

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7608832号
(P7608832)

(45)発行日 令和7年1月7日(2025.1.7)

(24)登録日 令和6年12月23日(2024.12.23)

(51)国際特許分類

| | | | | | |
|---------|-----------------|-----|---------|-------|-------|
| G 0 6 N | 20/00 (2019.01) | F I | G 0 6 N | 20/00 | 1 3 0 |
| H 0 5 B | 47/20 (2020.01) | | H 0 5 B | 47/20 | |

請求項の数 4 (全9頁)

(21)出願番号 特願2021-767(P2021-767)
(22)出願日 令和3年1月6日(2021.1.6)
(65)公開番号 特開2022-106059(P2022-106059)
A)
(43)公開日 令和4年7月19日(2022.7.19)
審査請求日 令和5年12月20日(2023.12.20)

(73)特許権者 000211307
中国電力株式会社
広島県広島市中区小町4番33号
(74)代理人 100106002
弁理士 正林 真之
(74)代理人 100120891
弁理士 林 一好
(72)発明者 吉崎 司
広島県広島市中区小町4番33号 中国
電力株式会社内
審査官 佐藤 直樹

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 機械学習装置及び故障判定装置

(57)【特許請求の範囲】**【請求項1】**

航空障害灯の故障を判定するための学習モデルを構築する機械学習装置であって、前記航空障害灯を撮像した写真を入力データとして取得する入力データ取得手段と、前記写真において被写体とされる前記航空障害灯の故障状態の判定結果をラベルとして取得するラベル取得手段と、

前記入力データと前記ラベルとの組を教師データとして教師あり学習を行うことにより、前記航空障害灯を被写体として含む新たな写真における当該航空障害灯の故障状態を判定するための学習モデルを構築する学習モデル構築手段と、

を備え、

前記入力データ取得手段は、前記航空障害灯を撮像した時点での天気が晴天、曇天、雨天の各々の場合の写真を入力データとして取得し、

前記ラベル取得手段は、前記航空障害灯を撮像した時点での天気が晴天、曇天、雨天の各々の場合の写真ごとに、前記航空障害灯の故障状態の判定結果を取得し、

前記学習モデル構築手段は、前記航空障害灯を撮像した時点での天気が晴天、曇天、雨天の各々の場合の写真と、当該写真に対応した前記航空障害灯の故障状態の判定結果との組を教師データとして教師あり学習を行うことにより、前記学習モデルを構築する機械学習装置。

【請求項2】

前記学習モデル構築手段は、複数の前記航空障害灯に対して一つの学習モデルを構築す

る、請求項 1 に記載の機械学習装置。

【請求項 3】

前記学習モデル構築手段は、複数の前記航空障害灯の各々に対して一つずつ学習モデルを構築する、請求項 1 に記載の機械学習装置。

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の機械学習装置で構築した前記学習モデルを用いた故障判定装置であって、

前記写真と前記学習モデルとに基づいて、前記航空障害灯の故障状態を判定する故障状態判定手段と、

を備える故障判定装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、機械学習装置及び故障判定装置に関する。

【背景技術】

【0002】

送電鉄塔の航空障害灯は、昼間は照度を高く、夜間は照度を低く設定している。しかし、落雷等により設定にトラブルが生じ、夜間も照度が高くなってしまったために、航空障害灯の設置箇所の近隣住民から航空障害灯を設置する事業者に対して、問い合わせがもたらされることがある。また、発電所煙突の航空障害灯についても同様に、故障で点灯しなくなることがある。

20

【0003】

例えば、特許文献 1 は、航空障害灯の故障を検出するため、所定位置に設けられた航空障害灯を撮像する撮像手段と、当該撮像手段から航空障害灯までの距離および方向に係る位置情報に基づいて、撮像手段の少なくとも方向及びフォーカスを調整して、航空障害灯の故障の判定に用いられる判定用画像を取得するよう撮像手段を制御する撮像制御手段と、判定用画像から航空障害灯の判定用発光強度を算出する発光強度算出手段と、判定用発光強度と閾値とを比較して航空障害灯の故障を判定する故障判定手段と、を有する故障検出システムに係る技術を開示している。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2014 - 235806 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、特許文献 1 に係る技術においては、航空障害灯の故障を判定するにあたり、判定用画像から取得される判定用発光強度と、閾値との比較を行っているが、航空障害灯自身の照度が同一であっても、例えば天候や時刻等の航空障害灯を取り巻く環境に応じて、判定用画像が異なることに起因して、判定用発光強度が変化してしまうことに対応していなかった。

40

【0006】

本発明は、航空障害灯を取り巻く環境が変化しても、より正確に当該航空障害灯の故障を判定することが可能な機械学習装置及び故障判定装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

前記目的を達成するため、本発明は、次に記載する構成を備えている。

【0008】

(1) 航空障害灯の故障を判定するための学習モデルを構築する機械学習装置であって、前記航空障害灯を撮像した写真を入力データとして取得する入力データ取得手段と、

50

前記写真において被写体とされる前記航空障害灯の故障状態の判定結果をラベルとして取得するラベル取得手段と、前記入力データと前記ラベルとの組を教師データとして教師あり学習を行うことにより、前記航空障害灯を被写体として含む新たな写真における当該航空障害灯の故障状態を判定するための学習モデルを構築する学習モデル構築手段と、を備える機械学習装置。

【0009】

(1)によれば、航空障害灯を取り巻く環境が変化しても、より正確に当該航空障害灯の故障を判定することが可能な機械学習装置を提供することが可能となる。

【0010】

(2) (1)に記載の機械学習装置において、前記学習モデル構築手段は、複数の前記航空障害灯に対して一つの学習モデルを構築することが好ましい。

10

【0011】

(2)によれば、複数の航空障害灯の故障を判定する学習モデルを一つにまとめることができ可能となる。

【0012】

(3) (1)に記載の機械学習装置において、前記学習モデル構築手段は、複数の前記航空障害灯の各々に対して一つずつ学習モデルを構築することが好ましい。

【0013】

(3)によれば、航空障害灯毎に学習モデルを構築することにより、よりきめ細かく航空障害灯の故障を判定することが可能となる。

20

【0014】

(4) (1)から(3)までのいずれか1に記載の機械学習装置で構築した前記学習モデルを用いた故障判定装置であって、前記写真と前記学習モデルとに基づいて、前記航空障害灯の故障状態を判定する故障状態判定手段と、を備える故障判定装置。

【0015】

(4)によれば、航空障害灯を取り巻く環境が変化しても、より正確に当該航空障害灯の故障を判定することが可能な故障判定装置を提供することが可能となる。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、航空障害灯を取り巻く環境が変化しても、より正確に当該航空障害灯の故障を判定することが可能となる。

30

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の実施形態に係る故障判定システムの全体構成を示す図である。

【図2】本発明の実施形態に係る機械学習装置に備わる学習部の機能ブロック図である。

【図3】本発明の実施形態に係る故障判定装置の機能ブロック図である。

【図4】本発明の実施形態に係る機械学習装置の動作を示すフローチャートである。

【図5】本発明の実施形態に係る故障判定装置の動作を示すフローチャートである。

【図6】本発明の変形例に係る故障判定システムの全体構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

40

【0018】

以下、本発明の実施形態について、図1～図6を参照することにより説明する。

【0019】

〔1 実施形態の構成〕

まず、本実施形態に係る故障判定システム100の構成について説明する。図1は、本実施形態に係る故障判定システムを示すブロック図である。故障判定システム100は、図1に示すように、機械学習装置10及び故障判定装置20を備えている。

【0020】

ここで、機械学習装置10と故障判定装置20とは1対1の組とされて、通信可能に接続されている。なお、図1では図示しないが、機械学習装置10と故障判定装置20とは

50

ネットワークを介して、互いに接続されていてもよい。ネットワークは、例えば、LAN (Local Area Network) や、インターネット、公衆電話網、あるいは、これらの組み合わせである。ネットワークにおける具体的な通信方式や、有線接続及び無線接続のいずれであるか等については、特に限定されない。あるいは、機械学習装置10と故障判定装置20とは、ネットワークを用いた通信ではなく、接続部を介して直接接続してもよい。

【0021】

機械学習装置10は、教師あり学習により、故障判定装置20で用いる学習モデルを構築する。そのため、機械学習装置10は、図1に示すように、学習部11を備える。

【0022】

学習部11は、航空障害灯の故障を判定するための学習モデルを構築する。なお、この航空障害灯の故障としては、例えば夜間に照度が高すぎたり、あるいは、逆に照度が低すぎたり（そもそも航空障害灯を点灯できないために、照度が0であることを含む）することが挙げられる。

10

【0023】

図2は、学習部11の機能プロック図である。学習部11は、図2に示すように、入力データ取得部111、ラベル取得部112、学習モデル構築部113、学習モデル記憶部114を備える。

【0024】

入力データ取得部111は、航空障害灯を被写体として含む写真を入力データとして取得する。ここで、航空障害灯を被写体として含む写真は、当該航空障害灯を所定の地点、所定の角度から、所定の時間（例えば、午前0時、午前1時、午前2時・・・午後0時、午後1時、午後2時・・・午後11時等の定時）に撮像した写真であることが好ましい。更に、航空障害灯を撮像した時点での天気が、晴天、曇天、雨天の各々の場合の写真が含まれることが好ましい。

20

【0025】

なお、この入力データとしての写真は、1つの航空障害灯を被写体とする複数の写真であってもよく、各々が互いに異なる航空障害灯を被写体とする複数の写真であってもよい。

【0026】

ラベル取得部112は、上記の写真に被写体として含まれる航空障害灯の故障状態の判定結果をラベルとして取得する。なお、この判定結果は、航空障害灯を設置した事業者による実際の判定結果であって、航空障害灯が正常か異常かの二値で表される判定結果であることが好ましい。

30

【0027】

学習モデル構築部113は、上記の入力データと、上記のラベルとの組を教師データとして教師あり学習を行うことにより、航空障害灯を被写体として含む写真に含まれる当該航空障害灯の故障状態を判定するための学習モデルを構築し、構築した学習モデルを、故障判定装置20に送信する。

【0028】

なお、本実施形態においては、上記の入力データとしての写真が、各々が互いに異なる航空障害灯を被写体とする複数の写真である場合、複数の航空障害灯に対して1つの学習モデルを構築する。

40

【0029】

学習モデル構築部113は、例として、サポート・ベクター・マシン (Support Vector Machine、以下SVMともいう) を用いて実現することが可能である。

【0030】

この場合、学習モデル構築部113は、上記のラベルとして、航空障害灯が正常か異常かに係る二値化されたラベルを用いると共に、上記の入力データを含む空間を、上記の特定の故障状態に該当するか否かに関して、マージンが最大となるように分離する超平面を算出する。さらに、学習モデル構築部113は、この超平面の係数を、後述の故障判定装置20が故障状態判定のために用いる学習モデルのパラメータとすることが可能である。

50

【 0 0 3 1 】

学習モデル記憶部 1 1 4 は、学習モデル構築部 1 1 3 が構築した学習モデルを記憶する。

【 0 0 3 2 】

機械学習装置 1 0 は、上記の構成を有することにより、航空障害灯の故障を判定するための学習モデルを構築する。

【 0 0 3 3 】

図 3 は、故障判定装置 2 0 の機能ブロック図である。故障判定装置 2 0 は、制御部 2 1 と、記憶部 2 2 と、表示部 2 3 とを備える。

【 0 0 3 4 】

制御部 2 1 は、故障判定装置 2 0 の全体を制御する部分であり、各種プログラムを、ROM、RAM、フラッシュメモリ又はハードディスク（HDD）等の記憶領域から適宜読み出して実行することにより、本実施形態における各種機能を実現している。制御部 2 1 は、CPU であってよい。制御部 2 1 は、写真取得部 2 1 1、故障状態判定部 2 1 2 を備える。

10

【 0 0 3 5 】

写真取得部 2 1 1 は、機械学習装置 1 0 で機械学習をした際に用いた教師データに含まれる写真とは別個に、航空障害灯を被写体として含む新たな写真を取得する。例えば、作業員が、故障判定装置 2 0 に備わるキーボードやマウス等の入力デバイスを操作することにより、故障判定装置 2 0 に航空障害灯を被写体として含む新たな写真を読み込ませた後、写真取得部 2 1 1 は、読み込ませた新たな写真を取得してもよい。

20

【 0 0 3 6 】

故障状態判定部 2 1 2 は、写真取得部 2 1 1 によって取得された写真と学習モデルに基づいて、当該写真において被写体となっている航空障害灯の故障状態を判定する。

【 0 0 3 7 】

記憶部 2 2 は、機械学習装置 1 0 から取得した学習モデルを記憶する。また、記憶部 2 2 は、写真取得部 2 1 1 によって取得された航空障害灯を被写体として含む写真を記憶してもよい。

【 0 0 3 8 】

表示部 2 3 は、故障状態判定部 2 1 2 による判定結果を表示するモニタである。

【 0 0 3 9 】

故障判定装置 2 0 は、上記の構成を備えることにより、航空障害灯を被写体として含む写真に基づいて、当該航空障害灯の故障を判定することが可能となる。

30

【 0 0 4 0 】**[2 実施形態の動作]**

次に、本実施形態に係る故障判定システム 1 0 0 の動作について説明する。まず、図 4 を参照し、機械学習装置 1 0 の動作について説明する。

【 0 0 4 1 】**[2 . 1 機械学習装置 1 0 の動作]**

図 4 は、学習部 1 1 の動作を示すフローチャートである。

ステップ S 1 1 において、入力データ取得部 1 1 1 が、航空障害灯を被写体として含む写真を入力データとして取得する。

40

【 0 0 4 2 】

ステップ S 1 2 において、ラベル取得部 1 1 2 が、ステップ S 1 1 において取得された写真において被写体として含まれる航空障害灯の故障状態の判定結果をラベルとして取得する。

【 0 0 4 3 】

ステップ S 1 3 において、学習モデル構築部 1 1 3 は、入力データとラベルとの組を教師データとする。

【 0 0 4 4 】

ステップ S 1 4 において、学習モデル構築部 1 1 3 は、ステップ S 1 3 の教師データを

50

用いて教師あり学習を行う。

【0045】

ステップS15において、機械学習が終了した場合(S15: YES)には、処理はステップS16に移行する。機械学習がまだ終了していない場合(S15: NO)には、処理はステップS11に移行する。

【0046】

ステップS16において、学習モデル構築部113は、構築した学習モデルを故障判定装置20に送信する。その後、全ての処理を終了する。

【0047】

[2.2 故障判定装置20の動作]

10

次に、図5を参照し、故障判定装置20の動作について説明する。

【0048】

ステップS51において、写真取得部211が、航空障害灯を被写体とする新たな写真を取得する。

【0049】

ステップS52において、故障状態判定部212は、写真取得部211によって取得された写真と学習モデルとに基づいて、当該写真に被写体として含まれる航空障害灯の故障状態を判定する。その後、全ての処理を終了する。

【0050】

[3 变形例]

20

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は前述した実施形態に限るものではない。また、本実施形態に記載された効果は、本発明から生じる最も好適な効果を列挙したに過ぎず、本発明による効果は、本実施形態に記載されたものに限定されるものではない。

【0051】

[3.1 变形例1]

上記の実施形態において、機械学習装置10と故障判定装置20とを別体として示したが、これには限定されない。例えば、機械学習装置10が故障判定装置20の筐体に組み込まれることにより、故障判定システム100が一体化されて実現される態様としてもよい。

30

【0052】

[3.2 变形例2]

また、上記の実施形態において、複数の航空障害灯に対して一つの学習モデルを構築するが、これには限定されない。図6は、本変形例に係る故障判定システム100Aの構成を示す。図6に示すように、機械学習装置10Aが、各々が各航空障害灯に対応する複数の学習部(第1学習部11A～第n学習部11N)を備えることにより、各々が各航空障害灯に対応する複数の学習モデルを構築してもよい。すなわち、機械学習装置10Aは、複数の航空障害灯の各々に対して一つずつ学習モデルを構築してもよい。

【0053】

故障判定システム100による故障判定方法は、ソフトウェアにより実現される。ソフトウェアによって実現される場合には、このソフトウェアを構成するプログラムが、コンピュータにインストールされる。また、これらのプログラムは、リムーバブルメディアに記録されてユーザに配布されてもよいし、ネットワークを介してユーザのコンピュータにダウンロードされることにより配布されてもよい。

40

【符号の説明】

【0054】

10, 10A 機械学習装置

11 学習部

20 故障判定装置

21 制御部

50

2 2 記憶部

2 3 表示部

1 0 0 , 1 0 0 A 故障判定システム

1 1 1 入力データ取得部

1 1 2 ラベル取得部

1 1 3 学習モデル構築部

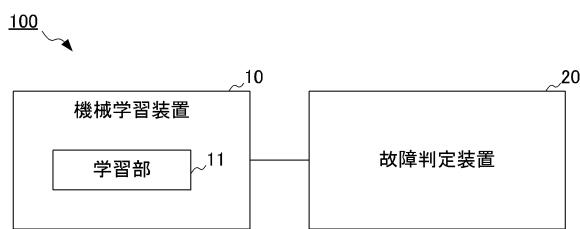
1 1 4 学習モデル記憶部

2 1 1 写真取得部

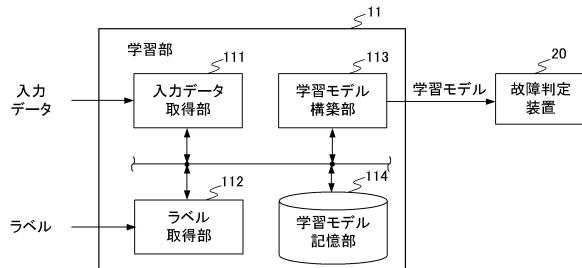
2 1 2 故障状態判定部

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

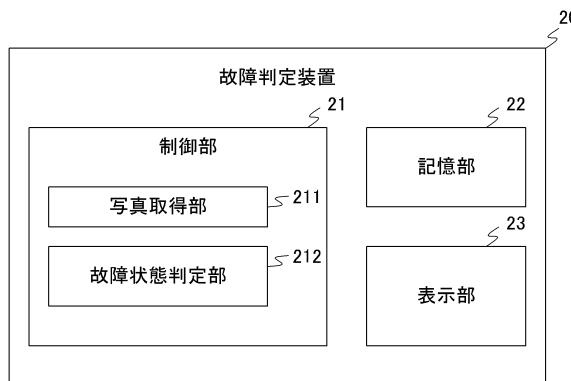
20

30

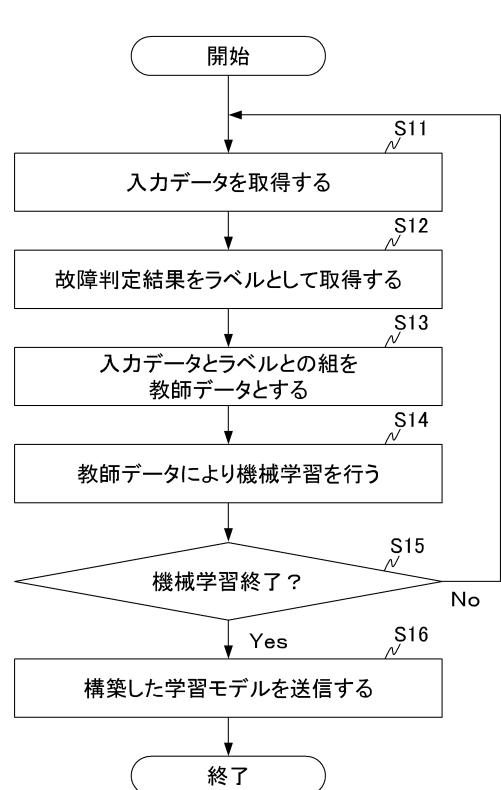
40

50

【図3】



【図4】



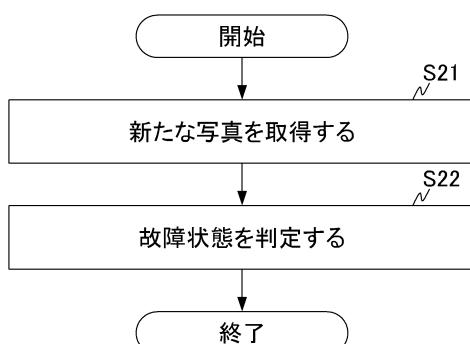
10

20

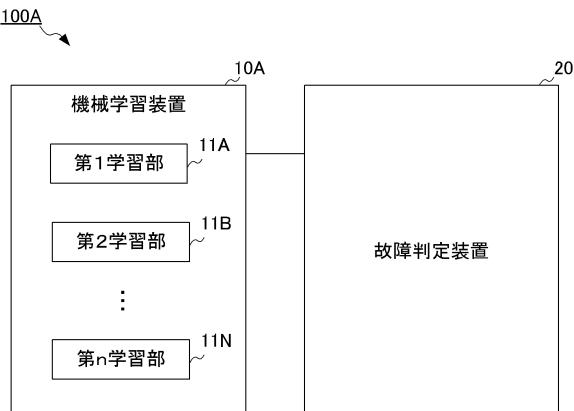
30

40

【図5】



【図6】



50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2014-235806 (JP, A)
 特開2020-030695 (JP, A)
 国際公開第2020/229923 (WO, A1)
 特表2020-525978 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
 G06N 20/00
 H05B 47/20