

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年9月12日(12.09.2024)



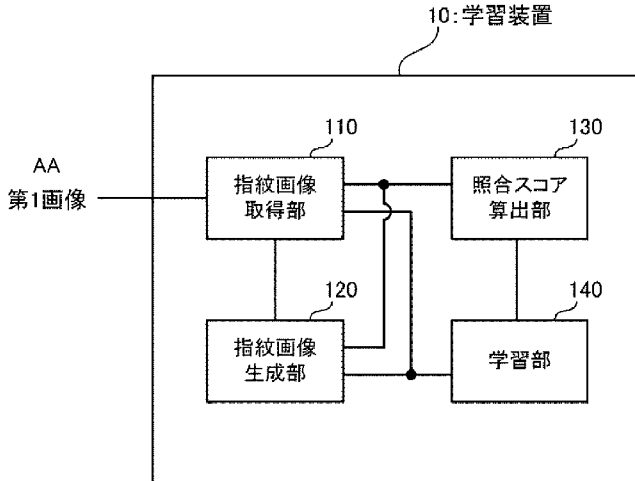
(10) 国際公開番号

WO 2024/185330 A1

- (51) 国際特許分類:
G06V 40/12 (2022.01) G06T 7/00 (2017.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/002051
- (22) 国際出願日: 2024年1月24日(24.01.2024)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2023-036832 2023年3月9日(09.03.2023) JP
- (71) 出願人: 日本電気株式会社 (NEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 吉田 周(YOSHIDA, Amane); 〒1368627 東京都江東区新木場一丁目18番7号 NECソリューションイノベータ株式会社内 Tokyo (JP). 島原 達也(SHIMAHARA, Tatsuya); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 青木 百孝(AOKI, Momotaka); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP). ワリッド カリッド(WALID, Khalid); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 江上 達夫, 外(EGAMI, Tatsuo et al.); 〒1040031 東京都中央区京橋一丁目16番10号 VPO京橋3階 東京セントラル特許事務所内 Tokyo (JP).

(54) Title: LEARNING DEVICE, FINGERPRINT STATE ESTIMATION DEVICE, LEARNING METHOD, FINGER-PRINT STATE ESTIMATION METHOD, AND STORAGE MEDIUM

(54) 発明の名称: 学習装置、指紋状態推定装置、学習方法、指紋状態推定方法、及び記録媒体



- 10 Learning device
110 Fingerprint image acquisition unit
120 Fingerprint image generation unit
130 Matching score calculation unit
140 Learning unit
AA First image

(57) Abstract: This learning device comprises: a generation means for inputting a first image including a first fingerprint into an image generation model, and generating a second image including a second fingerprint whose state is different from the first fingerprint; a calculation means for comparing the first image and the second image, and calculating a matching score indicating the degree of matching therebetween; and a training means for training a machine learning model that

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

expresses the relationship between the second image and an output value based on the matching score for the second image.

(57) 要約: 学習装置は、第1の指紋を含む第1画像を画像生成モデルに入力して、第1の指紋とは状態が異なる第2の指紋を含む第2画像を生成する生成手段と、第1画像と第2画像とを照合して、照合度を示す照合スコアを算出する算出手段と、第2画像と、第2画像に対する照合スコアに基づく出力値との関係性を表す機械学習モデルを学習する学習手段と、を備える。

明 細 書

発明の名称：

学習装置、指紋状態推定装置、学習方法、指紋状態推定方法、及び記録媒体

技術分野

[0001] この開示は、学習装置、指紋状態推定装置、学習方法、指紋状態推定方法、及び記録媒体の技術分野に関する。

背景技術

[0002] 指紋照合に関する各種処理を実行する装置が知られている。例えば特許文献1は、高齢者、女性、子供等の指紋照合が困難な人の照合に関する技術を開示している。特許文献2は、成長期にある子どもの指紋認証に関する技術を開示している。特許文献3は、指紋画像から用途に適した特徴量を抽出する技術を開示している。特許文献4は、短期間で大きく成長する若年層の指紋に対応するために指紋画像を拡大する技術を開示している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2004-258892号公報
特許文献2：特開2004-342073号公報
特許文献3：特開2022-093819号公報
特許文献4：国際公開第2007/141880号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] この開示は、先行技術文献に開示された技術を改善することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0005] この開示の学習装置の一の態様は、第1の指紋を含む第1画像を画像生成

モデルに入力して、前記第 1 の指紋とは状態が異なる第 2 の指紋を含む第 2 画像を生成する生成手段と、前記第 1 画像と前記第 2 画像とを照合して、照合度を示す照合スコアを算出する算出手段と、前記第 2 画像と、前記第 2 画像に対する前記照合スコアに基づく出力値との関係性を表す機械学習モデルを学習する学習手段と、を備える。

[0006] この開示の指紋状態推定装置の一の様態は、第 1 の指紋を含む第 1 画像を画像生成モデルに入力して、前記第 1 の指紋とは状態が異なる第 2 の指紋を含む第 2 画像を生成する生成手段と、前記第 1 画像と前記第 2 画像とを照合して、照合度を示す照合スコアを算出する算出手段と、前記第 2 画像と、前記第 2 画像に対する前記照合スコアに基づく出力値との関係性を表す機械学習モデルを学習する学習手段と、を備える学習装置で学習された前記機械学習モデルを用いる指紋状態推定装置であって、対象ユーザの指紋画像を取得する指紋取得手段と、前記対象ユーザの指紋画像を前記機械学習モデルに入力して、前記対象ユーザの指紋の状態に関する状態値を算出する状態値算出手段と、前記状態値を出力する出力手段と、を備える。

[0007] この開示の学習方法の一の様態は、少なくとも 1 つのコンピュータにより、第 1 の指紋を含む第 1 画像を画像生成モデルに入力して、前記第 1 の指紋とは状態が異なる第 2 の指紋を含む第 2 画像を生成し、前記第 1 画像と前記第 2 画像とを照合して、照合度を示す照合スコアを算出し、前記第 2 画像と、前記第 2 画像に対する前記照合スコアに基づく出力値との関係性を表す機械学習モデルを学習する。

[0008] この開示の指紋状態推定方法の一の様態は、少なくとも 1 つのコンピュータにより、第 1 の指紋を含む第 1 画像を画像生成モデルに入力して、前記第 1 の指紋とは状態が異なる第 2 の指紋を含む第 2 画像を生成し、前記第 1 画像と前記第 2 画像とを照合して、照合度を示す照合スコアを算出し、前記第 2 画像と、前記第 2 画像に対する前記照合スコアに基づく出力値との関係性を表す機械学習モデルを学習する、学習方法で学習された前記機械学習モデルを用いる指紋状態推定方法であって、対象ユーザの指紋画像を取得し、前

記対象ユーザの指紋画像を前記機械学習モデルに入力して、前記対象ユーザの指紋の状態に関する状態値を算出し、前記状態値を出力する。

[0009] この開示の記録媒体の一の態様は、少なくとも1つのコンピュータに、第1の指紋を含む第1画像を画像生成モデルに入力して、前記第1の指紋とは状態が異なる第2の指紋を含む第2画像を生成し、前記第1画像と前記第2画像とを照合して、照合度を示す照合スコアを算出し、前記第2画像と、前記第2画像に対する前記照合スコアに基づく出力値との関係性を表す機械学習モデルを学習する、学習方法を実行させるコンピュータプログラムが記録されている。

[0010] この開示の記録媒体の他の態様は、第1の指紋を含む第1画像を画像生成モデルに入力して、前記第1の指紋とは状態が異なる第2の指紋を含む第2画像を生成し、前記第1画像と前記第2画像とを照合して、照合度を示す照合スコアを算出し、前記第2画像と、前記第2画像に対する前記照合スコアに基づく出力値との関係性を表す機械学習モデルを学習する、学習方法で学習された前記機械学習モデルを用いる指紋状態推定方法であって、対象ユーザの指紋画像を取得し、前記対象ユーザの指紋画像を前記機械学習モデルに入力して、前記対象ユーザの指紋の状態に関する状態値を算出し、前記状態値を出力する、指紋状態推定方法を実行させるコンピュータプログラムが記録されている。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]第1実施形態に係る学習装置のハードウェア構成を示すブロック図である。

[図2]第1実施形態に係る学習装置の機能的構成を示すブロック図である。

[図3]第1実施形態に係る学習装置の動作の流れを示すフローチャートである。

[図4]第2実施形態に係る学習装置で生成される第2画像の一例を示す平面図（その1）である。

[図5]第2実施形態に係る学習装置で生成される第2画像の一例を示す平面図

（その２）である。

[図6]第３実施形態に係る学習装置の機能的構成を示すブロック図である。

[図7]第３実施形態に係る学習装置における判定部の動作の流れを示すフローチャートである。

[図8]第４実施形態に係る学習装置の学習手法を示す概念図である。

[図9]第４実施形態に係る学習装置で学習された機械学習モデルの動作例を示す概念図である。

[図10]第５実施形態に係る学習装置の学習手法を示す概念図である。

[図11]第５実施形態に係る学習装置で算出される照合スコアの累積値を示すヒートマップである。

[図12]第５実施形態に係る学習装置で学習された機械学習モデルの動作例を示す概念図である。

[図13]第６実施形態に係る指紋状態推定装置の機能的構成を示すブロック図である。

[図14]第６実施形態に係る指紋状態推定装置の動作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

[0012] 以下、図面を参照しながら、学習装置、指紋状態推定装置、学習方法、指紋状態推定方法、及び記録媒体の実施形態について説明する。

[0013] <第１実施形態>

第１実施形態に係る学習装置について、図１から図３を参照して説明する。

[0014] （ハードウェア構成）

まず、図１を参照しながら、第１実施形態に係る学習装置のハードウェア構成について説明する。図１は、第１実施形態に係る学習装置のハードウェア構成を示すブロック図である。

[0015] 図１に示すように、第１実施形態に係る学習装置１０は、プロセッサ１１と、RAM（Random Access Memory）１２と、ROM

(Read Only Memory) 13と、を備えている。学習装置10は更に、記憶装置14と、入力装置15と、出力装置16と、を備えていてもよい。上述したプロセッサ11と、RAM12と、ROM13と、記憶装置14と、入力装置15と、出力装置16とは、データバス17を介して接続されている。

[0016] プロセッサ11は、コンピュータプログラムを読み込む。例えば、プロセッサ11は、RAM12、ROM13及び記憶装置14のうちの少なくとも一つが記憶しているコンピュータプログラムを読み込むように構成されている。或いは、プロセッサ11は、コンピュータで読み取り可能な記録媒体が記憶しているコンピュータプログラムを、図示しない記録媒体読み取り装置を用いて読み込んでもよい。プロセッサ11は、ネットワークインタフェースを介して、学習装置10の外部に配置される不図示の装置からコンピュータプログラムを取得してもよい（つまり、読み込んでもよい）。プロセッサ11は、読み込んだコンピュータプログラムを実行することで、RAM12、記憶装置14、入力装置15及び出力装置16を制御する。本実施形態では特に、プロセッサ11が読み込んだコンピュータプログラムを実行すると、プロセッサ11内には、指紋照合に関する機械学習モデルを学習するための処理ブロックが実現される。即ち、プロセッサ11は、学習装置10における各制御を実行するコントローラとして機能してよい。

[0017] プロセッサ11は、例えばCPU (Central Processing Unit)、GPU (Graphics Processing Unit)、FPGA (field-programmable gate array)、DSP (Digital Signal Processor)、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、量子プロセッサとして構成されてよい。プロセッサ11は、これらのうち一つで構成されてもよいし、複数を並列で用いるように構成されてもよい。

[0018] RAM12は、プロセッサ11が実行するコンピュータプログラムを一時

的に記憶する。RAM 12は、プロセッサ11がコンピュータプログラムを実行している際にプロセッサ11が一時的に使用するデータを一時的に記憶する。RAM 12は、例えば、D-RAM (Dynamic Random Access Memory) や、SRAM (Static Random Access Memory) であってよい。また、RAM 12に代えて、他の種類の揮発性メモリが用いられてもよい。

[0019] ROM 13は、プロセッサ11が実行するコンピュータプログラムを記憶する。ROM 13は、その他に固定的なデータを記憶していてもよい。ROM 13は、例えば、P-ROM (Programmable Read Only Memory) や、EPROM (Erasable Read Only Memory) であってよい。また、ROM 13に代えて、他の種類の不揮発性メモリが用いられてもよい。

[0020] 記憶装置14は、学習装置10が長期的に保存するデータを記憶する。記憶装置14は、プロセッサ11の一時記憶装置として動作してもよい。記憶装置14は、例えば、ハードディスク装置、光磁気ディスク装置、SSD (Solid State Drive) 及びディスクアレイ装置のうちの少なくとも一つを含んでいてもよい。

[0021] 入力装置15は、学習装置10のユーザからの入力指示を受け取る装置である。入力装置15は、例えば、キーボード、マウス及びタッチパネルのうちの少なくとも一つを含んでいてもよい。入力装置15は、スマートフォンやタブレット等の携帯端末として構成されていてもよい。入力装置15は、例えばマイクを含む音声入力可能な装置であってもよい。

[0022] 出力装置16は、学習装置10に関する情報を外部に対して出力する装置である。例えば、出力装置16は、学習装置10に関する情報を表示可能な表示装置（例えば、ディスプレイ）であってもよい。出力装置16は、スマートフォンやタブレット等の携帯端末として構成されていてもよい。また、出力装置16は、画像以外の形式で情報を出力する装置であってもよい。例えば、出力装置16は、学習装置10に関する情報を音声で出力するスピー

力であってもよい。

[0023] なお、図1で説明したハードウェアの一部は、学習装置10の外部装置として設けられていてもよい。例えば、学習装置10は、上述したプロセッサ11、RAM12、ROM13のみを備えて構成され、その他の構成要素（即ち、記憶装置14、入力装置15、出力装置16）については、学習装置10に接続される外部の装置が備えるようにしてもよい。また、学習装置10は、一部の演算機能を外部の装置（例えば、外部サーバやクラウド等）によって実現するものであってもよい。

[0024] （機能的構成）

次に、図2を参照しながら、第1実施形態に係る学習装置10の機能的構成について説明する。図2は、第1実施形態に係る学習装置の機能的構成を示すブロック図である。

[0025] 図2に示すように、第1実施形態に係る学習装置10は、その機能を実現するための構成要素として、指紋画像取得部110と、指紋画像生成部120と、照合スコア算出部130と、学習部140と、を備えて構成されている。指紋画像取得部110、指紋画像生成部120、照合スコア算出部130、及び学習部140の各々は、例えば上述したプロセッサ11（図1参照）によって実現される処理ブロックであってよい。

[0026] 指紋画像取得部110は、第1の指紋を含む第1画像を取得可能に構成されている。指紋画像取得部110は、例えばスキャナ等で採取した指紋画像を直接第1画像として取得してもよいし、データベース等に記憶された指紋画像（即ち、過去に採取された指紋画像）を第1画像として取得してもよい。指紋画像取得部110で取得された第1画像は、指紋画像生成部120、照合スコア算出部130、及び学習部140の各々に出力される構成となっている。なお、指紋画像取得部110は、第1実施形態に係る学習装置10における必須の構成要素ではなく、第1実施形態に係る学習装置10が指紋画像取得部110を備えずに構成されてもよい。この場合、第1画像は、指紋画像生成部120、照合スコア算出部130、及び学習部140の各々に

直接入力されてよい。

[0027] 指紋画像生成部 120 は、指紋画像取得部 110 で取得された第 1 画像から、第 2 の指紋を含む第 2 画像を生成可能に構成されている。具体的には、指紋画像生成部 120 は、第 1 画像を画像生成モデルに入力して第 2 画像を生成する。第 2 画像に含まれる第 2 の指紋は、第 1 画像に含まれる第 1 指紋とは状態が異なる指紋である。ここでの、「状態」とは、指紋の照合に影響する特性を指しており、例えば、画像の品質、画像のサイズ等が挙げられる。より具体的な特性の例としては、例えば、汗等の水分による隆線のかすれ、乾燥等による隆線のかすれ、皺が多く隆線が見えない、押捺面積が小さく十分な数の指紋の特徴点が抽出できない、指紋を採取する際のスキャナ特性やインクの状態等によるノイズ、指紋画像が大きく歪んでいる場合などが挙げられる。指紋画像生成部 120 は、1 枚の第 1 画像から複数枚の第 2 画像を生成してよい。画像生成モデルは、例えば訓練データを入力して機械学習されたモデルであってよい。例えば、画像生成モデルは、ディープラーニングによって学習されたニューラルネットワークであってよい。画像生成モデルの具体例については、後述する他の実施形態で詳しく説明する。指紋画像生成部 120 で生成された第 2 画像は、照合スコア算出部 130、及び学習部 140 の各々に出力される構成となっている。

[0028] 照合スコア算出部 130 は、第 1 画像と、その第 1 画像から生成した第 2 画像とを照合して、照合スコアを算出可能に構成されている。照合スコアは、第 1 画像と第 2 画像との照合度を示すスコアである。照合スコア算出部 130 は、例えば照合度（画像の類似度）が高いほど、高い照合スコアを算出してよい。なお、照合スコアの算出方法は特に限定されるものではない。照合スコア算出部 130 は、例えば第 1 画像から抽出した特徴量と、第 2 画像から抽出した特徴量とを照合して、照合スコアを算出してよい。照合スコア算出部 130 で算出された照合スコアは、学習部 140 に出力される構成となっている。

[0029] 学習部 140 は、機械学習モデルを学習可能に構成されている。機械学習

モデルは、第2画像と、第2画像に対する照合スコアに基づく出力値との関係性を表すモデルである。ここでの「出力値」は、照合スコアに応じて定まる値であり、照合スコアから算出される値であってもよいし、照合スコアそのものであってもよい。出力値の具体例については、後述する他の実施形態で説明する。機械学習モデルは、例えばニューラルネットワークを含むモデルとして構成されてよい。学習部140は、指紋画像取得部110で取得された第1画像と、指紋画像生成部120で生成された第2画像と、照合スコア算出部130で算出された照合スコアと、を用いて機械学習モデルを学習する。即ち、学習部140は、第1画像、第2画像、及び照合スコアに基づく出力値を含む訓練データを用いて、機械学習モデルの学習を行ってよい。この際、学習部140は、照合スコアに基づく出力値を正解データ（Ground Truth）として学習してよい。

[0030] （動作の流れ）

次に、図3を参照しながら、第1実施形態に係る学習装置10の動作の流れについて説明する。図3は、第1実施形態に係る学習装置の動作の流れを示すフローチャートである。

[0031] 図3に示すように、第1実施形態に係る学習装置10による動作が開始されると、まず指紋画像取得部110が第1画像を取得する（ステップS101）。そして、指紋画像生成部120が、指紋画像取得部110で取得された第1画像を画像生成モデルに入力し、第2画像を生成する（ステップS102）。

[0032] 続いて、照合スコア算出部130が、指紋画像取得部110で取得された第1画像と、指紋画像生成部120で生成された第2画像と、を照合して照合スコアを算出する（ステップS103）。なお、第1画像から複数枚の第2画像が生成されている場合、照合スコア算出部130は、複数枚の第2画像の各々について照合スコアを算出すればよい。

[0033] 続いて、学習部140は、第1画像と、第2画像と、照合スコアに基づく出力値とに基づいて、機械学習モデルを学習する（ステップS104）。即

ち、学習部 140 は、機械学習モデルを、第 2 画像と、第 2 画像に対する照合スコアに基づく出力値との関係性を表すモデルとして学習する。

[0034] (技術的効果)

次に、第 1 実施形態に係る学習装置 10 によって得られる技術的効果について説明する。

[0035] 図 1 から図 3 で説明したように、第 1 実施形態に係る学習装置 10 では、第 1 の指紋を含む第 1 画像と、第 2 の指紋を含む第 2 画像と、第 1 画像と第 2 画像との照合スコアに基づいて機械学習モデルが学習される。このようにすれば、指紋の状態変化に対応した学習を行うことができる。よって、学習済みの機械学習モデルを用いて精度の高い指紋照合を実現することが可能となる。

[0036] <第 2 実施形態>

第 2 実施形態に係る学習装置 10 について、図 4 及び図 5 を参照して説明する。なお、第 2 実施形態は、指紋画像生成部 120 による第 2 画像の生成例を説明するものであり、装置構成や動作の流れ等については第 1 実施形態と同一であってよい。このため、以下では、すでに説明した第 1 実施形態と異なる部分について詳細に説明し、その他の重複する部分については適宜説明を省略するものとする。

[0037] (GAN による画像生成)

まず、図 4 及び図 5 を参照しながら、第 2 実施形態に係る学習装置 10 における第 2 画像の生成方法について説明する。図 4 は、第 2 実施形態に係る学習装置で生成される第 2 画像の一例を示す平面図（その 1）である。図 5 は、第 2 実施形態に係る学習装置で生成される第 2 画像の一例を示す平面図（その 2）である。

[0038] 図 4 及び図 5 に示すように、第 2 実施形態に係る学習装置 10 では、指紋画像生成部 120 が、GAN (Generative Adversarial Network) を用いて第 2 画像を生成する。指紋画像生成部 120 は、例えば第 1 画像に歪みやノイズ等の画像変換を適用して、第 2 画像を

生成してよい。図4に示す第2画像は、Slap／rolled変換を適用した第2画像である。図5に示す第2画像は、質感変換を適用した第2画像である。指紋画像生成部120は、変換に関するパラメータ（＋、0、－）を変更して、複数の第2画像を生成してよい。

[0039] （技術的効果）

次に、第2実施形態に係る学習装置10によって得られる技術的効果について説明する。

[0040] 図4及び図5で説明したように、第2実施形態に係る学習装置10では、GANを用いて第2画像が生成される。このようにすれば、第1の指紋とは状態が異なる第2の指紋を含む第2画像を適切に生成することが可能である。

[0041] なお、第2実施形態では、GANを用いて第2画像を生成する例を説明したが、その他の手法を用いて第2画像を生成するようにしてもよい。例えば、指紋画像生成部120は、VAE（Variational Auto Encoder）、Flow-based Model、及びDiffusion Model等を用いて第2画像を生成してもよい。この場合でも、上述した技術的効果は相応に発揮されることになる。

[0042] ＜第3実施形態＞

第3実施形態に係る学習装置10について、図6及び図7を参照して説明する。なお、第3実施形態は、上述した第1及び第2実施形態と一部の構成及び動作が異なるのみであり、その他の部分については第1及び第2実施形態と同一であってよい。このため以下では、すでに説明した各実施形態と異なる部分について詳細に説明し、その他の重複する部分については適宜説明を省略するものとする。

[0043] （機能的構成）

まず、図6を参照しながら、第3実施形態に係る学習装置10の機能的構成について説明する。図6は、第3実施形態に係る学習装置の機能的構成を

示すブロック図である。なお、図6では、図2で説明した構成要素と同様の要素に同一の符号を付している。

[0044] 図6に示すように、第3実施形態に係る学習装置10は、その機能を実現するための構成要素として、指紋画像取得部110と、指紋画像生成部120と、照合スコア算出部130と、学習部140と、判定部150と、を備えて構成されている。即ち、第3実施形態に係る学習装置10は、第1実施形態の構成（図2参照）に加えて、判定部150を更に備えている。判定部150は、例えば上述したプロセッサ11によって実現される処理ブロックであってよい。

[0045] 判定部150は、照合スコア算出部130で算出された照合スコアに基づいて、十分な数の第2画像が生成されているか否かを判定する。具体的には、判定部150は、機械学習モデルの学習に用いる複数の指紋の状態に対応する第2の画像が生成されているか否かを判定する。なお、学習に用いる複数の指紋の状態は、学習手法などに基づいて予め設定しておけばよい。例えば、学習に用いる第2画像は、照合スコアに基づく出力値が20、40、60、80の画像であると設定されてよい。この場合、判定部150は、照合スコアに基づく出力値が20、40、60、80の第2画像がすべて揃っているか否かを判定すればよい。判定部150は、第2画像がすべて揃っていない場合は、指紋画像生成部120に対して新たな第2画像を生成するための指示を出力するように構成されている。

[0046] （動作の流れ）

次に、図7を参照しながら、第3実施形態に係る学習装置10の動作の流れについて説明する。図7は、第3実施形態に係る学習装置における判定部の動作の流れを示すフローチャートである。

[0047] 図7に示すように、第3実施形態に係る学習装置10の判定部150は、まず照合スコア算出部130で算出された照合スコアを取得する（ステップS201）。この際、判定部150は、すでに生成されている複数の第2画像の各々に対応する照合スコアを取得する。

[0048] 続いて、判定部 150 は、取得した照合スコアに基づいて、機械学習モデルの学習に用いる複数の指紋の状態に対応する第 2 画像がすべて生成されているか否かを判定する。言い換えれば、判定部 150 は、機械学習モデルの学習に用いる複数の指紋の状態に対応する第 2 画像が不足しているか否かを判定する（ステップ S 202）。

[0049] 第 2 画像が不足していると判定した場合（ステップ S 202：YES）、判定部 150 は、指紋画像生成部 120 に対して新たな第 2 画像を生成するための指示を出力する（ステップ S 203）。この指示は、単に新たな第 2 画像の生成を指示するだけのものであってもよいし、具体的に不足している画像に関する情報（例えば、不足している第 2 画像に対応する照合スコア）を含むものであってもよい。

[0050] 他方、第 2 画像が不足していないと判定した場合（ステップ S 202：NO）、上述したステップ S 203 の処理は省略されてよい。即ち、判定部 150 は、指紋画像生成部 120 に対して新たな第 2 画像を生成するための指示を出力しない。

[0051] （技術的効果）

次に、第 3 実施形態に係る学習装置 10 によって得られる技術的効果について説明する。

[0052] 図 6 及び図 7 で説明したように、第 3 実施形態に係る学習装置 10 では、学習に用いる第 2 画像が不足している場合に、新たな第 2 画像を生成するように指示が出力される。このようにすれば、学習に用いる画像を過不足なく揃えることができるため、様々な状態変化を想定した学習を行うことが可能となる。

[0053] ＜第 4 実施形態＞

第 4 実施形態に係る学習装置 10 について、図 8 及び図 9 を参照して説明する。なお、第 4 実施形態は、上述した第 1 から第 3 実施形態と比べて一部の動作が異なるのみであり、その他の部分については第 1 から第 3 実施形態と同一であってよい。このため以下では、すでに説明した各実施形態と異な

る部分について詳細に説明し、その他の重複する部分については適宜説明を省略するものとする。

[0054] (品質値による学習)

まず、図8を参照しながら、第4実施形態に係る学習装置10の学習手法について説明する。図8は、第4実施形態に係る学習装置の学習手法を示す概念図である。

[0055] 図8に示すように、第4実施形態に係る学習装置10では、指紋画像生成部120が、第1画像とは品質が異なる第2画像を生成する。指紋画像生成部120は、例えば第1画像に歪みやノイズ等を付与することで第2画像を生成してよい。指紋画像生成部120は、互いに品質が異なる複数の第2画像を生成してよい。図8に示す例では、1枚の第1画像に対して、それぞれ品質の異なる3枚の第2画像が生成されている。

[0056] 第4実施形態に係る学習部140は、上述した品質が異なる第1画像と第2画像とを照合することで、照合スコアを算出する。そして、照合スコアに基づく出力値として、第2画像の品質を示す品質値を算出する。ここでの品質値は、指紋の「状態」を示す値の一具体例である。図8に示す例では、照合スコアが500である第2画像について、品質値が25と算出されている。照合スコアが1000である第2画像については、品質値が50と算出されている。照合スコアが2000である第2画像については、品質値が50と算出されている。なお、ここでは、照合スコアと品質値が比例するように算出されているが、照合スコアと品質値は比例するものでなくてもよい。

[0057] 第4実施形態に係る学習部140は、算出した品質値を教師信号（正解データ）として、機械学習モデルを学習する。即ち、学習部140は、第2画像と、その第2画像に対応する品質値とのペアを訓練データとして、機械学習モデルを学習する。

[0058] (機械学習モデルの動作)

次に、図9を参照しながら、第4実施形態に係る学習装置10で学習された機械学習モデルの動作について説明する。図9は、第4実施形態に係る学

習装置で学習された機械学習モデルの動作例を示す概念図である。

[0059] 図9に示すように、第4実施形態に係る学習装置10で学習された機械学習モデルには、指紋画像が入力される。機械学習モデルは、指紋画像が入力されると、その指紋画像に対応する品質値を出力する。

[0060] (技術的効果)

次に、第4実施形態に係る学習装置10によって得られる技術的効果について説明する。

[0061] 図8及び図9で説明したように、第4実施形態に係る学習装置10では、第1画像と品質の異なる第2画像が生成され、第2画像の品質値を正解データとする学習が行われる。このようにすれば、指紋画像の品質に影響を受けない訓練データを用いて学習を行うことができる。その結果、精度よく指紋画像の品質を推定可能な機械学習モデルを生成することができる。

[0062] <第5実施形態>

第5実施形態に係る学習装置10について、図10から図12を参照して説明する。なお、第5実施形態は、上述した第1から第4実施形態と比べて一部の動作が異なるのみであり、その他の部分については第1から第4実施形態と同一であってよい。このため以下では、すでに説明した各実施形態と異なる部分について詳細に説明し、その他の重複する部分については適宜説明を省略するものとする。

[0063] (縮小率による学習)

まず、図10及び図11を参照しながら、第5実施形態に係る学習装置10の学習手法について説明する。図10は、第5実施形態に係る学習装置の学習手法を示す概念図である。図11は、第5実施形態に係る学習装置で算出される照合スコアの累積値を示すヒートマップである。

[0064] 図10に示すように、第5実施形態に係る学習装置10では、指紋画像生成部120が、第1画像とはサイズ(縮小率)が異なる第2画像を生成する。ここでの縮小率は、指紋の「状態」を示す値の一具体例である。指紋画像生成部120は、例えば第1画像のサイズを拡大・縮小する画像生成モデル

を用いて、サイズが異なる第2画像を生成してよい。或いは、指紋画像生成部120は、GANを用いてサイズが異なる第2画像を生成してもよい。或いは、指紋画像生成部120は、指紋を採取する対象の成長を想定した第2画像（例えば、数年後の指紋を推定した画像）を生成するようにしてもよい。

[0065] 第4実施形態に係る学習部140は、上述したサイズが異なる第1画像と第2画像とを照合することで、照合スコアを算出する。具体的には、縮小率が異なる第1画像と第2画像とを照合して照合スコアを算出する。そして、照合スコアが最大化される縮小率を教師信号として学習する。

[0066] 図10では、第1画像 I_p に対して画像を縮小変換する処理Tを実行することで、縮小率 θ の異なる画像 I_p^θ を生成している。同様に、第2画像 I_g に対して画像を縮小変換する処理Tを実行することで、縮小率 θ の異なる画像 I_g^θ を生成している。なお、縮小率 θ の下限である θ_{min} 及び上限である θ_{max} は予め設定される値であり、 θ_{min} から θ_{max} までの画像が複数生成されてよい。そして、生成した第1画像 I_p^θ と第2画像 I_g^θ とを照合して照合スコア s を算出している。

[0067] 図11は、算出した照合スコア s を累積したものを、第1画像の縮小率 θ_p を縦軸、第2画像の縮小率 θ_g を横軸とするヒートマップで表したものである。学習部140は、このヒートマップにおいて、累積値が最も高くなる p ($\arg \max$)を教師信号として用いる。

[0068] (機械学習モデルの動作)

次に、図12を参照しながら、第5実施形態に係る学習装置10で学習された機械学習モデルの動作について説明する。図12は、第5実施形態に係る学習装置で学習された機械学習モデルの動作例を示す概念図である。

[0069] 図12に示すように、第5実施形態に係る学習装置10で学習された機械学習モデルには、指紋画像が入力される。機械学習モデルは、指紋画像が入力されると、その指紋画像に対応する縮小率を出力する。

[0070] (技術的効果)

次に、第5実施形態に係る学習装置10によって得られる技術的效果について説明する。

[0071] 図10から図12で説明したように、第5実施形態に係る学習装置10では、第1画像とサイズの異なる第2画像が生成され、照合スコアが最大となる第2画像の縮小率を正解データとする学習が行われる。このようにすれば、照合スコアを最大化させる縮小率を訓練データとして構築することができる。よって、照合に適した第2画像の縮小率を推定するモデルを生成することが可能となる。

[0072] <第6実施形態>

第6実施形態に係る指紋状態推定装置について、図13及び図14を参照して説明する。なお、第6実施形態に係る指紋状態推定装置は、上述した第1から第5実施形態に係る学習装置10と同様のハードウェア構成（図1参照）であってよい。

[0073] （機能的構成）

まず、図13を参照しながら、第6実施形態に係る指紋状態推定装置の機能的構成について説明する。図13は、第6実施形態に係る指紋状態推定装置の機能的構成を示すブロック図である。

[0074] 図13に示すように、第6実施形態に係る指紋状態推定装置50は、その機能を実現するための構成要素として、指紋取得部210と、状態値算出部220と、出力部230と、を備えて構成されている。指紋取得部210、状態値算出部220、及び出力部230の各々は、例えば上述したプロセッサ11によって実現されるものであってよい。

[0075] 指紋取得部210は、対象ユーザの指紋画像を取得可能に構成されている。指紋取得部210は、例えば指紋スキャナでスキャンした指紋画像を取得する。指紋取得部210は、すでに説明した学習装置10における指紋画像取得部110と同様の機能を有するものであってよい。指紋取得部210で取得された指紋画像は、状態算出部220に出力される構成となっている。なお、指紋取得部210は、第6実施形態に係る指紋状態推定装置50にお

ける必須の構成要素ではなく、第6実施形態に係る指紋状態推定装置50が指紋取得部210を備えずに構成されてもよい。この場合、指紋画像は、状態算出部220に直接入力されてよい。

[0076] 状態算出部220は、上述した学習装置10で学習した機械学習モデル225を備えている。状態算出部220は、指紋取得部210で取得された指紋画像を機械学習モデル225に入力して、対象ユーザの指紋の状態値を算出する。ここでの「状態値」は、指紋の状態を示す値であり、例えば、第4実施形態で説明した品質値、第5実施形態で説明した縮小率などが一例として挙げられる。

[0077] 出力部230は、状態算出部220で算出した状態値を出力可能に構成されている。出力部230は、ディスプレイ等の出力装置に状態値を出力するように構成されてよい。即ち、出力部230は、状態値をユーザに提示する機能を有していてもよい。或いは、出力部230は、外部の指紋照合装置に状態値を出力するように構成されてよい。この場合、指紋照合装置は、指紋画像の状態に応じた指紋照合を実行するようにしてもよい。

[0078] (動作の流れ)

次に、図14を参照しながら、第6実施形態に係る指紋状態推定装置50の動作の流れについて説明する。図14は、第6実施形態に係る指紋状態推定装置の動作の流れを示すフローチャートである。

[0079] 図14に示すように、第6実施形態に係る指紋状態推定装置50による動作が開始されると、まず指紋取得部210が、対象ユーザの指紋画像を取得する(ステップS601)。その後、状態算出部220が、指紋取得部210で取得された指紋画像を機械学習モデル225に入力して、対象ユーザの指紋の状態値を算出する(ステップS602)。続いて、出力部230が、状態算出部220で算出した状態値を出力する(ステップS603)。

[0080] (技術的効果)

次に、第6実施形態に係る指紋状態推定装置50によって得られる技術的効果について説明する。

[0081] 図13及び図14で説明したように、第6実施形態に係る指紋状態推定装置50では、学習装置10で学習された機械学習を用いて、指紋画像の状態を示す状態値が算出される。このようにすれば、対象ユーザの指紋画像から、指紋画像の状態に関する情報を適切に推定することができる。

[0082] 上述した各実施形態の機能を実現するように該実施形態の構成を動作させるプログラムを記録媒体に記録させ、該記録媒体に記録されたプログラムをコードとして読み出し、コンピュータにおいて実行する処理方法も各実施形態の範疇に含まれる。すなわち、コンピュータ読取可能な記録媒体も各実施形態の範囲に含まれる。また、上述のプログラムが記録された記録媒体はもちろん、そのプログラム自体も各実施形態に含まれる。

[0083] 記録媒体としては例えばフロッピー（登録商標）ディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、磁気テープ、不揮発性メモリカード、ROMを用いることができる。また該記録媒体に記録されたプログラム単体で処理を実行しているものに限らず、他のソフトウェア、拡張ボードの機能と共同して、OS上で動作して処理を実行するものも各実施形態の範疇に含まれる。更に、プログラム自体がサーバに記憶され、ユーザ端末にサーバからプログラムの一部または全てをダウンロード可能なようにしてもよい。プログラムは、例えばSaaS（Software as a Service）形式でユーザに提供されてもよい。

[0084] <付記>

以上説明した実施形態に関して、更に以下の付記のようにも記載されうるが、以下には限られない。

[0085] （付記1）

付記1に記載の学習装置は、第1の指紋を含む第1画像を画像生成モデルに入力して、前記第1の指紋とは状態が異なる第2の指紋を含む第2画像を生成する生成手段と、前記第1画像と前記第2画像とを照合して、照合度を示す照合スコアを算出する算出手段と、前記第2画像と、前記第2画像に対する前記照合スコアに基づく出力値との関係性を表す機械学習モデルを学習

する学習手段と、を備える学習装置である。

[0086] (付記 2)

付記 2 に記載の学習装置は、前記生成手段は、敵対的生成ネットワークを用いて前記第 2 画像を生成する、付記 1 に記載の学習装置である。

[0087] (付記 3)

付記 3 に記載の学習装置は、前記算出手段で算出された前記照合スコアに基づいて、前記機械学習モデルの学習に用いる複数の指紋の状態に対応する前記第 2 の画像が生成されているか否かを判定する判定手段を更に備え、前記生成手段は、前記複数の指紋の状態に対応する前記第 2 の画像が不足している場合に、前記第 2 の画像を新たに生成する、付記 1 又は 2 に記載の学習装置である。

[0088] (付記 4)

付記 4 に記載の学習装置は、前記生成手段は、前記第 1 の指紋と前記第 2 の指紋とで指紋の品質が異なるように前記第 2 画像を生成し、前記学習手段は、前記指紋の品質を示す品質スコアを前記出力値として出力するように、前記機械学習モデルを学習する、付記 1 から 3 のいずれか一項に記載の学習装置である。

[0089] (付記 5)

付記 5 に記載の学習装置は、前記生成手段は、前記第 1 の指紋と前記第 2 の指紋とで指紋のサイズが異なるように前記第 2 画像を生成し、前記学習手段は、前記照合スコアが最大となる前記第 2 画像のサイズに応じた縮小率を前記出力値として出力するように、前記機械学習モデルを学習する、付記 1 から 4 のいずれか一項に記載の学習装置である。

[0090] (付記 6)

付記 6 に記載の指紋状態推定装置は、第 1 の指紋を含む第 1 画像を画像生成モデルに入力して、前記第 1 の指紋とは状態が異なる第 2 の指紋を含む第 2 画像を生成する生成手段と、前記第 1 画像と前記第 2 画像とを照合して、照合度を示す照合スコアを算出する算出手段と、前記第 2 画像と、前記第 2

画像に対する前記照合スコアに基づく出力値との関係性を表す機械学習モデルを学習する学習手段と、を備える学習装置で学習された前記機械学習モデルを用いる指紋状態推定装置であって、対象ユーザの指紋画像を取得する指紋取得手段と、前記対象ユーザの指紋画像を前記機械学習モデルに入力して、前記対象ユーザの指紋の状態に関する状態値を算出する状態値算出手段と、前記状態値を出力する出力手段と、を備える指紋状態推定装置である。

[0091] (付記 7)

付記 7 に記載の学習方法は、少なくとも 1 つのコンピュータにより、第 1 の指紋を含む第 1 画像を画像生成モデルに入力して、前記第 1 の指紋とは状態が異なる第 2 の指紋を含む第 2 画像を生成し、前記第 1 画像と前記第 2 画像とを照合して、照合度を示す照合スコアを算出し、前記第 2 画像と、前記第 2 画像に対する前記照合スコアに基づく出力値との関係性を表す機械学習モデルを学習する、学習方法である。

[0092] (付記 8)

付記 8 に記載の指紋状態推定方法は、少なくとも 1 つのコンピュータにより、第 1 の指紋を含む第 1 画像を画像生成モデルに入力して、前記第 1 の指紋とは状態が異なる第 2 の指紋を含む第 2 画像を生成し、前記第 1 画像と前記第 2 画像とを照合して、照合度を示す照合スコアを算出し、前記第 2 画像と、前記第 2 画像に対する前記照合スコアに基づく出力値との関係性を表す機械学習モデルを学習する、学習方法で学習された前記機械学習モデルを用いる指紋状態推定方法であって、対象ユーザの指紋画像を取得し、前記対象ユーザの指紋画像を前記機械学習モデルに入力して、前記対象ユーザの指紋の状態に関する状態値を算出し、前記状態値を出力する、指紋状態推定方法である。

[0093] (付記 9)

付記 9 に記載のコンピュータプログラムは、少なくとも 1 つのコンピュータに、第 1 の指紋を含む第 1 画像を画像生成モデルに入力して、前記第 1 の指紋とは状態が異なる第 2 の指紋を含む第 2 画像を生成し、前記第 1 画像と

前記第2画像とを照合して、照合度を示す照合スコアを算出し、前記第2画像と、前記第2画像に対する前記照合スコアに基づく出力値との関係性を表す機械学習モデルを学習する、学習方法を実行させるコンピュータプログラムである。

[0094] (付記10)

付記10に記載のコンピュータプログラムは、少なくとも1つのコンピュータに、第1の指紋を含む第1画像を画像生成モデルに入力して、前記第1の指紋とは状態が異なる第2の指紋を含む第2画像を生成し、前記第1画像と前記第2画像とを照合して、照合度を示す照合スコアを算出し、前記第2画像と、前記第2画像に対する前記照合スコアに基づく出力値との関係性を表す機械学習モデルを学習する、学習方法で学習された前記機械学習モデルを用いる指紋状態推定方法であって、対象ユーザの指紋画像を取得し、前記対象ユーザの指紋画像を前記機械学習モデルに入力して、前記対象ユーザの指紋の状態に関する状態値を算出し、前記状態値を出力する、指紋状態推定方法を実行させるコンピュータプログラムである。

[0095] (付記11)

付記11に記載の記録媒体は、少なくとも1つのコンピュータに、第1の指紋を含む第1画像を画像生成モデルに入力して、前記第1の指紋とは状態が異なる第2の指紋を含む第2画像を生成し、前記第1画像と前記第2画像とを照合して、照合度を示す照合スコアを算出し、前記第2画像と、前記第2画像に対する前記照合スコアに基づく出力値との関係性を表す機械学習モデルを学習する、学習方法を実行させるコンピュータプログラムが記録された記録媒体である。

[0096] (付記12)

付記12に記載の記録媒体は、少なくとも1つのコンピュータに、第1の指紋を含む第1画像を画像生成モデルに入力して、前記第1の指紋とは状態が異なる第2の指紋を含む第2画像を生成し、前記第1画像と前記第2画像とを照合して、照合度を示す照合スコアを算出し、前記第2画像と、前記第

2 画像に対する前記照合スコアに基づく出力値との関係性を表す機械学習モデルを学習する、学習方法で学習された前記機械学習モデルを用いる指紋状態推定方法であって、対象ユーザの指紋画像を取得し、前記対象ユーザの指紋画像を前記機械学習モデルに入力して、前記対象ユーザの指紋の状態に関する状態値を算出し、前記状態値を出力する、指紋状態推定方法を実行させるコンピュータプログラムが記録された記録媒体である。

[0097] この開示は、請求の範囲及び明細書全体から読み取ることのできる発明の要旨又は思想に反しない範囲で適宜変更可能であり、そのような変更を伴う学習装置、指紋状態推定装置、学習方法、指紋状態推定方法、及び記録媒体もまたこの開示の技術思想に含まれる。

[0098] 法令で許容される限りにおいて、この出願は、2023年3月9日出願された日本出願特願2023-036832を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。また、法令で許容される限りにおいて、本願明細書に記載された全ての公開公報及び論文をここに取り込む。

符号の説明

- [0099] 10 学習装置
- 11 プロセッサ
- 50 指紋状態推定装置
- 110 指紋画像取得部
- 120 指紋画像生成部
- 130 照合スコア算出部
- 140 学習部
- 150 判定部
- 210 指紋取得部
- 220 状態値推定部
- 225 機械学習モデル
- 230 出力部

請求の範囲

- [請求項1] 第1の指紋を含む第1画像を画像生成モデルに入力して、前記第1の指紋とは状態が異なる第2の指紋を含む第2画像を生成する生成手段と、
- 前記第1画像と前記第2画像とを照合して、照合度を示す照合スコアを算出する算出手段と、
- 前記第2画像と、前記第2画像に対する前記照合スコアに基づく出力値との関係性を表す機械学習モデルを学習する学習手段と、
- を備える学習装置。
- [請求項2] 前記生成手段は、敵対的生成ネットワークを用いて前記第2画像を生成する、
- 請求項1に記載の学習装置。
- [請求項3] 前記算出手段で算出された前記照合スコアに基づいて、前記機械学習モデルの学習に用いる複数の指紋の状態に対応する前記第2の画像が生成されているか否かを判定する判定手段を更に備え、
- 前記生成手段は、前記複数の指紋の状態に対応する前記第2の画像が不足している場合に、前記第2の画像を新たに生成する、
- 請求項1又は2に記載の学習装置。
- [請求項4] 前記生成手段は、前記第1の指紋と前記第2の指紋とで指紋の品質が異なるように前記第2画像を生成し、
- 前記学習手段は、前記指紋の品質を示す品質スコアを前記出力値として出力するように、前記機械学習モデルを学習する、
- 請求項1又は2に記載の学習装置。
- [請求項5] 前記生成手段は、前記第1の指紋と前記第2の指紋とで指紋のサイズが異なるように前記第2画像を生成し、
- 前記学習手段は、前記照合スコアが最大となる前記第2画像のサイズに応じた縮小率を前記出力値として出力するように、前記機械学習モデルを学習する、

請求項 1 又は 2 に記載の学習装置。

[請求項6]

第 1 の指紋を含む第 1 画像を画像生成モデルに入力して、前記第 1 の指紋とは状態が異なる第 2 の指紋を含む第 2 画像を生成する生成手段と、

前記第 1 画像と前記第 2 画像とを照合して、照合度を示す照合スコアを算出する算出手段と、

前記第 2 画像と、前記第 2 画像に対する前記照合スコアに基づく出力値との関係性を表す機械学習モデルを学習する学習手段と、

を備える学習装置で学習された前記機械学習モデルを用いる指紋状態推定装置であって、

対象ユーザの指紋画像を取得する指紋取得手段と、

前記対象ユーザの指紋画像を前記機械学習モデルに入力して、前記対象ユーザの指紋の状態に関する状態値を算出する状態値算出手段と、

前記状態値を出力する出力手段と、

を備える指紋状態推定装置。

[請求項7]

少なくとも 1 つのコンピュータにより、

第 1 の指紋を含む第 1 画像を画像生成モデルに入力して、前記第 1 の指紋とは状態が異なる第 2 の指紋を含む第 2 画像を生成し、

前記第 1 画像と前記第 2 画像とを照合して、照合度を示す照合スコアを算出し、

前記第 2 画像と、前記第 2 画像に対する前記照合スコアに基づく出力値との関係性を表す機械学習モデルを学習する、

学習方法。

[請求項8]

少なくとも 1 つのコンピュータにより、

第 1 の指紋を含む第 1 画像を画像生成モデルに入力して、前記第 1 の指紋とは状態が異なる第 2 の指紋を含む第 2 画像を生成し、

前記第 1 画像と前記第 2 画像とを照合して、照合度を示す照合スコアを算出する算出手段と、

アを算出し、

前記第2画像と、前記第2画像に対する前記照合スコアに基づく出力値との関係性を表す機械学習モデルを学習する、

学習方法で学習された前記機械学習モデルを用いる指紋状態推定方法であって、

対象ユーザの指紋画像を取得し、

前記対象ユーザの指紋画像を前記機械学習モデルに入力して、前記対象ユーザの指紋の状態に関する状態値を算出し、

前記状態値を出力する、

指紋状態推定方法。

[請求項9]

少なくとも1つのコンピュータに、

第1の指紋を含む第1画像を画像生成モデルに入力して、前記第1の指紋とは状態が異なる第2の指紋を含む第2画像を生成し、

前記第1画像と前記第2画像とを照合して、照合度を示す照合スコアを算出し、

前記第2画像と、前記第2画像に対する前記照合スコアに基づく出力値との関係性を表す機械学習モデルを学習する、

学習方法を実行させるコンピュータプログラムが記録されている記録媒体。

[請求項10]

少なくとも1つのコンピュータに、

第1の指紋を含む第1画像を画像生成モデルに入力して、前記第1の指紋とは状態が異なる第2の指紋を含む第2画像を生成し、

前記第1画像と前記第2画像とを照合して、照合度を示す照合スコアを算出し、

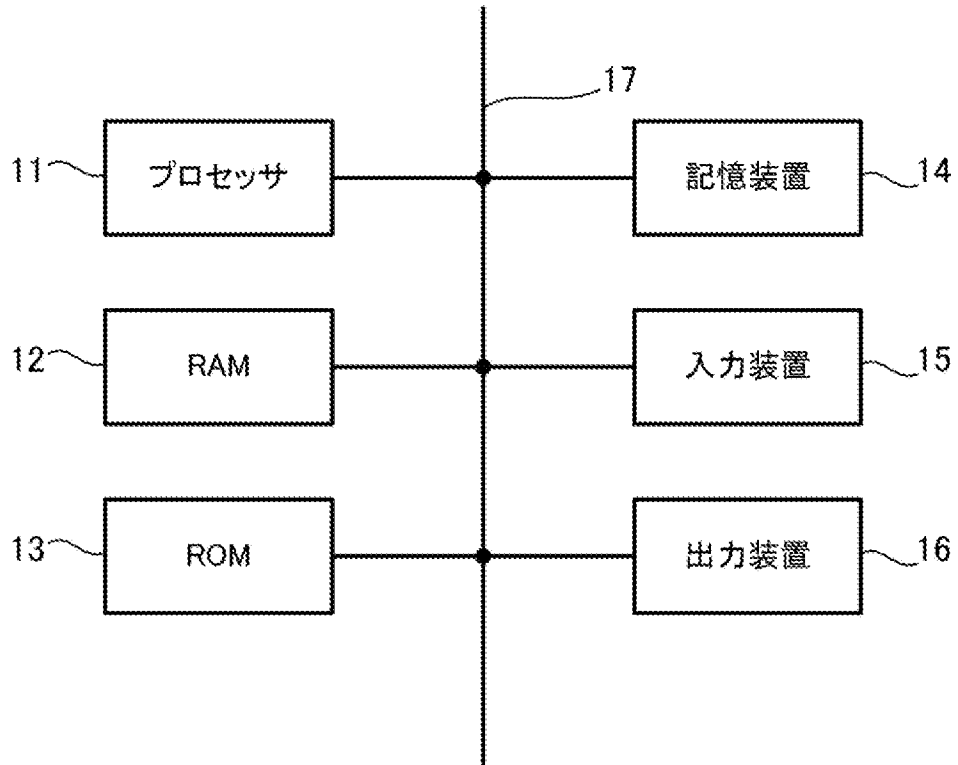
前記第2画像と、前記第2画像に対する前記照合スコアに基づく出力値との関係性を表す機械学習モデルを学習する、

学習方法で学習された前記機械学習モデルを用いる指紋状態推定方法であって、

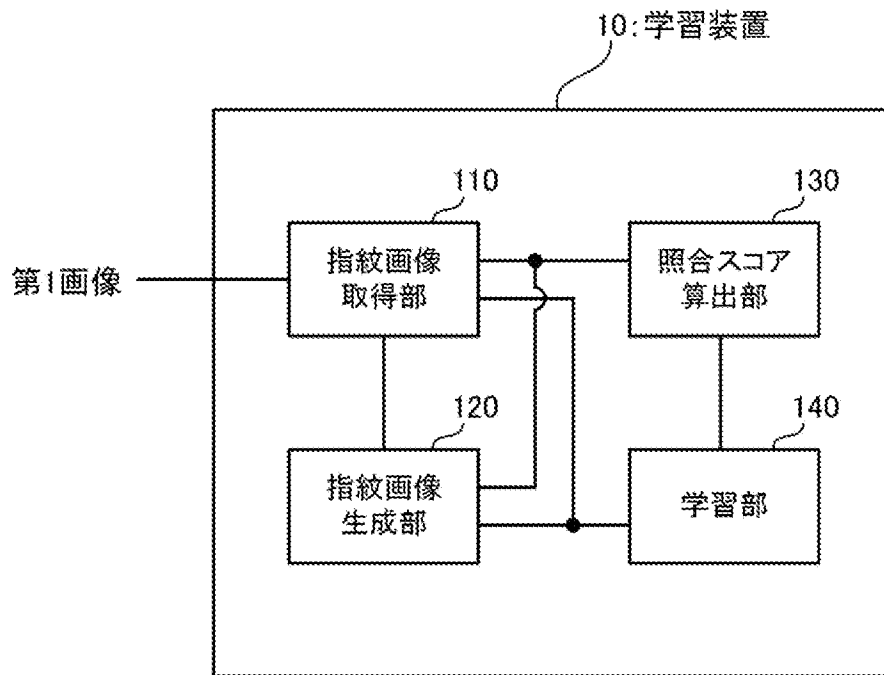
対象ユーザの指紋画像を取得し、
前記対象ユーザの指紋画像を前記機械学習モデルに入力して、前記
対象ユーザの指紋の状態に関する状態値を算出し、
前記状態値を出力する、
指紋状態推定方法を実行させるコンピュータプログラムが記録され
ている記録媒体。

[図1]

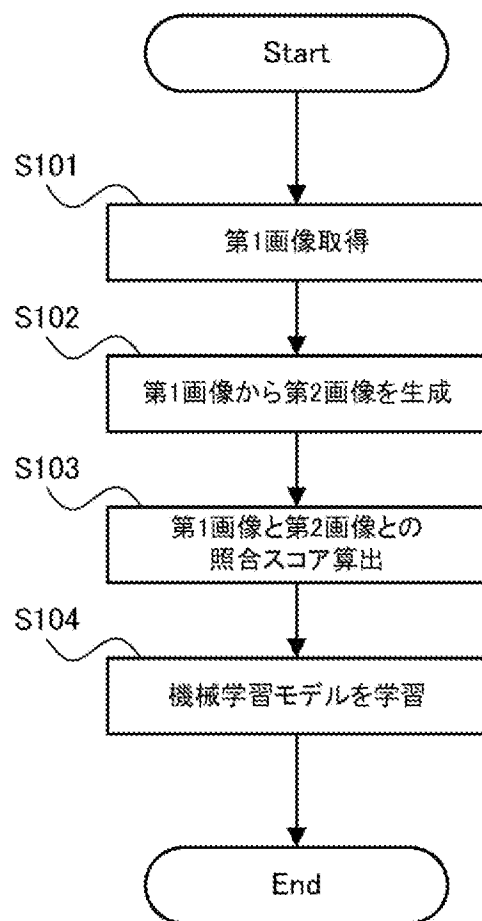
10: 学習装置



[図2]

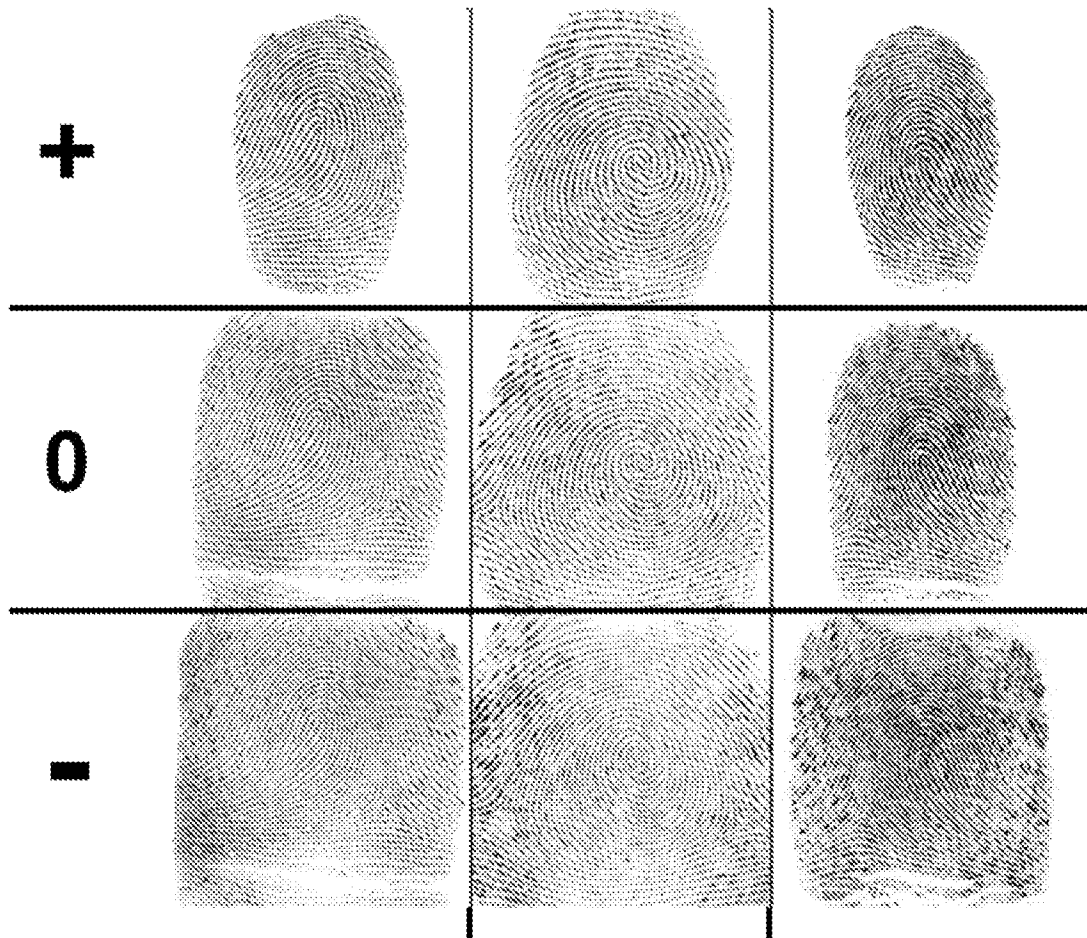


[図3]



[図4]

Slap/rolled 変換

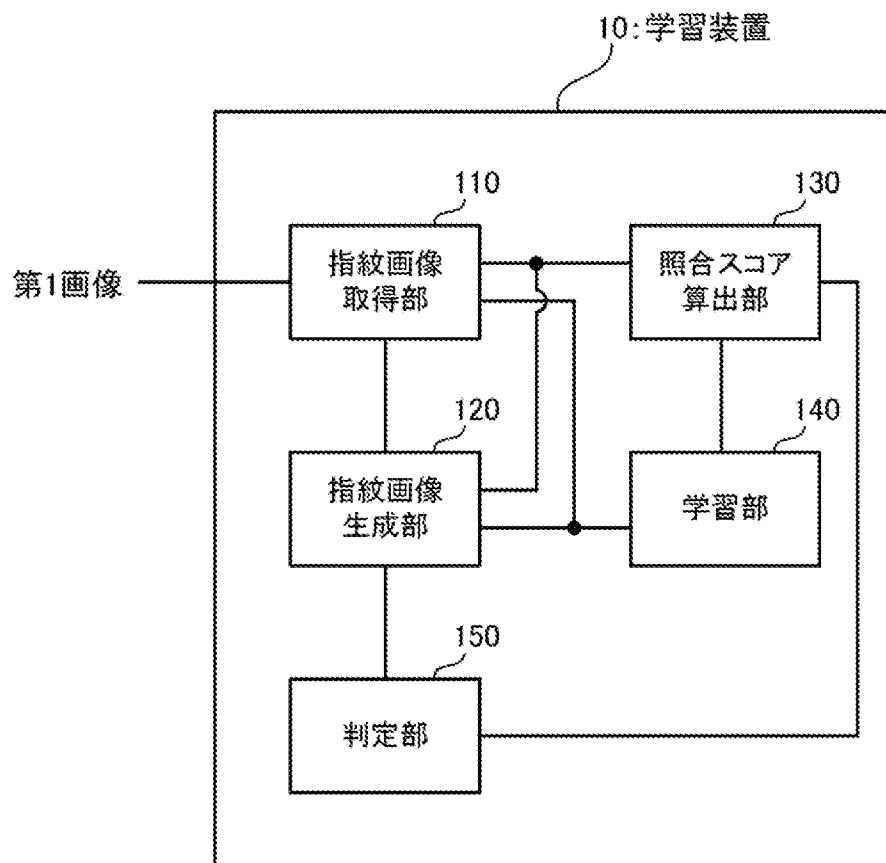


[図5]

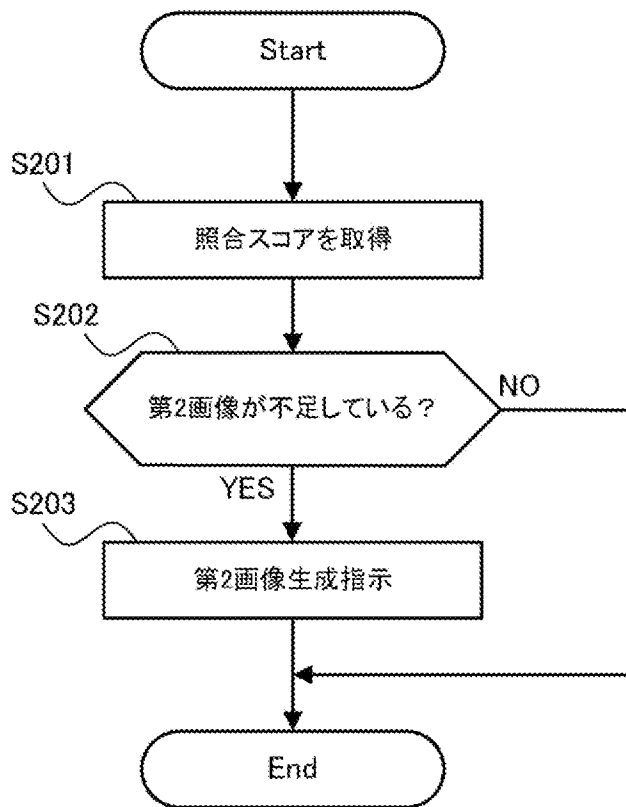
質感変換



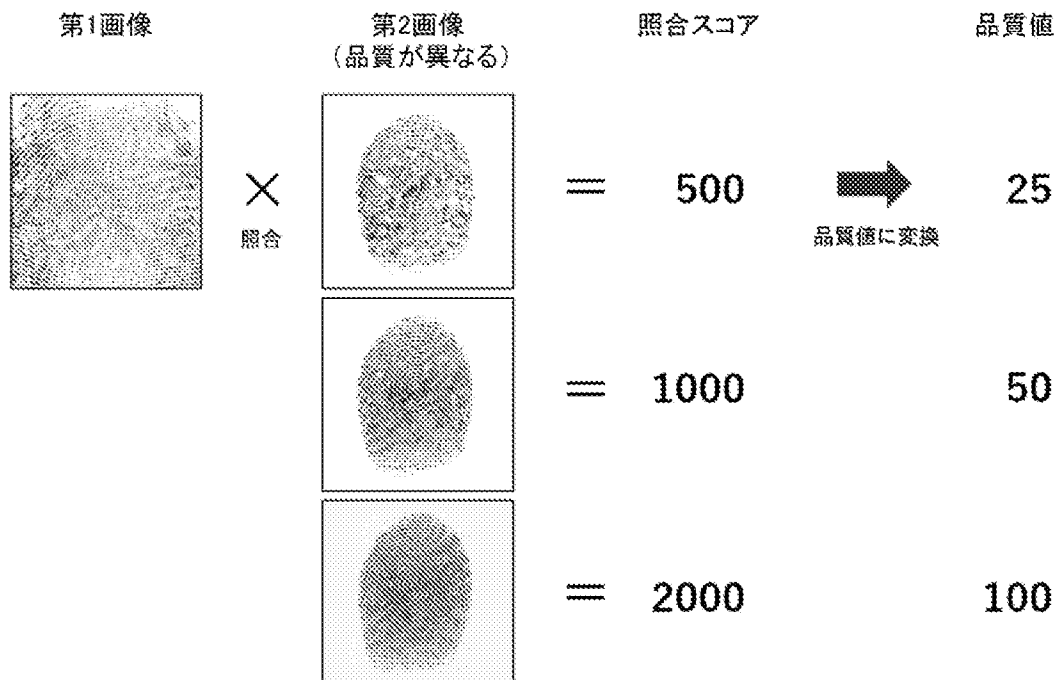
[図6]



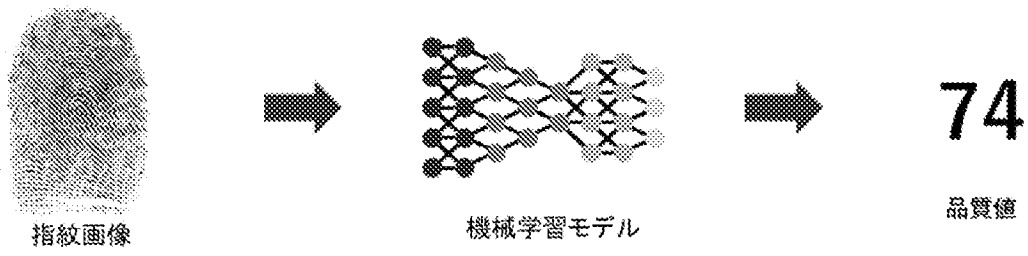
[図7]



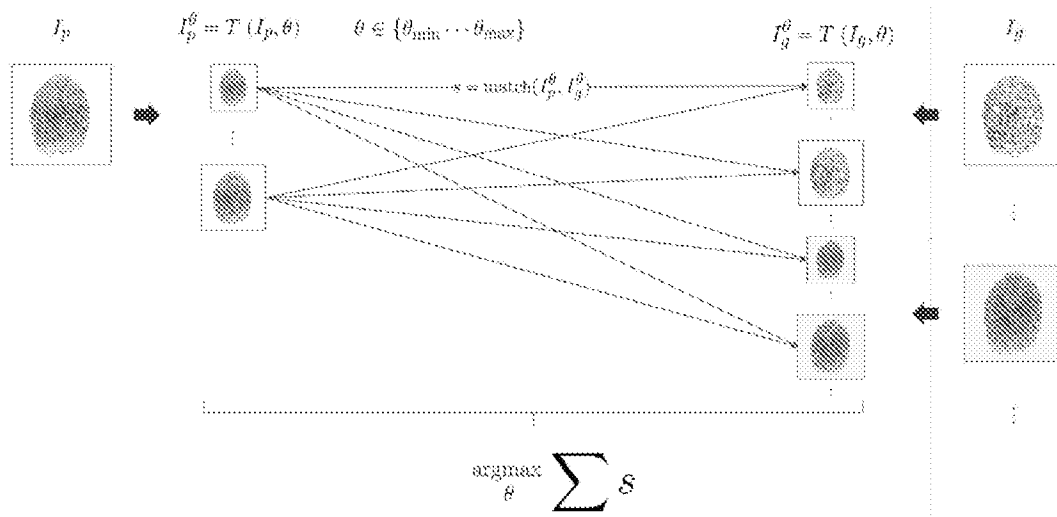
[図8]



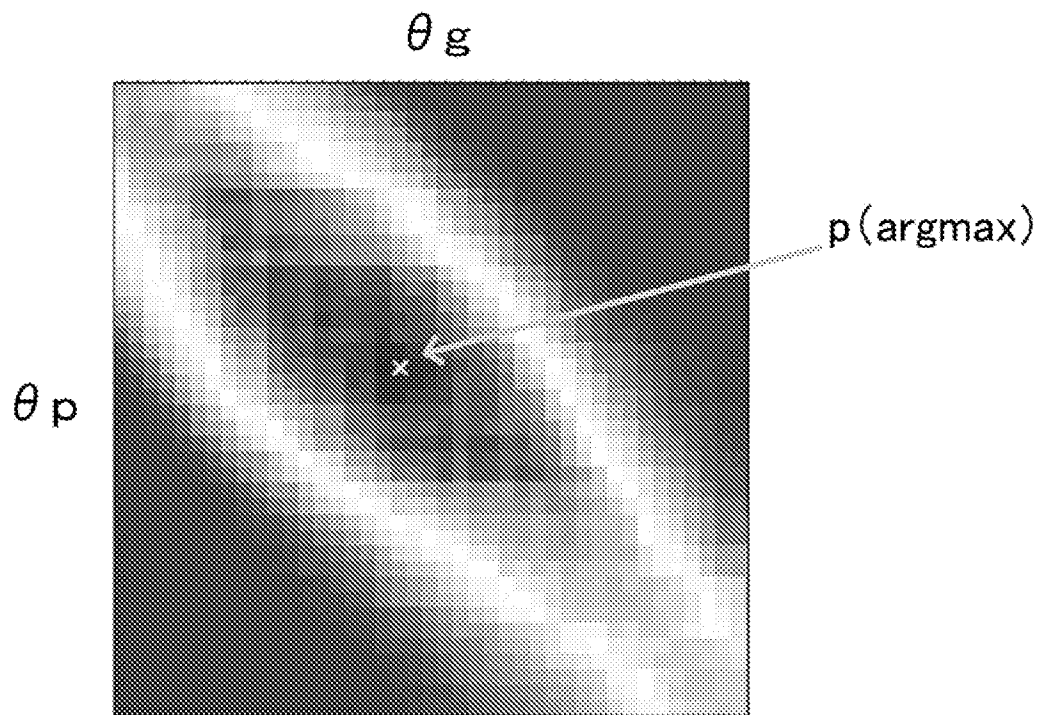
[図9]



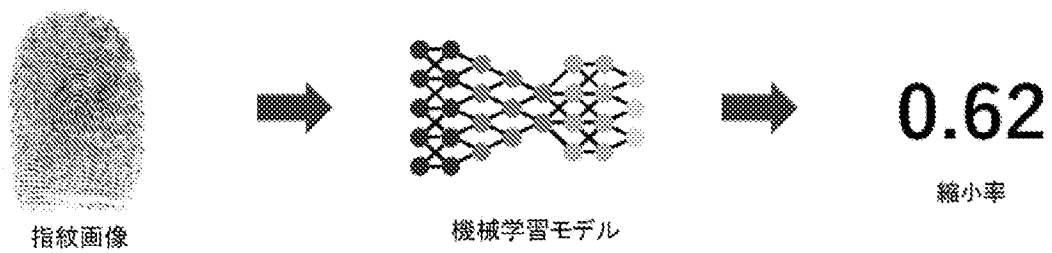
[図10]



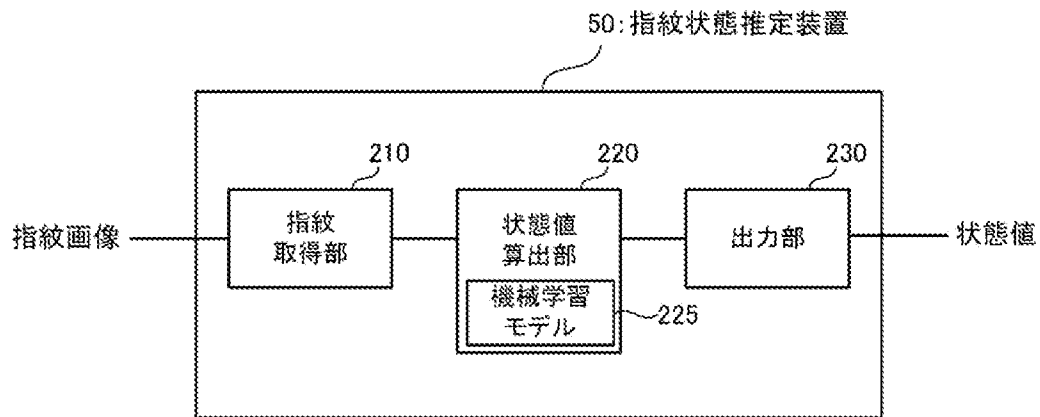
[図11]



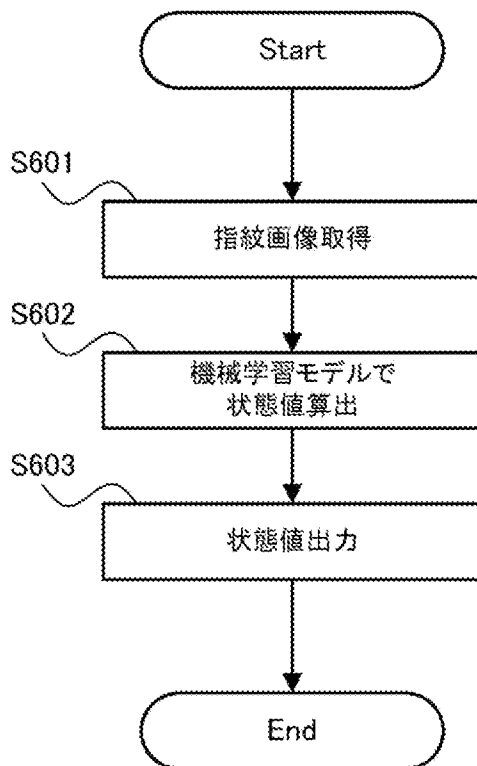
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/002051

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>G06V 40/12</i> (2022.01)i; <i>G06T 7/00</i> (2017.01)i FI: G06V40/12; G06T7/00 530 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G06V40/12; G06T7/00 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2020-95644 A (NEC CORPORATION) 18 June 2020 (2020-06-18) paragraphs [0014]-[0076]	1-10
A	WO 2022/195819 A1 (NEC CORPORATION) 22 September 2022 (2022-09-22) paragraphs [0031]-[0084]	1-10
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “D” document cited by the applicant in the international application “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 01 April 2024		Date of mailing of the international search report 16 April 2024
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2024/002051

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)	
JP	2020-95644	A	18 June 2020	(Family: none)			
WO	2022/195819	A1	22 September 2022	US	2023/0360440	A1	
				paragraphs [0067]-[0148]			

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

G06V 40/12(2022.01)i; G06T 7/00(2017.01)i

FI: G06V40/12; G06T7/00 530

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

G06V40/12; G06T7/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報

1922 - 1996年

日本国公開実用新案公報

1971 - 2024年

日本国実用新案登録公報

1996 - 2024年

日本国登録実用新案公報

1994 - 2024年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2020-95644 A（日本電気株式会社）18.06.2020（2020 - 06 - 18） 段落[0014]-[0076]	1-10
A	WO 2022/195819 A1（日本電気株式会社）22.09.2022（2022 - 09 - 22） 段落[0031]-[0084]	1-10

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの

“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献

“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

01.04.2024

国際調査報告の発送日

16.04.2024

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)

〒100-8915

日本国

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

権限のある職員（特許庁審査官）

高野 美帆子 5P 9849

電話番号 03-3581-1101 内線 3539

様式 PCT/ISA/210（第2ページ）（2022年7月）

国際出願番号
PCT/JP2024/002051

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2020-95644	A	18.06.2020	(ファミリーなし)	
WO	2022/195819	A1	22.09.2022	US	2023/0360440 A1
				段落[0067]-[0148]	