

明 細 書

発明の名称：

目標電力算出装置、目標電力算出方法及び目標電力算出プログラム

技術分野

[0001] 本開示は、目標電力算出装置、目標電力算出方法及び目標電力算出プログラムに関する。

背景技術

[0002] 従来より、契約電力を低減するために、各機器（例えば、空調機器）への供給電力を、目標電力に基づいて制御するデマンド制御処理が知られている。また、デマンド制御処理を行う際に設定した目標電力についての適否を判定する判定技術も提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2002-165361号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、従来の判定技術では、目標電力が不適であると判定された場合に、適切な目標電力を導出することまではできない。

[0005] 本開示は、デマンド制御処理を行う際に設定する目標電力を導出する目標電力算出装置、目標電力算出方法及び目標電力算出プログラムを提供する。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示の第1の態様による目標電力算出装置は、
設定された目標電力に基づいて、第1の期間においてデマンド制御処理が行われることで取得された制御情報に従って、該第1の期間において設定された目標電力の適否を学習する学習部と、
前記学習部による学習の結果に基づき、第2の期間においてデマンド制御

処理が行われることで取得された制御情報から、該第2の期間において設定された目標電力の適否を推論する推論部と、

前記推論部が不適であると推論した場合に、前記第2の期間において設定された目標電力を、所定の補正量に基づいて補正する補正部とを有する。

[0007] 本開示の第1の態様によれば、デマンド制御処理を行う際に設定する目標電力を導出する目標電力算出装置を提供することができる。

[0008] また、本開示の第2の態様は、第1の態様に記載の目標電力算出装置であって、

前記制御情報は、デマンド制御処理が行われることにより電力の供給が遮断される範囲の程度を表す遮断レベルの発生状況を示す情報を含む。

[0009] また、本開示の第3の態様は、第2の態様に記載の目標電力算出装置であって、

前記制御情報は、各遮断レベルの累積時間、または、各遮断レベルの累積時間の比率のいずれか一方を含む。

[0010] また、本開示の第4の態様は、第1乃至第3のいずれかの態様に記載の目標電力算出装置であって、

前記学習部は、前記第1の期間においてデマンド制御処理が行われることで取得された制御情報と、前記第1の期間においてデマンド制御処理が行われた空調機器が配された居室の快適性を示す情報との組み合わせを含むデータセットに従って、前記第1の期間において設定された目標電力の適否を学習する。

[0011] また、本開示の第5の態様による目標電力算出装置は、

設定された目標電力に基づいて、第1の期間においてデマンド制御処理が行われることで使用された電力の実績情報を取得する取得部と、

前記使用された電力の実績情報に従って、前記第1の期間において設定されるべき目標電力を学習する学習部とを有する。

[0012] 本開示の第5の態様によれば、デマンド制御処理を行う際に設定する目標電力を導出する目標電力算出装置を提供することができる。

[0013] また、本開示の第6の態様は、第5の態様に記載の目標電力算出装置であって、

前記取得部は、前記第1の期間においてデマンド制御処理が行われた空調機器の機器情報であって、該空調機器の運転時間、機器種別、物件属性、熱負荷、能力のいずれかを含む機器情報を更に取得し、

前記学習部は、前記使用された電力の実績情報と前記機器情報との組み合わせを含むデータセットに従って、前記第1の期間において設定されるべき目標電力を学習する。

[0014] また、本開示の第7の態様は、第5の態様に記載の目標電力算出装置であって、

前記取得部は、前記第1の期間においてデマンド制御処理が行われることで取得された、前記使用された電力の実績情報に対応する環境情報であって、天候、日射量、室外温度、室外湿度、室内温度、室内湿度、在室人数のいずれかを含む環境情報を更に取得し、

前記学習部は、前記使用された電力の実績情報と前記環境情報との組み合わせを含むデータセットに従って、前記第1の期間において設定されるべき目標電力を学習する。

[0015] また、本開示の第8の態様は、第5の態様に記載の目標電力算出装置であって、

前記学習部による学習の結果に基づき、第2の期間においてデマンド制御処理が行われることで使用された電力の実績情報から、第2の期間において設定されるべき目標電力を推論する推論部を更に有する。

[0016] また、本開示の第9の態様による目標電力算出装置は、

設定された目標電力に基づいて、第1の期間においてデマンド制御処理が行われることで取得された制御情報から、該第1の期間において設定された目標電力に関する報酬を算出する算出部と、

設定された目標電力に基づいて、前記第1の期間においてデマンド制御処理が行われることで使用された電力の実績情報に従って、第2の期間におい

て設定されるべき目標電力を学習する学習部と、を有し、

前記学習部は、前記報酬に基づいて、前記第２の期間において設定されるべき目標電力を学習する。

[0017] 本開示の第９の態様によれば、デマンド制御処理を行う際に設定する目標電力を導出する目標電力算出装置を提供することができる。

[0018] また、本開示の第１０の態様は、第９の態様に記載の目標電力算出装置であって、

前記制御情報は、デマンド制御処理が行われることにより電力の供給が遮断される範囲の程度を表す遮断レベルの発生状況を示す情報を含む。

[0019] また、本開示の第１１の態様は、第１０の態様に記載の目標電力算出装置であって、

前記制御情報は、各遮断レベルの累積時間、または、各遮断レベルの累積時間の比率のいずれか一方を含む。

[0020] また、本開示の第１２の態様は、第９乃至第１１のいずれかの態様に記載の目標電力算出装置であって、

前記算出部は、前記第１の期間においてデマンド制御処理が行われることで取得された制御情報と、前記第１の期間においてデマンド制御処理が行われた空調機器が配された居室の快適性を示す情報とに基づいて、前記第１の期間において設定された目標電力に関する報酬を算出する。

[0021] また、本開示の第１３の態様は、第９の態様に記載の目標電力算出装置であって、

前記第１の期間においてデマンド制御処理が行われた空調機器の機器情報であって、該空調機器の運転時間、機器種別、物件属性、熱負荷、能力のいずれかを含む機器情報を更に取得し、

前記学習部は、前記使用された電力の実績情報と前記機器情報との組み合わせを含むデータセットに従って、前記第２の期間において設定されるべき目標電力を学習する。

[0022] また、本開示の第１４の態様は、第９の態様に記載の目標電力算出装置で

あって、

前記第 1 の期間においてデマンド制御処理が行われることで取得された、前記使用された電力の実績情報に対応する環境情報であって、天候、日射量、室外温度、室外湿度、室内温度、室内湿度、在室人数のいずれかを含む環境情報を更に取得し、

前記学習部は、前記使用された電力の実績情報と前記環境情報との組み合わせを含むデータセットに従って、前記第 2 の期間において設定されるべき目標電力を学習する。

[0023] また、本開示の第 15 の態様は、第 9 の態様に記載の目標電力算出装置であって、

前記算出部は、設定された目標電力に基づいて、所定の期間においてデマンド制御処理が行われることで取得された制御情報から、該所定の期間において設定された目標電力の適否を学習する学習部による学習の結果に基づき、前記第 1 の期間においてデマンド制御処理が行われることで取得された制御情報から、前記第 1 の期間において設定された目標電力の適否を推論し、推論した適否から、前記第 1 の期間において設定された目標電力に関する報酬を算出する。

[0024] また、本開示の第 16 の態様による目標電力算出方法は、

設定された目標電力に基づいて、第 1 の期間においてデマンド制御処理が行われることで取得された制御情報に従って、該第 1 の期間において設定された目標電力の適否を学習する学習工程と、

前記学習工程における学習の結果に基づき、第 2 の期間においてデマンド制御処理が行われることで取得された制御情報から、該第 2 の期間において設定された目標電力の適否を推論する推論工程と、

前記推論工程において不適であると推論された場合に、前記第 2 の期間において設定された目標電力を、所定の補正量に基づいて補正する補正工程とを有する。

[0025] 本開示の第 16 の態様によれば、デマンド制御処理を行う際に設定する目

標電力を導出する目標電力算出方法を提供することができる。

- [0026] また、本開示の第 17 の態様による目標電力算出プログラムは、
設定された目標電力に基づいて、第 1 の期間においてデマンド制御処理が行われることで取得された制御情報に従って、該第 1 の期間において設定された目標電力の適否を学習する学習工程と、
前記学習工程における学習の結果に基づき、第 2 の期間においてデマンド制御処理が行われることで取得された制御情報から、該第 2 の期間において設定された目標電力の適否を推論する推論工程と、
前記推論工程において不適であると推論された場合に、前記第 2 の期間において設定された目標電力を、所定の補正量に基づいて補正する補正工程とをコンピュータに実行させる。
- [0027] 本開示の第 17 の態様によれば、デマンド制御処理を行う際に設定する目標電力を導出する目標電力算出プログラムを提供することができる。
- [0028] また、本開示の第 18 の態様による目標電力算出方法は、
設定された目標電力に基づいて、第 1 の期間においてデマンド制御処理が行われることで使用された電力の実績情報を取得する取得工程と、
前記使用された電力の実績情報に従って、前記第 1 の期間において設定されるべき目標電力を学習する学習工程とを有する。
- [0029] 本開示の第 18 の態様によれば、デマンド制御処理を行う際に設定する目標電力を導出する目標電力算出方法を提供することができる。
- [0030] また、本開示の第 19 の態様による目標電力算出プログラムは、
設定された目標電力に基づいて、第 1 の期間においてデマンド制御処理が行われることで使用された電力の実績情報を取得する取得工程と、
前記使用された電力の実績情報に従って、前記第 1 の期間において設定されるべき目標電力を学習する学習工程とをコンピュータに実行させる。
- [0031] 本開示の第 19 の態様によれば、デマンド制御処理を行う際に設定する目標電力を導出する目標電力算出プログラムを提供することができる。
- [0032] また、本開示の第 20 の態様による目標電力算出方法は、

設定された目標電力に基づいて、第1の期間においてデマンド制御処理が行われることで取得された制御情報から、該第1の期間において設定された目標電力に関する報酬を算出する算出工程と、

設定された目標電力に基づいて、前記第1の期間においてデマンド制御処理が行われることで使用された電力の実績情報に従って、第2の期間において設定されるべき目標電力を学習する学習工程と、を有し、

前記学習工程は、前記報酬に基づいて、前記第2の期間において設定されるべき目標電力を学習する。

[0033] 本開示の第20の態様によれば、デマンド制御処理を行う際に設定する目標電力を導出する目標電力算出方法を提供することができる。

[0034] また、本開示の第21の態様による目標電力算出プログラムは、

設定された目標電力に基づいて、第1の期間においてデマンド制御処理が行われることで取得された制御情報から、該第1の期間において設定された目標電力に関する報酬を算出する算出工程と、

設定された目標電力に基づいて、前記第1の期間においてデマンド制御処理が行われることで使用された電力の実績情報に従って、第2の期間において設定されるべき目標電力を学習する学習工程と、をコンピュータに実行させるための目標電力算出プログラムであって、

前記学習工程は、前記報酬に基づいて、前記第2の期間において設定されるべき目標電力を学習する。

[0035] 本開示の第21の態様によれば、デマンド制御処理を行う際に設定する目標電力を導出する目標電力算出プログラムを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0036] [図1]図1は、デマンド制御システムのシステム構成の一例を示す第1の図である。

[図2]図2は、デマンド制御対象の具体例を示す図である。

[図3]図3は、目標電力算出装置のハードウェア構成の一例を示す図である。

[図4]図4は、デマンド制御部の機能構成の一例を示す図である。

[図5]図5は、デマンド制御処理の具体例を示す図である。

[図6]図6は、解析結果の具体例を示す図である。

[図7]図7は、履歴情報の具体例を示す図である。

[図8]図8は、第1の実施形態に係る目標電力算出装置の、学習フェーズにおいて実現される機能の一例を示す図である。

[図9]図9は、第1の実施形態に係る目標電力算出装置の、推論フェーズにおいて実現される機能の一例を示す図である。

[図10]図10は、第1の実施形態に係る目標電力算出装置による目標電力算出処理の流れを示すフローチャートである。

[図11]図11は、第2の実施形態に係る目標電力算出装置の、学習フェーズにおいて実現される機能の一例を示す図である。

[図12]図12は、第2の実施形態に係る目標電力算出装置の、推論フェーズにおいて実現される機能の一例を示す図である。

[図13]図13は、第2の実施形態に係る目標電力算出装置による目標電力算出処理の流れを示すフローチャートである。

[図14]図14は、デマンド制御システムのシステム構成の一例を示す第2の図である。

[図15]図15は、第3の実施形態に係る目標電力算出装置の機能構成の一例を示す図である。

[図16]図16は、第3の実施形態に係る目標電力算出装置による目標電力算出処理の流れを示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0037] 以下、各実施形態について添付の図面を参照しながら説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複した説明を省く。

[0038] [第1の実施形態]

<デマンド制御システムのシステム構成>

はじめに、デマンド制御システムのシステム構成について説明する。図1

は、デマンド制御システムのシステム構成の一例を示す第1の図である。図1に示すように、デマンド制御システム100は、例えば、オフィスビル等の建物140内において実現され、デマンド制御対象110と、デマンド制御装置120と、目標電力算出装置130とを有する。

[0039] デマンド制御対象110は、供給される電力が制御される各機器を含む。各機器は、目標電力を超えないように、デマンド制御装置120によって供給される電力が制御される。図1に示す機器1、機器2、・・・機器nは、例えば、建物140内の各居室に配された空調機器である。

[0040] デマンド制御対象110に含まれる各機器は、デマンド制御装置120から送信されるデマンド制御データ（例えば、電力の供給を遮断する遮断指令、遮断した電力の供給を再開する復帰指令等）に基づいて動作する。

[0041] デマンド制御対象110に含まれる各機器において使用された電力量は、デマンドパルスとして、デマンド制御装置120に送信される。また、デマンド制御対象110に含まれる各機器の機器情報や、デマンド制御対象110に含まれる各機器によって、デマンド制御処理期間に検出された環境情報、機器情報等の各種情報は、デマンド制御装置120に送信される。

[0042] デマンド制御装置120には、デマンド制御プログラムがインストールされており、当該プログラムが実行されることで、デマンド制御装置120は、デマンド制御部121として機能する。

[0043] デマンド制御部121は、

- ・デマンド制御処理期間に取得した情報（デマンド制御対象110から送信された各種情報を含む）、
- ・取得した情報を解析した解析結果、

等（以下、これらを「履歴情報」と称す）を目標電力算出装置130に送信する。

[0044] また、デマンド制御部121は、履歴情報を目標電力算出装置130に送信したことに応じて目標電力算出装置130によって新たに算出された目標電力を取得し、デマンド制御装置120内のメモリに設定する。デマンド制

御部 1 2 1 は、設定した目標電力に基づいてデマンド制御処理を行う。

[0045] 目標電力算出装置 1 3 0 には、目標電力算出プログラムがインストールされており、当該プログラムが実行されることで、目標電力算出装置 1 3 0 は、学習部 1 3 1、入力部 1 3 2、推論部 1 3 3 として機能する。

[0046] 学習部 1 3 1 は取得部の一例であり、デマンド制御部 1 2 1 より送信された履歴情報を取得する。また、学習部 1 3 1 は学習部の一例であり、取得した履歴情報に基づいて、目標電力を算出するためのモデルについて機械学習を行う。これにより、学習部 1 3 1 は、目標電力を算出するための学習済みモデルを生成する。

[0047] 入力部 1 3 2 は入力部の一例である。入力部 1 3 2 は、例えば、学習部 1 3 1 がモデルについて機械学習を行う際に、デマンド制御装置 1 2 0 の管理者により入力された情報を受け付ける。デマンド制御装置 1 2 0 の管理者は、履歴情報を参照することで得た知見を入力する。なお、入力部 1 3 2 への情報の入力、手動であっても自動であってもよい。入力部 1 3 2 への情報の自動入力とは、例えば、予め定められた形式に情報が配列されたデータを生成しておき、当該データを入力部 1 3 2 に流し込むことで、情報を入力する方式等が挙げられる。

[0048] 推論部 1 3 3 は、デマンド制御部 1 2 1 より新たに送信された履歴情報を学習済みモデルに入力し、学習済みモデルを実行させることで、適切な目標電力を算出する。また、推論部 1 3 3 は、算出した目標電力をデマンド制御部 1 2 1 に送信する。

[0049] <デマンド制御対象の具体例>

次に、デマンド制御対象 1 1 0 の具体例について説明する。図 2 は、デマンド制御対象の具体例を示す図である。図 2 では、デマンド制御対象 1 1 0 として、空調機器 2 1 0、2 2 0、2 3 0 を例示している。

[0050] 空調機器 2 1 0 は、建物 1 4 0 内の所定のフロア 2 0 0 の居室 2 1 1 内の空気の汚れを除去し、温度、湿度を自動的に調整するように動作する。なお、空調機器 2 1 0 は、動作時に、居室内情報 2 1 2（居室 2 1 1 内の在室人

数、室内温度、室内湿度等)を検出する。また、空調機器210は、動作時に、運転時間を検出する。

[0051] 同様に、空調機器220は、建物140内の所定のフロア200の居室221内の空気の汚れを除去し、温度、湿度を自動的に調整するように動作する。なお、空調機器220は、動作時に、居室内情報222(居室221内の在室人数、室内温度、室内湿度等)を検出する。また、空調機器220は、動作時に、運転時間を検出する。

[0052] 同様に、空調機器230は、建物140内の所定のフロア200の居室231内の空気の汚れを除去し、温度、湿度を自動的に調整するように動作する。なお、空調機器230は、動作時に、居室内情報232(居室231内の在室人数、室内温度、室内湿度等)を検出する。また、空調機器230は、動作時に、運転時間を検出する。

[0053] 更に、空調機器210、220、230は、動作時に、建物外情報240(建物140外の天候、日射量、室外温度、室外湿度等)を検出する。

[0054] なお、図2では、空調機器210、220、230に電力を供給するための電力線を省略しているが、当該電力線には、電力メータが取り付けられているものとする。また、電力メータはデマンドパルスをデマンド制御装置120に送信するように構成されているものとする。

[0055] また、図2では、空調機器210、220、230にデマンド制御データを送信するための制御線を省略している。ただし、空調機器210、220、230は、当該制御線を介して、デマンド制御装置120から送信されるデマンド制御データを受信するように構成されているものとする。

[0056] また、図2では、空調機器210、220、230によって検出された環境情報(居室内情報、建物外情報)をデマンド制御装置120に送信するための通信線を省略している。ただし、空調機器210、220、230は、当該通信線を介して、デマンド制御装置120に対して環境情報を送信するように構成されているものとする。また、空調機器210、220、230は、当該通信線を介して、各機器の機器情報(運転時間を含む)を、デマン

ド制御装置 120 に対して送信するように構成されているものとする。

[0057] <目標電力算出装置のハードウェア構成>

次に、デマンド制御システム 100 を構成する各装置のハードウェア構成について説明する。なお、デマンド制御装置 120 と目標電力算出装置 130 とは同様のハードウェア構成を有するため、ここでは、目標電力算出装置 130 のハードウェア構成についてのみ説明する。

[0058] 図 3 は、目標電力算出装置のハードウェア構成の一例を示す図である。図 3 に示すように、目標電力算出装置 130 は、CPU (Central Processing Unit) 301、ROM (Read Only Memory) 302、RAM (Random Access Memory) 303 を有する。CPU 301、ROM 302、RAM 303 は、いわゆるコンピュータを形成する。また、目標電力算出装置 130 は、補助記憶装置 304、表示装置 305、操作装置 306、I/F (Interface) 装置 307、ドライブ装置 308 を有する。目標電力算出装置 130 の各ハードウェアは、バス 309 を介して相互に接続される。

[0059] CPU 301 は、補助記憶装置 304 にインストールされている各種プログラム（例えば、目標電力算出プログラム等）を実行する演算デバイスである。ROM 302 は、不揮発性メモリである。ROM 302 は、主記憶デバイスとして機能し、補助記憶装置 304 にインストールされている各種プログラムを CPU 301 が実行するために必要な各種プログラムやデータ等を格納する。具体的には、ROM 302 は BIOS (Basic Input/Output System) や EFI (Extensible Firmware Interface) 等のブートプログラム等を格納する。

[0060] RAM 303 は、DRAM (Dynamic Random Access Memory) や SRAM (Static Random Access Memory) 等の揮発性メモリである。RAM 303 は、主記憶デバイスとして機能し、補助記憶装置 304 にインストールされている各種プログラムが CPU 301 によって実行される際に展開される作業領域を提供する。

[0061] 補助記憶装置 304 は、各種プログラムや、各種プログラムが実行される

際に用いられる情報を格納する。

[0062] 表示装置305は、目標電力算出装置130が取得した情報（例えば、履歴情報）を表示する、表示デバイスである。操作装置306は、例えば、デマンド制御装置120の管理者や各居室の利用者が目標電力算出装置130に対して各種操作を行うための操作デバイスである。I/F装置307は、デマンド制御装置120と通信する通信デバイスである。

[0063] ドライブ装置308は記録媒体310をセットするためのデバイスである。ここでいう記録媒体310には、CD-ROM、フレキシブルディスク、光磁気ディスク等のように情報を光学的、電気的あるいは磁氣的に記録する媒体が含まれる。また、記録媒体310には、ROM、フラッシュメモリ等のように情報を電気的に記録する半導体メモリ等が含まれていてもよい。

[0064] なお、補助記憶装置304にインストールされる各種プログラムは、例えば、配布された記録媒体310がドライブ装置308にセットされ、該記録媒体310に記録された各種プログラムがドライブ装置308により読み出されることでインストールされる。あるいは、補助記憶装置304にインストールされる各種プログラムは、不図示のネットワークよりダウンロードされることで、インストールされてもよい。

[0065] <デマンド制御部の機能構成>

次に、デマンド制御部121の機能構成について説明する。図4は、デマンド制御部の機能構成の一例を示す図である。図4に示すように、デマンド制御部121は、パルスカウンタ401、残り時間演算部402、予測電力演算部403、制御要否判定部404、負荷制御部405、解析部406を有する。

[0066] パルスカウンタ401は、デマンドパルスを積算し、デマンド制御対象110により使用された電力の実績情報を算出する。残り時間演算部402は、デマンド時限（例えば、30分間）から経過時間を減算することで、残り時間を算出する。予測電力演算部403は、使用された電力の実績情報及び残り時間に基づいて、予測電力を算出する。

- [0067] 制御要否判定部404は、目標電力格納部411から読み出し、メモリに設定した目標電力と、予測電力演算部403にて算出された予測電力とに基づいて、制御の要否を判定し、制御が必要と判定した場合に、遮断レベルを負荷制御部405に出力する。
- [0068] 遮断レベルとは、デマンド制御対象110に含まれる各機器において、遮断指令により電力の供給が遮断される範囲の程度を表す値である。遮断レベルが高い状態とは、多数の機器に対して遮断指令が出力されている状態、または、各機器の能力を制限している状態を指す。また、遮断レベルが低い状態とは、遮断指令が出力されている機器が少ない状態、または、各機器の能力を制限していない状態を指す。
- [0069] なお、目標電力格納部411に格納された目標電力は、目標電力算出装置130により更新される。また、制御要否判定部404は、読み出した目標電力や、出力した遮断レベル、使用された電力の実績情報等を、デマンド制御対象110より送信された各種情報と対応付けて、履歴情報格納部412に格納する。
- [0070] 負荷制御部405は、デマンド制御データをデマンド制御対象110に送信する。デマンド制御データには、制御要否判定部404より出力された遮断レベルに応じた遮断指令または復帰指令が含まれる。
- [0071] 解析部406は、履歴情報格納部412に格納された遮断レベルを解析し、解析結果を遮断レベルと対応付けて履歴情報格納部412に格納する。
- [0072] なお、履歴情報格納部412に格納された履歴情報は、目標電力算出装置130によって読み出される。
- [0073] <デマンド制御処理の具体例>
- 次に、デマンド制御部121によるデマンド制御処理の具体例について説明する。図5は、デマンド制御処理の具体例を示す図である。
- [0074] このうち、図5の5aは、デマンド時限において使用された電力の実績情報の一例を示している。図5の5aにおいて、横軸は時間を表し、縦軸は電力を表す。また、横軸の“T”は、デマンド時限開始直後の、“デマンド制

御データの出力を禁止すべき時間”であり、“30分”は、デマンド時限である。更に、縦軸の“ α ”は、目標電力である。

[0075] 図5の5aのグラフ501は、デマンド時限開始直後から現在時刻までの間に使用された電力の実績情報である。予測電力演算部403は、例えば、所定のパルス重み $\times$ パルス積算値 $\times$ (60 $\div$ デマンド時限[分])を算出することで、現在時刻までに使用された電力の実績情報を算出する。また、予測電力演算部403は、(現在時刻までに使用された電力の実績情報)+(過去 Δt 分間の電力変化量) $\div$ (サンプリング時間 Δt) $\times$ (残り時間)を算出することで、予測電力を算出する。

[0076] なお、制御要否判定部404は、目標電力 $\div$ デマンド時限 $\times$ 経過時間を算出することで、各時刻における目標現在電力を得る。

[0077] 一方、図5の5bは、デマンド時限における遮断レベルの発生状況の一例を示している。図5の5bにおいて、横軸は時間を表し、縦軸は遮断レベルを表す。

[0078] 制御要否判定部404は、

- ・ 予測電力 $\geq$ 目標電力、かつ、
- ・ 現在時刻までに使用された電力の実績情報 $\geq$ 目標現在電力

の場合に、遮断レベルを1つ上げる。この場合、負荷制御部405は、デマンド制御データとして遮断指令を出力する。

[0079] また、制御要否判定部404は、

- ・ 予測電力 $<$ 目標電力
- ・ 現在時刻までに使用された電力の実績情報 $<$ 目標現在電力

の場合に、遮断レベルを1つ下げる。この場合、負荷制御部405は、デマンド制御データとして復帰指令を出力する。

[0080] また、制御要否判定部404は、上記条件のいずれも成立しない場合、遮断レベルを維持する。この場合、負荷制御部405は、デマンド制御データ(遮断指令、復帰指令)を出力しない。

[0081] 図5の5bのグラフ511は、デマンド時限開始直後から現在時刻までの

間の遮断レベルの発生状況を表している。グラフ 5 1 1 の例は、現在時刻の直前で、

- ・ 予測電力 $\geq$ 目標電力、かつ、
- ・ 現在時刻までに使用された電力の実績情報 $\geq$ 目標現在電力、

の条件が成立したことで、制御要否判定部 4 0 4 が、遮断レベルを 1 つ上げたことを示している。

[0082] <解析部による解析結果の具体例>

次に、解析部 4 0 6 による解析結果の具体例について説明する。解析部 4 0 6 による解析結果は、履歴情報格納部 4 1 2 に格納された遮断レベルの発生状況が、解析部 4 0 6 によって解析されることで得られる。図 6 は、解析結果の具体例を示す図である。

[0083] このうち、図 6 の 6 a - 1 及び 6 a - 2 は、制御要否判定部 4 0 4 によって履歴情報格納部 4 1 2 に格納された遮断レベルの発生状況が、解析部 4 0 6 によって解析されることで算出された、遮断レベルごとの累積時間を表している。なお、図 6 の 6 a - 1 及び図 6 の 6 a - 2 は、同じデマンド制御対象 1 1 0 に対するデマンド制御処理において、異なる目標電力が設定された場合の、それぞれの、遮断レベルごとの累積時間を表している。このように、設定される目標電力が変わることで、遮断レベルごとの累積時間は大きく変化する。

[0084] 図 6 の 6 b - 1 及び 6 b - 2 は、制御要否判定部 4 0 4 によって履歴情報格納部 4 1 2 に格納された遮断レベルの発生状況を、解析部 4 0 6 によって解析されることで算出された、遮断レベルごとの累積時間の比率を表している。なお、図 6 の 6 b - 1 及び図 6 の 6 b - 2 は、同じデマンド制御対象 1 1 0 に対するデマンド制御処理において、異なる目標電力が設定された場合の、それぞれの、遮断レベルごとの累積時間の比率を表している。このように、設定される目標電力が変わることで、遮断レベルごとの累積時間の比率は大きく変化する。

[0085] <履歴情報の具体例>

次に、履歴情報格納部 4 1 2 に格納される履歴情報の具体例について説明する。図 7 は、履歴情報の具体例を示す図である。

[0086] 図 7 に示すように、履歴情報 7 0 0 には、現在の目標電力情報 7 1 0 が含まれる。図 7 の例は、現在の目標電力が、“ α ”であることを示している。

[0087] また、履歴情報 7 0 0 には、デマンド制御対象 1 1 0 に含まれる各機器の機器情報 7 2 0 が含まれる。機器情報 7 2 0 には、情報の項目として、“識別情報”、“機器種別”、“運転時間”、“物件属性”、“熱負荷”、“能力”が含まれる。

[0088] また、履歴情報 7 0 0 には、使用された電力の実績情報 7 3 0 __ 1 がデマンド時限ごとに格納される。また、履歴情報 7 0 0 には、遮断レベル 7 3 0 __ 2 a がデマンド時限ごとに格納されるとともに、遮断レベル 7 3 0 __ 2 a の解析結果 7 3 0 __ 2 b が格納される。遮断レベル 7 3 0 __ 2 a と、解析結果 7 3 0 __ 2 b とを含む情報を、以下では、「制御情報」と称する。

[0089] また、履歴情報 7 0 0 には、環境情報 7 3 0 __ 3 がデマンド時限ごとに格納される。なお、機器情報 7 2 0 と、使用された電力の実績情報 7 3 0 __ 1 と、環境情報 7 3 0 __ 3 とを含む情報を、以下では、「検出情報」と称する。

[0090] <目標電力算出装置の機能構成>

次に、第 1 の実施形態に係る目標電力算出装置 1 3 0 の機能構成について説明する。なお、以下では、学習フェーズと推論フェーズとをわけて説明する。

[0091] (1) 学習フェーズにおける機能構成

はじめに、学習フェーズにおける機能構成について説明する。図 8 は、第 1 の実施形態に係る目標電力算出装置の、学習フェーズにおいて実現される機能の一例を示す図である。図 8 に示すように、目標電力算出装置 1 3 0 は、学習フェーズにおいて、学習部 1 3 1 及び入力部 1 3 2 として機能する。

[0092] 学習部 1 3 1 及び入力部 1 3 2 は、デマンド制御部 1 2 1 の履歴情報格納部 4 1 2 に格納された履歴情報 7 0 0 のうち、所定の目標電力に基づいてデ

マンド制御処理が行われた際（所定の目標電力によるデマンド制御処理期間）の制御情報を読み出す。例えば、学習部１３１及び入力部１３２は、制御情報として、遮断レベル７３０__２ a、解析結果７３０__２ bを読み出す。

[0093] 入力部１３２は、読み出した制御情報を、例えば、デマンド制御装置１２０の管理者８１０に表示する。管理者８１０は過去の知見に基づき目標電力の適否を判断する。入力部１３２は、管理者８１０が判断した目標電力の適否を示す情報について、入力を受け付ける。

[0094] また、入力部１３２は、読み出した制御情報を、例えば、居室２１１、２２１、２３１の利用者８２０に表示する。利用者８２０は、体感に基づき快適性指標（快適性の有無を含む）を判断する。入力部１３２は、利用者８２０が判断した居室２１１、２２１、２３１の快適性指標を示す情報について、入力を受け付ける。

[0095] 学習部１３１は、適否判定モデル８０１と、比較及び変更部８０２とを有する。学習部１３１は、読み出した制御情報と、入力を受け付けた快適性指標を示す情報とを適否判定モデル８０１に入力することで、適否判定モデル８０１を実行させる。これにより、適否判定モデル８０１は、目標電力の適否を示す情報を出力する。

[0096] 適否判定モデル８０１より出力された目標電力の適否を示す情報は、比較及び変更部８０２に入力される。比較及び変更部８０２は、

- ・ 適否判定モデル８０１より出力された目標電力の適否を示す情報と、
- ・ 入力部１３２が入力を受け付けた目標電力の適否を示す情報（正解データ）と、

を比較する。比較及び変更部８０２は、比較結果に応じて適否判定モデル８０１のモデルパラメータを変更する。

[0097] このように、学習部１３１は、

- ・ 制御情報及び快適性指標を示す情報（データセット）と、
- ・ 目標電力の適否を示す情報と、

の対応関係を特定する適否判定モデル８０１について機械学習を行う。これ

により、学習部 131 は、目標電力の適否を判定するための学習済み適否判定モデルを生成する。

[0098] なお、図 6 の例は、学習部 131 が、制御情報及び快適性指標を示す情報を適否判定モデル 801 に入力する場合について示したが、制御情報または制御情報の一部のみを適否判定モデル 801 に入力してもよい。

[0099] このように、学習部 131 は、

- ・制御情報の一部（遮断レベル 730__2 a）と、
- ・目標電力の適否を示す情報と、

の対応関係を特定する適否判定モデル 801、あるいは、

- ・制御情報（遮断レベル 730__2 a、解析結果 730__2 b の一部）と、
- ・目標電力の適否を示す情報と、

の対応関係を特定する適否判定モデル 801 について機械学習を行う。これにより、学習部 131 は、目標電力の適否を判定するための学習済み適否判定モデルを生成する（なお、解析結果 730__2 b の一部とは、遮断レベルの累積時間及び遮断レベルの累積時間の比率のいずれか一方を指すものとする）。

[0100] （2）推論フェーズにおける機能構成

次に、推論フェーズにおける機能構成について説明する。図 9 は、第 1 の実施形態に係る目標電力算出装置の、推論フェーズにおいて実現される機能の一例を示す図である。図 9 に示すように、目標電力算出装置 130 は、推論フェーズにおいて、入力部 132 及び推論部 133 として機能する。

[0101] 推論部 133 は、学習部 131 により生成された学習済み適否判定モデル 901 と、目標電力修正部 902 とを有する。推論部 133 は、デマンド制御部 121 の履歴情報格納部 412 に格納された履歴情報 700 のうち、現在の目標電力に基づいてデマンド制御処理が行われた際（現在の目標電力によるデマンド制御処理期間）の制御情報を読み出す。なお、推論部 133 により読み出される制御情報は、学習部 131 が機械学習を行った際に学習部 131 により読み出された制御情報とは異なる制御情報である。

- [0102] また、推論部 133 は、現在の目標電力によるデマンド制御処理期間において、利用者 820 が判断した居室 211、221、231 の快適性指標を示す情報を、入力部 132 を介して取得する。
- [0103] 推論部 133 は、読み出した制御情報及び取得した快適性指標を示す情報を学習済み適否判定モデル 901 に入力することで、学習済み適否判定モデル 901 を実行させる。これにより、学習済み適否判定モデル 901 は、目標電力の適否を示す情報を推論する。
- [0104] 目標電力修正部 902 は、学習済み適否判定モデル 901 によって推論された目標電力の適否を示す情報に基づいて、目標電力を補正する。具体的には、学習済み適否判定モデル 901 によって、目標電力が適切であると推論された場合、目標電力修正部 902 は、目標電力を補正することなく、現在の目標電力をデマンド制御装置 120 に送信する。
- [0105] また、学習済み適否判定モデル 901 によって、目標電力が不適であると推論された場合、目標電力修正部 902 は、所定の補正量に基づいて現在の目標電力を補正し、補正後の目標電力をデマンド制御装置 120 に送信する。
- [0106] このように、現在の目標電力のもとでデマンド制御処理が行われた際の制御情報及び快適性指標を示す情報に基づいて、目標電力の適否を推論して目標電力を補正することで、推論部 133 は、適切な目標電力を導出することができる。
- [0107] なお、上記説明では、推論部 133 が、制御情報及び快適性指標を示す情報を、学習済み適否判定モデル 901 に入力するものとした。しかしながら、学習済み適否判定モデル 901 が、制御情報（または制御情報の一部）のみに基づいて生成されていた場合にあっては、推論部 133 は、制御情報（制御情報の一部）のみを、学習済み適否判定モデル 901 に入力するものとする。
- [0108] また、上記説明では、学習済み適否判定モデル 901 と、目標電力修正部 902 とが、推論部 133 内に設けられるものとしたが、学習済み適否判定

モデル 901 と、目標電力修正部 902 とは、分けて設けられてもよい。例えば、学習済み適否判定モデル 901 は、推論部内に設けられ、目標電力修正部 902 は、推論部外の補正部（不図示）内に設けられてもよい。

[0109] <目標電力算出処理の流れ>

次に、第 1 の実施形態に係る目標電力算出装置 130 によって実行される目標電力算出処理の流れについて説明する。図 10 は、第 1 の実施形態に係る目標電力算出処理の流れを示すフローチャートである。

[0110] ステップ S1001 において、学習部 131 は、所定の目標電力に基づいてデマンド制御処理が実行された際の、デマンド制御処理期間における制御情報を取得する。

[0111] ステップ S1002 において、入力部 132 は、所定の目標電力に基づいてデマンド制御処理が実行された際の、デマンド制御処理期間における目標電力の適否を示す情報及び快適性指標を示す情報について、管理者及び利用者から入力を受け付ける。

[0112] ステップ S1003 において、学習部 131 は、制御情報を適否判定モデル 801 に入力することで、適否判定モデル 801 を実行させる。そして、学習部 131 は、適否判定モデル 801 より出力される目標電力の適否を示す情報が、入力部 132 により入力された目標電力の適否を示す情報（正解データ）に近づくように、適否判定モデル 801 について機械学習を行う。

[0113] ステップ S1004 において、推論部 133 は、所定のデマンド制御処理期間の制御情報を取得する。

[0114] ステップ S1005 において、入力部 132 は、所定のデマンド制御処理期間における、快適性指標を示す情報について、入力を受け付ける。

[0115] ステップ S1006 において、推論部 133 は、取得した制御情報及び快適性指標を示す情報を、学習済み適否判定モデル 901 に入力することで、学習済み適否判定モデル 901 を実行させる。これにより、推論部 133 は、目標電力の適否を示す情報を推論する。

[0116] ステップ S1007 において、推論部 133 は、推論結果に応じて、目標

電力を補正し、補正後の目標電力を、デマンド制御装置 120 に送信する。
これにより、補正後の目標電力がデマンド制御装置 120 内のメモリに設定される。

[0117] ステップ S1008 において、推論部 133 は、目標電力算出処理を終了するか否かを判定する。ステップ S1008 において目標電力算出処理を継続すると判定した場合には（ステップ S1008 において No の場合には）、ステップ S1004 に戻る。

[0118] 一方、ステップ S1008 において目標電力算出処理を終了すると判定した場合には（ステップ S1008 において Yes の場合には）、目標電力算出処理を終了する。

[0119] なお、図 10 では、学習部 131 が、制御情報を、適否判定モデル 801 に一括して入力することでモデルパラメータを変更する一括学習を行う場合について示した。しかしながら、学習部 131 は、制御情報を、適否判定モデル 801 に所定数ずつ入力することでモデルパラメータを変更する逐次学習を行ってもよい。

[0120] <まとめ>

以上の説明から明らかなように、第 1 の実施形態に係る目標電力算出装置 130 は、

- ・デマンド制御処理期間に取得された制御情報（の一部）に従って、デマンド制御処理期間において設定された目標電力の適否を学習する。
- ・学習の結果に基づき、次のデマンド制御処理期間に取得された制御情報（の一部）から、該次のデマンド制御処理期間において設定された目標電力の適否を推論する。
- ・目標電力が不適であると推論した場合に、所定の補正量で、該設定された目標電力を補正する。

[0121] これにより、第 1 の実施形態に係る目標電力算出装置 130 によれば、目標電力の適否を精度よく判定することが可能となり、適切な目標電力を導出することができる。

[0122] このように、第１の実施形態によれば、デマンド制御処理を行う際に設定する目標電力を導出する目標電力算出装置、目標電力算出方法及び目標電力算出プログラムを提供することができる。

[0123] [第２の実施形態]

上記第１の実施形態では、目標電力を算出するにあたり、制御情報（の一部）と、目標電力の適否を示す情報との対応関係について機械学習を行う場合について説明した。これに対して、第２の実施形態では、目標電力を算出するにあたり、使用された電力の実績情報と、目標電力との対応関係について機械学習を行う。以下、第２の実施形態について、上記第１の実施形態との相違点を中心に説明する。

[0124] <目標電力算出装置の機能構成>

はじめに、第２の実施形態に係る目標電力算出装置１３０の機能構成について説明する。なお、ここでも、学習フェーズと推論フェーズとにわけて説明する。

[0125] （１）学習フェーズにおける機能構成

図１１は、第２の実施形態に係る目標電力算出装置の、学習フェーズにおいて実現される機能の一例を示す図である。図１１に示すように、目標電力算出装置１３０は、学習フェーズにおいて、学習部１３１及び入力部１３２として機能する。

[0126] 学習部１３１及び入力部１３２は、デマンド制御部１２１の履歴情報格納部４１２に格納された履歴情報７００のうち、所定の目標電力に基づいてデマンド制御処理が行われた際（所定の目標電力によるデマンド制御処理期間）の検出情報を読み出す。例えば、学習部１３１及び入力部１３２は、検出情報として、機器情報７２０、使用された電力の実績情報７３０__１、環境情報７３０__３を読み出す。

[0127] 入力部１３２は、読み出した検出情報を、例えば、デマンド制御装置１２０の管理者８１０に表示する。管理者８１０は過去の知見に基づき当該デマンド制御処理期間に設定されるべき目標電力を判断する。入力部１３２は、

管理者 8 1 0 が判断した、当該デマンド制御処理期間に設定されるべき目標電力について、入力を受け付ける。また、入力部 1 3 2 は、読み出した制御情報を、例えば、居室 2 1 1、2 2 1、2 3 1 の利用者 8 2 0 に表示する。利用者 8 2 0 は、体感に基づき快適性指標を判断する。入力部 1 3 2 は、利用者 8 2 0 が判断した居室 2 1 1、2 2 1、2 3 1 の快適性指標を示す情報について、入力を受け付ける。

[0128] 学習部 1 3 1 は、目標電力モデル 1 1 0 1 と、比較及び変更部 1 1 0 2 とを有する。学習部 1 3 1 は、読み出した検出情報と、入力を受け付けた快適性指標を示す情報とを目標電力モデル 1 1 0 1 に入力することで、目標電力モデル 1 1 0 1 を実行させる。これにより、目標電力モデル 1 1 0 1 は、目標電力を出力する。

[0129] 目標電力モデル 1 1 0 1 より出力された目標電力は、比較及び変更部 1 1 0 2 において、入力部 1 3 2 が入力を受け付けた目標電力（正解データ）と比較される。比較及び変更部 1 1 0 2 は、比較結果に応じて目標電力モデル 1 1 0 1 のモデルパラメータを変更する。

[0130] このように、学習部 1 3 1 は、
・ 検出情報及び快適性指標を示す情報（データセット）と、
・ 目標電力と、
の対応関係を特定する目標電力モデル 1 1 0 1 について機械学習を行う。これにより、学習部 1 3 1 は、学習済み目標電力モデルを生成する。

[0131] なお、図 1 1 の例では、学習部 1 3 1 が、検出情報及び快適性指標を示す情報を目標電力モデル 1 1 0 1 に入力するものとした。しかしながら、学習部 1 3 1 は、検出情報のみ、または検出情報の一部のみを目標電力モデル 1 1 0 1 に入力してもよい。

[0132] このように、学習部 1 3 1 は、
・ 検出情報と、
・ 目標電力と、
の対応関係を特定する目標電力モデル 1 1 0 1、あるいは、

- ・ 検出情報の一部（使用された電力の実績情報 7 3 0 __ 1）と、
- ・ 目標電力と、

の対応関係を特定する目標電力モデル 1 1 0 1、あるいは、

- ・ 検出情報の一部（使用された電力の実績情報 7 3 0 __ 1 及び機器情報 7 2 0 のデータセット）と、
- ・ 目標電力と、

の対応関係を特定する目標電力モデル 1 1 0 1、あるいは、

- ・ 検出情報の一部（使用された電力の実績情報 7 3 0 __ 1 及び環境情報 7 3 0 __ 3 のデータセット）と、
- ・ 目標電力と、

の対応関係を特定する目標電力モデル 1 1 0 1 について機械学習を行う。これにより、学習部 1 3 1 は、学習済み目標電力モデルを生成する。

[0133] （２）推論フェーズにおける機能構成

次に、推論フェーズにおける機能構成について説明する。図 1 2 は、第 2 の実施形態に係る目標電力算出装置の、推論フェーズにおいて実現される機能の一例を示す図である。図 1 2 に示すように、目標電力算出装置 1 3 0 は、推論フェーズにおいて、入力部 1 3 2 及び推論部 1 3 3 として機能する。

[0134] 推論部 1 3 3 は、学習部 1 3 1 により生成された学習済み目標電力モデル 1 2 0 1 を有する。推論部 1 3 3 は、デマンド制御部 1 2 1 の履歴情報格納部 4 1 2 に格納された履歴情報 7 0 0 のうち、現在の目標電力に基づいてデマンド制御処理が行われた際（現在の目標電力によるデマンド制御処理期間）の検出情報を読み出す。なお、推論部 1 3 3 により読み出される検出情報は、学習部 1 3 1 が機械学習を行った際に学習部 1 3 1 により読み出された検出情報とは異なる検出情報である。

[0135] また、推論部 1 3 3 は、現在の目標電力によるデマンド制御処理期間において、利用者 8 2 0 が判断した居室 2 1 1、2 2 1、2 3 1 の快適性指標を示す情報を、入力部 1 3 2 を介して取得する。

[0136] 推論部 1 3 3 は、読み出した検出情報及び取得した快適性指標を示す情報

を学習済み目標電力モデル１２０１に入力することで、学習済み目標電力モデル１２０１を実行させる。これにより、学習済み目標電力モデル１２０１は、目標電力を推論する。

[0137] また、推論部１３３は、学習済み目標電力モデル１２０１により推論された目標電力を、デマンド制御装置１２０に送信する。

[0138] このように、現在の目標電力のもとでデマンド制御処理が行われた際の検出情報及び快適性指標を示す情報に基づいて、目標電力を推論することで、推論部１３３は、適切な目標電力を導出することができる。

[0139] なお、上記説明では、推論部１３３が、検出情報及び快適性指標を示す情報を学習済み目標電力モデル１２０１に入力するものとした。しかしながら、学習済み目標電力モデル１２０１が、検出情報（または検出情報の一部）のみに基づいて生成されていた場合にあっては、推論部１３３は、検出情報（検出情報の一部）のみを学習済み目標電力モデル１２０１に入力するものとする。

[0140] ＜目標電力算出処理の流れ＞

次に、第２の実施形態に係る目標電力算出装置１３０による目標電力算出処理の流れについて説明する。図１３は、第２の実施形態に係る目標電力算出処理の流れを示すフローチャートである。

[0141] ステップＳ１３０１において、学習部１３１は、所定の目標電力によるデマンド制御処理期間の検出情報を取得する。

[0142] ステップＳ１３０２において、入力部１３２は、所定の目標電力によるデマンド制御処理期間において設定されるべき目標電力及び快適性指標を示す情報について、入力を受け付ける。

[0143] ステップＳ１３０３において、学習部１３１は、検出情報を目標電力モデル１１０１に入力することで、目標電力モデル１１０１を実行させる。そして、学習部１３１は、目標電力モデル１１０１より出力される目標電力が、入力部１３２により入力された目標電力（正解データ）に近づくように目標電力モデル１１０１について機械学習を行う。

[0144] ステップS 1 3 0 4において、推論部 1 3 3は、所定のデマンド制御処理期間の検出情報を取得する。

[0145] ステップS 1 3 0 5において、入力部 1 3 2は、所定のデマンド制御処理期間における、快適性指標を示す情報について、入力を受け付ける。

[0146] ステップS 1 3 0 6において、推論部 1 3 3は、取得した検出情報及び快適性指標を示す情報を、学習済み目標電力モデル 1 2 0 1に入力することで、学習済み目標電力モデル 1 2 0 1を実行させる。これにより、推論部 1 3 3は、目標電力を推論する。

[0147] ステップS 1 3 0 7において、推論部 1 3 3は、推論した目標電力を、デマンド制御装置 1 2 0に送信する。これにより、推論した目標電力がデマンド制御装置 1 2 0内のメモリに設定される。

[0148] <まとめ>

以上の説明から明らかなように、第2の実施形態に係る目標電力算出装置 1 3 0は、

- ・ 設定された目標電力に基づいて、デマンド制御処理期間に使用された電力の実績情報を取得する。また、該使用された電力の実績情報に従って、デマンド制御処理期間において設定されるべき目標電力を学習する。

[0149] これにより、第2の実施形態に係る目標電力算出装置 1 3 0によれば、適切な目標電力を導出することができる。

[0150] このように、第2の実施形態によれば、デマンド制御処理を行う際に設定する目標電力を導出する目標電力算出装置、目標電力算出方法及び目標電力算出プログラムを提供することができる。

[0151] [第3の実施形態]

上記第1及び第2の実施形態では、目標電力を算出するためのモデルについて機械学習を行う際、正解データを用いて機械学習を行う場合について説明した。これに対して、第3の実施形態では、強化学習を行う場合について説明する。以下、第3の実施形態について、上記第1及び第2の実施形態との相違点を中心に説明する。

[0152] <デマンド制御システムのシステム構成>

はじめに、デマンド制御システムのシステム構成について説明する。図14は、デマンド制御システムのシステム構成の一例を示す第2の図である。図1との相違点は、目標電力算出装置1400である。

[0153] 目標電力算出装置1400には、目標電力算出プログラムがインストールされており、当該プログラムが実行されることで、目標電力算出装置1400は、報酬判定部1401、強化学習部1402、入力部1403として機能する。

[0154] 報酬判定部1401は、強化学習部1402が、強化学習を行う際に用いる報酬を判定する。

[0155] 強化学習部1402は、デマンド制御部121より送信された履歴情報に基づいて、目標電力を出力するためのモデルについて強化学習を行う。また、強化学習部1402は、強化学習を行うことで取得される目標電力を、デマンド制御部121に送信する。

[0156] 入力部1403は、居室の利用者から、居室の快適性指標を示す情報について入力を受け付け、報酬判定部1401に通知する。これにより、強化学習部1402が強化学習を行う際に用いる報酬に、居室の快適性指標を示す情報を反映することができる。

[0157] <目標電力算出装置の機能構成>

次に、第3の実施形態に係る目標電力算出装置1400の機能構成の詳細について説明する。図15は、第3の実施形態に係る目標電力算出装置1400の機能構成の一例を示す図である。

[0158] 上述したように、目標電力算出装置1400は、報酬判定部1401、強化学習部1402及び入力部1403として機能する。

[0159] 報酬判定部1401及び入力部1403は、デマンド制御部121の履歴情報格納部412に格納された履歴情報700のうち、現在の目標電力に基づいてデマンド制御処理が行われた際（現在の目標電力によるデマンド制御処理期間）の制御情報を読み出す。例えば、報酬判定部1401及び入力部

1403は、制御情報として、遮断レベル730__2a、解析結果730__2bを読み出す。

[0160] 入力部1403は、読み出した制御情報を、例えば、居室211、221、231の利用者820に表示する。利用者820は、体感に基づき快適性指標を判断する。入力部1403は、利用者820が判断した居室211、221、231の快適性指標を示す情報について、入力を受け付ける。

[0161] 報酬判定部1401は、入力部1403が入力を受け付けた快適性指標を示す情報を取得する。また、報酬判定部1401は算出部として機能し、読み出した制御情報と取得した快適性指標を示す情報とに基づいて、現在の目標電力に関する報酬を算出する。

[0162] 強化学習部1402は、現在の目標電力に基づいてデマンド制御処理が行われた際（現在の目標電力によるデマンド制御処理期間）の検出情報を読み出す。

[0163] また、強化学習部1402は学習部の一例であり、目標電力モデル1501を有する。強化学習部1402は、報酬判定部1401によって算出された報酬が最大になるように、目標電力モデル1501のモデルパラメータを変更する。また、強化学習部1402は、モデルパラメータが変更された目標電力モデル1501に、読み出した検出情報を入力することで、目標電力モデル1501を実行させる。これにより、目標電力モデル1501は、目標電力を出力する。強化学習部1402は、目標電力モデル1501より出力された目標電力を、デマンド制御装置120に送信する。

[0164] このように、強化学習部1402は、現在の目標電力のもとでデマンド制御処理が行われた際の制御情報及び快適性指標を示す情報に基づいて算出された報酬が最大になるように目標電力モデル1501について強化学習を行う。これにより、強化学習部1402は、適切な目標電力を導出することができる。

[0165] なお、上記説明では、報酬判定部1401に、制御情報及び快適性指標を示す情報を入力するものとした。しかしながら、報酬判定部1401には、

制御情報（または制御情報の一部）のみ、あるいは、制御情報の一部と快適性指標を示す情報のみを入力してもよい。

[0166] これにより、報酬判定部 1401 は、

- ・ 制御情報（遮断レベル 730__2 a、解析結果 730__2 b）

に基づいて、あるいは、

- ・ 制御情報の一部（遮断レベル 730__2 a）

に基づいて、あるいは、

- ・ 制御情報の一部（遮断レベル 730__2 a）と、

- ・ 快適性指標を示す情報と、

に基づいて、報酬を算出することができる。

[0167] また、上記説明では、強化学習部 1402 が、検出情報全てを目標電力モデル 1501 に入力するものとした。しかしながら、強化学習部 1402 は、検出情報の一部のみを目標電力モデル 1501 に入力してもよい。

[0168] このように、強化学習部 1402 は、

- ・ 検出情報の一部（使用された電力の実績情報 730__1）と、

- ・ 目標電力と、

の対応関係を特定する目標電力モデル 1501、あるいは、

- ・ 検出情報の一部（使用された電力の実績情報 730__1 及び機器情報 720 のデータセット）と、

- ・ 目標電力と、

の対応関係を特定する目標電力モデル 1501、あるいは、

- ・ 検出情報の一部（使用された電力の実績情報 730__1 及び環境情報 730__3 のデータセット）と、

- ・ 目標電力と、

の対応関係を特定する目標電力モデル 1501 について強化学習を行う。

[0169] <目標電力算出処理の流れ>

次に、第3の実施形態に係る目標電力算出装置 1400 による目標電力算出処理の流れについて説明する。図 16 は、第3の実施形態に係る目標電力

算出処理の流れを示すフローチャートである。

- [0170] ステップS 1 6 0 1において、報酬判定部 1 4 0 1は、現在の目標電力によるデマンド制御処理期間の制御情報を取得する。
- [0171] ステップS 1 6 0 2において、入力部 1 4 0 3は、現在の目標電力によるデマンド制御処理期間の快適性指標を示す情報について、入力を受け付ける。
- [0172] ステップS 1 6 0 3において、報酬判定部 1 4 0 1は、制御情報及び快適性指標を示す情報に基づいて、目標電力に関する報酬を算出する。
- [0173] ステップS 1 6 0 4において、報酬判定部 1 4 0 1は、算出した報酬が所定の閾値以上であるか否かを判定する。ステップS 1 6 0 4において、算出した報酬が所定の閾値未満であると判定した場合には（ステップS 1 6 0 4においてN oの場合には）、ステップS 1 6 0 5に進む。
- [0174] ステップS 1 6 0 5において、強化学習部 1 4 0 2は、算出した報酬が最大になるように目標電力モデル 1 5 0 1について機械学習を行う。
- [0175] ステップS 1 6 0 6において、強化学習部 1 4 0 2は、現在の目標電力によるデマンド制御処理期間の検出情報を取得する。
- [0176] ステップS 1 6 0 7において、強化学習部 1 4 0 2は、取得した検出情報を目標電力モデル 1 5 0 1に入力することで、目標電力モデル 1 5 0 1を実行させる。これにより、強化学習部 1 4 0 2は、目標電力を出力する。
- [0177] ステップS 1 6 0 8において、強化学習部 1 4 0 2は、出力した目標電力をデマンド制御装置 1 2 0に送信する。これにより、出力した目標電力がデマンド制御装置 1 2 0内のメモリに設定される。その後、ステップS 1 6 0 1に戻る。
- [0178] 一方、ステップS 1 6 0 4において、算出した報酬が所定の閾値以上であると判定した場合には（ステップS 1 6 0 4においてY e sの場合には）、目標電力算出処理を終了する。
- [0179] <まとめ>
- 以上の説明から明らかなように、第3の実施形態に係る目標電力算出装置

1400は、

- ・現在の目標電力によるデマンド制御処理期間に取得された制御情報（の一部）と、快適性指標を示す情報とに基づいて、目標電力に関する報酬を算出する。また、算出した報酬が最大になるように、目標電力モデルについて強化学習を行う。

- ・現在の目標電力によるデマンド制御処理期間に取得された検出情報（の一部）を入力することで、強化学習が行われた目標電力モデルを実行させる。また、目標電力モデルを実行させることで出力された目標電力を、次のデマンド制御処理期間における目標電力として、デマンド制御装置に送信する。

[0180] これにより、第3の実施形態に係る目標電力算出装置1400によれば、適切な目標電力を導出することができる。

[0181] このように、第3の実施形態によれば、デマンド制御処理を行う際に設定する目標電力を導出する目標電力算出装置、目標電力算出方法及び目標電力算出プログラムを提供することができる。

[0182] [第4の実施形態]

上記第3の実施形態では、報酬判定部が、制御情報と快適性指標を示す情報とに基づいて、目標電力に関する報酬を算出するものとして説明した。しかしながら、報酬の算出方法はこれに限定されない。例えば、第1の実施形態において生成された学習済み適否判定モデルを適用し、制御情報と快適性指標を示す情報から、目標電力の適否を推論し、推論結果に基づいて、目標電力に関する報酬を算出するように構成してもよい。

[0183] [その他の実施形態]

上記各実施形態では、機械学習を行う際に用いるモデル（適否判定モデル、目標電力モデル）の詳細について特に言及しなかったが、機械学習を行う際に用いるモデルには任意の種類のモデルが適用されるものとする。具体的には、NN（Neural Network）モデルや、ランダムフォレストモデル、SVM（Support Vector Machine）モデル等、任意の種類のモデルが適用される。

- [0184] また、上記第 1 及び第 2 の実施形態では、比較及び変更部による比較結果に基づいて、モデルパラメータを変更する場合の変更方法の詳細について特に言及しなかったが、比較及び変更部によるモデルパラメータの変更方法はモデルの種類に従うものとする。
- [0185] また、上記第 3 の実施形態では、報酬判定部による報酬の算出方法の詳細について特に言及しなかったが、報酬判定部による報酬の算出方法は任意である。
- [0186] また、上記第 1 の実施形態では、目標電力の適否（適切または不適）を推論する場合について説明したが、例えば、目標電力が不適であると推論する場合にあっては、目標電力が高いために不適であるのか、低いために不適であるのかを推論するように構成してもよい。あるいは、不適の度合いを推論するように構成してもよい。これにより、目標電力修正部では、適切な補正量により目標電力を補正することができる。
- [0187] また、上記第 1 の実施形態では、目標電力算出処理の終了条件について特に言及しなかったが、終了条件は任意である。例えば、学習済み適否判定モデルにより推論される目標電力の適否が、一定期間継続して、目標電力が適切であると推論された場合に、目標電力算出処理を終了するように構成してもよい。
- [0188] また、上記第 2 の実施形態では、デマンド制御装置 120 の管理者 810 が検出情報に基づいて、正解データ（設定されるべき目標電力）を判断し、管理者 810 が判断した正解データを入力部に入力するものとして説明した。しかしながら、正解データ（設定されるべき目標電力）の入力方法はこれに限定されない。例えば、設定された目標電力の履歴を蓄積した目標電力設定履歴データのうち、一定期間変更されなかった目標電力を、正解データとして、入力部に入力するようにしてもよい。
- [0189] また、上記各実施形態では、目標電力算出装置を、建物 140 内に配するものとして説明したが、目標電力算出装置は、建物 140 の外部に配されてもよい。この場合、目標電力算出装置は、複数の建物におけるデマンド制御

システムの一部として機能してもよい。また、上記各実施形態では、目標電力算出装置を、デマンド制御装置 120 と別体として構成したが、デマンド制御装置 120 と一体として構成してもよい。

[0190] 以上、実施形態を説明したが、請求の範囲の趣旨及び範囲から逸脱することなく、形態や詳細の多様な変更が可能なが理解されるであろう。

[0191] 本出願は、2019年2月13日に提出された日本国特許出願第2019-023839号に基づきその優先権を主張するものであり、同日本国特許出願の全内容を参照することにより本願に援用する。

符号の説明

- [0192]
- | | |
|----------|----------------|
| 100 | : デマンド制御システム |
| 110 | : デマンド制御対象 |
| 120 | : デマンド制御装置 |
| 121 | : デマンド制御部 |
| 130 | : 目標電力算出装置 |
| 131 | : 学習部 |
| 132 | : 入力部 |
| 133 | : 推論部 |
| 710 | : 目標電力情報 |
| 720 | : 機器情報 |
| 730__1 | : 使用された電力の実績情報 |
| 730__2 a | : 遮断レベル |
| 730__2 b | : 解析結果 |
| 730__3 | : 環境情報 |
| 801 | : 適否判定モデル |
| 802 | : 比較及び変更部 |
| 901 | : 学習済み適否判定モデル |
| 902 | : 目標電力修正部 |
| 1101 | : 目標電力モデル |

- 1 1 0 2 : 比較及び変更部
- 1 2 0 1 : 学習済み目標電力モデル
- 1 4 0 0 : 目標電力算出装置
- 1 4 0 1 : 報酬判定部
- 1 4 0 2 : 強化学習部
- 1 4 0 3 : 入力部
- 1 5 0 1 : 目標電力モデル

請求の範囲

- [請求項1] 設定された目標電力に基づいて、第1の期間においてデマンド制御処理が行われることで取得された制御情報に従って、該第1の期間において設定された目標電力の適否を学習する学習部と、
- 前記学習部による学習の結果に基づき、第2の期間においてデマンド制御処理が行われることで取得された制御情報から、該第2の期間において設定された目標電力の適否を推論する推論部と、
- 前記推論部が不適であると推論した場合に、前記第2の期間において設定された目標電力を、所定の補正量に基づいて補正する補正部と
- を有する目標電力算出装置。
- [請求項2] 前記制御情報は、デマンド制御処理が行われることにより電力の供給が遮断される範囲の程度を表す遮断レベルの発生状況を示す情報を含む、請求項1に記載の目標電力算出装置。
- [請求項3] 前記制御情報は、各遮断レベルの累積時間、または、各遮断レベルの累積時間の比率のいずれか一方を含む、請求項2に記載の目標電力算出装置。
- [請求項4] 前記学習部は、前記第1の期間においてデマンド制御処理が行われることで取得された制御情報と、前記第1の期間においてデマンド制御処理が行われた空調機器が配された居室の快適性を示す情報との組み合わせを含むデータセットに従って、前記第1の期間において設定された目標電力の適否を学習する、請求項1乃至3のいずれか1項に記載の目標電力算出装置。
- [請求項5] 設定された目標電力に基づいて、第1の期間においてデマンド制御処理が行われることで使用された電力の実績情報を取得する取得部と、
- 前記使用された電力の実績情報に従って、前記第1の期間において設定されるべき目標電力を学習する学習部と
- を有する目標電力算出装置。

- [請求項6] 前記取得部は、前記第1の期間においてデマンド制御処理が行われた空調機器の機器情報であって、該空調機器の運転時間、機器種別、物件属性、熱負荷、能力のいずれかを含む機器情報を更に取得し、
- 前記学習部は、前記使用された電力の実績情報と前記機器情報との組み合わせを含むデータセットに従って、前記第1の期間において設定されるべき目標電力を学習する、請求項5に記載の目標電力算出装置。
- [請求項7] 前記取得部は、前記第1の期間においてデマンド制御処理が行われることで取得された、前記使用された電力の実績情報に対応する環境情報であって、天候、日射量、室外温度、室外湿度、室内温度、室内湿度、在室人数のいずれかを含む環境情報を更に取得し、
- 前記学習部は、前記使用された電力の実績情報と前記環境情報との組み合わせを含むデータセットに従って、前記第1の期間において設定されるべき目標電力を学習する、請求項5に記載の目標電力算出装置。
- [請求項8] 前記学習部による学習の結果に基づき、第2の期間においてデマンド制御処理が行われることで使用された電力の実績情報から、第2の期間において設定されるべき目標電力を推論する推論部を更に有する、請求項5に記載の目標電力算出装置。
- [請求項9] 設定された目標電力に基づいて、第1の期間においてデマンド制御処理が行われることで取得された制御情報から、該第1の期間において設定された目標電力に関する報酬を算出する算出部と、
- 設定された目標電力に基づいて、前記第1の期間においてデマンド制御処理が行われることで使用された電力の実績情報に従って、第2の期間において設定されるべき目標電力を学習する学習部と、を有し、
- 前記学習部は、前記報酬に基づいて、前記第2の期間において設定されるべき目標電力を学習する目標電力算出装置。

- [請求項10] 前記制御情報は、デマンド制御処理が行われることにより電力の供給が遮断される範囲の程度を表す遮断レベルの発生状況を示す情報を含む、請求項9に記載の目標電力算出装置。
- [請求項11] 前記制御情報は、各遮断レベルの累積時間、または、各遮断レベルの累積時間の比率のいずれか一方を含む、請求項10に記載の目標電力算出装置。
- [請求項12] 前記算出部は、前記第1の期間においてデマンド制御処理が行われることで取得された制御情報と、前記第1の期間においてデマンド制御処理が行われた空調機器が配された居室の快適性を示す情報とに基づいて、前記第1の期間において設定された目標電力に関する報酬を算出する、請求項9乃至11のいずれか1項に記載の目標電力算出装置。
- [請求項13] 前記第1の期間においてデマンド制御処理が行われた空調機器の機器情報であって、該空調機器の運転時間、機器種別、物件属性、熱負荷、能力のいずれかを含む機器情報を更に取得し、
前記学習部は、前記使用された電力の実績情報と前記機器情報との組み合わせを含むデータセットに従って、前記第2の期間において設定されるべき目標電力を学習する、請求項9に記載の目標電力算出装置。
- [請求項14] 前記第1の期間においてデマンド制御処理が行われることで取得された、前記使用された電力の実績情報に対応する環境情報であって、天候、日射量、室外温度、室外湿度、室内温度、室内湿度、在室人数のいずれかを含む環境情報を更に取得し、
前記学習部は、前記使用された電力の実績情報と前記環境情報との組み合わせを含むデータセットに従って、前記第2の期間において設定されるべき目標電力を学習する、請求項9に記載の目標電力算出装置。
- [請求項15] 前記算出部は、設定された目標電力に基づいて、所定の期間におい

てデマンド制御処理が行われることで取得された制御情報から、該所定の期間において設定された目標電力の適否を学習する学習部による学習の結果に基づき、前記第1の期間においてデマンド制御処理が行われることで取得された制御情報から、前記第1の期間において設定された目標電力の適否を推論し、推論した適否から、前記第1の期間において設定された目標電力に関する報酬を算出する、請求項9に記載の目標電力算出装置。

[請求項16] 設定された目標電力に基づいて、第1の期間においてデマンド制御処理が行われることで取得された制御情報に従って、該第1の期間において設定された目標電力の適否を学習する学習工程と、

前記学習工程における学習の結果に基づき、第2の期間においてデマンド制御処理が行われることで取得された制御情報から、該第2の期間において設定された目標電力の適否を推論する推論工程と、

前記推論工程において不適であると推論された場合に、前記第2の期間において設定された目標電力を、所定の補正量に基づいて補正する補正工程と

を有する目標電力算出方法。

[請求項17] 設定された目標電力に基づいて、第1の期間においてデマンド制御処理が行われることで取得された制御情報に従って、該第1の期間において設定された目標電力の適否を学習する学習工程と、

前記学習工程における学習の結果に基づき、第2の期間においてデマンド制御処理が行われることで取得された制御情報から、該第2の期間において設定された目標電力の適否を推論する推論工程と、

前記推論工程において不適であると推論された場合に、前記第2の期間において設定された目標電力を、所定の補正量に基づいて補正する補正工程と

をコンピュータに実行させるための目標電力算出プログラム。

[請求項18] 設定された目標電力に基づいて、第1の期間においてデマンド制御

処理が行われることで使用された電力の実績情報を取得する取得工程と、

前記使用された電力の実績情報に従って、前記第 1 の期間において設定されるべき目標電力を学習する学習工程と
を有する目標電力算出方法。

[請求項19] 設定された目標電力に基づいて、第 1 の期間においてデマンド制御処理が行われることで使用された電力の実績情報を取得する取得工程と、

前記使用された電力の実績情報に従って、前記第 1 の期間において設定されるべき目標電力を学習する学習工程と
をコンピュータに実行させるための目標電力算出プログラム。

[請求項20] 設定された目標電力に基づいて、第 1 の期間においてデマンド制御処理が行われることで取得された制御情報から、該第 1 の期間において設定された目標電力に関する報酬を算出する算出工程と、

設定された目標電力に基づいて、前記第 1 の期間においてデマンド制御処理が行われることで使用された電力の実績情報に従って、第 2 の期間において設定されるべき目標電力を学習する学習工程と、を有し、

前記学習工程は、前記報酬に基づいて、前記第 2 の期間において設定されるべき目標電力を学習する目標電力算出方法。

[請求項21] 設定された目標電力に基づいて、第 1 の期間においてデマンド制御処理が行われることで取得された制御情報から、該第 1 の期間において設定された目標電力に関する報酬を算出する算出工程と、

設定された目標電力に基づいて、前記第 1 の期間においてデマンド制御処理が行われることで使用された電力の実績情報に従って、第 2 の期間において設定されるべき目標電力を学習する学習工程と、をコンピュータに実行させるための目標電力算出プログラムであって、

前記学習工程は、前記報酬に基づいて、前記第 2 の期間において設

定されるべき目標電力を学習する目標電力算出プログラム。