

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7499851号
(P7499851)

(45)発行日 令和6年6月14日(2024.6.14)

(24)登録日 令和6年6月6日(2024.6.6)

(51)国際特許分類 F I
 F 2 4 F 11/63 (2018.01) F 2 4 F 11/63
 F 2 4 F 11/64 (2018.01) F 2 4 F 11/64

請求項の数 17 (全24頁)

(21)出願番号	特願2022-523746(P2022-523746)	(73)特許権者	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(86)(22)出願日	令和2年5月18日(2020.5.18)	(74)代理人	100116964 弁理士 山形 洋一
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/019590	(74)代理人	100120477 弁理士 佐藤 賢改
(87)国際公開番号	WO2021/234763	(74)代理人	100135921 弁理士 篠原 昌彦
(87)国際公開日	令和3年11月25日(2021.11.25)	(74)代理人	100083840 弁理士 前田 実
審査請求日	令和4年5月25日(2022.5.25)	(72)発明者	下川 文明 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
		(72)発明者	木村 亜紀

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 室内温度推定装置、プログラム、室内温度推定方法及び温度制御機器

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

室内の温度である室温を制御する温度制御機器の、学習を行うデータを取得する期間である学習期間における動作の履歴を示す動作履歴情報から、前記学習期間において、前記温度制御機器により前記室温が影響を受ける期間である学習影響有り期間と、前記温度制御機器により前記室温が影響を受けない期間である学習影響無し期間とを特定する影響有無判定部と、

前記室温に関して、前記学習期間における前記室温である学習室温の履歴を示す室温履歴情報、及び、室外の状態に関して、前記学習期間における前記状態である学習状態を示す学習外環境情報を参照して、前記学習影響無し期間における前記学習状態及び前記学習室温を学習することで、前記状態と前記室温との関係を示す室温モデルを生成する室温モデル生成部と、

前記学習外環境情報を参照して、前記室温モデルを用いて、前記学習影響有り期間における、前記温度制御機器による影響が無いと仮定した場合の前記室温である学習仮室温を推定する影響無室温推定部と、

前記室温履歴情報及び前記動作履歴情報を参照して、前記学習影響有り期間における前記学習室温及び前記学習仮室温を学習することで、前記温度制御機器による前記室温の変化を示す室温変化モデルを生成する室温変化モデル生成部と、を備えること

を特徴とする室内温度推定装置。

【請求項2】

前記学習影響有り期間は、前記温度制御機器がONである期間及び前記温度制御機器がOFFにされてから予め定められた期間であり、

前記学習影響無し期間は、前記学習影響有り期間以外の期間であることを特徴とする請求項1に記載の室内温度推定装置。

【請求項3】

前記室温変化モデル生成部は、

前記温度制御機器がONにされた時刻における前記学習仮室温と、前記温度制御機器の設定温度との温度差、及び、前記温度制御機器がONにされてからの時系列における前記学習室温を学習することで、前記温度制御機器がONにされてから前記温度制御機器がOFFにされるまでの前記室温の変化を示すON期間室温変化モデルと、

10

前記温度制御機器がOFFにされた時刻における前記学習仮室温と、前記温度制御機器がOFFにされた時刻における前記学習室温との温度差、及び、前記温度制御機器がOFFにされてからの時系列における前記学習室温を学習することで、前記温度制御機器がOFFにされてから前記予め定められた期間が経過するまでの前記室温の変化を示すOFF期間室温変化モデルと、を前記室温変化モデルとして生成すること

を特徴とする請求項2に記載の室内温度推定装置。

【請求項4】

前記室温を推定する期間である対象期間における前記温度制御機器の動作計画を示す動作計画情報を記憶する動作計画情報記憶部と、

前記対象期間における前記状態である対象状態を示す対象外環境情報を記憶する対象外環境情報記憶部と、をさらに備え、

20

前記影響有無判定部は、前記動作計画情報を参照することで、前記対象期間において、前記温度制御機器により前記室温が影響を受ける期間である対象影響有り期間と、前記温度制御機器により前記室温が影響を受けない期間である対象影響無し期間とを特定し、

前記影響無し室温推定部は、前記対象外環境情報を参照することで、前記室温モデルを用いて、前記対象状態から、前記対象期間における前記室温である第1の推定室温を推定し、

前記動作計画情報を参照することで、前記室温変化モデルを用いて、前記対象影響有り期間における前記温度制御機器の設定温度と、前記第1の推定室温とから、前記対象影響有り期間における前記室温の変化を推定することで、前記対象影響有り期間における前記室温である第2の推定室温を推定する影響有室温推定部と、

30

前記第1の推定室温及び前記第2の推定室温を統合することで、前記対象期間における前記室温の推定結果を生成する統合部と、をさらに備えること

を特徴とする請求項1から3の何れか一項に記載の室内温度推定装置。

【請求項5】

前記対象影響有り期間は、前記温度制御機器がONである期間及び前記温度制御機器がOFFにされてから予め定められた期間であり、

前記対象影響無し期間は、前記対象影響有り期間以外の期間であることを特徴とする請求項4に記載の室内温度推定装置。

【請求項6】

前記温度制御機器は、前記室内の空気を調和する空気調和機であること

40

を特徴とする請求項1から5の何れか一項に記載の室内温度推定装置。

【請求項7】

室内の温度である室温に関して、前記室温を推定する期間である対象期間における、前記室温を制御する温度制御機器の動作計画を示す動作計画情報を参照することで、前記対象期間において、前記温度制御機器により前記室温が影響を受ける期間である対象影響有り期間と、前記温度制御機器により前記室温が影響を受けない期間である対象影響無し期間とを特定する影響有無判定部と、

室外の状態に関して、前記対象期間における前記状態である対象状態を示す対象外環境情報を参照することで、前記状態と前記室温との関係を示す室温モデルを用いて、前記対象状態から、前記対象期間における前記室温である第1の推定室温を推定する影響無し室温

50

推定部と、

前記動作計画情報を参照することで、前記温度制御機器による前記室温の変化を示す室温変化モデルを用いて、前記対象影響有り期間における前記温度制御機器の設定温度と、前記第 1 の推定室温とから、前記対象影響有り期間における前記室温の変化を推定することで、前記対象影響有り期間における前記室温である第 2 の推定室温を推定する影響有室温推定部と、

前記第 1 の推定室温及び前記第 2 の推定室温を統合することで、前記対象期間における前記室温の推定結果を生成する統合部と、を備え、

前記室温の推定結果に基づいて、前記室温又は前記室温の変化の影響によって人に健康被害を及ぼす可能性がある場合、推定した前記室温のユーザへの通知又は前記温度制御機器の制御を行い、

10

前記対象影響有り期間は、前記温度制御機器が ON である期間に、前記温度制御機器が OFF にされてから予め定められた期間を追加することで、前記温度制御機器が OFF にされる時刻よりも後に終了する期間であること

を特徴とする室内温度推定装置。

【請求項 8】

前記対象影響無し期間は、前記対象影響有り期間以外の期間であることを特徴とする請求項 7 に記載の室内温度推定装置。

【請求項 9】

学習を行うデータを取得する期間である学習期間における前記室温である学習室温の履歴を示す室温履歴情報を記憶する室温履歴情報記憶部と、

20

前記温度制御機器の、前記学習期間における動作の履歴を示す動作履歴情報を記憶する動作履歴情報記憶部と、

前記学習期間における前記状態である学習状態を示す学習外環境情報を記憶する外環境情報記憶部と、をさらに備え、

前記影響有無判定部は、前記動作履歴情報から、前記学習期間において、前記温度制御機器により前記室温が影響を受ける期間である学習影響有り期間と、前記温度制御機器により前記室温が影響を受けない期間である学習影響無し期間とを特定し、

前記室温履歴情報及び前記学習外環境情報を参照して、前記学習影響無し期間における前記学習状態及び前記学習室温を学習することで、前記室温モデルを生成する室温モデル生成部をさらに備え、

30

前記影響無室温推定部は、前記学習外環境情報を参照して、前記室温モデルを用いて、前記学習影響有り期間における、前記温度制御機器による影響が無いと仮定した場合の前記室温である学習仮室温を推定し、

前記室温履歴情報及び前記動作履歴情報を参照して、前記学習影響有り期間における前記学習室温及び前記学習仮室温を学習することで、前記温度制御機器による前記室温の変化を示す室温変化モデルを生成する室温変化モデル生成部をさらに備えること

を特徴とする請求項 7 又は 8 に記載の室内温度推定装置。

【請求項 10】

前記学習影響有り期間は、前記温度制御機器が ON である期間及び前記温度制御機器が OFF にされてから予め定められた期間であり、

40

前記学習影響無し期間は、前記学習影響有り期間以外の期間であることを

を特徴とする請求項 9 に記載の室内温度推定装置。

【請求項 11】

前記室温変化モデル生成部は、

前記温度制御機器が ON にされた時刻における前記学習仮室温と、前記温度制御機器の設定温度との温度差、及び、前記温度制御機器が ON にされてからの時系列における前記学習室温を学習することで、前記温度制御機器が ON にされてから前記温度制御機器が OFF にされるまでの室温の変化を示す ON 期間室温変化モデルと、

前記温度制御機器が OFF にされた時刻における前記学習仮室温と、前記温度制御機器

50

がOFFにされた時刻における前記学習室温との温度差、及び、前記温度制御機器がOFFにされてからの時系列における前記学習室温を学習することで、前記温度制御機器がOFFにされてから前記予め定められた期間が経過するまでの前記室温の変化を示すOFF期間室温変化モデルと、を前記室温変化モデルとして生成すること

を特徴とする請求項10に記載の室内温度推定装置。

【請求項12】

前記温度制御機器は、前記室内の空気を調和する空気調和機であること
を特徴とする請求項7から11の何れか一項に記載の室内温度推定装置。

【請求項13】

コンピュータを、

室内の温度である室温を制御する温度制御機器の、学習を行うデータを取得する期間である学習期間における動作の履歴を示す動作履歴情報から、前記学習期間において、前記温度制御機器により前記室温が影響を受ける期間である学習影響有り期間と、前記温度制御機器により前記室温が影響を受けない期間である学習影響無し期間とを特定する影響有無判定部、

前記室温に関して、前記学習期間における前記室温である学習室温の履歴を示す室温履歴情報、及び、室外の状態に関して、前記学習期間における前記状態である学習状態を示す学習外環境情報を参照して、前記学習影響無し期間における前記学習状態及び前記学習室温を学習することで、前記状態と前記室温との関係を示す室温モデルを生成する室温モデル生成部、

前記学習外環境情報を参照して、前記室温モデルを用いて、前記学習影響有り期間における、前記温度制御機器による影響が無いと仮定した場合の前記室温である学習仮室温を推定する影響無室温推定部、及び、

前記室温履歴情報及び前記動作履歴情報を参照して、前記学習影響有り期間における前記学習室温及び前記学習仮室温を学習することで、前記温度制御機器による前記室温の変化を示す室温変化モデルを生成する室温変化モデル生成部、として機能させること

を特徴とするプログラム。

【請求項14】

コンピュータを、

室内の温度である室温に関して、前記室温を推定する期間である対象期間における、前記室温を制御する温度制御機器の動作計画を示す動作計画情報を参照することで、前記対象期間において、前記温度制御機器により前記室温が影響を受ける期間である対象影響有り期間と、前記温度制御機器により前記室温が影響を受けない期間である対象影響無し期間とを特定する影響有無判定部、

室外の状態に関して、前記対象期間における前記状態である対象状態を示す対象外環境情報を参照することで、前記状態と前記室温との関係を示す室温モデルを用いて、前記対象状態から、前記対象期間における前記室温である第1の推定室温を推定する影響無室温推定部、

前記動作計画情報を参照することで、前記温度制御機器による前記室温の変化を示す室温変化モデルを用いて、前記対象影響有り期間における前記温度制御機器の設定温度と、前記第1の推定室温とから、前記対象影響有り期間における前記室温の変化を推定することで、前記対象影響有り期間における前記室温である第2の推定室温を推定する影響有室温推定部、及び、

前記第1の推定室温及び前記第2の推定室温を統合することで、前記対象期間における前記室温の推定結果を生成する統合部、として機能させ、

前記室温の推定結果に基づいて、前記室温又は前記室温の変化の影響によって人に健康被害を及ぼす可能性がある場合、推定した前記室温のユーザへの通知又は前記温度制御機器の制御を行い、

前記対象影響有り期間は、前記温度制御機器がONである期間に、前記温度制御機器がOFFにされてから予め定められた期間を追加することで、前記温度制御機器がOFFに

10

20

30

40

50

される時刻よりも後に終了する期間であること
を特徴とするプログラム。

【請求項 15】

室内の温度である室温を制御する温度制御機器の、学習を行うデータを取得する期間である学習期間における動作の履歴を示す動作履歴情報から、前記学習期間において、前記温度制御機器により前記室温が影響を受ける期間である学習影響有り期間と、前記温度制御機器により前記室温が影響を受けない期間である学習影響無し期間とを特定し、

前記学習期間における前記室温である学習室温の履歴を示す室温履歴情報及び室外の状態に関して、前記学習期間における前記状態である学習状態を示す学習外環境情報を参照して、前記学習影響無し期間における前記学習状態及び前記学習室温を学習することで、
前記状態と前記室温との関係を示す室温モデルを生成し、

前記学習外環境情報を参照して、前記室温モデルを用いて、前記学習影響有り期間における、前記温度制御機器による影響が無いと仮定した場合の前記室温である学習仮室温を推定し、

前記室温履歴情報及び前記動作履歴情報を参照して、前記学習影響有り期間における前記学習室温及び前記学習仮室温を学習することで、前記温度制御機器による前記室温の変化を示す室温変化モデルを生成すること

を特徴とする室内温度推定方法。

【請求項 16】

室内の温度である室温に関して、前記室温を推定する期間である対象期間における、前記室温を制御する温度制御機器の動作計画を示す動作計画情報を参照することで、前記対象期間において、前記温度制御機器により前記室温が影響を受ける期間である対象影響有り期間と、前記温度制御機器により前記室温が影響を受けない期間である対象影響無し期間とを特定し、

室外の状態に関して、前記対象期間における前記状態である対象状態を示す対象外環境情報を参照することで、前記状態と前記室温との関係を示す室温モデルを用いて、前記対象状態から、前記対象期間における前記室温である第1の推定室温を推定し、

前記動作計画情報を参照することで、前記温度制御機器による前記室温の変化を示す室温変化モデルを用いて、前記対象影響有り期間における前記温度制御機器の設定温度と、前記第1の推定室温とから、前記対象影響有り期間における前記室温の変化を推定することで、前記対象影響有り期間における前記室温である第2の推定室温を推定し、

前記第1の推定室温及び前記第2の推定室温を統合することで、前記対象期間における前記室温の推定結果を生成し、

前記室温の推定結果に基づいて、前記室温又は前記室温の変化の影響によって人に健康被害を及ぼす可能性がある場合、推定した前記室温のユーザへの通知又は前記温度制御機器の制御を行い、

前記対象影響有り期間は、前記温度制御機器がONである期間に、前記温度制御機器がOFFにされてから予め定められた期間を追加することで、前記温度制御機器がOFFにされる時刻よりも後に終了する期間であること

を特徴とする室内温度推定方法。

【請求項 17】

室内の温度である室温を制御する温度制御機器であって、

前記室温に関して、前記室温を推定する期間である対象期間における、前記温度制御機器の動作計画を示す動作計画情報を参照することで、前記対象期間において、前記温度制御機器により前記室温が影響を受ける期間である対象影響有り期間と、前記温度制御機器により前記室温が影響を受けない期間である対象影響無し期間とを特定する影響有無判定部と、

室外の状態に関して、前記対象期間における前記状態である対象状態を示す対象外環境情報を参照することで、前記状態と前記室温との関係を示す室温モデルを用いて、前記対象状態から、前記対象期間における前記室温である第1の推定室温を推定する影響無室温

推定部と、

前記動作計画情報を参照することで、前記温度制御機器による前記室温の変化を示す室温変化モデルを用いて、前記対象影響有り期間における前記温度制御機器の設定温度と、前記第1の推定室温とから、前記対象影響有り期間における前記室温の変化を推定することで、前記対象影響有り期間における前記室温である第2の推定室温を推定する影響有室温推定部と、

前記第1の推定室温及び前記第2の推定室温を統合することで、前記対象期間における前記室温の推定結果を生成する統合部と、を備え、

前記室温の推定結果に基づいて、前記室温又は前記室温の変化の影響によって人に健康被害を及ぼす可能性がある場合、推定した前記室温のユーザへの通知又は前記温度制御機器の制御を行い、

前記対象影響有り期間は、前記温度制御機器がONである期間に、前記温度制御機器がOFFにされてから予め定められた期間を追加することで、前記温度制御機器がOFFにされる時刻よりも後に終了する期間であること

を特徴とする温度制御機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、室内温度推定装置、プログラム、室内温度推定方法及び温度制御機器に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、消費電力を抑えつつ、ユーザにとって快適な空気の調和を行うために、空気調和機が温度を調整する居室における将来の室温の推定が行われている。例えば、特許文献1には、室温履歴情報と、空気調和機の動作履歴情報とに基づいて、空気調和機が温度を調節しない場合の居室の将来の室温をオフ時予測室温として予測する技術、及び、空気調和機が温度を調節する場合の居室の将来の室温をオン時予測室温として予測する技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2017-67427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、室温は、例えば、気温といった外環境の状態と、空気調和機といった温度制御機器動作との両方の影響を受ける。特許文献1に開示されている技術ではこれらの影響をまとめて扱うために、室温と、これらの要因との関係が複雑である。例えば、特許文献1に開示されている温度制御機器がオフ時の室温予測であっても、オンからオフに切り替えた後の一定期間は、室温は、温度制御機器の影響を受ける。さらに、室温は、外環境の影響を受ける。よって、室温推定のためのモデルは複雑である。

【0005】

これにより、モデルの利用の際に処理又は保存すべきデータ量が大きく負荷が高いモデルを機械学習等で学習させる場合には、必要な推定精度を満たすまでに必要となるデータ数が大きくなるため、学習データの蓄積の期間が長く室温推定値を利用したサービスの提供の開始が遅れるといった問題点がある。

【0006】

そこで、本開示の一又は複数の態様は、室温を推定するモデルを単純化できるようにすることを目的としている。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 7 】

本開示の第1の態様に係る室内温度推定装置は、室内の温度である室温を制御する温度制御機器の、学習を行うデータを取得する期間である学習期間における動作の履歴を示す動作履歴情報から、前記学習期間において、前記温度制御機器により前記室温が影響を受ける期間である学習影響有り期間と、前記温度制御機器により前記室温が影響を受けない期間である学習影響無し期間とを特定する影響有無判定部と、前記室温に関して、前記学習期間における前記室温である学習室温の履歴を示す室温履歴情報、及び、室外の状態に関して、前記学習期間における前記状態である学習状態を示す学習外環境情報を参照して、前記学習影響無し期間における前記学習状態及び前記学習室温を学習することで、前記状態と前記室温との関係を示す室温モデルを生成する室温モデル生成部と、前記学習外環境情報を参照して、前記室温モデルを用いて、前記学習影響有り期間における、前記温度制御機器による影響が無いと仮定した場合の前記室温である学習仮室温を推定する影響無室温推定部と、前記室温履歴情報及び前記動作履歴情報を参照して、前記学習影響有り期間における前記学習室温及び前記学習仮室温を学習することで、前記温度制御機器による前記室温の変化を示す室温変化モデルを生成する室温変化モデル生成部と、を備えることを特徴とする。

10

【 0 0 0 8 】

本開示の第2の態様に係る室内温度推定装置は、室内の温度である室温に関して、前記室温を推定する期間である対象期間における、前記室温を制御する温度制御機器の動作計画を示す動作計画情報を参照することで、前記対象期間において、前記温度制御機器により前記室温が影響を受ける期間である対象影響有り期間と、前記温度制御機器により前記室温が影響を受けない期間である対象影響無し期間とを特定する影響有無判定部と、室外の状態に関して、前記対象期間における前記状態である対象状態を示す対象外環境情報を参照することで、前記状態と前記室温との関係を示す室温モデルを用いて、前記対象状態から、前記対象期間における前記室温である第1の推定室温を推定する影響無室温推定部と、前記動作計画情報を参照することで、前記温度制御機器による前記室温の変化を示す室温変化モデルを用いて、前記対象影響有り期間における前記温度制御機器の設定温度と、前記第1の推定室温とから、前記対象影響有り期間における前記室温の変化を推定することで、前記対象影響有り期間における前記室温である第2の推定室温を推定する影響有室温推定部と、前記第1の推定室温及び前記第2の推定室温を統合することで、前記対象期間における前記室温の推定結果を生成する統合部と、を備え、前記室温の推定結果に基づいて、前記室温又は前記室温の変化の影響によって人に健康被害を及ぼす可能性がある場合、推定した前記室温のユーザへの通知又は前記温度制御機器の制御を行い、前記対象影響有り期間は、前記温度制御機器がONである期間に、前記温度制御機器がOFFにされてから予め定められた期間を追加することで、前記温度制御機器がOFFにされる時刻よりも後に終了する期間であることを特徴とする。

20

30

【 0 0 0 9 】

本開示の第1の態様に係るプログラムは、コンピュータを、室内の温度である室温を制御する温度制御機器の、学習を行うデータを取得する期間である学習期間における動作の履歴を示す動作履歴情報から、前記学習期間において、前記温度制御機器により前記室温が影響を受ける期間である学習影響有り期間と、前記温度制御機器により前記室温が影響を受けない期間である学習影響無し期間とを特定する影響有無判定部、前記室温に関して、前記学習期間における前記室温である学習室温の履歴を示す室温履歴情報、及び、室外の状態に関して、前記学習期間における前記状態である学習状態を示す学習外環境情報を参照して、前記学習影響無し期間における前記学習状態及び前記学習室温を学習することで、前記状態と前記室温との関係を示す室温モデルを生成する室温モデル生成部、前記学習外環境情報を参照して、前記室温モデルを用いて、前記学習影響有り期間における、前記温度制御機器による影響が無いと仮定した場合の前記室温である学習仮室温を推定する影響無室温推定部、及び、前記室温履歴情報及び前記動作履歴情報を参照して、前記学習影響有り期間における前記学習室温及び前記学習仮室温を学習することで、前記温度制御

40

50

機器による前記室温の変化を示す室温変化モデルを生成する室温変化モデル生成部、として機能させることを特徴とする。

【0010】

本開示の第2の態様に係るプログラムは、コンピュータを、室内の温度である室温に関して、前記室温を推定する期間である対象期間における、前記室温を制御する温度制御機器の動作計画を示す動作計画情報を参照することで、前記対象期間において、前記温度制御機器により前記室温が影響を受ける期間である対象影響有り期間と、前記温度制御機器により前記室温が影響を受けない期間である対象影響無し期間とを特定する影響有無判定部、室外の状態に関して、前記対象期間における前記状態である対象状態を示す対象外環境情報を参照することで、前記状態と前記室温との関係を示す室温モデルを用いて、前記対象状態から、前記対象期間における前記室温である第1の推定室温を推定する影響無室温推定部、前記動作計画情報を参照することで、前記温度制御機器による前記室温の変化を示す室温変化モデルを用いて、前記対象影響有り期間における前記温度制御機器の設定温度と、前記第1の推定室温とから、前記対象影響有り期間における前記室温の変化を推定することで、前記対象影響有り期間における前記室温である第2の推定室温を推定する影響有室温推定部、及び、前記第1の推定室温及び前記第2の推定室温を統合することで、前記対象期間における前記室温の推定結果を生成する統合部、として機能させ、前記室温の推定結果に基づいて、前記室温又は前記室温の変化の影響によって人に健康被害を及ぼす可能性がある場合、推定した前記室温のユーザへの通知又は前記温度制御機器の制御を行い、前記対象影響有り期間は、前記温度制御機器がONである期間に、前記温度制御機器がOFFにされてから予め定められた期間を追加することで、前記温度制御機器がOFFにされる時刻よりも後に終了する期間であることを特徴とする。

10

20

【0011】

本開示の第1の態様に係る室内温度推定方法は、室内の温度である室温を制御する温度制御機器の、学習を行うデータを取得する期間である学習期間における動作の履歴を示す動作履歴情報から、前記学習期間において、前記温度制御機器により前記室温が影響を受ける期間である学習影響有り期間と、前記温度制御機器により前記室温が影響を受けない期間である学習影響無し期間とを特定し、前記学習期間における前記室温である学習室温の履歴を示す室温履歴情報及び室外の状態に関して、前記学習期間における前記状態である学習状態を示す学習外環境情報を参照して、前記学習影響無し期間における前記学習状態及び前記学習室温を学習することで、前記状態と前記室温との関係を示す室温モデルを生成し、前記学習外環境情報を参照して、前記室温モデルを用いて、前記学習影響有り期間における、前記温度制御機器による影響が無いと仮定した場合の前記室温である学習仮室温を推定し、前記室温履歴情報及び前記動作履歴情報を参照して、前記学習影響有り期間における前記学習室温及び前記学習仮室温を学習することで、前記温度制御機器による前記室温の変化を示す室温変化モデルを生成することを特徴とする。

30

【0012】

本開示の第2の態様に係る室内温度推定方法は、室内の温度である室温に関して、前記室温を推定する期間である対象期間における、前記室温を制御する温度制御機器の動作計画を示す動作計画情報を参照することで、前記対象期間において、前記温度制御機器により前記室温が影響を受ける期間である対象影響有り期間と、前記温度制御機器により前記室温が影響を受けない期間である対象影響無し期間とを特定し、室外の状態に関して、前記対象期間における前記状態である対象状態を示す対象外環境情報を参照することで、前記状態と前記室温との関係を示す室温モデルを用いて、前記対象状態から、前記対象期間における前記室温である第1の推定室温を推定し、前記動作計画情報を参照することで、前記温度制御機器による前記室温の変化を示す室温変化モデルを用いて、前記対象影響有り期間における前記温度制御機器の設定温度と、前記第1の推定室温とから、前記対象影響有り期間における前記室温の変化を推定することで、前記対象影響有り期間における前記室温である第2の推定室温を推定し、前記第1の推定室温及び前記第2の推定室温を統合することで、前記対象期間における前記室温の推定結果を生成し、前記室温の推定結果

40

50

に基づいて、前記室温又は前記室温の変化の影響によって人に健康被害を及ぼす可能性がある場合、推定した前記室温のユーザへの通知又は前記温度制御機器の制御を行い、前記対象影響有り期間は、前記温度制御機器がONである期間に、前記温度制御機器がOFFにされてから予め定められた期間を追加することで、前記温度制御機器がOFFにされる時刻よりも後に終了する期間であることを特徴とする。

【発明の効果】

【0013】

本開示の一又は複数の態様によれば、室温を推定するモデルを単純化することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】実施の形態に係る室内温度推定装置の構成を概略的に示すブロック図である。

【図2】コンピュータの一例を示すブロック図である。

【図3】室内温度推定装置の学習処理を示すフローチャートである。

【図4】室内温度推定装置の学習処理で用いられる、室温履歴情報、温度制御情報及び外環境情報の一例を示すグラフである。

【図5】学習に用いられる影響無し期間における室温及び気温の一例を示すグラフである。

【図6】室温推定結果の例を示すグラフである。

【図7】影響有り期間における室温変化モデルについて説明するためのグラフである。

【図8】室内温度推定装置の推定処理を示すフローチャートである。

【図9】室内温度推定装置の推定処理で用いられる、室温履歴情報、温度制御情報及び外環境情報の一例を示すグラフである。

【図10】影響有無判定の結果の一例を示すグラフである。

【図11】統合室温推定結果で示される室温の一例を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0015】

図1は、実施の形態に係る室内温度推定装置100の構成を概略的に示すブロック図である。

室内温度推定装置100は、インターフェース部（以下、I/F部という）101と、室温情報取得部102と、室温履歴情報記憶部103と、温度制御情報取得部104と、温度制御情報記憶部105と、外環境情報取得部106と、外環境情報記憶部107と、影響有無判定部108と、室温モデル生成部109と、室温モデル記憶部110と、影響無室温推定部111と、室温変化モデル生成部112と、室温変化モデル記憶部113と、影響有室温推定部114と、統合部115と、出力部116と、モデル取得部117とを備える。

本実施の形態においては、室温を推定する室内温度推定装置100について説明する。この室内温度推定装置100は、必要に応じて将来、現在又は過去の室温を推定する。

【0016】

I/F部101は、他の装置と通信を行なう。例えば、I/F部101は、ネットワークに接続して、他の装置と通信を行なう。

【0017】

室温情報取得部102は、推定を行う対象となる部屋の温度である室温を示す室温情報を取得する。室温情報取得部102は、例えば、I/F部101を介して、図示しないネットワークに接続された室内のセンサ等から室温情報を取得する。室温情報取得部102は、取得された室温情報を、その日時とともに室温履歴情報として、室温履歴情報記憶部103に記憶させる。

【0018】

室温履歴情報記憶部103は、室温履歴情報を記憶する。室温履歴情報は、日時と、室温とを示す情報である。なお、室温履歴情報記憶部103には、少なくとも、学習を行う期間である学習期間における室温である学習室温の履歴が室温履歴情報として記憶されているものとする。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 9 】

温度制御情報取得部 1 0 4 は、推定を行う対象の部屋の温度に影響を及ぼす温度制御機器の動作に関する温度制御情報を取得する。温度制御情報には、室温の推定を行なう期間である対象期間における温度制御機器の動作計画を示す動作計画情報と、対象期間よりも前における温度制御機器の動作の履歴を示す動作履歴情報とを含む。温度制御情報取得部 1 0 4 は、例えば、I / F 部 1 0 1 を介して、図示しないネットワークに接続された室内の温度制御機器から温度制御情報を取得する。温度制御機器は、例えば、空気調和機であるが、石油ファンヒーター、ガスファンヒーター、ストーブ、温水暖房、セントラルヒーティング、床暖房、冷風扇又はドライミストといった部屋の温度を制御できる機器であればよい。

10

【 0 0 2 0 】

温度制御情報記憶部 1 0 5 は、温度制御情報を記憶する。温度制御情報は、上述のように動作計画情報と、動作履歴情報とを含む。このため、温度制御情報取得部 1 0 4 は、動作計画情報を記憶する動作計画情報記憶部及び動作履歴情報を記憶する動作履歴情報記憶部として機能する。なお、動作履歴情報には、少なくとも学習期間における、温度制御機器の動作の履歴が含まれているものとする。

【 0 0 2 1 】

外環境情報取得部 1 0 6 は、推定を行う対象の部屋の外である室外の環境の状態を示す外環境情報を取得する。外環境情報は、例えば、部屋が属する地域の気象情報である。例えば、外環境情報は、対象期間における室外の状態である対象状態を示す対象外環境情報と、対象期間よりも前における、室外の状態を示す状態履歴情報とを少なくとも含む。なお、外環境情報は、気温の他に、湿度、日射量、天気、雲量、降水量、気圧又は風速等を示してもよい。外環境情報取得部 1 0 6 は、例えば、I / F 部 1 0 1 を介して、図示しないネットワークに接続された、気象情報を提供するサービス事業者等から取得されてもよく、また、図示しないネットワークに接続されている室外のセンサから取得されてもよい。

20

【 0 0 2 2 】

なお、対象期間が将来である場合には、外環境情報取得部 1 0 6 は、気象情報として、天気予報における将来の気温を対象外環境情報として取得すればよく、また、室外のセンサで取得された気温から、将来の気温を予測して、予測された気温を対象外環境情報としてもよい。

30

【 0 0 2 3 】

外環境情報記憶部 1 0 7 は、外環境情報を記憶する。外環境情報は、上述のように、対象外環境情報と、状態履歴情報とを含む。このため、外環境情報記憶部 1 0 7 は、対象外環境情報を記憶する対象外環境情報記憶部及び状態履歴情報を記憶する状態履歴情報記憶部として機能する。状態履歴情報には、学習期間における状態である学習状態を示す学習外環境情報が含まれるものとする。

【 0 0 2 4 】

影響有無判定部 1 0 8 は、温度制御情報記憶部 1 0 5 に記憶されている温度制御情報に基づいて、ある期間において、室温に温度制御機器の影響が有るか無いかを判定する。ここでの期間は、過去、現在及び未来を含む。影響有無判定部 1 0 8 は、具体的には、温度制御機器が ON である期間及び温度制御機器が OFF 開始から予め定められた期間を影響有り期間と判定し、それ以外を影響無し期間と判定する。

40

【 0 0 2 5 】

予め定められた期間は、例えば、OFF 開始からの期間であり、具体的には、4 時間である。後述するように、温度制御機器の影響は、OFF 後時間が経つほどに減衰する。よって、その影響は、OFF 直後が大きく、時間が経つごとに小さくなる。その減衰の速さは、場合によって異なるため、予め定められた期間は、状況に応じて決められるのが好ましい。

【 0 0 2 6 】

例えば、部屋の属する建物が木造であれば 4 時間、鉄筋コンクリート造であれば 6 時間

50

とるように、建物の材料によって、期間が決めてもよい。また、部屋の間取り、広さ、窓の大きさ、換気又は断熱性を元に期間が決められてもよい。さらに、後述するように、室温変化モデルに基づいて、期間が決められてもよい。さらにまた、データの取得状況に応じて期間が変更されてもよい。例えば、十分な学習が行われる前は4時間といった期間が用いられ、室温変化モデルの学習後は室温変化モデルに基づいて期間が定められてもよい。

【0027】

具体的には、影響有無判定部108は、学習期間において、温度制御機器により室温が影響を受ける期間である学習影響有り期間と、温度制御機器により室温が影響を受けない期間である学習影響無し期間とを特定する。

なお、学習影響有り期間は、学習期間の内、温度制御機器がONである期間及び温度制御機器がOFFにされてから予め定められた期間である。学習影響無し期間は、学習期間の内、学習影響有り期間以外の期間である。

【0028】

また、影響有無判定部108は、対象期間において、温度制御機器により室温が影響を受ける期間である対象影響有り期間と、温度制御機器により室温が影響を受けない期間である対象影響無し期間とを特定する。

なお、対象影響有り期間は、対象期間の内、温度制御機器がONである期間及び温度制御機器がOFFにされてから予め定められた期間である。対象影響無し期間は、対象期間の内、対象影響有り期間以外の期間である。

【0029】

室温モデル生成部109は、室温履歴情報及び学習外環境情報を参照して、学習影響無し期間における学習状態及び学習室温を学習することで、室外の状態と室温との関係を示す室温モデルを生成する。

例えば、室温モデル生成部109は、室温履歴情報と、外環境情報とに基づいて作成される室温学習用データに基づいて、温度制御機器の影響無し期間における室温を学習することで、室温モデルを生成する。言い換えると、室温モデル生成部109は、室温履歴情報と、外環境情報とから影響無し期間における最適な室温を推定する学習済みモデルである室温モデルを生成する。

ここで、室温学習用データは、学習期間に含まれる影響無し期間における、室温履歴情報で示される室温及び外環境情報で示される状態を互いに関連付けたデータである。

【0030】

室温モデル記憶部110は、室温モデルを記憶する。室温モデルは、室温モデル生成部109で生成されてもよく、後述するように、モデル取得部117により、I/F部101を介して、図示しないネットワークから取得されてもよい。

【0031】

影響無室温推定部111は、室温モデル記憶部110に記憶されている影響無室温モデルと、室温履歴情報と、外環境情報とから、室温を推定する。

例えば、影響無室温推定部111は、学習外環境情報を参照して、室温モデルを用いて、学習影響有り期間における、温度制御機器による影響が無いと仮定した場合の室温である学習仮室温を推定する。学習仮室温は、影響有室温推定部114に与えられる。

また、影響無室温推定部111は、対象外環境情報を参照することで、室温モデルを用いて、対象状態から、対象期間における室温である第1の推定室温を推定する。第1の推定室温は、影響有室温推定部114及び統合部115に与えられる。

【0032】

室温変化モデル生成部112は、室温履歴情報及び動作履歴情報を参照して、学習影響有り期間における学習室温及び学習仮室温を学習することで、温度制御機器による室温の変化を示す室温変化モデルを生成する。

【0033】

例えば、室温変化モデル生成部112は、室温履歴情報と、温度制御情報とに基づいて作成される室温変化学習用データに基づいて、温度制御機器の影響有り期間における室温

10

20

30

40

50

変化を学習する。言い換えると、室温変化モデル生成部 112 は、室温履歴情報と、温度制御情報とから影響有り期間における最適な室温変化を推定する学習済みモデルである室温変化モデルを生成する。ここで、室温変化学習用データは、学習期間に含まれる影響有り期間における、室温履歴情報で示される室温及び温度制御情報で示される温度制御機器の動作状態から生成されたデータである。

【0034】

具体的には、室温変化モデル生成部 112 は、温度制御機器が ON にされた時刻における学習仮室温と、温度制御機器の設定温度との温度差、及び、温度制御機器が ON にされてからの時系列における学習室温を学習することで、温度制御機器が ON にされてから温度制御機器が OFF にされるまでの室温の変化を示す ON 期間室温変化モデルと、温度制御機器が OFF にされた時刻における学習仮室温と、温度制御機器が OFF にされた時刻における学習室温との温度差、及び、温度制御機器が OFF にされてからの時系列における学習室温を学習することで、温度制御機器が OFF にされてから予め定められた期間が経過するまでの室温の変化を示す OFF 期間室温変化モデルと、を室温変化モデルとして生成する。

10

【0035】

室温変化モデル記憶部 113 は、室温変化モデルを記憶する。室温変化モデルは、室温変化モデル生成部 112 で生成されてもよく、後述するように、モデル取得部 117 により、I/F 部 101 を介して、図示しないネットワークから取得されてもよい。

【0036】

影響有室温推定部 114 は、室温変化モデル記憶部 113 に記憶されている室温変化モデルと、室温履歴情報と、温度制御情報とから温度制御機器の影響が有る場合の室温である影響有室温を推定する。

20

【0037】

例えば、影響有室温推定部 114 は、動作計画情報を参照することで、室温変化モデルを用いて、対象影響有り期間における温度制御機器の設定温度と、対象仮室温とから、対象影響有り期間における室温の変化を推定することで、対象影響有り期間における室温である影響有室温を推定する。影響有室温を第 2 の推定室温ともいう。

【0038】

統合部 115 は、影響無室温推定部 111 が推定した影響無室温と、影響有室温推定部 114 が推定した影響有室温とを統合することで、対象期間における室温の推定結果である統合室温推定結果を示す推定室温情報を生成する。例えば、統合部 115 は、影響有り期間に推定された室温と、影響無し期間に推定された室温とを連結することで、統合室温推定結果を生成することができる。推定室温情報は、出力部 116 に与えられる。

30

【0039】

出力部 116 は、推定室温情報を出力する。例えば、出力部 116 は、図示していないディスプレイ等の表示部に、推定室温情報を表示させてもよく、I/F 部 101 を介して、図示しないネットワークに接続されている他の装置に、推定室温情報を送ってもよい。

【0040】

モデル取得部 117 は、I/F 部 101 を介して、ネットワークから室温モデルを取得して、その室温モデルを室温モデル記憶部 110 に記憶させる。

40

また、モデル取得部 117 は、I/F 部 101 を介して、ネットワークから室温変化モデルを取得して、その室温変化モデルを室温変化モデル記憶部 113 に記憶させる。

例えば、モデル取得部 117 は、室温モデル生成部 109 が室温モデルを生成しない場合に、室温モデルを取得し、室温変化モデル生成部 112 が室温変化モデルを生成しない場合に、室温変化モデルを取得すればよい。

【0041】

以上に記載された室内温度推定装置 100 は、図 2 に示されているようなコンピュータ 120 により実現することができる。

図 2 に示されているように、コンピュータ 120 は、補助記憶装置 121 と、通信装置

50

1 2 2 と、メモリ 1 2 3 と、プロセッサ 1 2 4 とを備える。

【 0 0 4 2 】

補助記憶装置 1 2 1 は、室内温度推定装置 1 0 0 での処理に必要なプログラム及びデータを記憶する。

通信装置 1 2 2 は、他の装置と通信を行なう。

メモリ 1 2 3 は、プロセッサ 1 2 4 の作業領域を提供する。

プロセッサ 1 2 4 は、室内温度推定装置 1 0 0 での処理を実行する。

【 0 0 4 3 】

例えば、室温情報取得部 1 0 2、温度制御情報取得部 1 0 4、外環境情報取得部 1 0 6、影響有無判定部 1 0 8、室温モデル生成部 1 0 9、影響無室温推定部 1 1 1、室温変化モデル生成部 1 1 2、影響有室温推定部 1 1 4、統合部 1 1 5、出力部 1 1 6 及びモデル取得部 1 1 7 は、プロセッサ 1 2 4 が、補助記憶装置 1 2 1 に記憶されているプログラムをメモリ 1 2 3 に読み出して、そのプログラムを実行することで実現することができる。

室温履歴情報記憶部 1 0 3、温度制御情報記憶部 1 0 5、外環境情報記憶部 1 0 7、室温モデル記憶部 1 1 0 及び室温変化モデル記憶部 1 1 3 は、プロセッサ 1 2 4 が補助記憶装置 1 2 1 を利用することで実現することができる。

I / F 部 1 0 1 は、プロセッサ 1 2 4 が通信装置 1 2 2 を利用することで実現することができる。

【 0 0 4 4 】

以上のようなプログラムは、ネットワークを通じて提供されてもよく、また、記録媒体に記録されて提供されてもよい。即ち、以上のようなプログラムは、例えば、プログラムプロダクトとして提供されてもよい。

【 0 0 4 5 】

なお、室内温度推定装置 1 0 0 は、温度制御機器に内蔵されていても、別個の装置であってもよい。また、室内温度推定装置 1 0 0 は、クラウドサーバー上に存在していてもよい。さらに、室内温度推定装置 1 0 0 は、構成が複数に分かれて、複数の装置で実現されてもよい。

【 0 0 4 6 】

次に、室内温度推定装置 1 0 0 の動作について説明する。室内温度推定装置 1 0 0 の動作は、学習フェーズと、活用フェーズとの 2 つで異なる動作を行う。学習フェーズと、活用フェーズとは、期間が分かれている必要はなく、交互に繰り返して行われても、並行して行われてもよい。

【 0 0 4 7 】

(学習フェーズ)

図 3 を用いて室内温度推定装置 1 0 0 がモデルを学習する処理について説明する。

図 3 は、室内温度推定装置 1 0 0 の学習処理を示すフローチャートである。

なお、このフローチャートのステップの順序等は一例であり、順序の入れ替えを行ってもよい。

【 0 0 4 8 】

また、室温履歴情報記憶部 1 0 3、温度制御情報記憶部 1 0 5 及び外環境情報記憶部 1 0 7 には、室温情報取得部 1 0 2、温度制御情報取得部 1 0 4 及び外環境情報取得部 1 0 6 により、必要な情報が記憶されているものとする。

【 0 0 4 9 】

図 4 は、室内温度推定装置 1 0 0 の学習処理で用いられる、室温履歴情報、温度制御情報及び外環境情報の一例を示すグラフである。

例えば、図 4 は、学習処理を行う日の前日の情報を示しており、温度制御機器は、具体的には、空気の調和を行う空気調和機であり、部屋は、木造住宅の一室であるものとする。図 4 に示されている例では、学習処理を行う日の前日の一日間が学習期間となる。

【 0 0 5 0 】

図 4 中の実線 L 1 は、室温履歴情報で示されている室温を表している。

10

20

30

40

50

図4中の一点鎖線L2は、外環境情報で示されている気温を表している。この例では、気温は、部屋の属する地域で観測された気温である。

図4中の矢印並びにON及びOFFは、温度制御情報で示されている動作状態を表している。この例では、一日間においては、午前0時00分から午前6時00分までは、空気調和機はOFFである。また、午前6時00分から午前9時00分までは、空気調和機はONであり、その設定温度は20である。さらに、午前9時00分から午後12時00分までは空気調和機はOFFである。以降の学習処理をこの例を用いて説明する。

【0051】

図3に戻り、まず、影響有無判定部108は、温度制御情報に含まれている動作履歴情報に基づいて、室温に温度制御機器の影響が有る影響有り期間と、室温に温度制御機器の影響が無い影響無し期間とを判定する(S10)。ここでの影響有り期間は、学習影響有り期間ともいい、ここでの影響無し期間は、学習影響無し期間ともいう。

10

図5には、影響有無判定の結果の一例が示されている。図5では、その判定の結果は、点線の矢印で示されている。

図5に示されているように、温度制御機器がONである期間、つまり午前6時00分から午前9時00分は、影響有り期間である。また、温度制御機器がOFFになったOFF開始から予め定められた期間も影響有り期間である。この例では、予め定められた期間は、OFF開始から4時間である。このため、午前9時00分から午後1時00分は、影響有り期間である。なお影響無し期間はそれ以外の期間であり、この例の一日間においては、午前0時00分から午前6時00分及び午後1時00分から午後12時00分は、影響無し期間である。

20

なお、この例で予め定められた期間を4時間とした理由は、OFF開始から4時間後には温度制御機器の影響がほとんど無くなっているからであり、以降の室温変化モデル生成の説明の際に詳しく記述する。

【0052】

図3に戻り、次に、室温モデル生成部109は、室温履歴情報と、外環境情報との組み合わせに基づく室温学習用データを用いて、いわゆる教師あり学習により、影響無し期間における室温を学習し、学習済みモデルを生成する(S11)。ここで、教師あり学習は、入力と、出力(正解)との組み合わせを備える学習用データを学習装置に与えることで、それらの学習用データにある特徴を学習し、入力から出力を推論する手法をいう。

30

【0053】

図5中の実線L3は、学習に用いられる影響無し期間における室温の一例を表している。ここでの室温は、学習室温ともいう。

図5中の一点鎖線L4は、学習に用いられる気温の一例を示している。ここでの気温は、学習状態としての学習気温ともいう。

この例における学習用データは、影響無し期間における、これらの気温と、室温(正解)とを互いに関連付けたデータである。関連付けの一例として、推定対象となる時刻(例えば、午後8時00分)における室温を出力(正解)とし、同時刻の気温、それより過去(例えば、一時間前である午後7時00分)の気温、過去(例えば、一時間前である午後7時00分)の室温とをモデル入力とする。

40

【0054】

部屋の属する建物の温度は、気温の影響を受けるため、気温を入力とすることは好適である。また、建物は蓄熱することによって過去の外環境の影響を受けるため、過去の気温を入力とすることは好適である。同様に、部屋は蓄熱することによって過去の室温の影響を受けるため、過去の室温を入力とすることは好適である。

【0055】

なお、建物は日射によって暖められるため、入力として日射量を追加することは好適である。建物は湿度や降水の影響を受けるため、入力として湿度や降水量を追加することは好適である。さらに、入力に天気、雲量、気圧又は風速等が加えられてもよい。

【0056】

50

また、少ない入力からでも出力が得られるように入力を減らしてもよい。例えば、気温のみをモデル入力とすれば、過去の室温がなくてもモデルから推定値が得られる。また、過去の室温のみをモデル入力とすれば、気温がなくてもモデルから推定値が得られる。但し、気温が無い場合は、入力の室温が得られた時刻から時間が経つにつれて推定精度は悪化すると考えられる。

【 0 0 5 7 】

そして、室温モデル生成部 1 0 9 は、例えば、線形回帰に従って学習する。具体的には、室温モデル生成部 1 0 9 は、上述した入力の線形重みづけ和と、出力（正解）との二乗誤差が最小となるように重み係数を学習する。

なお、学習アルゴリズムは上記と異なるものを用いてもよい。例えば、サポートベクター回帰、ランダムフォレスト回帰、ニューラルネットワークモデル等が使用されてもよい。室温モデル生成部 1 0 9 は、以上のような学習を実行することで学習済モデルを生成する。

10

【 0 0 5 8 】

図 3 に戻り、次に、室温モデル記憶部 1 1 0 は、室温モデル生成部 1 0 9 が生成した室温モデルを記憶する（ S 1 2 ）。

【 0 0 5 9 】

次に、影響無室温推定部 1 1 1 は、影響有り期間において、室温モデル記憶部 1 1 0 に記憶されている室温モデルを用いて、室温を推定する（ S 1 3 ）。ここで推定される室温は、学習仮室温ともいう。

20

【 0 0 6 0 】

図 6 は、室温推定結果の例を示すグラフである。

破線 L 5 が、ステップ S 1 3 で推定された室温を表している。

影響有り期間は、温度制御機器の影響がある期間であるが、室温モデルは、影響無し期間の室温を学習したものであるため、ステップ S 1 3 では、仮に温度制御機器の影響がなかったとした場合の室温が推定されている。

【 0 0 6 1 】

この室温推定結果は、温度制御機器による室温変化を学習するために用いられる。このステップ S 1 3 は、温度制御機器の影響があった場合となかった場合との変化を表す室温変化を学習するために重要である。現実において温度制御機器の影響が有った期間においては、温度制御機器の影響の無い室温を検出することはできない。このため、温度制御機器の影響があった場合の室温と、影響がなかった場合の室温との変化値を計測することはできず、教師あり学習も行うことができない。このように影響がなかった場合の室温は、検出できないが、室温モデルを用いて推定することで間接的にその値を得ることができる。

30

【 0 0 6 2 】

なお、図 6 における実線 L 6 は、影響無し期間における室温を表しており、一点鎖線 L 4 は、気温を表している。これらの値は、実際に検出することができる。

【 0 0 6 3 】

図 3 に戻り、次に、室温変化モデル生成部 1 1 2 は、室温履歴情報、温度制御情報及び外環境情報の組み合わせに基づく室温変化学習用データに基づいて、いわゆる教師あり学習により、影響有り期間における室温変化を学習し、学習済みモデルである室温変化モデルを生成する（ S 1 4 ）。

40

【 0 0 6 4 】

図 7 は、影響有り期間における室温変化モデルについて説明するためのグラフである。

図 7 に示されている例では、室温 1 0 . 5 であった午前 6 時 0 0 分に、設定温度 2 0 で温度制御機器が ON にされている。

ここで ON 開始時である午前 6 時 0 0 分の設定温度と、室温との差を ON 開始時温度差 D 1 とすると、D 1 の値は 9 . 5 である。

【 0 0 6 5 】

また、1 9 . 9 であった午前 9 時 0 0 分に、温度制御機器が OFF にされている。な

50

お、午前9時00分における、影響無しの場合に推定された室温は、12.2である。この値は、ステップS13で推定された値である。OFF開始時である午前9時00分の室温と、影響無しの場合に推定された室温との差をOFF開始時温度差D2とすると、D2値は7.7である。

【0066】

例えば、室温変化モデルは、温度制御機器がONである期間におけるON後室温変化モデルと、温度制御機器がOFF開始から予め定められた期間におけるOFF後室温変化モデルの2つに分けて生成することができる。

【0067】

温度制御機器がONである期間については、室温は、温度制御機器の設定温度に近づいていくと考えられる。そのため、室温と、設定温度との温度差がON開始時と比べて減衰していくと考えられる。その減衰の程度は、温度制御機器の性能又は部屋の広さ等に依存する。よって、精度良く室温変化を推定するためには各部屋に応じて室温変化モデルを学習することが望ましい。但し、似た属性を持つ部屋で学習した学習済みモデルを取得して利用することも有効である。

10

【0068】

この例における室温変化学習用データは、ON開始時温度差と、ON開始時からの経過時間とを入力とし、ON期間における設定温度と、室温との温度差を出力（正解）とし、入力と出力とを互いに関連付けたデータである。

【0069】

室温変化モデル生成部112は、例えば、指数関数、一次関数又は冪関数等をモデルとして用意し、モデル出力と、正解データとの二乗誤差等が最小となるように、関数を選択し、それを特徴づけるパラメータを決定する。なお、モデルは、前述したような関数同士の足し合わせであってもよいし、ノンパラメトリックなモデルであってもよい。遺伝的アルゴリズム又はニューラルネットワークを用いて関数を学習してもよい。

20

【0070】

以上のような学習を実行することで、ON後室温変化モデルが生成される。ここでは、ON後室温変化モデルの出力は、設定温度と、室温との温度差であってもよく、設定温度からその温度差を差し引くことで推定される室温でもよく、その推定される室温から、影響無しの場合に推定された室温を差し引いた室温変化推定値でもよい。本実施の形態では、ON後室温変化モデルは、室温変化推定値を出力するものとして説明を行う。

30

【0071】

温度制御機器がOFF開始から予め定められた期間については、温度制御機器によって過剰に暖められた、又は、冷やされた室温は、熱移動によって、影響無しの状態に近づいていくと考えられる。つまり、室温と、影響無しの場合に推定された室温との温度差がOFF開始時と比べて減衰していくと考えられる。その減衰の程度は、部屋の断熱性能又は広さ等に依存する。よって、精度良く室温変化を推定するためには各部屋に応じて室温変化モデルを学習することが望ましい。但し、似た属性を持つ部屋で学習した学習済みモデルを取得して利用することも有効である。

【0072】

この例における学習用データは、OFF開始時温度差と、OFF開始時からの経過時間とを入力とし、OFF期間における室温と、影響無しの場合に推定された室温との温度差を出力（正解）とし、入力と出力とを互いに関連付けたデータである。

40

【0073】

室温変化モデル生成部112は、例えば、指数関数、一次関数又は冪関数等をモデルとして用意し、モデル出力と、正解データとの二乗誤差等が最小となるように、関数を選択し、それを特徴づけるパラメータを決定する。なお、モデルは前述したような関数同士の足し合わせであってもよいし、ノンパラメトリックなモデルであってもよい。遺伝的アルゴリズム又はニューラルネットワークを用いて関数が学習されてもよい。以上のような学習を実行することでOFF後室温変化モデルが生成される。

50

【0074】

なお、本実施の形態では、OFF後室温変化モデルを、下記の(1)式で示される指数関数としてモデル化する。なお、熱移動が熱伝導によるものとする、熱流は温度差に比例し、そのときの解は指数関数となる。

【0075】

$$T = T_{OFF} \exp(-\lambda t) \quad (1)$$

ここで、 t は、OFF開始時からの経過時間、 T は、OFF開始から t 時間後の室温と、影響無しの場合に推定された室温との温度差、 T_{OFF} は、OFF開始時の室温と、影響無しの場合に推定された室温との温度差、 λ は、減衰の速さ、を表している。

本実施の形態では $\lambda = 0.6$ とした。この室温変化モデルを木造の住宅のデータに適用したところ $\lambda = 0.6$ が最適であったからである。

10

【0076】

なお、このOFF後室温変化モデルによれば、図7で示されるように $T_{OFF} = 7.7$ のとき、予め定められた期間である4時間が経過した時点では、 $T = 0.7$ となる。

$T = 0.7$ であれば温度制御機器の影響は誤差の範囲内であり、影響無しとするのは好適である。現在の気象庁の最高気温の予報誤差の平均値は、1を超えているため、室温推定の精度は1程度であると考えられる。このため、1未満の影響は無いものとして考えてよい。以上から木造住宅において閾値をOFF開始から4時間とするのは好適である。また、予め定められた期間は、OFF後室温変化モデルに基づいて決められてもよい。影響有無判定部108は、例えば、 T が T_{OFF} の10%以下に減衰するまでを影響有り期間とし、それ以降を影響無し期間と決定してもよい。または、影響有無判定部108は、 T が1以下に減衰するまでを影響有り期間とし、それ以降を影響無し期間と決定してもよい。ここで例として挙げた値は一例であり、別の値で予め定められた期間が決定されてもよい。

20

【0077】

図3に戻り、次に、室温変化モデル記憶部113は、室温変化モデル生成部112が生成した室温変化モデルを記憶する(S15)。室温変化モデル生成を行わない場合はこのステップを省略する。

【0078】

なお、室内温度推定装置100において、室温モデル及び室温変化モデルを生成しない場合には、図3に示されているフローチャートを行う必要はない。このような場合には、モデル取得部117が、I/F部101を介して、ネットワークから、室温モデル及び室温変化モデルを取得すればよい。そして、モデル取得部117は、室温モデルを室温モデル記憶部110に記憶させ、室温変化モデルを室温変化モデル記憶部113に記憶させればよい。このような場合でも、室温モデル及び室温変化モデルは、図3に示されているフローチャートと同様の処理で生成されることが望ましい。

30

【0079】

(活用フェーズ)

図8を用いて室内温度推定装置100が室温推定を行う処理について説明する。

図8は、室内温度推定装置100の推定処理を示すフローチャートである。

40

なお、このフローチャートのステップの順序等は一例であり、順序の入れ替えを行ってもよい。

【0080】

また、室温履歴情報記憶部103、温度制御情報記憶部105及び外環境情報記憶部107には、室温情報取得部102、温度制御情報取得部104及び外環境情報取得部106により、必要な情報が記憶されているものとする。

【0081】

図9は、室内温度推定装置100の推定処理で用いられる、室温履歴情報、温度制御情報及び外環境情報の一例を示すグラフである。

例えば、図9は、推定処理を行う当日のデータであり、温度制御機器は、具体的には空

50

気調和機である。ここでは、推定処理は、午前 4 時 3 0 分に行われる。

【 0 0 8 2 】

図 9 中の実線 L 9 は、室温履歴情報記憶部 1 0 3 に記憶されている室温履歴情報で示される室温を表しており、推定処理が行われる午前 4 時 3 0 分までの室温が記憶されている。

【 0 0 8 3 】

図 9 中の一点鎖線 L 1 0 は、外環境情報記憶部 1 0 7 に記憶されている外環境情報で示される気温を表している。この例では、気温は、部屋の属する地域の予報気温である。ここでの気温は、対象状態としての対象気温である。

【 0 0 8 4 】

図 9 中の矢印並びに ON 及び OFF は、温度制御情報に含まれている動作計画情報で示されている動作計画を表している。この例においては、午前 0 時 0 0 分から午前 6 時 0 0 分まで OFF である予定であり、午前 6 時 0 0 分から午前 9 時 0 0 分までは空気調和機は ON であり、設定温度は 2 0 である予定であり、午前 9 時 0 0 分から午後 1 2 時 0 0 分までは空気調和機は OFF である予定である。

以降の推定処理をこの例を用いて説明する。

【 0 0 8 5 】

まず、影響有無判定部 1 0 8 は、温度制御情報に含まれている動作計画情報に基づいて、室温に温度制御機器の影響が有る影響有り期間と、室温に温度制御機器の影響が無い影響無し期間とを判定する (S 2 0)。ここでの影響有り期間は、対象影響有り期間ともいい、ここでの影響無し期間は対象影響無し期間ともいう。

【 0 0 8 6 】

図 1 0 の点線の矢印で影響有無判定の結果の一例が示されている。

温度制御機器が ON である期間、つまり午前 6 時 0 0 分から午前 9 時 0 0 分は影響有り期間である。

また、温度制御機器が OFF 開始から予め定められた期間も影響有り期間であるが、この例では、予め定められた期間は OFF 開始から 4 時間である。よって、午前 9 時 0 0 分から午後 1 時 0 0 分は影響有り期間である。

なお、影響無し期間はそれ以外の期間であり、この例では、午前 0 時 0 0 分から午前 6 時 0 0 分及び午後 1 時 0 0 分から午後 1 2 時 0 0 分である。

【 0 0 8 7 】

図 8 に戻り、次に、影響無室温推定部 1 1 1 は、室温モデル記憶部 1 1 0 に記憶されている室温モデルを用いて、室温を推定する (S 2 1)。ここで推定される室温を第 1 の推定室温ともいう。

図 1 0 中の破線 L 1 1 は、室温推定結果の一例を示している。

この例では、午前 4 時 3 0 分までの室温と、予報気温とを用いて午前 4 時 3 0 分以降の室温が推定されている。室温モデルは、影響無し期間の室温を学習しているため、推定結果は、温度制御機器が継続して OFF である場合の室温を示していることになる。

【 0 0 8 8 】

なお、用いられる室温モデルは、入力が気温のみ又は室温のみであってもよい。例えば、入力が室温のみである場合は、入力 of 室温が得られた時刻から時間が経つにつれて推定精度は悪化するが、外環境情報を取得することなく室内温度推定装置 1 0 0 の推定処理を行うことを可能とする。

【 0 0 8 9 】

次に、統合部 1 1 5 は、室温を推定する対象となる期間である室温推定対象期間に影響有り期間が含まれるか否かを判断する (S 2 2)。室温推定対象期間に影響有り期間が含まれる場合 (S 2 2 で Yes) には、処理はステップ S 2 3 に進み、室温推定対象期間に影響有り期間が含まれない場合 (S 2 2 で No) には、処理はステップ S 2 5 に進む。

【 0 0 9 0 】

ステップ S 2 3 では、影響有室温推定部 1 1 4 は、室温変化モデル記憶部 1 1 3 に記憶されている室温変化モデルを用いて、室温履歴情報と、温度制御情報と、影響無しの場合

10

20

30

40

50

の室温とから、影響有り期間における室温変化を推定することで、影響有り期間における室温を推定する。ここで推定される室温を第2の推定室温ともいう。

【0091】

図10で示される例では、ON開始時である午前6時00分における、設定温度と、影響無しの場合の室温とから、ON開始時温度差を推定することができ、それをON後室温変化モデルに入力することでON期間の室温変化を推定することができる。

【0092】

また、ON期間の室温変化推定結果の、OFF開始時である午前9時00分における室温と、その時刻における影響無しの場合の室温との差を、OFF開始時温度差とし、それをOFF後室温変化モデルに入力することでOFF期間の室温変化を推定することができる。

10

【0093】

次に、統合部115は、影響無室温推定部111から与えられる室温推定結果と、影響有室温推定部114から与えられる室温変化推定結果とを統合することで、最終的な室温推定結果である統合室温推定結果を生成する(S24)。この例においては、統合部115は、影響無室温推定部111で推定された影響無し期間の室温と、影響有室温推定部114で推定された影響有り期間の室温とを連結することで、統合室温推定結果を生成する。

図11の破線L12は、統合室温推定結果で示される室温の一例を示している。

【0094】

ステップS25では、出力部116は、統合室温推定結果を出力する。なお、ステップS22で室温推定対象期間に影響有り期間が含まれないと判断された場合(S22でNo)には、統合部115は、ステップS21で推定された室温推定結果を、統合室温推定結果として、出力部116に与える。

20

【0095】

出力された統合室温推定結果は、以下のように用いられる。

例えば、温度制御機器が空気調和機であり、部屋がユーザの住宅のリビングルームであるとする。室内温度推定装置100は、空気調和機がOFFであった場合の将来の室温を予測し、予測した室温が高いためにユーザの熱中症を引き起こすおそれがある場合、又は、予測した室温の変化が大きくユーザの血圧を不安定化させるおそれがある場合に、ユーザに室温推定値を通知、又は、空気調和機を制御することで事前にユーザの健康被害を防止する。

30

【0096】

また、室内温度推定装置100は、例えば、空気調和機のON後の室温を予測することで、帰宅時刻における室温をユーザに通知し、帰宅時に部屋が快適となるようにユーザに空気調和機の動作設定をうながす。

さらに、室内温度推定装置100は、例えば、空気調和機のOFF後の室温を予測することで、出勤時刻よりも少し前にOFFにしても快適性が維持できることをユーザに示し、省エネをうながす。

【0097】

以上の実施の形態によれば、室内温度推定装置100は、温度制御機器の影響の有無で場合分けをして、影響無し期間における室温モデル及び影響有り期間における室温変化モデルを用いることにより、学習済モデルを単純化させることができる。例えば、影響無し期間における室温モデルは、温度制御機器の影響を除くことでモデルを単純化させることができ、影響有り期間における室温変化モデルは、外環境の影響を室温モデルに転嫁することでモデルを単純化させることができる。

40

【0098】

赤池情報量基準等に示されるようにモデルが複雑であるほどに過剰適合が起きやすくなり、精度を上げるためにより多くの学習データを必要とする。本実施の形態は、モデルを単純化することによって、モデルを学習させる場合に所要の推定精度を満たすまでに必要なデータ数を減少させ、よって室温推定値を利用したサービス提供開始を早めることがで

50

きる。また、モデルの利用の際に処理または保存すべきデータ量を減少させ、計算の負荷を低下させることができる。

【 0 0 9 9 】

また、以上のように実施の形態について説明したが、本開示はこれらの実施の形態に限るものではない。本実施の形態では温度制御機器が部屋を暖める場合の学習処理と推定処理の一例を示したが、温度制御機器が部屋を冷やす場合も同様にして学習処理及び推定処理が可能である。

【 符号の説明 】

【 0 1 0 0 】

1 0 0 室内温度推定装置、 1 0 1 I / F 部、 1 0 2 室温情報取得部、 1 0 3 室温履歴情報記憶部、 1 0 4 温度制御情報取得部、 1 0 5 温度制御情報記憶部、 1 0 6 外環境情報取得部、 1 0 7 外環境情報記憶部、 1 0 8 影響有無判定部、 1 0 9 室温モデル生成部、 1 1 0 室温モデル記憶部、 1 1 1 影響無室温推定部、 1 1 2 室温変化モデル生成部、 1 1 3 室温変化モデル記憶部、 1 1 4 影響有室温推定部、 1 1 5 統合部、 1 1 6 出力部、 1 1 7 モデル取得部。

10

20

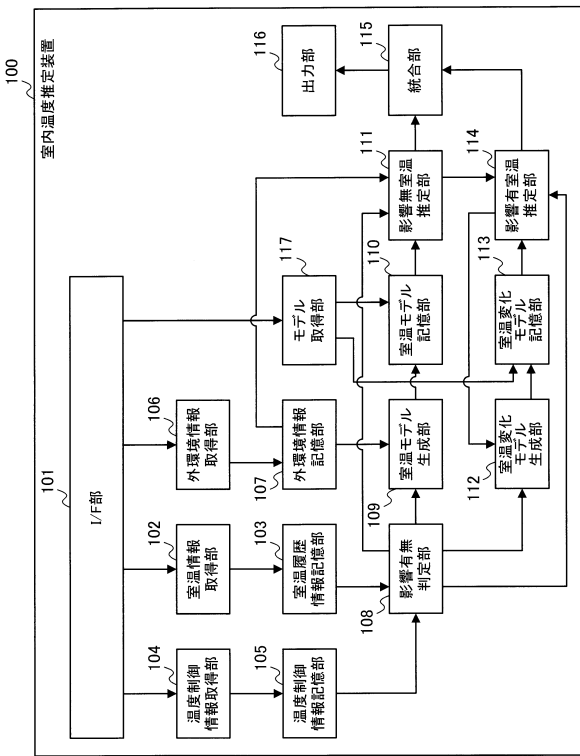
30

40

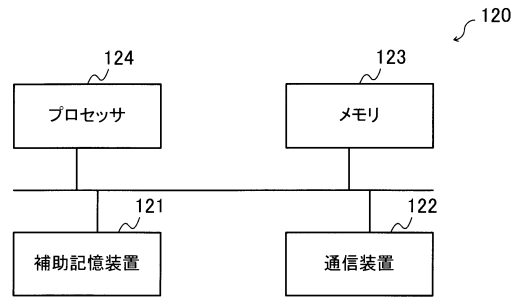
50

【図面】

【図 1】



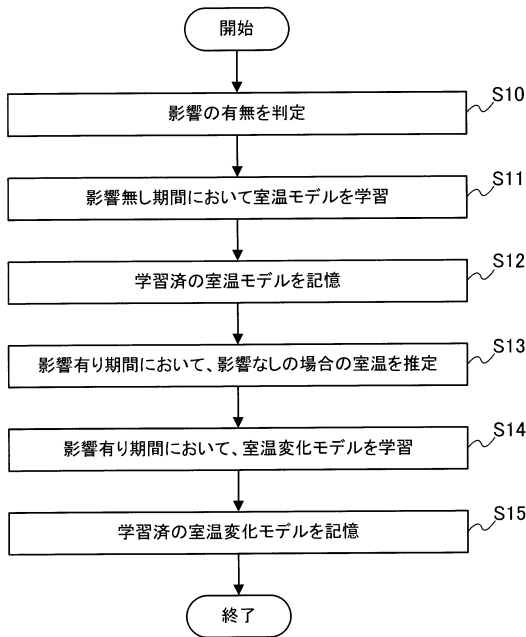
【図 2】



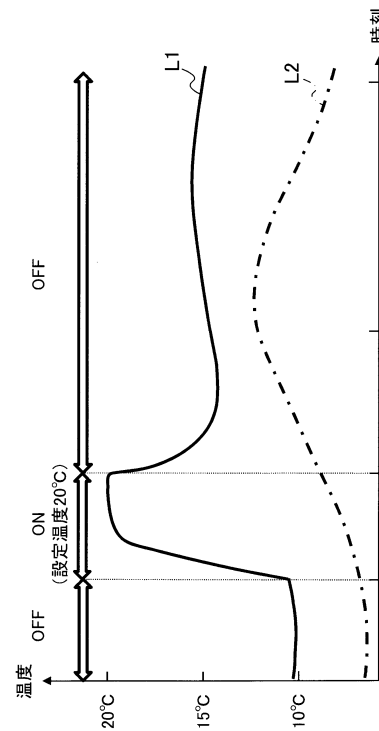
10

20

【図 3】



【図 4】

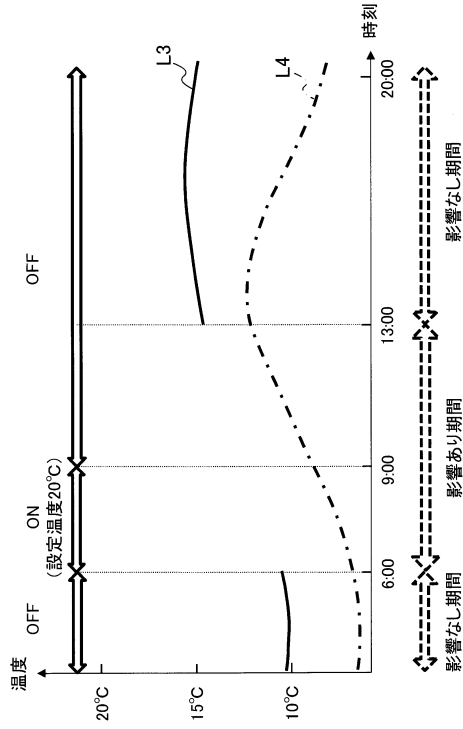


30

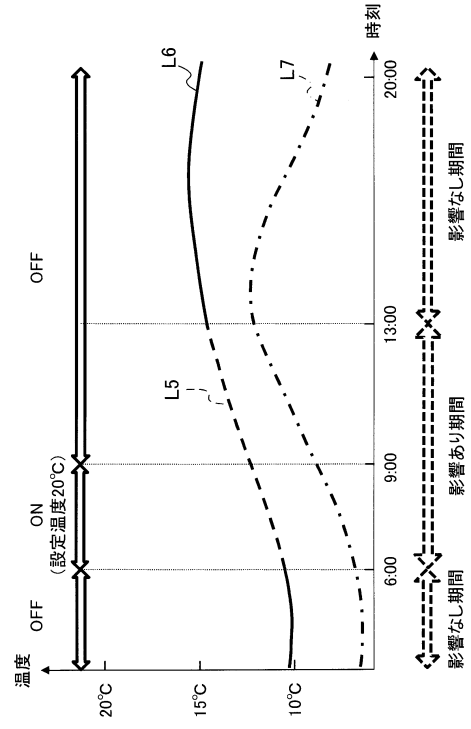
40

50

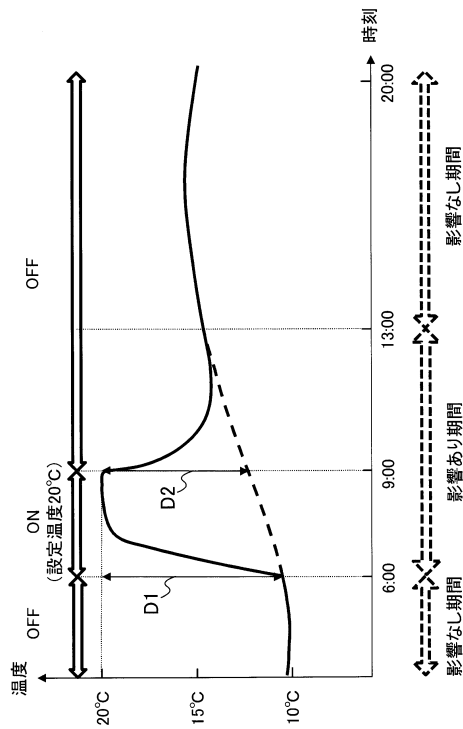
【図5】



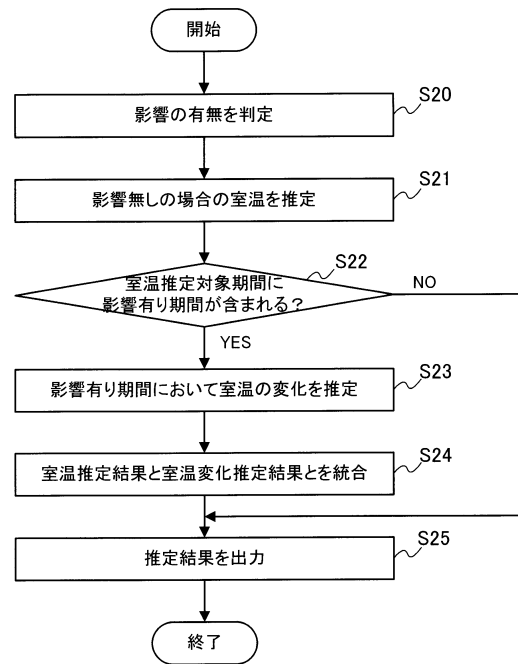
【図6】



【図7】



【図8】



10

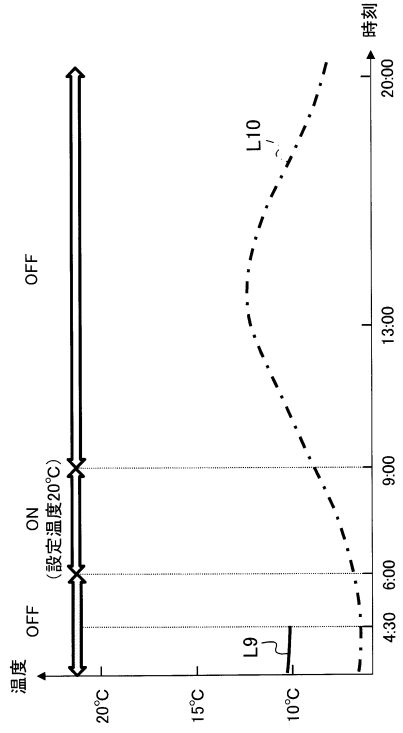
20

30

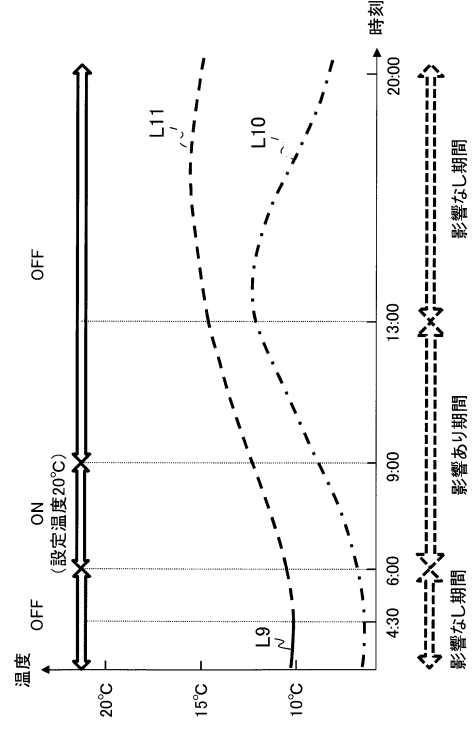
40

50

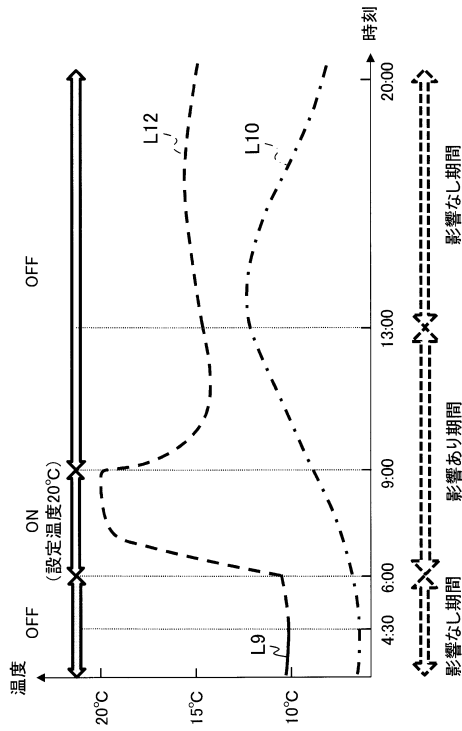
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 生田目 祥吾
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 矢野 裕信
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- 審査官 石田 佳久
- (56)参考文献 特開2017-067427(JP,A)
特開2013-167425(JP,A)
特開2019-184154(JP,A)
特開2019-100687(JP,A)
特開2020-060331(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
F24F 11/00 - 11/89