態における予測処理が終了する。

[0063] (4) 各処理モジュールの詳細

(4-1) 代表曲線算出モジュールの第1の実施の形態

図4は、予測システム12における代表曲線算出モジュール308の第1の実施の形態を示す。代表曲線算出モジュール308は、時間単位クラスタリングモジュール308A1及び時間単位プロファイリング処理モジュール308A2を備える。

[0064] 本実施形態における代表曲線算出モジュール308は、需要値データである、需要実績情報406、属性実績情報311及び属性予報情報312を入力標本として用いて、予め設定した予測対象とする将来期間における予測対象の時間推移を示す曲線308Bを算出する。

[0065] (4-1-1) 時間単位クラスタリングモジュール

時間単位クラスタリングモジュール308A1は、予測対象の周期的な変動を示す特徴量に基づいて、需要実績情報406から抽出した標本データを分類する。

[0066] まず、時間単位クラスタリングモジュール308A1は、予め設定した時間粒度で需要実績情報406から抽出した標本データを分割し、新たな第2の標本値（以下、第2の標本データとする）のセット（第2の標本データセット）を算出する。分割した標本データのそれぞれに対してフーリエ変換又はウェーブレット変換の周波数解析を用いることで周期的な特徴を示す特徴量が算出される。そして算出した特徴量に対してクラスタリング処理が行われ、例えば24時間単位の波形形状が類似する標本データ同士がクラスタ（以降、時間クラスタと呼称）として分類される。

[0067] なおこのようなクラスタを用いるクラスタリング処理に用いるアルゴリズムには、公知の手法が適用されてもよい。公知の手法としては、近傍の最適化の教師なしクラスタリングアルゴリズムであるk-means、EMアルゴリズム及びスペクトラルクラスタリングが挙げられる。また、識別面の最適化の教師なしのクラスタリングアルゴリズムである教師なしSVM (Support Vector Machine)、VQアルゴリズム及びSOM (Self-Organizing Maps) も公知の手法として挙げられる。

[0068] また特徴量の算出に当たって、標本データのそれぞれは、例えば平均が0、標準偏差が1となるように正規化される。正規化が施されることにより、各標本データの値の規模の大小に依存しない周期的な特徴のみが抽出される。

[0069] (4-1-2) 時間単位プロファイリングモジュール

時間単位プロファイリング処理モジュール308A2は、時間単位クラスタリングモジュール308A1が算出した各時間クラスタのそれぞれについて、共通的に存在する属性の特定及びその値の範囲の算出を行うことで、各時間クラスタを識別する識別器を同定する。

[0070] 具体的には、各時間クラスタを特定する番号及び名称の識別子を教師ラベル及び属性実績情報311に格納されている属性情報のそれぞれを予測子とする標本データセットを用いた教師有り学習アルゴリズムを用い、標本データセットとの適合性が最も高くなるような識別器を同定する。なおここで適合性を計る指標は、エントロピーやジニ係数などの標本データセットの識別度合いを示す指標値や、識別器同定の過程において行う交差検定時のテスト誤差やなどである。またこの識別器は、予測対象の時間推移を示す曲線を算出する演算モデルを構成する要素の一つである。

[0071] この算出の際、適時性指標値設定モジュール306が算出した各標本データに対する適時性を示す指標値が重み係数として利用される。これにより、予測対象の年を経るごとの変化（以下、経年変化とする）などが反映された識別器が算出され得る。換言すれば、予測対象の時間推移を示す曲線を算出するモデルである識別器の構造は、適時性を示す指標値に応じて変更され得る。

[0072] 算出された識別器に対して属性予報情報312を入力することで、予測対象期間における予測対象の時間推移を示す曲線が所属すると予測される時間クラスタが識別される。識別された時間クラスタから予測対象の時間推移を示す曲線が算出される方法は、例えば識別された時間クラスタに所属する標本データ群の算術平均として算出される方法である。又は、識別器から算出

される全時間クラスタの所属確率を重み係数とした加重平均にて算出される。なおこの識別された時間クラスタから予測対象の時間推移を示す曲線が算出する処理部分が、予測対象の時間推移を示す曲線を算出する演算モデルを構成するもう要素の一つである。

[0073] なお識別器算出アルゴリズムは公知の手法が適用されてもよい。公知の手法としては、例えば、CART、ID3、ランダムフォレストの決定木学習アルゴリズム及びSVM (Support Vector Machine) の識別平面学習アルゴリズムが挙げられる。

[0074] (4-2) 適時性指標値設定モジュール

適時性指標値設定モジュール306は、標本データセット内の各標本データについて、標本データセット内の各標本データ及び予測対象期間の時間的な相関の程度尺度である適時性を評価し、適時性を示す指標値を算出する。

[0075] 具体的には、需要実績情報406及び属性実績情報311より、予測のために用いる標本データセットが抽出される。そして標本データセット内の各標本データについて、予測対象期間との時間的な相関の程度尺度である適時性が評価され、適時性を示す指標値が算出される。

[0076] ここで予測対象期間との時間的な相関の評価は、例えば予測対象期間に対して時間的により近い標本データを強相関と評価される。そしてこの評価に基づいて算出する適時性を示す指標値とは、時間の関数として算出されるものであり、例えば予測対象期間からの日数又は経過の間隔の逆数として算出されてもよい。この場合、指標値が大きい程、予測対象期間との相関が強くなる。

[0077] 予測対象期間との時間的な相関の評価は、予測対象の時間周期的な変動傾向に基づいた評価であってもよい。例えば予測対象が季節性の周期的変動傾向を有する場合、予測対象期間と同季節の前年標本データが強相関と評価され、適時性を示す指標値は、時間軸上での三角関数を用いて算出される。

[0078] また予測対象が曜日性の周期的変動傾向を有する場合、予測対象期間と同曜日の標本データが強相関と評価され、適時性を示す指標値は、予測対象期

間と同曜日の標本データが“1”、それ以外の曜日の標本データが“0”とされる。これは曜日の他、例えば平日や休日を示す日種別に基づいた周期的変動傾向を有する場合であっても同様である。

[0079] 適時性指標値設定モジュール306が算出した適時性を示す指標値は、上述のように、時間単位プロファイリング処理モジュール308A2での識別器算出過程において、重み係数として用いられる。またこの他に、補正值算出モジュール309での演算においても用いられる。いずれにおいても得られる効果は同様であり、予測対象期間と時間的な相関が強い標本データに重きを置いた学習処理を施すことが可能となり、従って算出されるデータは、予測対象の経年変化を反映したより正確なデータとなる。

[0080] (4-3) 補正值算出モジュールの第1の実施の形態

図6は、予測システム12における補正值算出モジュール309の第1の実施の形態を示す。補正值算出モジュール309は、モデル同定モジュール309A1及び補正值推定モジュール309A2を備える。

[0081] 本実施形態における補正值算出モジュール309は、需要実績情報406と属性実績情報311及び属性予報情報312とを用いて、代表曲線算出モジュール308が算出した曲線を補正するための補正用データを算出する。

[0082] ここで曲線の補正とは、具体的には、曲線の量軸上でのスケール補正である振幅の変更又は曲線の時間軸上でのスケール補正である周波数の変更を意味する。従って補正用データは、予測対象期間内の任意の時刻における予測対象の予測値、予測対象期間内の任意の期間における最大値や最小値の予測値又は積算値の予測値である。これらの予測値が補正基準点として用いられる。

[0083] (4-3-1) モデル同定モジュール

まずモデル同定モジュール309A1は、需要実績情報406と属性実績情報311を用いて、補正用データである予測対象期間内の任意の時刻における予測対象の予測値、予測対象期間内の任意の期間における最大値や最小値の予測値又は積算値の予測値の算出の演算に用いるモデルを同定する。

[0084] 例えば、補正用データである予測対象期間内の任意の時刻における予測対象の予測値、予測対象期間内の任意の期間における最大値や最小値の予測値又は積算値の予測値を y 、 y の説明変数を x としたとき、 y と x の間に次式の関係が成り立つとする。

[数1]

$$y = ax_1 + bx_1^2 + cx_2 + dx_2^2 \quad \dots\dots (1)$$

[0085] ここで x_1 、 x_2 は、例えば平均気温や前日の y の実績値であり、具体的な数値は属性実績情報 311 に格納されている。モデル同定モジュールは、(1) 式に記載の係数 a 、 b 、 c 、 d を、 x と y との適合性が最も高くなるように推定することで、演算モデルを同定する。具体的には、例えば最小二乗法により係数を推定する。その際、適合性を計る指標は、同定したモデルと標本データの残差二乗和であり、適合性が最も高くなるとは、残差二乗和が最も小さくなることを意味する。

[0086] なお係数を推定するにあたっては、適時性指標値設定モジュール 306 が算出した各標本データに対する適時性を示す指標値が用いられる。具体的には、適時性を示す指標値を重み係数とした、重み付き最小二乗法により係数 a 、 b 、 c 、 d が推定され、補正用データの算出の演算に用いるモデルの同定結果として算出される。これにより、 y の経年変化を反映したよりの確な補正用データが算出され得る。

[0087] (4-3-2) 補正值推定モジュール

そして補正值推定モジュール 309A2 は、モデル同定モジュール 309A1 が算出した補正用データの算出の演算に用いるモデルに、属性予報情報 312 に格納されている説明変数 x の予報値が入力されることで、予測対象期間における時間推移を示す曲線の補正值を、補正用データとして算出する。

[0088] ここで補正用データには、補正值そのものの情報（補正用データ 309B1）及び各補正值の時刻範囲に関する情報（補正用データ 309B2）の、少なくとも 2 種類の情報が含まれる。各補正值の時刻範囲に関する情報とは

、例えば予測対象期間内の任意の期間における最大値又は最小値を補正用データとする場合は、それぞれの値が出現する時刻の範囲である。

[0089] 加えて補正值推定モジュール309A2は、最小二乗法の計算時の標本誤差データを補正用データの一部として算出する。このデータは、信頼性指標値設定モジュール307が信頼性を示す指標値を算出する際に使用するデータである。またこのデータは、モデル同定モジュール309A1が算出した補正用データの算出の演算に用いるモデル又はモデル同定モジュール309A1が補正用データの算出の演算に用いるモデルを同定するため行った最小二乗法の計算結果のデータである。

[0090] なお、電力の販売契約の予実情報である販売契約予実情報407が使用できる場合、さらに的確な予測がされ得る。具体的には、補正值推定モジュール309A2が算出した補正用データ309B1が、一度、現時点での総契約電力容量で除算され、1契約電力容量あたりの原単位補正值が算出される。

[0091] そしてこの原単位補正值に対して、予測対象期間における総契約電力容量が乗算され、新たに補正用データ309B1が算出される。これにより、契約需要家数が増減する場合においても、よりの確な曲線補正用データが算出され得る。

[0092] (4-4) 代表曲線補正モジュールの第1の実施の形態

図8は、予測システム12における代表曲線補正モジュール310の第1の実施の形態を示す。代表曲線補正モジュール310は、振幅補正モジュール310A1及び周波数補正モジュール310A2を備える。

[0093] 本実施形態における代表曲線補正モジュール310は、補正值算出モジュール309が算出した補正用データを用いて、代表曲線算出モジュール308が算出した曲線の振幅もしくは周波数を変更する。このとき、信頼性指標値設定モジュール307が算出した補正用データそれぞれの信頼性を示す指標値が用いられることで、よりの確な予測値が算出される。

[0094] (4-4-1) 振幅補正モジュール

まず、振幅補正モジュール310A1が、補正值算出モジュール309が算出した補正用データ309B1を用いて、代表曲線算出モジュール308が算出した予測対象期間における予測対象の時間推移を示す曲線308Bの振幅を変更する。具体的には補正後の曲線 $\hat{f}(t)$ は次式で与えられる。

[数2]

$$\hat{f}(t) = \alpha + \beta \times f(t) \quad \dots\dots (2)$$

[0095] ここで、 $f(t)$ は、予測対象期間における予測対象の時間推移を示す曲線であり、時刻 t の関数である。また α 及び β は、曲線 $f(t)$ の変更係数である。すなわち振幅補正モジュール310A1は、補正用データ309B1である予測対象期間内の任意の時刻における予測対象の予測値、予測対象期間内の任意の期間における最大値や最小値の予測値又は積算値の予測値それぞれと、補正後の曲線 $\hat{f}(t)$ との残差平方和が最小となるように、変更係数 α 及び β を推定する処理を行う。

[0096] なお α 及び β の推定においては、信頼性指標値設定モジュール307が算出した各補正用データに対する信頼性を示す指標値が用いられる。具体的には、それぞれの補正用データに対する量的な信頼性を示す指標値が、それぞれの補正用データの値及び曲線 $\hat{f}(t)$ の残差に対する重み係数として乗算された上で、変更係数 α 及び β が推定される。

[0097] これにより、信頼性指標値設定モジュール307が算出した各補正用データと、信頼性の低い補正用データよりも信頼性の高い補正用データの値との残差をより小さくすることを優先として曲線 $f(t)$ が補正され、このことで最終的な予測精度が向上する。

[0098] (4-4-2) 周波数補正モジュール

そして周波数補正モジュール310A2は、補正值算出モジュール309が算出した補正用データ309B2を用いて、代表曲線算出モジュール308が算出した予測対象期間における予測対象の時間推移を示す曲線308Bの周波数を変更する。

[0099] 例えば、補正用データが予測対象期間内の任意の期間における最大値や最

小値の予測値である場合、補正用データ 309B2 に格納されているそれぞれの出現時刻範囲の平均値又は最頻値と、補正後の曲線 $f^{\wedge}(t)$ の当該時刻とが一致又は残差平方和が最小となるように、曲線 $f(t)$ の周波数が変更される。そして補正後の曲線 $f^{\wedge}(t)$ が、予測対象期間における予測対象の予測値として算出され、予測結果情報 313 に格納される。

[0100] なお補正においては、信頼性指標値設定モジュール 307 が算出した各補正用データに対する信頼性を示す指標値が用いられる。具体的には、それぞれの補正用データに対する時間的な信頼性を示す指標値を、それぞれの補正用データの値と曲線 $f^{\wedge}(t)$ との残差に対する重み係数として乗算した上で、補正処理が行われる。これにより、信頼性指標値設定モジュール 307 が算出した各補正用データと、信頼性の低い補正用データよりも信頼性の高い補正用データの値との残差をより小さくすることを優先として曲線 $f(t)$ が補正され、このところで最終的な予測精度が向上する。

[0101] (4-4-3) 信頼性指標値設定モジュール

信頼性指標値設定モジュール 307 は、算出した補正用データである予測対象期間内の任意の時刻における予測対象の予測値、予測対象期間内の任意の期間における最大値や最小値の予測値又は積算値の予測値のそれぞれについて、量的及び時間的の 2 種の信頼性を評価し、信頼性を示す指標値を算出する。

[0102] 具体的には、補正值推定モジュール 309A2 が算出した補正用データ 309B1 に含まれている、各補正用データの算出の演算に用いるモデル又はモデル同定の過程で算出した標本誤差データから、それぞれの補正用データの推定値の信頼区間や予測区間又は標本誤差の分散や標準偏差が算出され、量的な信頼性を示す指標値として算出される。

[0103] また補正值推定モジュール 309A2 が算出した補正用データ 309B2 に含まれている、各補正用データの値の出現する時刻範囲の情報から、それぞれの補正用データの時間軸上の信頼区間や予測区間又は時刻範囲の情報の分散や標準偏差が算出され、時間的な信頼性を示す指標値として算出される

- 。
- [0104] 上述した様に、これら信頼性を示す指標値を代表曲線補正モジュール310が使用することで、最終的に算出される予測値の予測精度が向上し得る。
- [0105] 以上までに説明した予測処理によって算出された予測結果情報313に基づいて、設備管理装置60が運用可能な発電設備の運転計画を算出し、制御装置61に送信する。運転計画を受信した制御装置61は、発電設備の具体的な制御値を算出し、実際の制御を実行する。
- [0106] また取引管理装置50は、他の電気事業者や取引市場との電力の売買にかかわる取引計画を作成し、市場運用管理装置80に対して売買注文や注文取消しの電文を送信する。
- [0107] (5) 本実施の形態の効果
- 図11に示すように、代表曲線算出モジュール308が出力する予測対象期間における予測対象の時間推移を示す曲線の算出結果は、適時性指標値設定モジュール306が算出する標本データそれぞれの適時性を示す指標値を用いた場合及びそうでない場合で異なる。
- [0108] まず図11のグラフ501は、ある1年間における日ごとの平均気温の推移を示している。ここで、仮に代表曲線算出モジュール308における時間単位プロファイリング処理モジュール308A2が算出した時間クラスタの識別器において、最も主要な属性が日平均気温であった場合、予測対象期間と同一の平均気温の標本データが所属する時間クラスタが、予測対象期間に観測されると予測される時間推移を示す曲線が所属する時間クラスタとして識別される。
- [0109] 具体的には、図11のグラフ502及びグラフ503に示す2つの時間クラスタが、識別される候補の時間クラスタである。ここでは、予測対象の時間推移を示す曲線は、1年を経て、グラフ502に示す曲線から、グラフ503に示す曲線に変化しているとする。
- [0110] ここで上記の識別器の算出の過程において、仮に、標本データそれぞれの適時性を示す指標値を使用しなかったとする。その場合に算出される識別器

では、図 1 1 のグラフ 5 0 2 及びグラフ 5 0 3 の時間クラスタはほぼ同確率として識別される。従って、予測対象期間における予測対象の時間推移を示す曲線は、図 1 1 のグラフ 5 0 4 に示す様に、両時間クラスタの平均的な曲線として算出され、曲線の経年変化を捉えることができない。

[0111] 一方、標本データそれぞれの適時性を示す指標値を使用した場合、図 1 1 のグラフ 5 0 5 に示す様に、経年変化を経た直近の曲線により近い形状として、予測対象期間における予測対象の時間推移を示す曲線が算出される。従って、最終的な予測精度を向上することができる。

[0112] 標本データそれぞれの適時性を示す指標値は、補正值算出モジュール 3 0 9 においても使用され、その効果及び原理は、上記で説明した内容と同様である。

[0113] また図 1 2 は、信頼性指標値設定モジュール 3 0 7 が算出する、曲線の補正用データに対する信頼性を示す指標値を使用したときの、代表曲線補正モジュール 3 1 0 が算出する最終的な予測結果である補正後の曲線への影響を示す。

[0114] 信頼性指標値設定モジュール 3 0 7 が算出する曲線の補正用データに対する信頼性を示す指標値には、量的な信頼性及び時間的な信頼性の、少なくとも 2 種類の信頼性を示す指標値が存在する。

[0115] まず図 1 2 のグラフ 6 0 1 には、量的な信頼性を概念的に示している。ここでは、曲線の補正用データとして、例えば、早朝の最小値、正午前後の最大値及び夕方前後の最大値が使用される。

[0116] このとき、それぞれの信頼性を示す指標値は、それぞれ図 1 2 のグラフ 6 0 2、グラフ 6 0 3 及びグラフ 6 0 4 に示す確率密度関数上の分散として定義される。なお説明を簡単にするため、指標値を高低の二値で表す。

[0117] ここでは、早朝の最小値及び夕方前後の最大値の信頼性が高く、正午前後の最大値の信頼性が低い。従って曲線の振幅の変更は、図 1 2 のグラフ 6 0 9 に示す様に、曲線及び正午前後の最大値の量軸上での残差が拡大することを許容した上で、曲線及び早朝の最小値の量軸上での残差と曲線及び夕方前

後の最大値の量軸上での残差とを最小化するように補正を行う。

[0118] 他方、図12のグラフ605には、時間的な信頼性を概念的に示している。ここでは上記と同様に、曲線の補正用データとして、早朝の最小値、正午前後の最大値及び夕方前後の最大値を使用していることとする。

[0119] このとき、それぞれの信頼性を示す指標値は、それぞれ図12のグラフ606、グラフ607及びグラフ608に示す過去の観測値の範囲として定義しているとする。なお説明を簡単にするため、指標値を高低の二値で表す。

[0120] ここでは、早朝の最小値及び正午前後の最大値の信頼性が高く、夕方前後の最大値の信頼性が低い。従って曲線の振幅の変更は、図12のグラフ610に示す様に、曲線及び夕方前後の最大値の時間軸上での残差が拡大することを許容した上で、曲線及び早朝の最小値の時間軸上での残差と曲線及び正午前後の最大値の時間軸上での残差とを最小化するように補正を行う。

[0121] 以上のように、信頼性の高い補正用データを優先した曲線補正を行うことで、最終的な予測値である補正後の曲線を、よりもっともらしい曲線とすることができる。つまり、予測における標本値及び処理途中で得られる加工データそれぞれの信頼性などの有用性を考慮した予測値を得ることができる。

[0122] (6) 各モジュールの他の実施形態

(6-1) 代表曲線算出モジュールの第2の実施の形態

上述の代表曲線算出モジュール308の第1の実施の形態においては、予測対象期間における予測対象の時間推移を示す曲線を算出する方法として、予測対象の周期的な変動の特徴を示す特徴量を用いたクラスタリングアルゴリズムを利用した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えば、代表曲線算出モジュール308は予測対象日と同一日種別の過去数日分を標本データとして、その算術平均にて曲線を算出するようにしてもよい。

[0123] また上述の代表曲線算出モジュール308の第1の実施の形態においては、需要実績情報406に格納されている予測対象のデータは、1つの計量器にて計測された1つのデータ又は複数の計量器で計測された複数のデータを合計した1つのデータとした場合について述べたが、本発明はこれに限らず

、例えば、電力需要データの場合、予測対象のデータを電力の需要家ごとに設置された計量器のそれぞれの計測データとしてより正確な予測を実現するようにしてもよい。

[0124] 具体的には、図5に示すように、代表曲線算出モジュール308は計量単位クラスタリングモジュール308A3をさらに備える。計量単位クラスタリングモジュール308A3は、需要実績情報406に格納されている計量器ごとのデータを、それぞれ例えば過去365日分の同一期間分として抽出し、需要家ごとのメタデータを入力標本データとする。

[0125] そして各標本データに対してフーリエ変換やウェーブレット変換の周波数解析が施されることで、周期的な特徴を示す特徴量が算出される。そして算出された特徴量に対してクラスタリング処理が行われることで、例えば365日（8760時間）単位の波形形状が類似する標本データ同士がクラスタ（以降、計量器クラスタと呼称）として分類される。

[0126] 以降は上述の代表曲線算出モジュール308の第1の実施の形態と同様の時間クラスタリング処理及び時間単位プロファイリング処理が、各計量器クラスタの代表波形に対して施される。なお各計量器クラスタの代表波形の算出方法は、例えば、各計量器クラスタの算術平均とする。

[0127] このように、長期間における予測対象の値の変動が類似する計量点ごとに予めデータが分類されることで、標本データにおける標本分散を減少させることができ、以降の処理により算出される予測対象期間における予測対象の時間推移を示す曲線の精度を向上させることができる。

[0128] （6-2）補正值算出モジュールの第2の実施の形態

上述の補正值算出モジュール309の第1の実施の形態においては、予測対象期間における予測対象の時間推移を示す曲線を、予測対象期間内の任意の時刻における予測対象の予測値、予測対象期間内の任意の期間における最大値や最小値又は積算値の予測値に対して一致又はそれぞれの残差和が最小となるように、曲線の振幅又は周波数を補正した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えば、（2）式で示す変更係数 α と β を補正用デー

タとして扱うなど、変更係数を補正用データとして直接扱うようにしてもよい。

[0129] 本実施の形態による補正值算出モジュール309は、図7に示すように補正係数算出モジュール309A3をさらに備え、曲線の補正係数を直接予測する。補正係数算出モジュール309A3が、需要実績情報406から抽出した標本データを用いて、変更係数 α と β の標本データを算出する。

[0130] 次に図6を用いて説明した処理と同様に、モデル同定モジュール309A1によって変更係数 α 及び β の算出の演算に用いるモデルが同定され、同定されたモデルに属性予報情報312から抽出した説明変数値が補正值推定モジュール309A2によって入力されることで、予測対象期間における予測対象の時間推移を示す曲線の変更係数 α 及び β が算出される。

[0131] またモデル同定モジュール309A1における変更係数 α 及び β の算出の演算に用いるモデル同定においては、図6を用いて説明したとおり、適時性指標値設定モジュール306が算出した適時性を示す指標値が用いられる。

[0132] また上述の補正值算出モジュール309の第1の実施の形態においては、補正用データの算出の演算に用いるモデルを(1)式に示すモデルを用いるようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えば計算式の形態や使用する説明変数は任意のものが用いられる。

[0133] 説明変数は、例えば平均気温の二乗値であってもよく、さらにこれら変数を含めた計画行列として用いられてもよい。これにより、モデルは線形式とされつつも、予測対象及び属性の間に存在する非線形な関係がモデルとして表現され得る。具体的には、標本値から第2の標本値を算出するのと同様に、第2の標本値から第3の標本値を算出する。

[0134] また上述の補正值算出モジュール309の第1の実施の形態においては、説明変数として使用する属性を予め一意に設定した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えばリッジ回帰やラッソ回帰又はエラスティックネットなど、説明変数が自動的に選択される方法を採用してもよい。なお、主成分回帰や部分最小二乗法の説明変数から新たな成分を算出するような方

法を採用してもよいし、ニューラルネットワークの非線形なモデルを使用する方法を採用してもよい。

[0135] 何れの方法を採用する場合においても、適時性指標値設定モジュール306が算出する適時性を示す指標値はモデル同定時に使用されてもよく、これにより図11を用いて説明したものと同様の効果を得ることができるのみならず、適時性に応じた説明変数が自動選択され得る。換言すれば、このことで補正用データの算出の演算に用いるモデルの変更が行われ得る。

[0136] また上述の補正值算出モジュール309の第1の実施の形態においては、補正用データである予測対象期間内の任意の時刻における予測対象の予測値、予測対象期間内の任意の期間における最大値や最小値の予測値又は積算値の予測値のうち、何れかが使用されるかは予め設定されるようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えば、信頼性指標値設定モジュール307が算出した信頼性を示す指標値に基づいて、自動的に設定されるようにしてもよい。

[0137] 具体的には、各補正用データに対する信頼性の指標値を比較し、信頼性が高い順に予め設定した順位までの補正用データを、以降の代表曲線補正モジュール310で使用するとしてもよい。また、最も高い信頼性を示す指標値を“1”に、最も低い信頼性を示す指標値を“0”になるように各補正用データの信頼性を示す指標値を標準化した上で、すべての補正用データを以降の代表曲線補正モジュール310で使用するとしてもよい。

[0138] この場合、指標値が“0”である補正用データは、結果として曲線補正には使用されることは無く、従って補正用データの自動的な選択が達成される。また各補正用データの指標値のべき乗を新たな指標値とする信頼性を示す指標値の大小の差を極端なものとす補正がされてもよい。この場合、最も大きい指標値に対し、最も小さい指標値は相対的に“0”と等しくなるため、前述の指標値が“0”の場合と同様に、結果として曲線補正には、最も小さい指標値は現実的には使用されず、従って補正用データの自動的な選択が達成される。

[0139] (6-3) 代表曲線補正モジュールの第2の実施の形態

上述の代表曲線補正モジュール310の第1の実施の形態においては、予測対象の時間推移を示す曲線の振幅、周波数又はその両方の変更のみを代表曲線補正モジュール310が行う補正処理とするようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えば、振幅、周波数又はその両方の変更によって算出された最終的な予測値に、季節特異な、又は、曜日特異な誤差が定常的に発生する場合、これは予測系に残存する潜在的な偏差であることから、この定常的な偏差を補正する処理を加えるようにしてもよい。

[0140] 図8では、振幅補正モジュール310A1及び周波数補正モジュール310A2を経て算出された補正後の曲線を最終的な予測値として出力していたが、本実施の形態では、図9に示すように、定常偏差補正モジュール310A3が、補正後の曲線と事後的に観測される需要実績情報406を用いて、上記の定常的な偏差の補正を行い、最終的な予測値として予測結果情報313に格納する。このことで、代表曲線補正モジュール310は定常的に発生する誤差を事前に補正する。

[0141] 具体的には、図10に示すように、代表曲線補正モジュール310は定常偏差補正モジュール310A3をさらに備える。定常偏差補正モジュール310A3は、補正後の曲線310A2B及び事後的に観測される需要実績情報406の差である偏差を算出する。そして定常偏差量推定モジュール310A31は、残差を説明するモデルを同定し、同定したモデルによって、予測対象期間において発生し得る残差の推定値を算出する。算出された残差の推定値が補正後の曲線310A2Bに加算されることで、最終的な予測値が算出される。

[0142] ここで、定常偏差量推定モジュール310A31で使用されるアルゴリズムは、例えば、図4を用いて説明した代表曲線算出モジュール308のアルゴリズムでもよい。すなわち、入力としていた需要実績情報406を、補正後の曲線310A2B及び事後的に観測される需要実績情報406の差である偏差に置き換える。

- [0143] このアルゴリズムによって、時間単位クラスタリング処理モジュール308A1及び時間単位プロファイリング処理モジュール308A2と同様の処理を経て、予測対象期間において発生し得る残差の曲線が算出される。
- [0144] この際、入力される残差に対する正規化処理は省くことで、出力される残差の曲線は量の情報を含んだ推定残差そのものとなる。また、ARモデルやARIMAモデルで代表される時系列解析の手法を用いて、予測対象期間において発生し得る残差の曲線が算出されてもよい。以上の様に、定常偏差補正モジュール310A3は、予測系において説明しきれていない予測対象の微細な変動を補正することができる。
- [0145] さらに定常偏差量推定モジュール310A31におけるモデル同定の際に、適時性指標値設定モジュール306が算出した適時性を示す指標値が使用されてもよい。ただしここでの適時性指標値設定モジュール306への入力 は、上記の残差とする。
- [0146] すなわち、過去に発生した残差それぞれの適時性を示す指標値を適用することで、予測対象期間に発生し得る定常偏差としてよりもっともらしい値が算出され得る。換言すれば、適時性に応じて補正の演算に用いるモデルが適宜変更されることで、最終的な予測精度を向上することができる。
- [0147] (7) 他の実施の形態
- なお上述の実施形態においては、適時性及び信頼性を示す指標値は、それぞれ適時性指標値設定モジュール306及び信頼性指標値設定モジュール307で算出されるようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えば、適時性及び信頼性の指標値のそれぞれについて、予め設定した値が直接的に使用されるようにしてもよい。
- [0148] また上述の実施形態においては、説明を簡単にするために、表示部を省略するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えば、各処理モジュールの算出結果や各処理モジュールの中間結果が、ディスプレイやプリンタの出力装置を通じて、適宜表示されてもよい。
- [0149] さらに上述の実施形態においては、電力の需要を予測するようにした場合

について述べたが、本発明はこれに限らず、時間推移を伴って観測される時系列データが存在する対象であれば適用してもよい。時間推移を伴って観測される時系列データとは、例えば太陽光発電や風力発電の発電量、電力取引所で売買される電力商品の約定価格、出来高などである。

[0150] また電力の分野に限らず、例えば通信事業における基地局の通信量、ある局所的な車両や人の通行量など同じく時間推移を伴って観測される時系列データが存在する分野を対象に広く適用することができる。

符号の説明

[0151] 1 ……需給管理システム、2 ……電気事業者システムモジュール、3 ……需給管理者システムモジュール、4 ……営業管理者システムモジュール、5 ……取引管理者システムモジュール、6 ……設備管理者システムモジュール、7 ……系統運用者システムモジュール、8 ……取引市場運用者システムモジュール、9 ……公共情報提供者システムモジュール、10 ……需要家システムモジュール、30 ……予測演算装置、31 ……情報入出力端末、40 ……販売管理装置、50 ……取引管理装置、60 ……設備管理装置、61 ……制御装置、70 ……系統情報管理装置、80 ……市場運用管理装置、90 ……公共情報配信装置、111 ……ネットワーク、112 ……ネットワーク。

請求の範囲

- [請求項1] 任意期間における予測を適応する予測対象について、当該予測対象に関連する予測値を算出する予測システムであって、
- 前記予測値を算出するために利用される複数のデータを記録する記憶装置と、
- 所定の演算モデルを備え、当該演算モデルに前記複数のデータを適用して前記予測値を算出する制御装置と
- を備え、
- 前記制御装置は、
- 前記複数のデータそれぞれの時間属性の情報に基づいて決定されたデータを用いて、前記演算モデルを変更するようにした
- 予測システム。
- [請求項2] 前記制御装置は、
- 前記複数のデータそれぞれの変動範囲の情報に基づいて、前記演算モデルに適用するデータを変更する
- 請求項1記載の予測システム。
- [請求項3] 前記制御装置は、
- 前記任意期間における前記予測対象の前記予測値の時間推移を示す曲線を算出する第1のモジュールと、
- 前記曲線を補正することに基づいて、前記予測値を算出する第2のモジュールと、
- 前記時間属性の情報又は前記複数のデータそれぞれの変動範囲の情報に基づいて、前記曲線を補正するための前記演算モデルである曲線補正演算モデル、前記曲線を算出するための前記演算モデルである曲線算出演算モデル及び前記曲線の補正値を算出するための前記演算モデルである補正値算出演算モデルの少なくとも一つを変更する第3のモジュールと
- を備えることを特徴とする請求項2記載の予測システム。

- [請求項4] 前記第2のモジュールは、前記予測対象の前記予測値の時間推移を示す前記曲線を変更することを、前記曲線の振幅及び前記曲線の周波数の少なくとも一方に基づいて実行する、請求項3記載の予測システム。
- [請求項5] 前記第3のモジュールは、
前記複数のデータそれぞれの変動範囲の情報を、前記予測対象の特性を示すデータの時間推移を示す前記曲線を補正するための補正値の量的な変動幅及び時間的な変動幅の少なくとも一方の変動幅からなるようにした
請求項3記載の予測システム。
- [請求項6] 前記第3のモジュールは、
補正値それぞれの変動範囲の情報を用いて、前記補正値それぞれの変動範囲が最も小さい前記補正値に対して適合するように、前記曲線補正演算モデルを変更する
請求項3記載の予測システム。
- [請求項7] 前記制御装置は、
前記時間属性の情報に基づいて決定されたデータを前記曲線又は前記補正値のそれぞれの算出に用いて、予測対象期間との時間的な相関関係を示すようにした
請求項3記載の予測システム。
- [請求項8] 前記第1のモジュールは、
前記時間属性の情報に基づいて、前記曲線を算出するための前記データを選別及び前記曲線の算出に対する前記データの影響度合いの重み付けの少なくとも一方を行うことで新たな第2のデータを算出し、
前記第3のモジュールは、
算出した前記第2のデータに対する適合性が最も高くなるように、前記曲線算出演算モデルを変更する
請求項3記載の予測システム。

[請求項9]

前記第1のモジュールは、

前記時間属性の情報に基づいて、前記曲線を算出するための前記データの選別及び前記曲線の算出に対する前記データの影響度合いの重み付けの少なくとも一方を行うことで新たな第2のデータを算出し、

前記第3のモジュールは、

算出した前記第2のデータに対する適合性が最も高くなるように、前記補正值算出演算モデルを変更する

請求項3記載の予測システム。

[請求項10]

前記第1のモジュールは、

前記補正值算出演算モデルにおいて用いる変数のうち、任意の一部の変数又はすべての変数を任意の線形又は非線形な関数に入力することで変数値を算出し、

前記変数値による第2のデータを算出し、

前記第2のデータそれぞれの前記時間属性の情報に基づいて、前記曲線を算出するための前記第2のデータの選別及び前記曲線の算出に対する前記データの影響度合いの重み付けの少なくとも一方を行うことで新たな第3のデータを算出し、

前記第3のモジュールは、

算出した前記第3のデータに対する適合性が最も高くなるように、前記曲線算出演算モデルを変更する

請求項3記載の予測システム。

[請求項11]

前記第3のモジュールは、

前記複数のデータそれぞれの変動範囲の情報に基づいて、前記複数のデータそれぞれの変動範囲が小さい前記補正值算出演算モデルの選別及び重み付けの少なくとも一方を行うことで、前記補正值算出演算モデルを変更する

請求項3記載の予測システム。

[請求項12]

前記補正值は、

予測対象期間内の任意の期間それぞれにおける最大値及び最小値の少なくとも一方についての量及び時間の少なくとも一方並びに前記複数のデータそれぞれの変動範囲の少なくとも1つで構成される

請求項3記載の予測システム。

[請求項13]

前記補正值は、

予測対象期間内の任意の時刻それぞれにおける前記予測対象の前記予測値及び前記複数のデータそれぞれの変動範囲の少なくとも一方で構成される

請求項3記載の予測システム。

[請求項14]

前記補正值は、

前記第2のモジュールにおいて使用される前記曲線を補正するための係数値及び前記変動範囲の少なくとも一方で構成される

請求項3記載の予測システム。

[請求項15]

任意期間における予測を適応する予測対象について、当該予測対象に関連する予測値を制御装置が算出するようにした予測方法であって、

前記制御装置は、前記予測値を算出するために利用される複数のデータを記憶装置から読み出し、

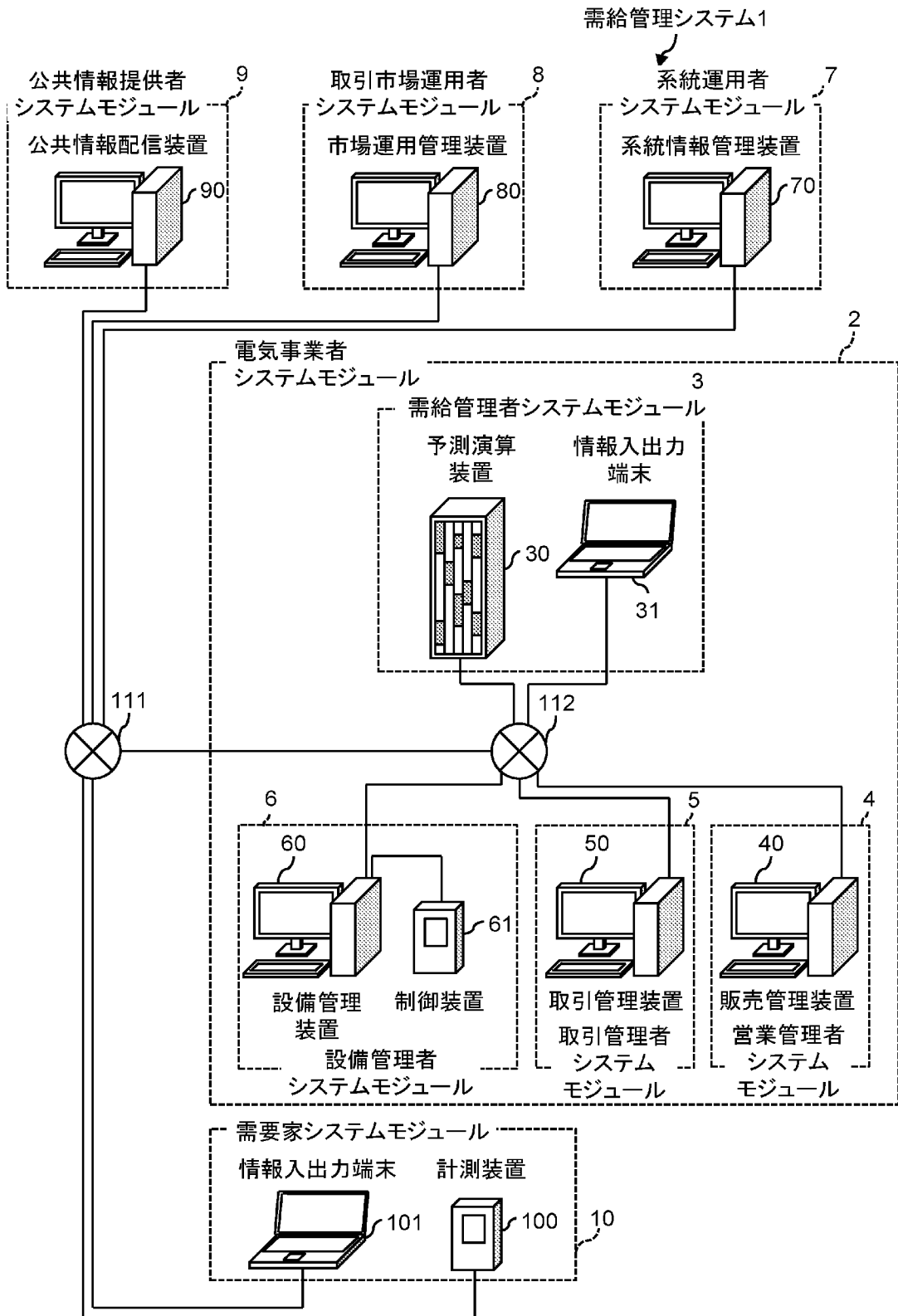
前記複数のデータに所定の演算モデルを適用して前記予測値を算出し、

前記複数のデータそれぞれの時間属性の情報に基づいて、前記演算モデルを変更する

予測方法。

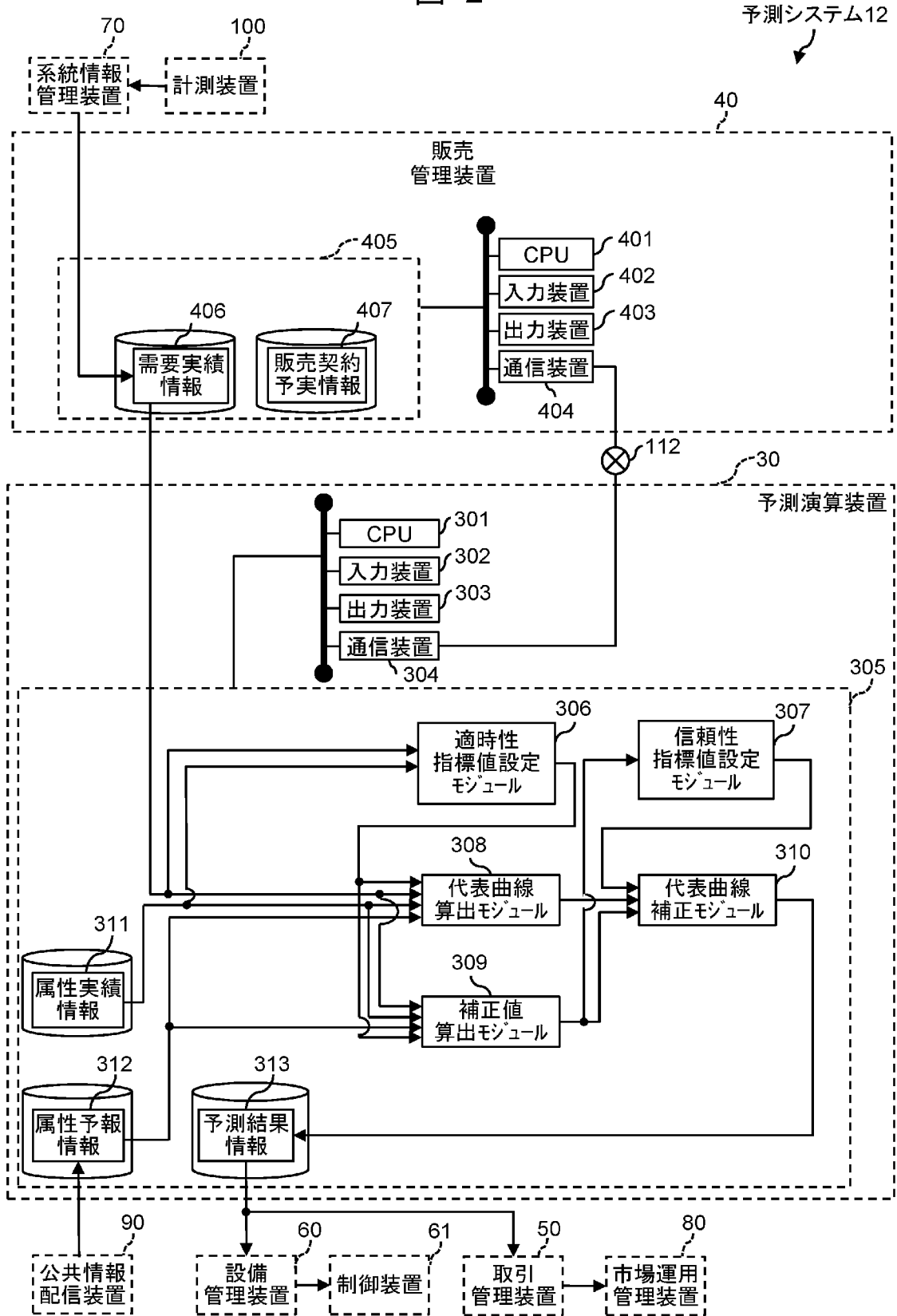
[図1]

図 1



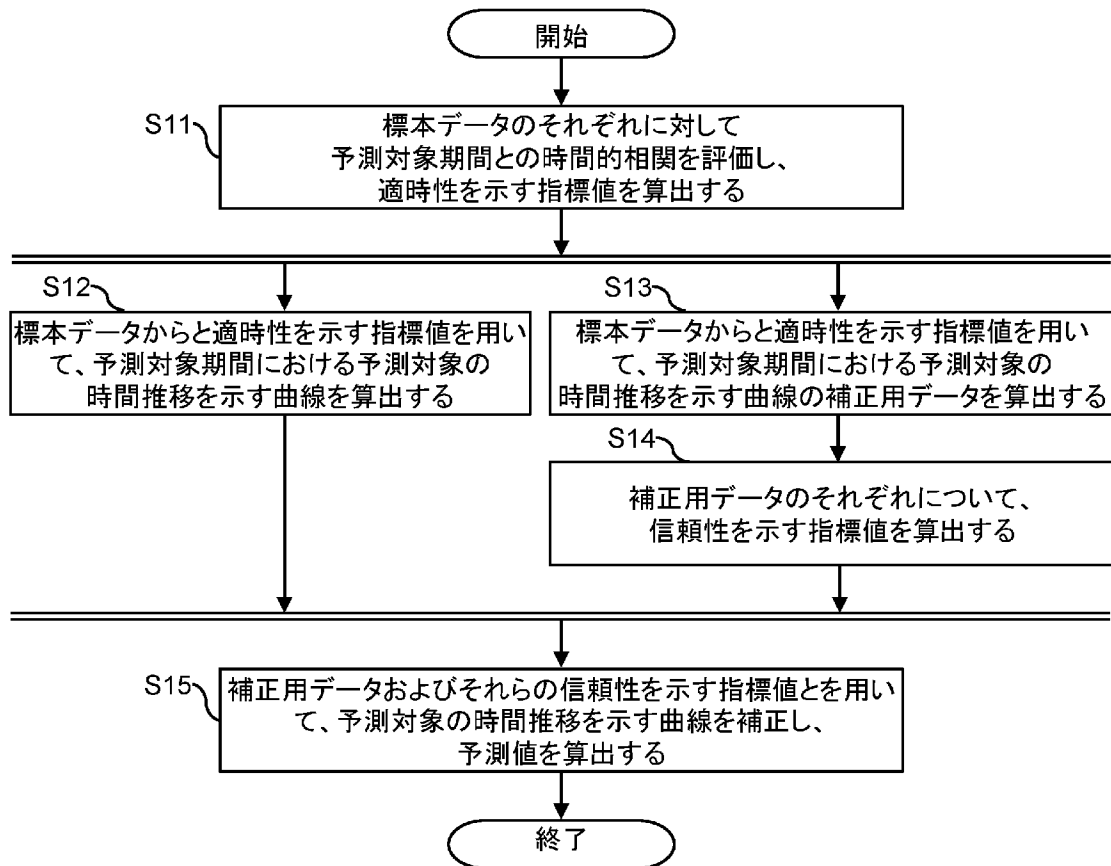
[図2]

図 2



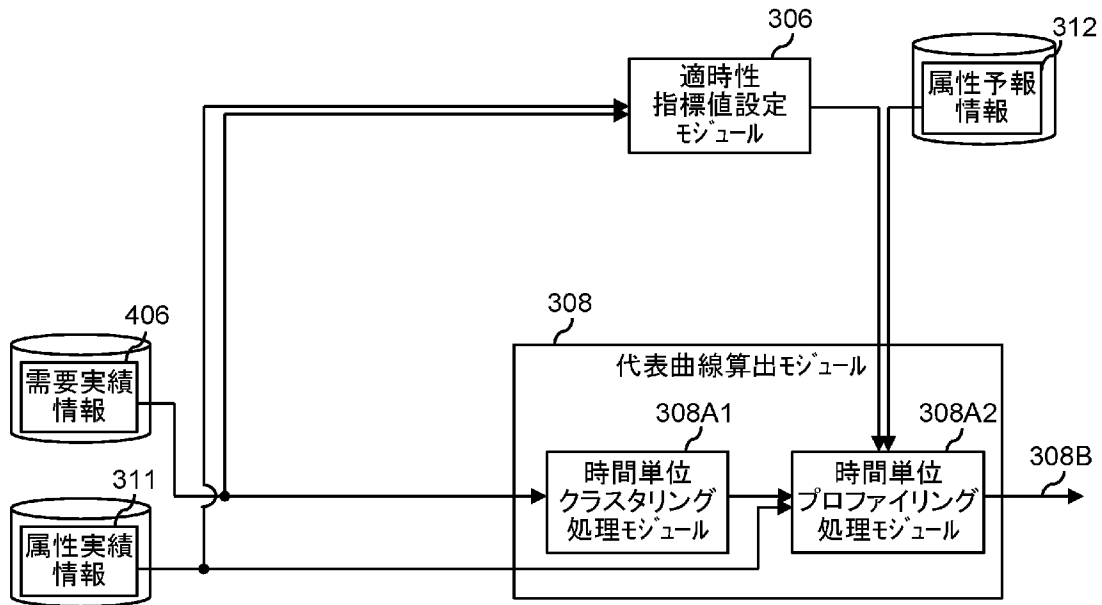
[図3]

図 3



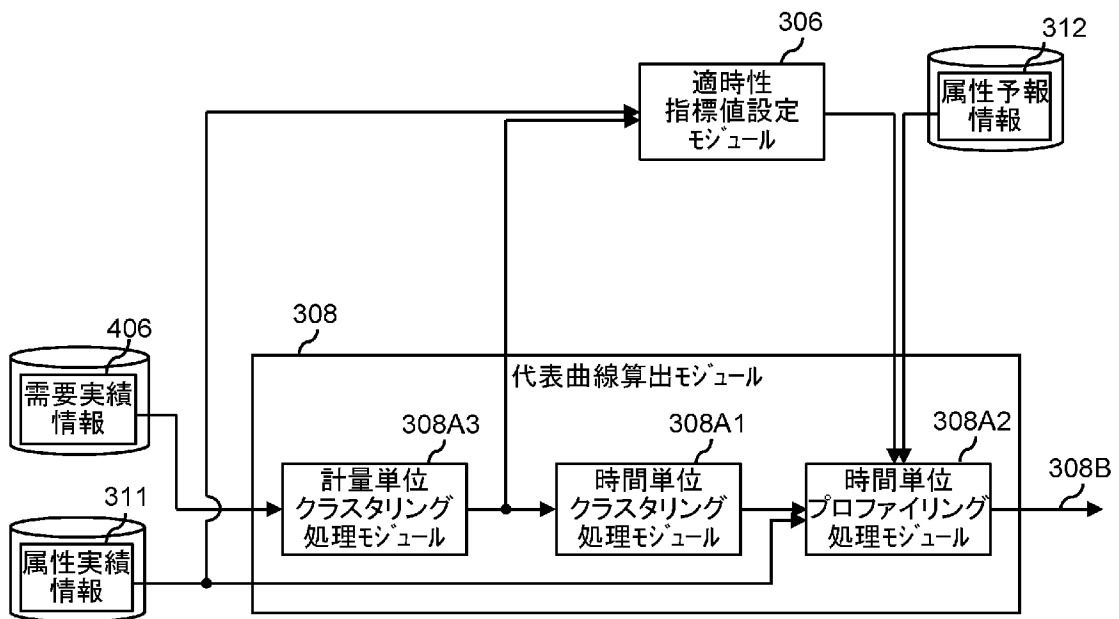
[図4]

図 4

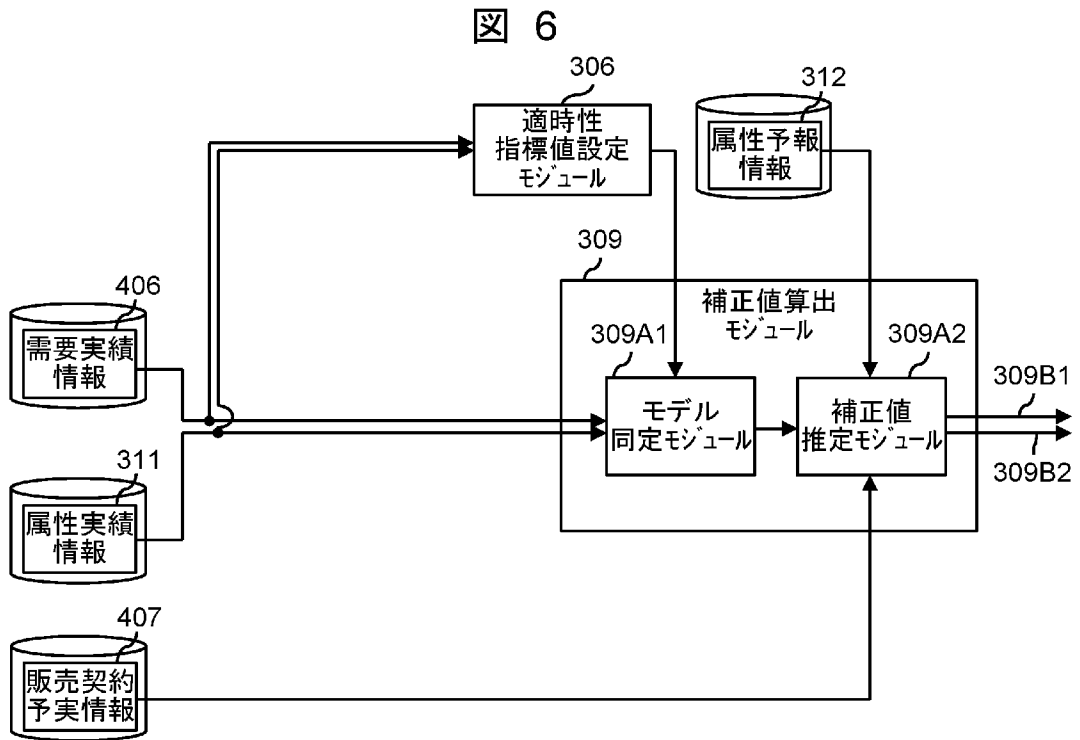


[図5]

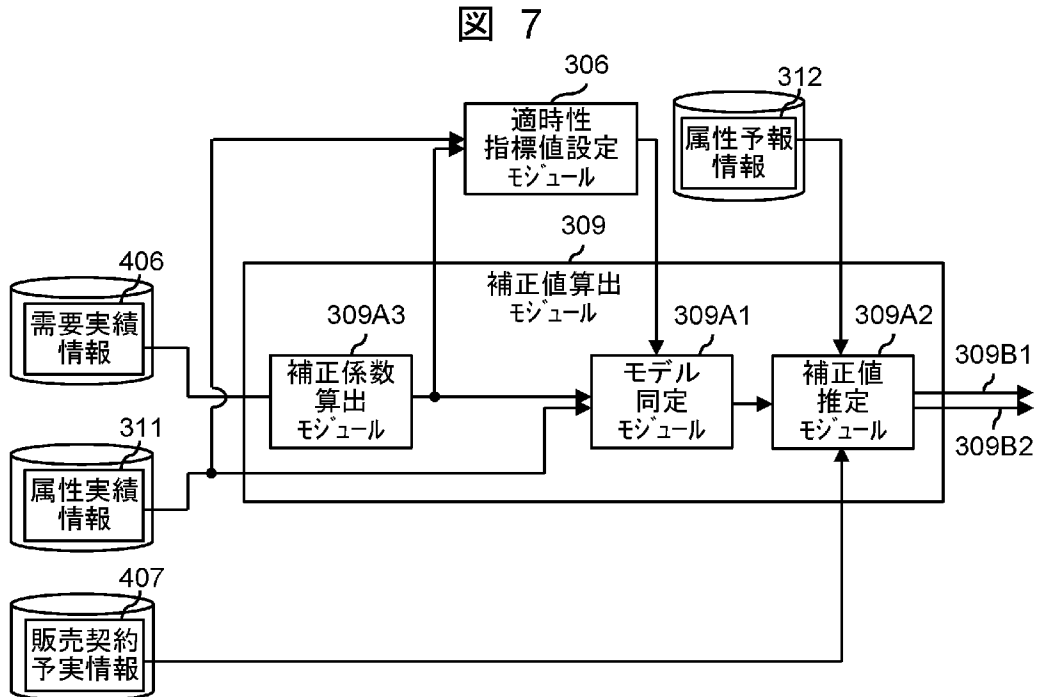
図 5



[図6]

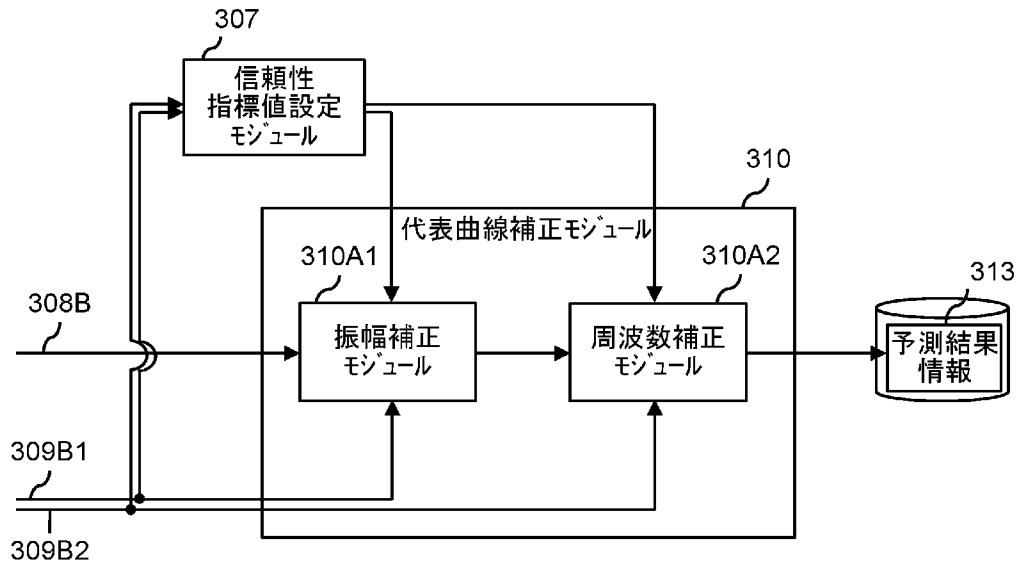


[図7]



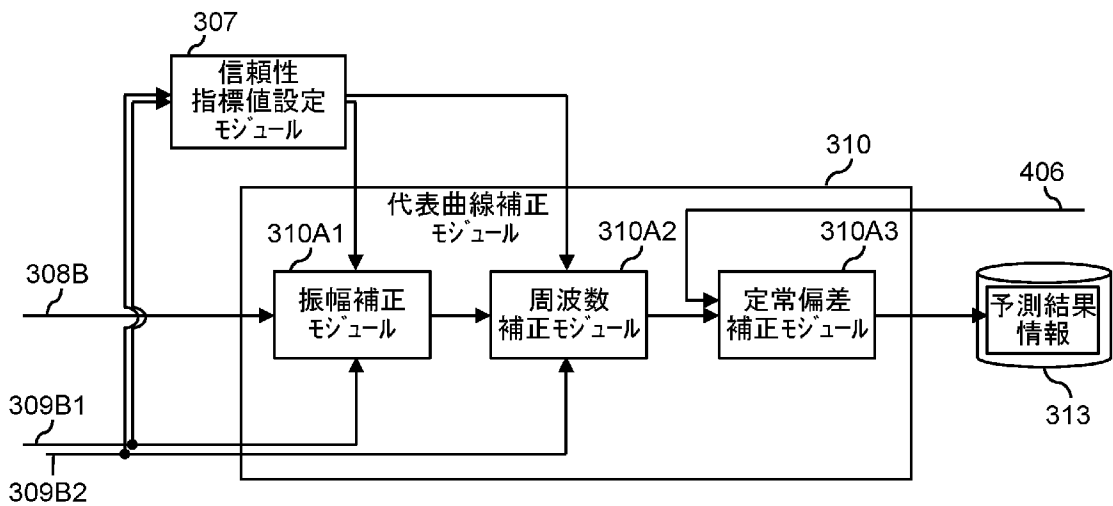
[図8]

図 8



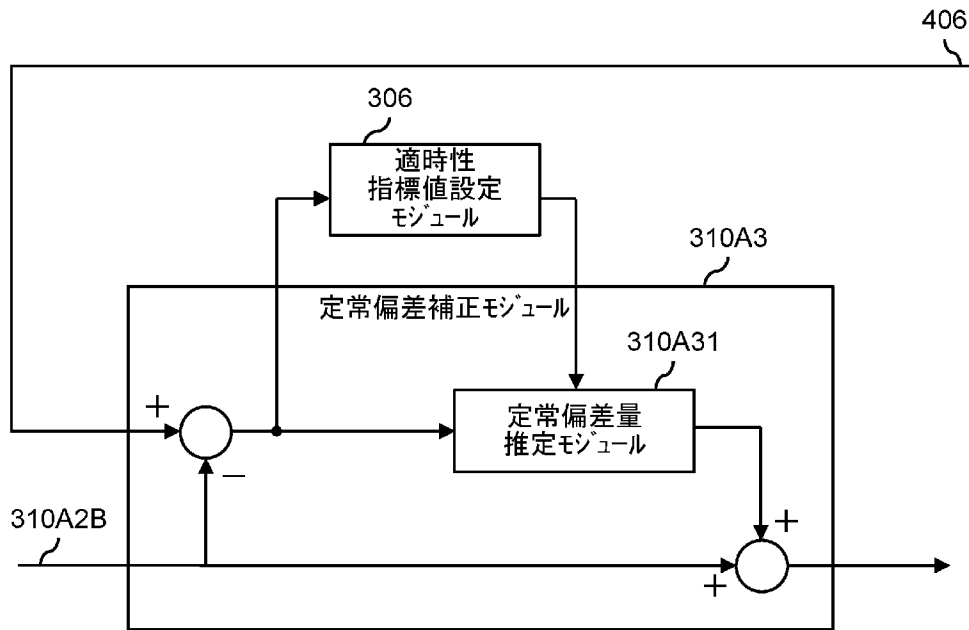
[図9]

図 9



[図10]

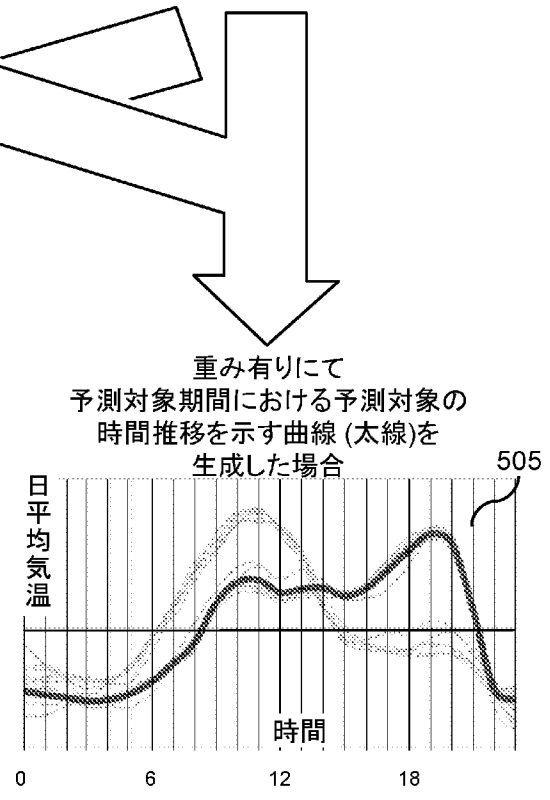
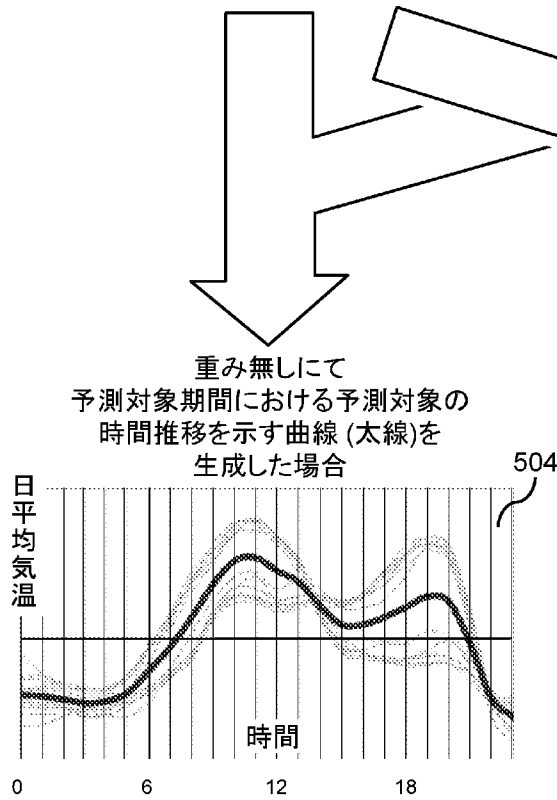
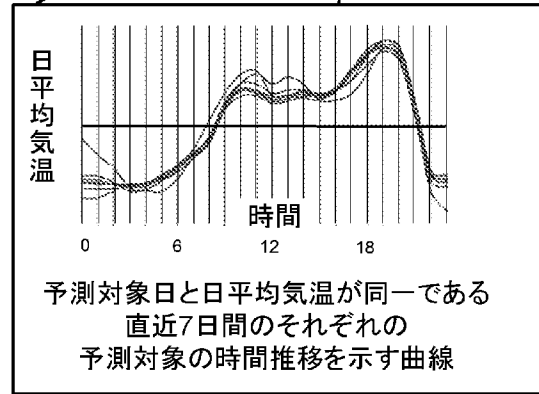
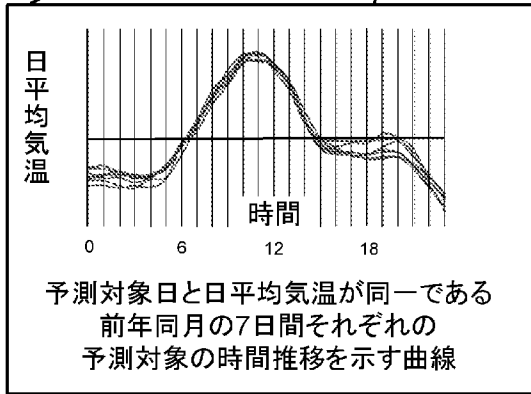
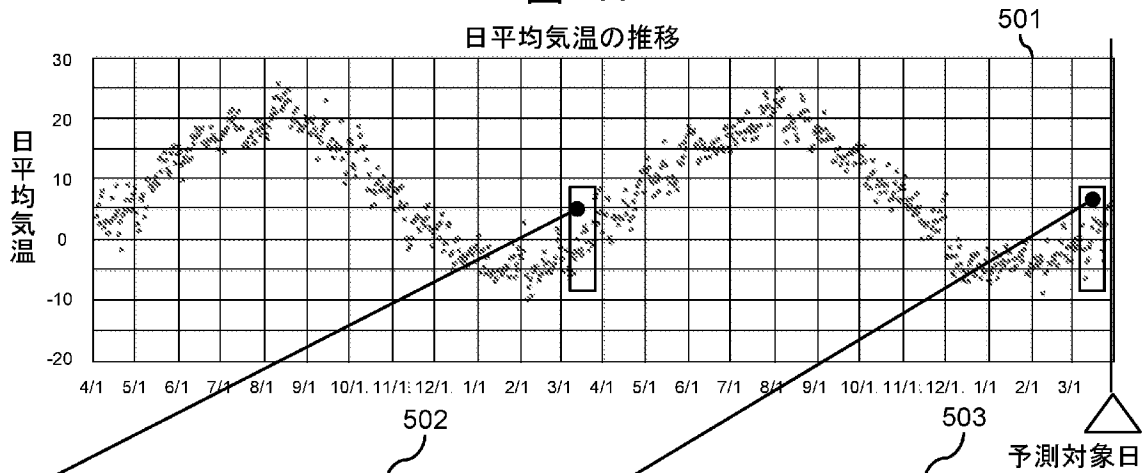
図 10



[図11]

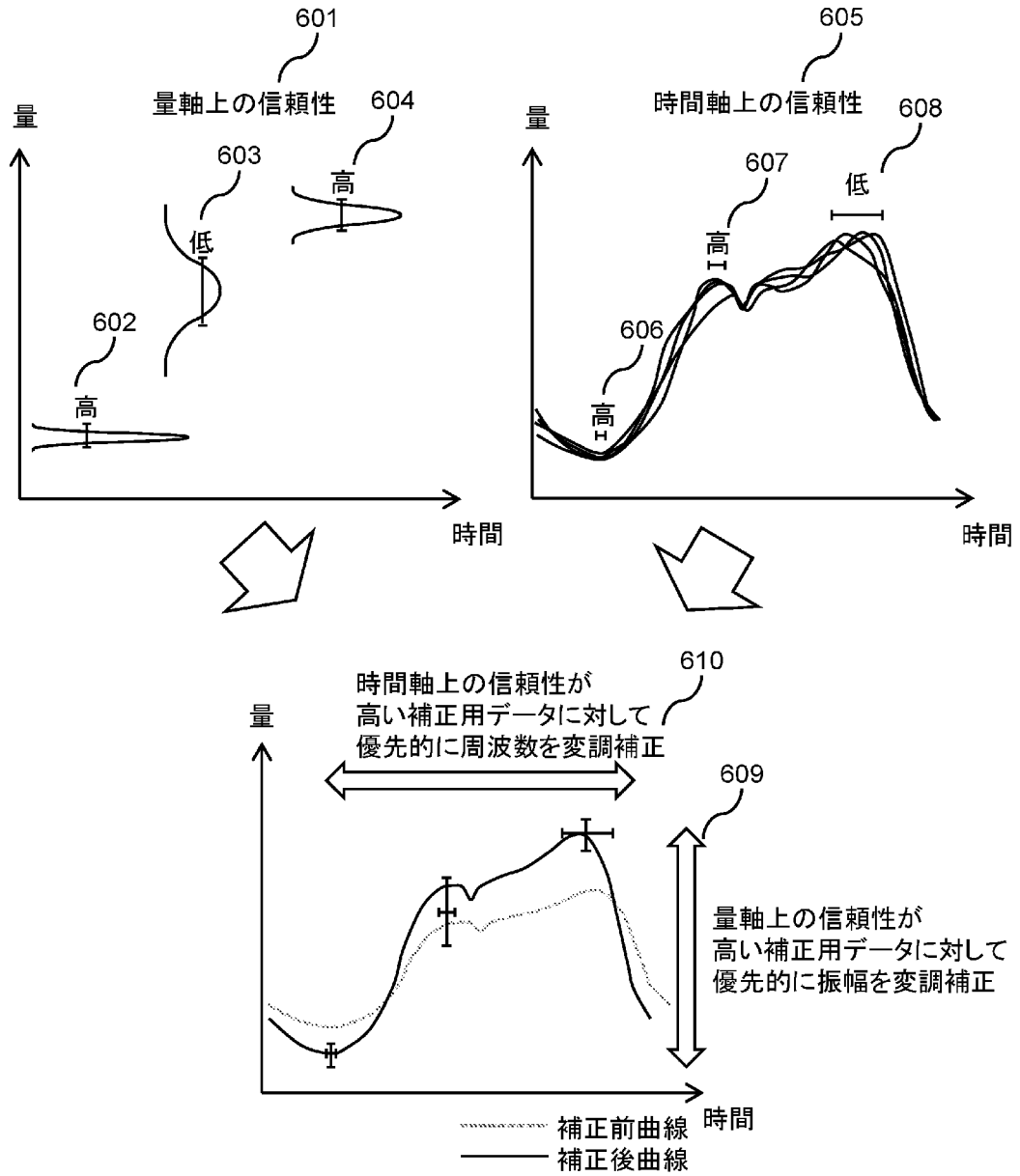
図 11

日平均気温の推移



[図12]

図 12



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/041168

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G06Q50/06 (2012.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. G06Q50/06

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

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2007-199862 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE) 09 August 2007, paragraphs [0012]-[0014] (Family: none)	1-2, 15 3-14
A	JP 2014-180187 A (TOSHIBA CORPORATION) 25 September 2014, entire text & US 2016/0033949 A1 & WO 2014/141841 A1 & EP 2975722 A1 & CN 104937804 A	1-15

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 30 November 2017	Date of mailing of the international search report 12 December 2017
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/041168

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2015-90691 A (NTT DATA CORPORATION) 11 May 2015, entire text (Family: none)	1-15
A	WO 2016/088370 A1 (NEC CORPORATION) 09 June 2016, entire text (Family: none)	1-15

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G06Q50/06 (2012.01) i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G06Q50/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

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

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2007-199862 A (日本電信電話株式会社) 2007.08.09, 段落0012-0014 (ファミリーなし)	1-2, 15 3-14
A	JP 2014-180187 A (株式会社東芝) 2014.09.25, 全文 & US 2016/0033949 A1 & WO 2014/141841 A1 & EP 2975722 A1 & CN 104937804 A	1-15

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

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

の日の後に公表された文献

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

国際調査を完了した日

30.11.2017

国際調査報告の発送日

12.12.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号 100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

塩田 徳彦

電話番号 03-3581-1101 内線 3562

5 L

4533

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2015-90691 A (株式会社エヌ・ティ・ティ・データ) 2015.05.11, 全文 (ファミリーなし)	1-15
A	WO 2016/088370 A1 (日本電気株式会社) 2016.06.09, 全文 (ファミリーなし)	1-15