

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6723964号
(P6723964)

(45) 発行日 令和2年7月15日(2020.7.15)

(24) 登録日 令和2年6月26日(2020.6.26)

(51) Int.Cl.

G01K 1/20 (2006.01)
G01K 7/00 (2006.01)

F 1

G01K 1/20
G01K 7/00 381D

請求項の数 8 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2017-183582 (P2017-183582)
 (22) 出願日 平成29年9月25日 (2017.9.25)
 (65) 公開番号 特開2019-60642 (P2019-60642A)
 (43) 公開日 平成31年4月18日 (2019.4.18)
 審査請求日 令和2年4月10日 (2020.4.10)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 391010116
 E I Z O 株式会社
 石川県白山市下柏野町 153 番地
 (74) 代理人 110001139
 S K 特許業務法人
 (74) 代理人 100130328
 弁理士 奥野 駿彦
 (74) 代理人 100130672
 弁理士 伊藤 寛之
 (72) 発明者 伴場 裕介
 石川県白山市下柏野町 153 番地 E I Z
 O 株式会社内
 (72) 発明者 大柿 譲
 石川県白山市下柏野町 153 番地 E I Z
 O 株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 霧囲気温度推定装置、霧囲気温度推定方法、プログラム及びシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ニューラルネットワークと、
 霧囲気温度推定装置内の 1 又は複数の温度値を取得する温度取得部と、
 前記ニューラルネットワークを用いて、前記霧囲気温度推定装置の周辺の霧囲気温度を
 推定するニューラルネットワーク計算部と、
 前記霧囲気温度推定装置内を冷却制御値に基づき制御する冷却制御部と
 を備え、
 前記冷却制御部は、前記冷却制御値を動的に制御するように構成され、
 前記ニューラルネットワーク計算部が前記ニューラルネットワークに入力する入力値は 10
 、前記温度取得部により取得された温度値と、
 前記霧囲気温度推定装置内の熱源を制御する熱源制御値と、
 前記冷却制御値とを含み、
 前記冷却制御値は、最低設定値と最大設定値との間の設定値を含む、
 霧囲気温度推定装置。

【請求項 2】

前記入力値は、予め定められた期間における前記温度値の変化量を含む、請求項 1 に記載の霧囲気温度推定装置。

【請求項 3】

前記熱源は、バックライト又は内部回路である、請求項 1 又は請求項 2 に記載の霧囲気 20

温度推定装置。

【請求項 4】

前記入力値は、前記霧囲気温度推定装置又は前記熱源の少なくとも一方の通電時間を含む、請求項 1 ~ 請求項 3 の何れか 1 つに記載の霧囲気温度推定装置。

【請求項 5】

前記ニューラルネットワークは、複数の計算ノードにより構成され、

前記計算ノード毎に予め定められた重みが設定されており、

前記重みは、他の情報処理装置により予め機械学習されることにより設定されるか、前記霧囲気温度推定装置内により機械学習が実行されることにより設定される、請求項 1 ~ 請求項 4 の何れか 1 つに記載の霧囲気温度推定装置。

10

【請求項 6】

温度取得部により、霧囲気温度推定装置内の 1 又は複数の温度値を取得する温度取得ステップと、

ニューラルネットワーク計算部により、ニューラルネットワークを用いて、前記霧囲気温度推定装置の周辺の霧囲気温度を推定するニューラルネットワーク計算ステップと、

冷却制御部により、前記霧囲気温度推定装置内を冷却制御値に基づき制御する冷却制御ステップと、

を備え、

前記冷却制御ステップでは、前記冷却制御値は動的に制御され、

前記ニューラルネットワークに入力される入力値は、前記温度取得部により取得された温度値と、前記霧囲気温度推定装置内の熱源を制御する熱源制御値と、前記冷却制御値と、を含み、

20

前記冷却制御値は、最低設定値と最大設定値との間の設定値を含む、を含む、

霧囲気温度推定方法。

【請求項 7】

コンピュータを、

ニューラルネットワーク、

霧囲気温度推定装置内の 1 又は複数の温度値を取得する温度取得部、

前記ニューラルネットワークを用いて、前記霧囲気温度推定装置の周辺の霧囲気温度を推定するニューラルネットワーク計算部、

30

前記霧囲気温度推定装置内を冷却制御値に基づき制御する冷却制御部、

として機能させ、

前記冷却制御部は、前記冷却制御値を動的に制御するように構成され、

前記ニューラルネットワーク計算部が前記ニューラルネットワークに入力する入力値は、前記温度取得部により取得された温度値と、前記霧囲気温度推定装置内の熱源を制御する熱源制御値と、

前記冷却制御値と、を含み、

前記冷却制御値は、最低設定値と最大設定値との間の設定値を含む、

プログラム。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の霧囲気温度推定装置と、

情報処理装置と、

を有し、

前記霧囲気温度推定装置及び前記情報処理装置はそれぞれ、互いにデータ通信可能な通信部及びニューラルネットワークを備え、

前記ニューラルネットワークは、複数の計算ノードにより構成され、

前記計算ノード毎に予め定められた重みが設定されており、

前記情報処理装置は、前記霧囲気温度推定装置の前記温度取得部が取得した温度値と、前記霧囲気温度推定装置内の熱源を制御する熱源制御値と、前記霧囲気温度推定装置内の冷却制御に用いられる冷却制御値とを通信部により取得するように構成され、

40

50

前記計算ノード及び前記重みは、前記情報処理装置の前記通信部が前記霧囲気温度推定装置から取得した前記温度値と、前記熱源制御値と、前記冷却制御値とを前記情報処理装置のニューラルネットワークを用いて機械学習することにより決定され、

前記霧囲気温度推定装置は、前記決定された重みを通信部により取得するように構成される、

システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、霧囲気温度推定装置、霧囲気温度推定方法、プログラム及びシステムに関する。 10

【背景技術】

【0002】

表示装置の階調特性を好適に維持するため、表示装置の周辺の霧囲気温度を推定するための技術が提案されている。

【0003】

特許文献1には、表示装置内の2以上の温度センサと、温度センサにより検出された温度同士の相関関係を用いることにより、霧囲気温度を推定可能な表示装置が開示されている。

【先行技術文献】 20

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特願2011-253006号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1では、温度センサの位置決めや、霧囲気温度を推定するために用いるパラメータ調整に莫大な工数がかかっていた。具体的には、推定精度を高めるためにパラメータ調整を手動で行う必要があり、工数増加の原因となっていた。また、推定精度を高めることができない場合、温度センサの位置決めを再度行う必要があり、手戻りが発生していた。 30

また、特許文献1では、表示装置の冷却ファンが一定の制御値のもとに駆動している条件において温度同士の相関関係を決定することが前提である。これは、冷却ファンの制御値が動的に変更されると、2以上の温度センサにより検出される温度も動的に変化し、特許文献1の図4に基づく温度同士の相関関係を数式化することが極めて困難なためである。そのため、表示装置内の冷却ファンの制御値が動的に変更される場合には、特許文献1の技術では推定精度が低下する。

【0006】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、温度センサの位置に大きく依存せずに、短い工数、かつ、高い精度で霧囲気温度を推定できる霧囲気温度推定装置、霧囲気温度推定方法、及び、プログラムを提供するものである。 40

また、冷却ファンの制御値が動的に変更された場合でも、霧囲気温度の推定精度の高い霧囲気温度推定装置、霧囲気温度推定方法及びプログラムを提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明によれば、ニューラルネットワークと、霧囲気温度推定装置内の1又は複数の温度値を取得する温度取得部と、前記ニューラルネットワークを用いて、前記霧囲気温度推定装置の周辺の霧囲気温度を推定するニューラルネットワーク計算部を備え、前記ニューラルネットワーク計算部が前記ニューラルネットワークに入力する入力値は、前記温度取得部により取得された温度値と、前記霧囲気温度推定装置内の熱源を制御する熱源制御値 50

を含む、霧囲気温度推定装置が提供される。

【0008】

本発明によれば、霧囲気温度推定装置内の1又は複数の温度値と、霧囲気温度推定装置内の熱源を制御する熱源制御値を含むパラメータをニューラルネットワークに入力することにより、霧囲気温度を推定する。これにより、霧囲気温度の推定精度が極めて高くなつた。

【0009】

以下、本発明の種々の実施形態を例示する。以下に示す実施形態は互いに組み合わせ可能である。

好ましくは、前記霧囲気温度推定装置内を冷却制御値に基づき制御する冷却制御部を備え、前記入力値は、前記冷却制御値を含む。 10

好ましくは、前記冷却制御部は、前記冷却制御値を動的に制御するように構成される。

好ましくは、前記入力値は、予め定められた期間における前記温度値の変化量を含む。

好ましくは、前記熱源は、バックライト又は内部回路である。

好ましくは、前記入力値は、前記霧囲気温度推定装置又は前記熱源の少なくとも一方の通電時間を含む。

好ましくは、前記ニューラルネットワークは、複数の計算ノードにより構成され、前記計算ノード毎に予め定められた重みが設定されており、前記重みは、他の情報処理装置により予め機械学習されることにより設定されるか、前記霧囲気温度推定装置内により機械学習が実行されることにより設定される。 20

他の観点によれば、温度取得部により、霧囲気温度推定装置内の1又は複数の温度値を取得する温度取得ステップと、ニューラルネットワーク計算部により、ニューラルネットワークを用いて、前記霧囲気温度推定装置の周辺の霧囲気温度を推定するニューラルネットワーク計算ステップと、を備え、前記ニューラルネットワークに入力される入力値は、前記温度取得部により取得された温度値と、前記霧囲気温度推定装置内の熱源を制御する熱源制御値を含む、霧囲気温度推定方法が提供される。

他の観点によれば、コンピュータを、ニューラルネットワーク、霧囲気温度推定装置内の1又は複数の温度値を取得する温度取得部、前記ニューラルネットワークを用いて、前記霧囲気温度推定装置の周辺の霧囲気温度を推定するニューラルネットワーク計算部、として機能させ、前記ニューラルネットワーク計算部が前記ニューラルネットワークに入力する入力値は、前記温度取得部により取得された温度値と、前記霧囲気温度推定装置内の熱源を制御する熱源制御値を含む、プログラムが提供される。 30

他の観点によれば、上記の何れか1つに記載の霧囲気温度推定装置と、情報処理装置と、を有し、前記霧囲気温度推定装置及び前記情報処理装置はそれぞれ、互いにデータ通信可能な通信部及びニューラルネットワークを備え、前記ニューラルネットワークは、複数の計算ノードにより構成され、前記計算ノード毎に予め定められた重みが設定されており、前記情報処理装置は、前記霧囲気温度推定装置の前記温度取得部が取得した温度値と、前記霧囲気温度推定装置内の熱源を制御する熱源制御値を通信部により取得するように構成され、前記計算ノード及び前記重みは、前記情報処理装置の前記通信部が前記霧囲気温度推定装置から取得した前記温度値と、前記熱源制御値と、を前記情報処理装置のニューラルネットワークを用いて機械学習することにより決定され、前記霧囲気温度推定装置は、前記決定された重みを通信部により取得するように構成される、システムが提供される。 40

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の第1実施形態の霧囲気温度推定装置1の機能ブロック図である。

【図2】ニューラルネットワーク20の構成及びニューラルネットワーク計算部14によるニューラルネットワーク計算について説明するための概念図である。

【図3】ニューラルネットワーク計算に利用される重みwについて説明するための図である。 50

【図4】図4Aは、ニューラルネットワーク20に入力される種々のパラメータと入力信号の関係を、図4Bはニューラルネットワーク20から出力される出力信号と雰囲気温度の関係を表すテーブルの一例である。

【図5】雰囲気温度推定装置1におけるニューラルネットワーク計算に利用される重みwを決定するための情報処理装置30の機能ブロック図である。

【図6】情報処理装置30のニューラルネットワーク50を用いた機械学習の様子を表す概念図である。

【図7】雰囲気温度推定装置1に重みwが設定されるまでのフローを表すフローチャートである。

【図8】本発明の第2実施形態の雰囲気温度推定装置1の機能ブロック図である。 10

【図9】本発明の第3実施形態のシステム60の機能ブロック図である。

【図10】図10Aは、冷却ファンを固定駆動した場合における2つの温度センサによる温度値の経時変化を、図10Bは、冷却ファンを可変制御した場合における2つの温度センサによる温度値の経時変化を表すグラフである。

【図11】本発明の一実施形態の雰囲気温度推定装置1による2種類の雰囲気温度の推定結果と、本発明を適用せずに2つの温度センサを用いて雰囲気温度を推定した推定結果を示すグラフである。

【図12】雰囲気温度推定装置1への入力階調と表示部3の輝度の関係を表す模式図である。

【図13】図13Aは、本発明の一実施形態の雰囲気温度推定装置1による表示特性である。図13Bは、雰囲気温度を推定しない表示装置による表示特性である。 20

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、図面を用いて本発明の実施形態について説明する。以下に示す実施形態中で示した各種特徴事項は、互いに組み合わせ可能である。

【0012】

1. 第1実施形態

以下、図1～図7を用いて、本発明の第1実施形態に係る雰囲気温度推定装置1について説明する。第1実施形態における雰囲気温度推定装置1は、例えば表示装置に適用することができる。以下、雰囲気温度推定装置1を表示装置に適用した例について説明する。 30

【0013】

<雰囲気温度推定装置1>

図1に示すように、雰囲気温度推定装置1は、操作部2、表示部3、バックライト4、冷却ファン5、基板6、温度取得部7、記憶部8、通信部9、制御部10及びニューラルネットワーク20(図中においてNNと表示。以下同様)を備える。

【0014】

操作部2は、表示部3を操作するものであり、例えば、タッチパネル、キーボード、スイッチ、音声入力部又は動き検出部により構成される。例えば、操作部2によりOSD(On Screen Display)上の各種設定情報が操作される。表示部3は、種々の画像(静止画及び動画を含む)を表示するものであり、例えば、液晶ディスプレイ、有機ELディスプレイ、任意のタッチパネルディスプレイやその他のディスプレイで構成される。バックライト4は、表示部3を照明するものであり、雰囲気温度推定装置1内に熱を放出する熱源となり得るものである。また、バックライト4は、その強度を後述の熱源制御値により制御可能に構成される。冷却ファン5は、雰囲気温度推定装置1内に設けられ、雰囲気温度推定装置1内を冷却するためのものである。また、冷却ファン5は、その駆動強度を後述の冷却制御値により制御可能に構成される。基板6には、雰囲気温度推定装置1内に設けられる種々の内部回路が設けられる。ここで、基板6に設けられる内部回路は、バックライト4と同様に、熱源の一例である。換言すると、本実施形態における熱源は、バックライト4又は内部回路である。 40

【0015】

50

ここで、霧囲気温度推定装置1を、有機ELディスプレイを備える表示装置に適用した場合、有機ELディスプレイが自発発光するため、バックライト4は必須の構成ではない。

【0016】

温度取得部7は、例えば温度センサにより構成され、霧囲気温度推定装置1内の1又は複数の温度値を取得するためのものである。ここで、温度値とは、実際の温度そのものでもよく、所定の変換を施した値又は実際の温度と比例関係、相関関係がある値であってもよい。例えば、温度が0°のときの温度値を0、温度が100°のときの温度値を1としてもよい。また、温度取得部7は、霧囲気温度推定装置1内の任意の位置に設けることができる。記憶部8は、種々のデータやプログラムを記憶するものであり、例えば、メモリ、HDD又はSSD等により構成される。通信部9は、制御部10又は他の情報処理装置と種々のデータを送受信するものであり、任意のI/Oにより構成される。

【0017】

制御部10は、熱源制御部11、冷却制御部12、温度変化量計算部13及びニューラルネットワーク計算部14(図中においてNN計算部と表示。以下同様)を備える。熱源制御部11は、霧囲気温度推定装置1内の熱源を熱源制御値に基づき制御するものである。ここで、本実施形態では、バックライト4を熱源として扱っており、熱源制御値はバックライト4の輝度設定値である。熱源制御値(輝度設定値)に用いる値は特に限定されないが、例えば0(バックライト4の輝度が最低(0)となる設定値)~100(バックライト4の輝度が最大輝度となる設定値)とすることができます。冷却制御部12は、霧囲気温度推定装置1内を冷却制御値に基づき制御するものである。ここで、本実施形態では、冷却制御値は冷却ファン5の制御値である。冷却制御値に用いる値は特に限定されないが、例えば0(冷却ファン5の駆動が最低(冷却ファン5が停止)となる設定値)~100(冷却ファン5の駆動が最大となる設定値)とすることができます。また、冷却制御部12は、冷却制御を動的に制御するように構成される。これにより、冷却ファン5の駆動強度を動的に変更することができる。したがって、霧囲気温度推定装置1内が高温の場合には冷却ファン5の駆動強度を高くする一方、霧囲気温度推定装置1内の温度が低温の場合には、冷却ファン5の駆動強度を低くし、消費電力を低減することが可能になる。

【0018】

温度変化量計算部13は、温度取得部7が取得した温度値から、予め定められた期間における温度値の変化量を計算する。ここで、予め定められた期間は特に限定されず、例えば1秒、10秒、30秒、1分、3分、5分、10分またはそれ以上もしくはそれ以下の期間とすることができます。ニューラルネットワーク計算部14は、後述のニューラルネットワーク20を用いて、霧囲気温度推定装置1の周辺の霧囲気温度を推定する。本実施形態では、ニューラルネットワーク計算部14は、ニューラルネットワーク20に種々のパラメータに基づく入力値を入力する。また、ニューラルネットワーク計算部14がニューラルネットワーク20に入力する入力値は、温度取得部7により取得された温度値と、霧囲気温度推定装置1内の熱源を制御する熱源制御値を含む。ここで、霧囲気温度とは、霧囲気温度推定装置1の発熱による温度上昇等の影響を受けない温度である。すなわち、霧囲気温度推定装置1が屋内にあれば室温とほぼ等しい温度となり、霧囲気温度推定装置1が屋外にあれば室外温度とほぼ等しい温度となるものである。具体的には、ニューラルネットワーク計算部14は、温度取得部7により取得された温度値と、霧囲気温度推定装置1内の熱源を制御する熱源制御値をニューラルネットワーク20に入力し、霧囲気温度推定装置1の周辺の霧囲気温度を出力する。ニューラルネットワーク計算部14の詳細については、図3及び図4を用いて後述する。

【0019】

ニューラルネットワーク20は、種々のパラメータに基づく入力値が入力されるものであり、複数の計算ノードNにより構成され、計算ノードN毎に予め定められた重みwが設定されている。ここで、重みwは、計算ノードNの結合効率を表す量で、結合加重とも呼ばれるものである。ニューラルネットワーク20は、ソフト又はハードとして実装するこ

10

20

30

40

50

とができる、例えば、霧囲気温度推定装置1のファームウェア上に実装することができる。ここで、本実施形態では、重みwは、後述する他の情報処理装置30により予め機械学習されることにより設定されるか、霧囲気温度推定装置1内により機械学習が実行されることにより設定される。詳細については後述する。

【0020】

図2に示すように、ニューラルネットワーク20は、複数の層（第1層L1～第3層L3）及び複数の計算ノードN（N11～N31）により構成される。ここで、N_ijは、第i層のj番目の計算ノードNを表す。本実施形態では、i=3、j=5としてニューラルネットワーク20を構築している。なお、i,jの値はこれに限定されず、例えばi=1～100、j=1～100の間の整数又は100以上の整数とすることができます。 10

【0021】

また、各計算ノードNには、予め定められた重みwが設定される。図3に示すように、例えば、第2層の計算ノードN23に着目した場合、計算ノードN23と、一つ前の層である第1層の全計算ノードN11～N15の間に、重みwが設定される。重みwは、例えば-1～1の値に設定される。

【0022】

ニューラルネットワーク計算部14は、ニューラルネットワーク20に種々のパラメータを入力する。本実施形態では、ニューラルネットワーク20に入力するパラメータとして、第1温度値、第2温度値、熱源制御値、冷却制御値、第1温度変化量及び第2温度変化量を用いる。ここで、第1温度値及び第2温度値は、温度取得部7として2つの温度センサを設けた場合における、それぞれの温度センサにより検出された第1温度及び第2温度に基づく温度値である。また、第1温度変化量及び第2温度変化量は、第1温度値及び第2温度値の予め定められた期間における変化量である。 20

【0023】

このように、本実施形態では、ニューラルネットワーク20に入力される入力値には、温度値及び熱源制御値に加え、冷却制御値及び予め定められた期間における度値の変化量が含まれる。

【0024】

ここで、図4に示すように、各パラメータは、ニューラルネットワーク20に入力されるにあたり、0～1の値に正規化される。本実施形態では、説明の簡略化のため、全てのパラメータを0～100と定義し、これを0～1の入力信号に変換する場合について説明する。例えば、第1温度が0の場合、入力信号として0（=第1温度値）を入力する。また、第1温度が100の場合、入力信号として1（=第1温度値）を入力する。また、熱源制御値では、輝度設定値が0の場合、入力信号として0（=熱源制御値）を入力する。また、輝度設定値が100の場合、入力信号として1（=熱源制御値）を入力する。このように、他のパラメータについても、0～100の値を0～1の入力信号に変換する。 30

【0025】

そして、図2に示すように、ニューラルネットワーク計算部14は、各種パラメータにより規定される入力信号を第1層L1に入力する。かかる入力信号は、第1層の計算ノードN11～N15から、第2層L2の計算ノードN21～N25にそれぞれ出力される。このとき、計算ノードN11～N15から出力された値に対し、計算ノードN毎に設定された重みwを掛け合わせた値が計算ノードN21～N25に入力される。計算ノードN21～N25は、入力値を足し合わせ、かかる値に図3に示されるバイアスbを足した値を活性化関数f（）に入力する。そして、活性化関数f（）の出力値（図3の例では仮想的な計算ノードノードN'23からの出力値）が次ノードである計算ノードN31に伝搬される。このとき、計算ノードN21～N25と計算ノードN31の間との間に設定された重みwと上記出力値を掛け合わせた値が計算ノードN31に入力される。計算ノードN31は、入力値を足し合わせ、合計値を出力信号として出力する。このとき、計算ノードN31は、入力値を足し合わせ、合計値にバイアスを足した値を活性化関数に入力してその 40

出力値を出力信号として出力してもよい。ここで、本実施形態では、出力信号の値は0～1の値となるように調整されている。そして、図4Bに示すように、ニューラルネットワーク計算部14は、出力信号の値に対応する値を推定霧囲気温度として出力する。

【0026】

制御部10は、推定した霧囲気温度に基づいて、表示部3の輝度、色度、又は、ムラを調整する。例えば、制御部10は、推定した霧囲気温度に基づいて、表示部3の階調特性を補正するために、不図示のLUTテーブルを書き換える（ガンマ補正）ことにより、表示部3の輝度を霧囲気温度に合わせて調整する。

【0027】

このように、本実施形態では、霧囲気温度推定装置1は、種々のパラメータを入力値とし、後述する他の情報処理装置30により予め機械学習されるか、霧囲気温度推定装置1内により機械学習が実行されることにより設定される重みwと、ニューラルネットワーク20を利用することにより、霧囲気温度を従来と比べて高い精度で推定することができる。

【0028】

ここで、本実施形態では、ニューラルネットワーク20への入力値として、予め定められた期間における温度値の変化量を用いたが、かかる温度値の変化量に代えて、霧囲気温度推定装置1又は熱源の少なくとも一方の通電時間をニューラルネットワーク20への入力値として用いる構成にしてもよい。例えば、霧囲気温度推定装置1は通電されているがバックライトは通電されていない状態における通電時間を入力値として用いる構成にしてもよい。

【0029】

<情報処理装置30>

次に、図5を用いて、霧囲気温度推定装置1の重みwを設定するための情報処理装置30について説明する。

【0030】

図5に示すように、情報処理装置30は、通信部31、パラメータ取得部32、記憶部33、制御部40及びニューラルネットワーク50を備える。情報処理装置30は、例えばコンピュータ又はサーバ

等により構成される。通信部31、記憶部33及びニューラルネットワーク50については、霧囲気温度推定装置1の通信部9、記憶部8及びニューラルネットワーク20と同様の機能であるため、その説明を省略する。ここで、本実施形態では、通信部9及び通信部31は、互いにデータの送受信可能に構成される。また、ニューラルネットワーク50における階層数及び計算ノードNの構成は、開発者側で適宜設計することができる。

【0031】

パラメータ取得部32は、霧囲気温度推定装置1のニューラルネットワーク20に入力される種々のパラメータを取得するものである。情報処理装置30は、通信部31を介して、霧囲気温度推定装置1の通信部9から種々のパラメータを取得する。ここで、通信部9及び通信部31の接続様態は特に限定されず、有線又は無線を問わない。

【0032】

制御部40は、温度変化計算部41、ニューラルネットワーク計算部42、機械学習実行部43及び重み設定部44を備える。温度変化計算部41及びニューラルネットワーク計算部42については、霧囲気温度推定装置1の温度変化量計算部13及びニューラルネットワーク計算部14と同様の機能であるため、その説明を省略する。

【0033】

機械学習実行部43は、パラメータ取得部32が取得した種々のパラメータをニューラルネットワーク50に代入し、ニューラルネットワーク計算部42による計算を繰り返すことにより、霧囲気温度を推定するための機械学習を実行するものである。そして、機械学習実行部43による機械学習の結果、重みwを決定する。

【0034】

10

20

30

40

50

重み設定部 4 4 は、機械学習実行部 4 3 による機械学習の結果、霧囲気温度推定装置 1 に設定すべき重み w をニューラルネットワーク 5 0 に設定するものである。

【 0 0 3 5 】

以下、情報処理装置 3 0 による機械学習について説明する。

【 0 0 3 6 】

図 6 に示すように、機械学習実行部 4 3 は、図 2 に示されるニューラルネットワーク 2 0 と同じ構成のニューラルネットワーク 5 0 を構成する各計算ノード N に対し、例えば-1 ~ 1 までの重み w を設定する。このとき、重み w の影響を低減するため、最初に設定する重み w の絶対値は小さいことが好ましい。そして、情報処理装置 3 0 が取得した 6 種類の入力値セットをニューラルネットワーク 5 0 に入力する。そして、ニューラルネットワーク 5 0 からの出力信号と、霧囲気温度の実測値を表す教師データを比較し、出力信号と教師データの差分（以下、誤差という）が予め定められた閾値以上の場合、重み w を変更し、再び 6 種類の入力値セットをニューラルネットワーク 5 0 に入力する。このとき、重み w の変更は、公知の誤差伝搬法等により実行される。かかる計算を繰り返し実行（機械学習）することにより、ニューラルネットワーク 5 0 からの出力信号と予め与えた教師データの誤差を極小化する。このとき、機械学習の学習回数は特に限定されず、例えば、1 0 0 0 回 ~ 2 0 0 0 0 回とすることができる。また、実際に出力信号と予め与えた教師データの誤差が極小化されていなくても、かかる誤差が予め定められた閾値以下となった場合又は開発者の任意のタイミングで機械学習を終了することにしてもよい。

【 0 0 3 7 】

そして、機械学習実行部 4 3 による機械学習が終了すると、重み設定部 4 4 は、このときの各計算ノード N の重みをニューラルネットワーク 5 0 に設定する。つまり、本実施形態では、ニューラルネットワーク 5 0 上に設けられたメモリ等の記憶部に重み w が格納される。そして、重み設定部 4 4 により設定された重み w が、通信部 3 1 を介して霧囲気温度推定装置 1 に送信され、霧囲気温度推定装置 1 のニューラルネットワーク 2 0 の各計算ノード N の重みとされる。本実施形態では、ニューラルネットワーク 2 0 上に設けられたメモリ等の記憶部に重み w が格納される。ここで、霧囲気温度推定装置 1 のニューラルネットワーク 2 0 の構成は、情報処理装置 3 0 のニューラルネットワーク 5 0 の構成と同じにすることにより、重み設定部 4 4 により設定された重み w をそのまま用いることが可能になる。

【 0 0 3 8 】

< 情報処理装置 3 0 と霧囲気温度推定装置 1 の間の処理 >

次に、図 7 を用いて、情報処理装置 3 0 と霧囲気温度推定装置 1 の間の処理について説明する。

【 0 0 3 9 】

図 7 に示すように、本実施形態では、例えば開発者が情報処理装置 3 0 により重み w を設定し、かかる重み w を霧囲気温度推定装置 1 に実装した後に、霧囲気温度推定装置 1 を販売する。以下、霧囲気温度推定装置 1 に実装する重み w の設定手順について説明する。

【 0 0 4 0 】

まず、S 1 1 において、霧囲気温度推定装置 1 は、図 2 及び図 6 に示される 6 種類の入力値を、温度取得部 7 等により取得する。例えば、霧囲気温度推定装置 1 の周辺の霧囲気温度が 2 5 のときに、6 種類の入力値がそれぞれ、以下の通りであったとする。

- ・ 第 1 温度値 : 0 . 2 5
- ・ 第 2 温度値 : 0 . 3
- ・ 熱源制御値 : 0 . 5
- ・ 冷却制御値 : 0 . 3
- ・ 第 1 温度変化量 : 0 . 0 1
- ・ 第 2 温度変化量 : 0 . 0 2

霧囲気温度推定装置 1 は、上記入力値を 1 セットとし、記憶部 8 に格納する。

【 0 0 4 1 】

10

20

30

40

50

次に、霧囲気温度推定装置1の周辺の霧囲気温度を変化させた場合における6種類の入力値を1セットとし、記憶部8に格納する。同様に、熱源制御値を変化させた場合における6種類の入力値のセットと、冷却制御値を変化させた場合における6種類の入力値のセットを記憶部8に格納する。あわせて、霧囲気温度推定装置1は、予め定められた期間における温度変化を取得する。

【0042】

次に、S12において、霧囲気温度推定装置1と情報処理装置30を接続し、上記複数の入力値セットを、霧囲気温度推定装置1から情報処理装置30に送信する。ここで、霧囲気温度推定装置1と情報処理装置30の接続は、S11又はS11の前に行われてもよい。なお、この場合、S11において、6種類の入力値を霧囲気温度推定装置1の記憶部8に格納せず、そのまま情報処理装置30に送信する構成とすることができます。

10

【0043】

情報処理装置30は、S21において、霧囲気温度推定装置1が取得した複数の入力値セットを受信する。

【0044】

そして、S22において、ニューラルネットワーク計算部42、機械学習実行部43及びニューラルネットワーク50が協働し、上述の機械学習を実行する。具体的には、図6に示すように、6種類の入力値セットを第1層L1に入力し、各計算ノードにおいて重み付け演算を実行し、ニューラルネットワーク50から出力信号を出力する。

20

【0045】

次に、機械学習実行部43は、ニューラルネットワーク50の出力信号と、予め与えた教師データの誤差を監視し、S23において、教師データと出力信号に基づく温度の誤差が予め定められた閾値以下となったかを判定する。具体的には、図6に示すように、教師データである実際の霧囲気温度（実測霧囲気温度）が25、閾値が0.5であるとする。そして、ニューラルネットワーク50からの出力信号に基づいて推定された推定霧囲気温度が21であった場合、教師データと出力信号に基づく温度の誤差は4（=25-21）となる。これは、予め設定した閾値0.5よりも大きいので、機械学習実行部43により、重みwが変更される。かかる変更は、上述の誤差逆伝搬法等により実行される。そして、変更された重みwを用い、最初に入力した6種類の入力値セットを固定したまま、ニューラルネットワーク50による計算を継続する。

30

【0046】

S23において、教師データと出力信号に基づく温度の誤差が閾値以下とならない場合、機械学習を継続する。一方、S23において、かかる誤差が閾値以下となった場合、機械学習を終了する。そして、

上記処理を全ての入力値セット（複数の温度についての入力値セット）について実行し、重みwを決定する。

【0047】

次に、S24において、重み設定部44は、上述の機械学習で決定された重みwを、ニューラルネットワーク50に設定する。なお、S24の処理は必須ではない。

40

【0048】

次に、S25において、かかる重みwを霧囲気温度推定装置1に送信する。

【0049】

霧囲気温度推定装置1は、S13において、情報処理装置30から送信された重みwを受信する。

【0050】

そして、S14において、かかる重みwを、情報処理装置30のニューラルネットワーク50と同じ構造のニューラルネットワーク20に設定する。ここで、ニューラルネットワーク20は、予めファームウェア上に実装されていてもよい。

【0051】

これにより、情報処理装置30により機械学習された結果（重みw）を霧囲気温度推定

50

装置 1 のニューラルネットワーク 20 に設定することができ、従来と比較して非常に高い精度で雰囲気温度推定装置 1 の周辺の雰囲気温度を推定可能な雰囲気温度推定装置 1 が実現される。

【 0 0 5 2 】

つまり、図 7 における処理に利用されるシステムは、以下のように捉えることが可能である。

雰囲気温度推定装置 1 と、

情報処理装置 30 と、

を有し、

雰囲気温度推定装置 1 及び情報処理装置 30 はそれぞれ、互いにデータ通信可能な通信部 9、通信部 31 及びニューラルネットワーク 20、ニューラルネットワーク 50 を備え、

ニューラルネットワーク 20、ニューラルネットワーク 50 は、複数の計算ノード N により構成され、

計算ノード N 毎に予め定められた重み w が設定されており、

情報処理装置 30 は、雰囲気温度推定装置 1 の温度取得部 7 が取得した温度値と、雰囲気温度推定装置 1 内の熱源を制御する熱源制御値を通信部 31 により取得するように構成され、

計算ノード N 及び重み w は、情報処理装置 30 の通信部 31 が雰囲気温度推定装置 1 から取得した温度値と、熱源制御値と、を情報処理装置 30 のニューラルネットワーク 50 を用いて機械学習することにより決定され、

雰囲気温度推定装置 1 は、決定された重み w を通信部 9 により取得するように構成される、

システム。

【 0 0 5 3 】

ここで、本実施形態では、従来技術とは異なり、複数（2つ）の温度取得部 7 を、雰囲気温度推定装置 1 内の任意の位置に設けることができる。これは、機械学習によって最適な重み w を設定できるためである。これにより、従来技術では複数（2つ）の温度取得部 7 を設ける位置について試行錯誤を要し、多大な工数がかかっていたが、本実施形態ではかかる工数を大幅に削減することができる。さらに、従来技術では、2つの温度取得部 7 が取得する温度値の相関関係の決定に多大な工数がかかっていたが、本実施形態では機械学習を用いることにより、かかる工数を大幅に削減することができる。これにより、従来と比べ、温度取得部 7 の設置位置に対する高いロバスト性及び工数の削減を実現することができる。

【 0 0 5 4 】

<第 1 実施形態の効果>

以上説明した処理により、第 1 実施形態の雰囲気温度推定装置 1 は、以下の効果を奏する。

従来技術と比べ、極めて高い精度で雰囲気温度を推定することができる。さらに、開発者側でニューラルネットワーク 20 の構造及び重み w を決定するので、いわゆる「過学習」による推定精度の低下を低減することができる。

【 0 0 5 5 】

2. 第 2 実施形態

次に、図 8 を用いて、第 2 実施形態について説明する。第 2 実施形態の雰囲気温度推定装置 1 は、機械学習実行部 15 及び重み設定部 16 を備える点が第 1 実施形態と異なる。以下、相違点について説明する。

【 0 0 5 6 】

第 2 実施形態の雰囲気温度推定装置 1 は、機械学習実行部 15 及び重み設定部 16 を備えるので、雰囲気温度推定装置 1 がユーザーの手元に渡った後でも、自ら機械学習を実行し、雰囲気温度の推定精度を向上させることができる。

10

20

30

40

50

【0057】

このとき、第1実施形態と同様に、霧囲気温度推定装置1の出荷時においては、情報処理装置30を用いた重みwを予め設定しておくことが好ましい。そして、霧囲気温度推定装置1が出荷された後は、予め設定した重みwを自ら更新することにより、霧囲気温度推定装置1の霧囲気温度の推定精度を日々向上させることができることが可能になる。

【0058】

3. 第3実施形態

次に、図9を用いて、第3実施形態のシステム60について説明する。第3実施形態では、複数の霧囲気温度推定装置1がネットワーク100を介して情報処理装置30に接続される。

10

【0059】

各霧囲気温度推定装置1は、ユーザーの手元に渡った後、ニューラルネットワーク20に入力する種々のパラメータを情報処理装置30に送信する。そして、開発者が操作する情報処理装置30により機械学習が実行され、更新された重みwが霧囲気温度推定装置1に送信される。霧囲気温度推定装置1は、更新された重みwをニューラルネットワーク20の各計算ノードNに設定することにより、霧囲気温度推定装置1の霧囲気温度の推定精度を向上させることができる。

【0060】

このように、第3実施形態では、霧囲気温度推定装置1を出荷した後でも、開発者によって重みwが更新されるので、ユーザー側で不適切な機械学習が進行することを低減することができる。

20

【0061】

4. 推定精度

以下、図10～図13を用いて、上記実施形態における霧囲気温度推定装置1を用いた、霧囲気温度の推定精度の測定結果について説明する。

【0062】

図10A及び図10Bは、上記実施形態の霧囲気温度推定装置1の意義を説明するための図である。図10Aは、冷却ファン5の駆動強度を制御する冷却制御値を一定に保持した場合における、霧囲気温度推定装置1内の温度取得部7（第1温度センサ及び第2温度センサ）が検出した温度値の経時変化を示すグラフである。一方、図10Bは、冷却ファン5の駆動強度を制御する冷却制御値を動的に変化させた場合における、霧囲気温度推定装置1内の温度取得部7（第1温度センサ及び第2温度センサ）が検出した温度値の経時変化を示すグラフである。ここで、図10A及び図10Bでは、温度センサが検出した温度を正規化し、温度値（正規化）として縦軸に記している。

30

【0063】

図10Aに示すように、冷却制御値が一定である場合には、例えば特許文献1の技術のように、2つの温度センサが検出する温度同士の相関関係を利用することにより、霧囲気温度推定装置1の周辺の霧囲気温度を推定する関係式を決定するこができる。

【0064】

一方、図10Bに示すように、冷却制御値が動的に変化する場合には、第1温度センサ及び第2温度センサにより検出される温度がランダムに変化し、2つの温度センサが検出する温度同士の相関関係を決定することは、上記実施形態を利用しない場合には極めて困難である。

40

【0065】

図11は、上記実施形態の霧囲気温度推定装置1を用いた場合における、実際の霧囲気温度（熱電対測定）と推定された霧囲気温度をプロットしたグラフである。図11において、縦軸は温度を、横軸はバックライト4の明るさを低下させてからの時間を表す。ここで、図11では、熱電対測定により測定された温度及び従来の手法（例えば、特許文献1の技術）による推定温度に加え、2種類のニューラルネットワーク20を用いた推定（NN推定）による推定温度をプロットしている。ここで、図11において、2種類のNN推

50

定はそれぞれ、温度変化量計算部13により計算された温度変化量を用いずに行った推定（NN推定（温度変化量無し）と、温度変化量を用いて行った推定（NN推定（温度変化量あり））である。また、図11では、実際の雰囲気温度が15、25及び35のときにおける推定結果をまとめてプロットしている。

【0066】

さらに、実際の雰囲気温度が15のときには冷却ファン5を停止し、実際の雰囲気温度が25及び35のときには、冷却ファン5を一定の強度で駆動した。これは、雰囲気温度が15の場合、冷却ファン5で雰囲気温度推定装置1内を冷却する必要性が低いためであり、実際の利用シーンを再現するものである。

【0067】

図11に示すように、雰囲気温度が25又は35の場合、すなわち、冷却ファン5が一定の強度で駆動している場合には、従来の手法でも、高い推定精度が確認された。

【0068】

一方、雰囲気温度が15の場合、すなわち、冷却ファン5が停止している場合には、従来の手法と実際の雰囲気温度の誤差が大きくなっている。かかる誤差は最大で4であり、雰囲気温度の推定精度は低い。これは、冷却ファン5が停止していることにより、雰囲気温度推定装置1内の温度がランダムに変化した（図10Bの状態に相当）ためであると考えられる。また、ファンが一定の強度で駆動している際に比べて、内部温度が上昇したためと考えられる。

【0069】

一方、上記実施形態を用いた2種類のNN推定では、雰囲気温度が15の場合、すなわち、冷却ファン5が停止している場合でも、極めて高い推定精度が得られた。ここで、NN推定（温度変化量無し）では、雰囲気温度推定装置1のバックライトの明るさを低下させた直後においては、冷却ファン5が停止しているため、雰囲気温度推定装置1内の温度が十分に下がらず、雰囲気温度が25及び35の場合と比べ、推定精度が低下した。一方、NN推定（温度変化量あり）では、NN推定（温度変化量無し）と比べ、バックライト4の明るさを低下させた直後における推定精度が向上していることがわかる。これは、温度変化量を利用した機械学習の結果、雰囲気温度推定装置1のバックライト4の明るさを低下させた直後であるのか、又は雰囲気温度推定装置1内の温度が定常状態になったのかを判断することができるためである。なお、雰囲気温度推定装置1の電源をオフした直後についても、同様の理由により推定精度が向上する。

【0070】

このように、上記実施形態を用いることにより、従来と比べて高い推定精度を達成することができる。特に、温度変化量を用いることにより、推定精度はさらに向上する。

【0071】

図12及び図13は、従来技術と上記実施形態における入力階調と表示部3の輝度の関係を示すグラフである。

【0072】

図12は、横軸を入力階調とし、縦軸を輝度とした場合、雰囲気温度推定装置1に設定されたガンマカーブ（実線1）と、実際の表示部3の測定輝度（点線2）の関係を表す模式図である。雰囲気温度推定装置1の雰囲気温度の推定精度が100%であり、雰囲気温度に応じてガンマ補正の精度が完璧であると仮定した理想的な条件では、表示部3の測定輝度が実線1に従うが、雰囲気温度の推定精度が低い場合には、点線2で示すように、雰囲気温度推定装置1の測定輝度が理想的な点線1から上下にずれてしまう。ここで、図12に示すように、実線1から上方へのずれを「エラー率：+」、実線1から下方へのずれを「エラー率：-」と定義する。

【0073】

図13は、複数の雰囲気温度下において、冷却ファン5の冷却制御値を動的に変化させた場合における表示部3の輝度のエラー率を示すグラフである。図13において、縦軸はエラー率を、横軸はRGBの階調値を表す。なお、図13では、RGBを全て同じ階調値

10

20

30

40

50

としている。ここで、図13における複数の雰囲気温度は、図11と同じとした。具体的には、以下の12個の条件におけるエラー率である。

- 1：温度15() バックライトの設定値(769)
- 2：温度15() バックライトの設定値(512)
- 3：温度15() バックライトの設定値(256)
- 4：温度15() バックライトの設定値(30)
- 5：温度25() バックライトの設定値(769)
- 6：温度25() バックライトの設定値(512)
- 7：温度25() バックライトの設定値(256)
- 8：温度25() バックライトの設定値(30)
- 9：温度30() バックライトの設定値(769)
- 10：温度30() バックライトの設定値(512)
- 11：温度30() バックライトの設定値(256)
- 12：温度30() バックライトの設定値(30)

【0074】

図13Aは、従来技術を用いた場合における表示部3の輝度のエラー率を、図13Bは、上記実施形態を用いた場合における表示部3の輝度のエラー率を示す。

【0075】

図13Aに示すように、従来技術では、冷却ファン5の冷却制御値を動的に変化させた場合、雰囲気温度の推定精度が低下し、その結果、ガンマ補正の精度も低下するため、表示部3の輝度のエラー率の絶対値が最大で約2.5%（条件4）となっていた。

【0076】

一方、図13Bに示すように、上記実施形態では、冷却ファン5の冷却制御値を動的に変化させても、雰囲気温度の推定精度が高く、その結果、ガンマ補正の精度も向上し、表示部3の輝度のエラー率の絶対値が最大で約1.3%（条件4）まで低下した。

【0077】

＜その他＞

以上、種々の実施形態について説明したが、本発明は以下の態様でも実施可能である。

- ・温度取得部により、雰囲気推定装置内の1又は複数の温度値を取得する温度取得ステップと、

ニューラルネットワーク計算部により、ニューラルネットワークを用いて、前記雰囲気推定装置の周辺の雰囲気温度を推定するニューラルネットワーク計算ステップと、

を備え、

前記ニューラルネットワークに入力される入力値は、前記温度取得部により取得された温度値と、前記雰囲気推定装置内の熱源を制御する熱源制御値を含む、

雰囲気温度推定方法。

- ・コンピュータを、

ニューラルネットワーク、

雰囲気推定装置内の1又は複数の温度値を取得する温度取得部、

前記ニューラルネットワークを用いて、前記雰囲気推定装置の周辺の雰囲気温度を推定するニューラルネットワーク計算部、

として機能させ、

前記ニューラルネットワーク計算部が前記ニューラルネットワークに入力する入力値は、前記温度取得部により取得された温度値と、前記雰囲気推定装置内の熱源を制御する熱源制御値を含む、

プログラム。

- ・冷却ファン5の冷却制御値を、リニア変化を含む種々の変化をさせても対応可能である。
- ・温度取得部7を1つのみ利用することも可能である。
- ・計算ノードNの数、階層数は任意の値を採用することができる。

10

20

30

40

50

・バックライト4を用いない有機ELディスプレイに適用する場合、内部回路又は基板を熱源とし、かかる内部回路又は基板に対する制御値を熱源制御値として用いることができる。

・上記実施形態において、雰囲気温度推定装置1の一例として、表示装置内部の情報のみにより外部の雰囲気温度を推定する実施形態について説明した。これは、表示装置の外部に温度センサを設けた場合、表示装置の発熱の影響を受けるため正確に雰囲気温度を測定することが難しいためである。同様な課題を持つ種々の装置（装置内部の情報のみにより外部の雰囲気温度を推定する装置）にも本発明は、適用できる。

【符号の説明】

【0078】

1：雰囲気温度推定装置

2：操作部

3：表示部

4：バックライト

5：冷却ファン

6：基板

7：温度取得部

8：記憶部

9：通信部

10：制御部

11：熱源制御部

12：冷却制御部

13：温度変化量計算部

14：ニューラルネットワーク計算部

20：ニューラルネットワーク

30：情報処理装置

31：通信部

32：パラメータ取得部

33：記憶部

40：制御部

41：温度変化計算部

42：ニューラルネットワーク計算部

43：機械学習実行部

44：重み設定部

50：ニューラルネットワーク

60：システム

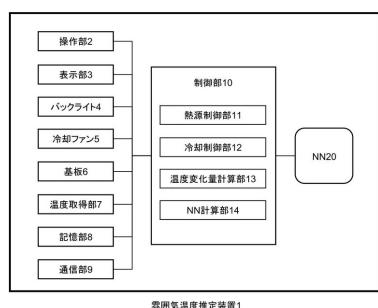
10

20

30

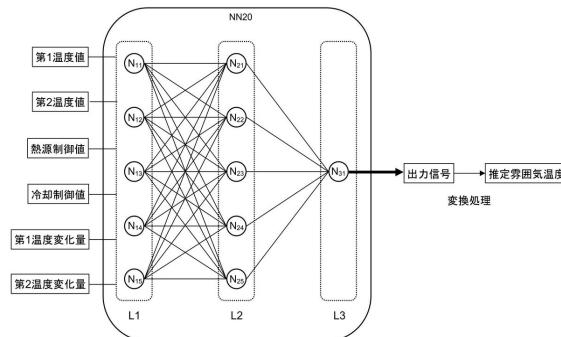
【図1】

図1 第1実施形態



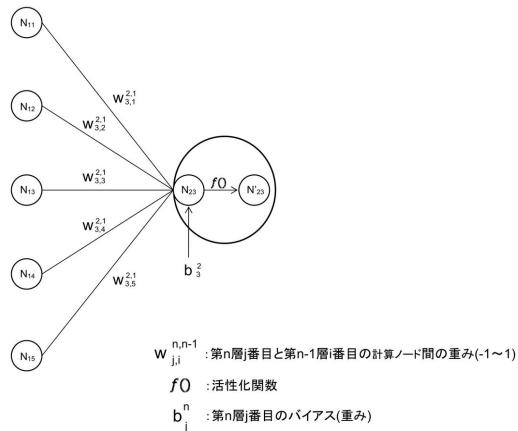
【図2】

図2



【図3】

図3

 $W^{n,n-1}_{ji}$: 第n層j番目と第n-1層i番目の計算ノード間の重み(-1~1) $f0$: 活性化関数 b_j^n : 第n層j番目のバイアス(重み)

【図4】

パラメータ	入力信号
0	0
1	0.01
2	0.02
...	...
99	0.99
100	1

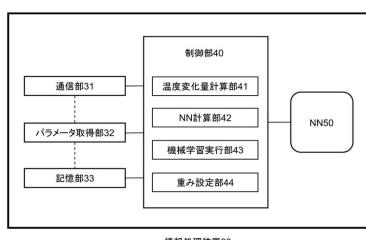
出力信号	推定霧囲気温度
0	0
0.01	1
0.02	2
...	...
0.99	99
1	100

図4A

図4B

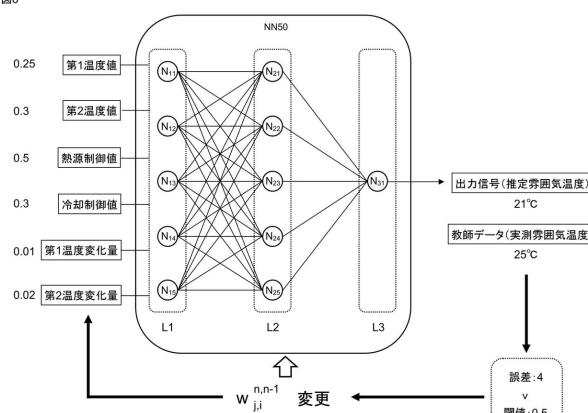
【図5】

図5



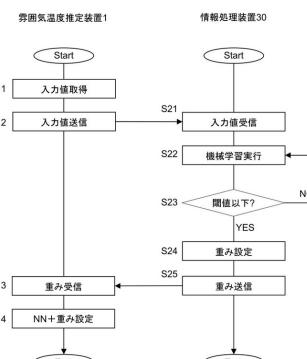
【図6】

図6



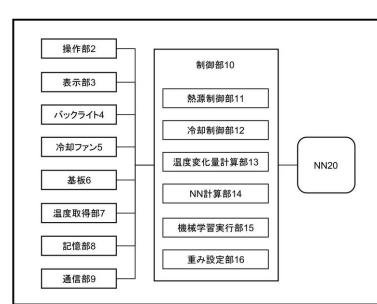
【図7】

図7



【図8】

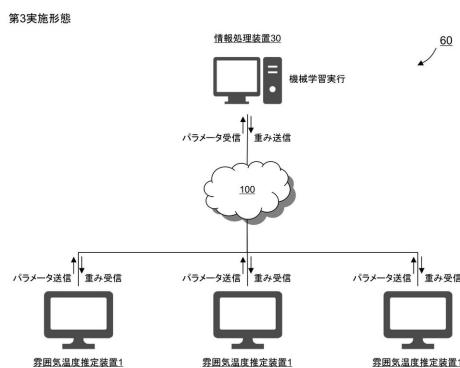
図8 第2実施形態



霧囲気温度推定装置1

【図9】

図9



【図10】

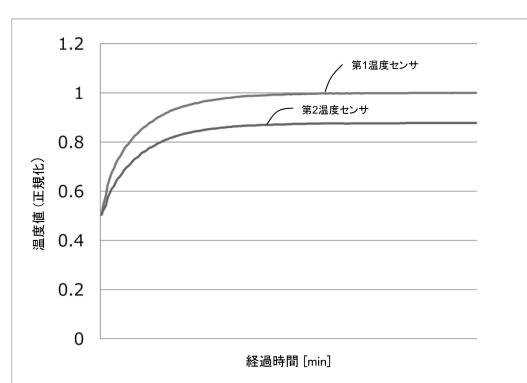


図10A

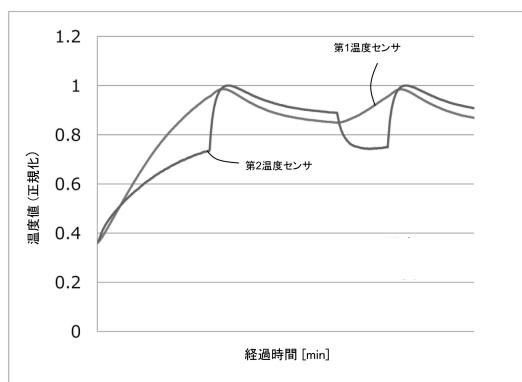
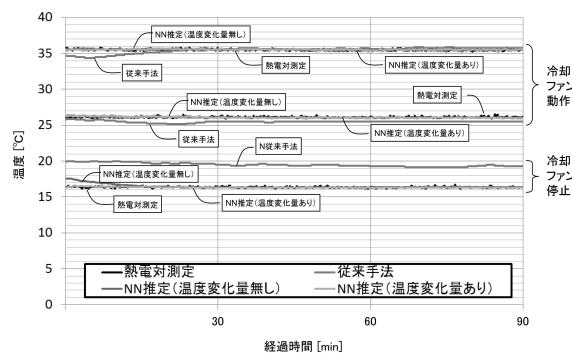


図10B

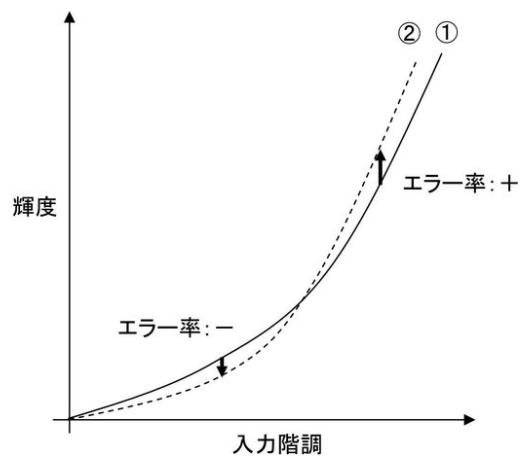
【図11】

図11



【図12】

図12



【図13】

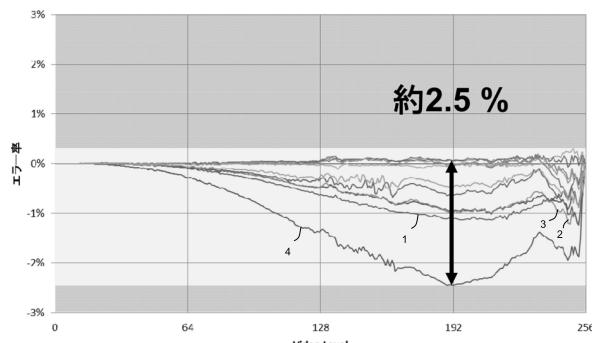


図13A

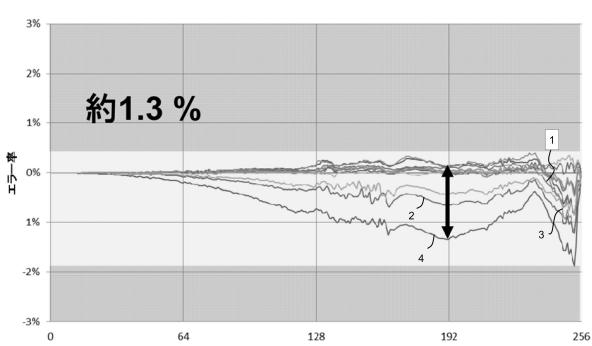


図13B

フロントページの続き

(72)発明者 田野入 宏一
石川県白山市下柏野町153番地 EIZO株式会社内

(72)発明者 橋 恵太
石川県白山市下柏野町153番地 EIZO株式会社内

(72)発明者 松田 卓也
石川県白山市下柏野町153番地 EIZO株式会社内

審査官 平野 真樹

(56)参考文献 特表2015-534038 (JP, A)
米国特許出願公開第2014/0355649 (US, A1)
特開2002-48878 (JP, A)
米国特許出願公開第2006/0165149 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01K 1/00 - 19/00