

(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2月8日(08.02.2024)



(10) 国際公開番号
WO 2024/028970 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 5/11 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/029617
- (22) 国際出願日: 2022年8月2日(02.08.2022)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 西 園 良 太 (NISHIZONO, Ryota); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 柏野 牧夫(KASHINO, Makio); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 西條 直樹(SAIJO, Naoki); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 中尾 直樹, 外 (NAKAO, Naoki et al.); 〒1600022 東京都新宿区新宿三丁目1番22号 新宿NSOビル6階 Tokyo (JP).
- (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, ME, MG, MK, MN, 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,

(54) Title: BLINKING ESTIMATION DEVICE, TRAINING DEVICE, BLINKING ESTIMATION METHOD, TRAINING METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 瞬目推定装置、学習装置、瞬目推定方法、学習方法、およびプログラム

図1A

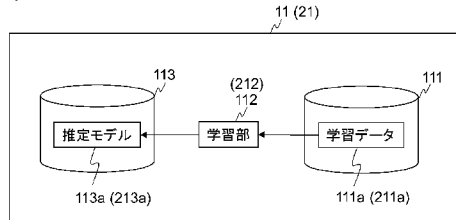
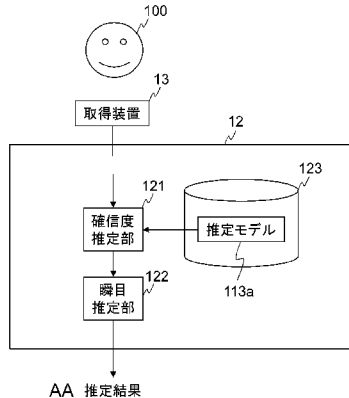


図1B



- 13 Acquiring device
- 111a (211a) Training data
- 112 (212) Training unit
- 113a (213a) Estimating model
- 121 Confidence factor estimating unit
- 122 Blinking estimating unit
- AA Estimation result

(57) Abstract: The present invention uses image information that indicates a motion of an eyelid, estimates the time during which the eyelid is performing the motion that has the spontaneous physiological characteristics of blinking, and outputs information that indicates the time.

(57) 要約: 瞼の運動を表す画像情報を用い、当該瞼が自発的な瞬目の生理学的特徴を持つ運動を行っている時間を推定し、当該時間を表す情報を出力する。



WO 2024/028970 A1

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, 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, 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))

明 細 書

発明の名称：

瞬目推定装置、学習装置、瞬目推定方法、学習方法、およびプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、瞬目（瞬き）を検出する技術に関する。

背景技術

[0002] アイカメラで得られた画像情報から瞬目が発生した時間を検出する技術が知られている（例えば、非特許文献1等参照）。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献1：Schweizer, Theresa, Thomas Wyss, and Rahel Gilgen-Ammann . "Eyeblick detection in the field: a proof of concept study of two mobile optical eye-trackers." *Military Medicine* 187.3-4 (2022): e404-e409.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかし、多様な環境のもとで瞬目が発生した時間を精度よく推定することは困難である。

[0005] 本発明では、多様な環境のもとであっても、瞬目が発生した時間を精度よく推定する技術を提供する。

課題を解決するための手段

[0006] 瞼の運動を表す画像情報を用い、当該瞼が自発的な瞬目の生理学的特徴を持つ運動を行っている時間を推定し、当該時間を表す情報を出力する。

発明の効果

[0007] これにより、多様な環境のもとであっても、瞬目が発生した時間を精度よく推定できる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図 1 Aは、実施形態の学習装置の機能構成を例示するためのブロック図である。図 1 Bは、実施形態の瞬目推定装置の機能構成を例示するためのブロック図である。

[図2]図 2は、実施形態の瞬目推定装置の機能構成を例示するためのブロック図である。

[図3]図 3は、実施形態の装置のハードウェア構成を例示するためのブロック図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。

[第 1 実施形態]

まず、本発明の第 1 実施形態を説明する。

<構成>

図 1 Aに例示するように、本実施形態の学習装置 1 1 は、記憶部 1 1 1、1 1 3 および学習部 1 1 2 を有し、学習データ 1 1 1 a を用いた学習処理（機械学習の学習処理）によって推定モデル 1 1 3 a を得る。

[0010] 図 1 Bに例示するように、本実施形態の瞬目推定装置 1 2 は、確信度推定部 1 2 1、瞬目推定部 1 2 2、および記憶部 1 2 3 を有し、学習装置 1 1 で得られた推定モデル 1 1 3 a および取得装置 1 3 で取得された利用者 1 0 0 の瞼の運動を表す情報を用い、利用者 1 0 0 の瞬目の推定結果を得て出力する。

[0011] 取得装置 1 3 は、利用者 1 0 0 の瞼の運動を表す情報を取得する装置であればどのようなものであってもよい。例えば、取得装置 1 3 は、利用者 1 0 0 の瞼の運動を表す画像情報（動画情報）を取得するアイカメラやアイトラッカーや画像センサ等であってもよいし、利用者 1 0 0 の瞼の運動に伴う生体信号（例えば、筋電位信号）を取得する生体センサ等であってもよいし、利用者 1 0 0 の瞼の位置や速度や加速度等を取得するセンサ（例えば、位置センサや速度センサや加速度センサ等）であってもよい。また、取得装置 1

3は、利用者100の両目の瞼の運動を表す情報を取得する装置であってもよいし、利用者100の一方の目の瞼の運動を表す情報を取得する装置であってもよい。

[0012] <学習処理>

次に、本実施形態の学習装置11（図1A）による学習処理を説明する。

本実施形態の学習装置11は、瞼の運動を表す情報から自発的な瞬目の生理学的特徴を持つ運動を行っている時間を推定するための推定モデル113a、を学習する装置である。

[0013] 瞬目は、動物（人間を含む）の目の瞼の開閉運動の一種であるが、これは、意識的な瞬目と意識的でない瞬目とに大別される。意識的な瞬目は「随意性瞬目（voluntary blink）」と呼ばれる。一方、意識的でない瞬目はさらに「反射性瞬目（反射的な瞬目）」（目の周りにものが飛んできたときなどに起こる瞬目）と、「自発性瞬目（自発的な瞬目）」（無意識に自然におこる瞬目）との2種類に分けられる。このような瞬目の生理学的特徴の一つは、その開閉運動の時間長（持続時間の長さ）であり、瞬目の際の開閉運動の時間長は所定の範囲にあることが多い。一般に、反射性瞬目の時間長（持続時間の長さ）は、自発性瞬目の時間長よりも短い。また、随意性瞬目の時間長は、自発性瞬目の時間長と同じ程度以上である。随意性瞬目の時間長の上限はない。これらの特徴を利用することにより、瞼が生理学的に瞬目に相当する時間長の開閉運動を行っているならば、その開閉運動が瞬目であると推定でき、そうでなければ瞬目ではないと推定できる。これにより、多様な環境のもとであっても、瞬目が発生した時間を精度よく推定できる。ここで、反射性瞬目の時間長、自発性瞬目の時間長、および随意性瞬目のうち短いものの時間長は、40ms以上500ms未満の範囲に属する。そして、反射性瞬目や随意性瞬目のうち短いものは生じないと仮定すると、40ms以上500ms未満の範囲の時間長の瞬目を自発的な瞬目として抽出できる。このように自発的な瞬目を抽出するように処理することで、環境光や振動による画像の問題による誤検出を抑え、多様な環境のもとで瞬目が発生した時間を精度よく推定することが

可能となる。なお、瞼の開閉運動は、開眼された状態から閉眼された状態に移行し、この閉眼された状態から再び開眼された状態に移行する一連の運動である。閉眼とは瞼を閉じている状態であり、開眼とは瞼を開いている状態である。例えば、開閉運動の時間長は、この一連の運動のうち、開眼された状態から閉眼された状態への移行を開始する時点から、閉眼された状態から再び開眼された状態への移行が終了する時点までの時間長である。

[0014] 瞬目の他の生理学的特徴は、両目の瞼がともに開閉運動を行う点である。両目の瞼がともに開閉運動を行うとは、例えば、両目の瞼が同時または略同時に開閉運動を行うことであってもよいし、両目が同時または略同時に閉眼した状態になる開閉運動を行うことであってもよい。この特徴を利用することにより、両目の瞼がともに開閉運動を行っているならば、その開閉運動が瞬目であると推定でき、そうでなければ瞬目ではないと推定できる。これにより、多様な環境のもとであっても、瞬目が発生した時間を精度よく推定できる。

[0015] 上述した2つの生理学的特徴を組み合わせた推定も可能である。すなわち、両目の瞼がともに生理学的に自発的な瞬目に相当する時間長の開閉運動を行っているのであれば、その開閉運動を瞬目と推定し、そうでなければ瞬目ではないと推定することもできる。上述した2つの生理学的特徴を組み合わせることにより、多様な環境のもとであっても、瞬目が発生した時間をより精度よく推定できる。

[0016] 本実施形態の推定モデル113aは、瞼の運動を表す情報に基づき、閉眼されている確信度合いまたは開眼されている確信度合いを表す確信度を推定するモデルである。後述のように、このような確信度は、瞼の開閉運動が上述のような瞬目の生理学的特徴を持っているか否かを判断するために利用できる。そのため、本実施形態の推定モデル113aは、瞼の運動を表す情報から上述のような瞬目の生理学的特徴を持つ運動を行っている時間を推定するためのモデルと考えることができる。確信度は二値で表現される不連続値であってもよいし、三値以上で表現される不連続値であってもよいし、連続

値であってもよい。確信度が大きいほど閉眼されている確信（確率）が高くてもよいし、確信度が小さいほど閉眼されている確信が高くてもよいし、確信度が大きいほど開眼されている確信が高くてもよいし、確信度が小さいほど開眼されている確信が高くてもよい。推定モデル113aは、瞼の運動を表す情報を入力として受け取り、このような確信度を得て出力するモデルであれば、どのようなものであってもよい。推定モデル113aは、例えば、ディープラーニングに基づくモデルであってもよいし、隠れマルコフモデルであってもよいし、サポートベクターマシーンであってもよいし、その他の公知の分類器であってもよい。一例を挙げると、推定モデル113aとして、例えば、瞼の運動を表す動画の各フレーム画像を表す情報に基づき、閉眼している確信度合いを表す確信度を得て出力するDeep Convolutional Neural Network (DCNN) が利用することができる。しかし、これは本発明を限定するものではない。

[0017] 記憶部111には、学習処理によって推定モデル113aを得るための学習データ111aが格納されている。学習データ111aは、推定モデル113aに依存し、少なくとも学習用の瞼の運動を表す情報を含む。学習用の瞼の運動を表す情報は、例えば、時系列の情報である。例えば、学習用の瞼の運動を表す情報は、瞼の運動を表す画像情報であってもよいし、瞼の運動に伴う生体信号であってもよいし、瞼の位置や速度や加速度等であってもよい。学習データ111aは、教師あり学習データであってもよいし、教師なし学習データであってもよい。例えば、推定モデル113aは、学習用の瞼の運動を表す情報と、それらに対応する正解ラベルとの組である。例えば、推定モデル113aが、瞼の運動を表す動画の各フレーム画像を表す情報に基づき、閉眼している確信度合いを表す確信度を得て出力するDCNNである場合、学習用の瞼の運動を表す動画の各フレーム画像（学習用の瞼の運動を表す画像情報）と、それらに対応する正解ラベルとの組が学習データ111aとなる。本実施形態の正解ラベルは、閉眼か開眼かを表すラベルであってもよいし、確信度を表すラベルであってもよいし、確信度の関数値を表すラベ

ルであってもよい。なお、閉眼なのか開眼なのかや確信度は、統一的な基準に基づいて定められる。例えば、瞳孔が全体的に隠れたら閉眼であり、そうでなければ開眼であるとしてもよい。

[0018] 学習部 112 は、記憶部 111 に格納された学習データ 111 a を用いた学習処理を実行し、推定モデル 113 a を得て記憶部 113 に格納する。この学習処理はどのようなものであってもよい。例えば、学習部 112 は、記憶部 111 に格納された学習データ 111 a のみを用いて学習処理を行ってもよいし、Resnet-50等の大規模学習済みDCNNをもとに、記憶部 111 に格納された学習データ 111 a を用いた転移学習を行ってもよい。転移学習では、例えば、学習データ 111 a に含まれる情報を変化させたり、ノイズを加えたり、一部を取り除いたり、移動させたり、回転させたりしたものを新たな学習データとして追加し（いわゆるデータオーグメンテーション）、元の学習データ 111 a と新たな学習データとを用いて推定モデル 113 a を学習する。例えば、学習データ 111 a が、学習用の瞼の運動を表す画像情報（例えば、瞼の運動を表す動画の各フレーム画像）と、それらに対応する正解ラベルとの組である場合、当該画像情報（例えば、当該フレーム画像）の輝度や色を変化させたり、ノイズを加えたり、一部を取り除いたり、移動させたり、回転させたりして得られる新たな画像情報（例えば、フレーム画像）および元の画像情報（例えば、フレーム画像）と、それらに対応する正解ラベルと、の組を新たな新たな学習データとして追加してもよい。

[0019] 上述のように得られた推定モデル 113 a は、瞬目推定装置 12（図 1 B）の記憶部 123 にも格納される。

[0020] <瞬目推定処理>

次に、本実施形態の瞬目推定装置 12（図 1 B）による瞬目推定処理を説明する。

取得装置 13 は、利用者 100 の瞼の運動を表す情報を取得する。利用者 100 の瞼の運動を表す情報は、例えば、時系列の情報である。例えば、取得装置 13 は、利用者 100 の瞼の運動を表す画像情報を取得してもよいし

、利用者100の瞼の運動に伴う生体信号を取得してもよいし、利用者100の瞼の位置や速度や加速度等を取得してもよい。ただし、利用者100の瞼の運動を表す情報の種別は、前述の学習データ111aに含まれた学習用の瞼の運動を表す情報の種別と同一である。例えば、推定モデル113aが、瞼の運動を表す動画の各フレーム画像を表す情報（瞼の運動を表す画像情報）に基づき、閉眼している確信度合いを表す確信度を得て出力するDCNNである場合、取得装置13は、利用者100の瞼の運動を表す動画の各フレーム画像（利用者100の瞼の運動を表す画像情報）を取得する。取得装置13は、利用者100の両目の瞼の運動を表す情報を取得してもよいし、利用者100の一方の目の瞼の運動を表す情報を取得してもよい。ただし、後述のように、瞬目推定部122が、両目の瞼がともに開閉運動を行うという瞬目の生理学的特徴を利用するのであれば、取得装置13は、利用者100の両目の瞼の運動を表す情報を取得する必要がある。取得装置13で取得された利用者100の瞼の運動を表す情報は、確信度推定部121に入力される（ステップS13）。

[0021] 確信度推定部121は、記憶部113aから抽出した推定モデル113aに、入力された利用者100の瞼の運動を表す情報を適用し、利用者100が閉眼されている確信度合いまたは開眼されている確信度合いを表す確信度を得て出力する。例えば、確信度推定部121に入力される利用者100の瞼の運動を表す情報が時系列情報である場合、確信度推定部121は、利用者100の瞼の運動を表す情報が時系列情報に対応する確信度の時系列情報を出力する。利用者100の両目の瞼の運動を表す情報が確信度推定部121に入力される場合、確信度推定部121は、両目の瞼それぞれに対応する確信度を得て出力してもよいし、何れか一方の目の瞼に対応する確信度を得て出力してもよい。ただし、後述のように、瞬目推定部122が、両目の瞼がともに開閉運動を行うという瞬目の生理学的特徴を利用するのであれば、確信度推定部121は、両目の瞼それぞれに対応する確信度を得て出力する必要がある。利用者100の一方の瞼の運動を表す情報が確信度推定部12

1に入力される場合、確信度推定部121は、その一方の目の瞼に対応する確信度を得て出力する。確信度推定部121から出力された確信度は瞬目推定部122に入力される（ステップS121）。

[0022] 瞬目推定部122は、入力された確信度と上述した瞬目の生理学的特徴とに基づき、利用者100の瞼が自発的な瞬目の生理学的特徴を持つ運動を行っている時間（例えば、この運動を行っている時間区間、当該時間区間に属する何れかの時点（例えば、開始時点、終了時点、中心時点、開始時点と終了時点との組等））を推定し、この時間を表す情報を推定結果として出力する（ステップS122）。以下にこの処理の具体例を示す。しかし、これらは例示にすぎず、本発明を限定するものではない。

[0023] <具体例1>

具体例1は、取得装置13が利用者100の両目の瞼の運動を表す情報を取得し、確信度推定部121が両目の瞼それぞれに対応する確信度を出力することを前提とし、瞬目推定部122が、両目の瞼がともに生理学的に自発的な瞬目に相当する時間長の開閉運動を行っている時間を推定し、当該時間を推定結果として出力するものである。

[0024] 瞬目推定部122には、右目の確信度 $CR(0), \dots, CR(T-1)$ と左目の確信度 $CL(0), \dots, CL(T-1)$ とが入力される。ただし、 T は正整数であり、 $t=0, \dots, T-1$ は時間を表す整数インデックスであり、大きな t ほど新しい時間を表している。まず瞬目推定部122は、適切な閾値を用い、右目の確信度 $CR(0), \dots, CR(T-1)$ をそれぞれ二値化して右目の二値化確信度 $CR'(0), \dots, CR'(T-1)$ を得、左目の確信度 $CL(0), \dots, CL(T-1)$ をそれぞれ二値化して左目の二値化確信度 $CL'(0), \dots, CL'(T-1)$ を得る。例えば、瞬目推定部122は、一つの閾値 TH を用い、 $CR(t) > TH$ の場合に $CR'(t)=1$ とし、 $CR(t) \leq TH$ の場合に場合に $CR'(t)=0$ とし、 $CL(t) > TH$ の場合に $CL'(t)=1$ とし、 $CL(t) \leq TH$ の場合に場合に $CL'(t)=0$ とする。あるいは、瞬目推定部122は、ヒステリシスを用いたチャタリングを防ぐ閾値処理によって、二値化確信度 $CR'(0), \dots, CR'(T-1)$ および二値化確信度 $CL'(0), \dots, CL'(T-1)$ を得てもよい。この場合、例えば、瞬目推定部122は、上

限值THUおよび下限値THL（ただし、 $THU > THL$ ）の二つの閾値を用い、 $CR(0) > THU$
 の場合に $CR'(0) = 1$ とし、 $CR(0) \leq THU$ の場合に $CR'(0) = 0$ とする。また、瞬目推
 定部122は、 $t = 1, \dots, T-1$ について、 $CR'(t-1) = 1$ かつ $CR(t) > THL$ の場合に CR'
 (t)=1とし、 $CR'(t-1) = 1$ かつ $CR(t) \leq THL$ の場合に $CR'(t) = 0$ とし、 $CR'(t-1) = 0$ か
 かつ $CR(t) > THU$ の場合に $CR'(t) = 1$ とし、 $CR'(t-1) = 0$ かつ $CR(t) \leq THU$ の場合に CR'
 (t)=0とする。同様に、この場合、例えば、瞬目推定部122は、上限値THUお
 よび下限値THLの二つの閾値を用い、 $CL(0) > THU$ の場合に $CL'(0) = 1$ とし、 $CL(0)$
 $\leq THU$ の場合に $CL'(0) = 0$ とする。また、瞬目推定部122は、 $t = 1, \dots, T-1$ に
 ついて、 $CL'(t-1) = 1$ かつ $CL(t) > THL$ の場合に $CL'(t) = 1$ とし、 $CL'(t-1) = 1$ かつ CL
 (t) $\leq THL$ の場合に $CL'(t) = 0$ とし、 $CL'(t-1) = 0$ かつ $CL(t) > THU$ の場合に $CL'(t) = 1$
 とし、 $CL'(t-1) = 0$ かつ $CL(t) \leq THU$ の場合に $CL'(t) = 0$ とする（ステップS12
 21-1）。

[0025] 次に、瞬目推定部122は、右目の二値化確信度 $CR'(0), \dots, CR'(T-1)$ から
 、生理学的に自発的な瞬目に相当する時間長の開閉運動を行っている時間区
 間 $IR(0), \dots, IR(R-1)$ を抽出し、左目の二値化確信度 $CL'(0), \dots, CL'(T-1)$ か
 ら、生理学的に自発的な瞬目に相当する時間長の開閉運動を行っている時間
 区間 $IL(0), \dots, IL(L-1)$ を抽出する。開閉運動の時間長は、予め定められた基
 準に基づいて定められる。ただし、 R および L は T 以下の正整数である。例えば
 、二値化確信度が1が開眼を表し、0が閉眼を表す場合、0が連続する区間
 （例えば、 $\dots 100\dots 0001\dots$ のうち「 $00\dots 000$ 」の区間）の時間長を開閉運
 動の時間長としてもよいし、0が連続する区間の時間とその前後に存在する
 所定個の1の区間の時間との合計時間長（例えば、 $\dots 1111100\dots 00011111\dots$
 のうち「 $11100\dots 000111$ 」の区間）を開閉運動の時間長としてもよい。生
 理学的に自発的な瞬目に相当する時間長は、例えば、40ms以上500ms未満であ
 る（ステップS1222-1）。

[0026] 次に、瞬目推定部122は、右目が生理学的に自発的な瞬目に相当する時
 間長の開閉運動を行っている時間区間 $IR(0), \dots, IR(R-1)$ と、左目が生理学的
 に自発的な瞬目に相当する時間長の開閉運動を行っている時間区間 $IL(0), \dots$

, $IL(L-1)$ とを用い、両目が生理学的に自発的な瞬目に相当する時間長の開閉運動を行っている時間 $I(0), \dots, I(K-1)$ を得、当該時間 $I(0), \dots, I(K-1)$ を表す情報を推定結果（瞬目が行われている時間を表す推定結果）として出力する。ただし、 K は T 以下の正整数である。また、時間 $I(k)$ （ただし、 $k \in \{0, \dots, K-1\}$ ）は、時点であってもよいし、時間区間であってもよい。例えば、瞬目推定部 122 は、時間区間 $IR(r)$ と一致または近似する時間区間 $IL(i)$ （ただし、 $r \in \{0, \dots, R-1\}$ および $i \in \{0, \dots, L-1\}$ ）が存在した場合に、当該時間区間 $IR(r)$ と一致または近似する時間区間 $IL(i)$ を時間 $I(k)$ （ただし、 $k \in \{0, \dots, K-1\}$ ）としてもよいし、当該時間区間 $IL(i)$ に属する何れかの時点（例えば、時間区間 $IL(i)$ の開始時点、終了時点、中心時点、開始時点と終了時点との組等）を時間 $I(k)$ としてもよいし、当該時間区間 $IR(r)$ を時間 $I(k)$ としてもよいし、当該時間区間 $IR(r)$ に属する何れかの時点を時間 $I(k)$ としてもよい。あるいは、例えば、瞬目推定部 122 は、時間区間 $IR(0), \dots, IR(R-1)$ と時間区間 $IL(0), \dots, IL(L-1)$ とが重複する時間区間を時間 $I(0), \dots, I(K-1)$ としてもよいし、当該重複する時間区間に属する何れかの時点を時間 $I(k)$ としてもよい。すなわち、時間区間 $IR(0), \dots, IR(R-1)$ に属し、かつ、時間区間 $IL(0), \dots, IL(L-1)$ に属する時間区間を時間 $I(0), \dots, I(K-1)$ としてもよいし、時間区間 $IR(0), \dots, IR(R-1)$ に属し、かつ、時間区間 $IL(0), \dots, IL(L-1)$ に属する何れかの時点を時間 $I(k)$ としてもよい。時間区間 $IR(0), \dots, IR(R-1)$ または時間区間 $IL(0), \dots, IL(L-1)$ が存在しない場合、瞬目推定部 122 は、瞬目が行われている時間が存在しないことを表す推定結果を出力してもよい。あるいは、時間区間 $IR(0), \dots, IR(R-1)$ が存在しない場合、瞬目推定部 122 は、時間区間 $IL(i)$ を時間 $I(k)$ としてもよいし、当該時間区間 $IL(i)$ に属する何れかの時点を時間 $I(k)$ としてもよい。同様に、確信度 $CL(0), \dots, CL(T-1)$ が存在しない場合、瞬目推定部 122 は、時間区間 $IR(r)$ を時間区間 $I(k)$ としてもよいし、当該時間区間 $IR(r)$ に属する何れかの時点を時間 $I(k)$ としてもよい（ステップ S 1223-1）。

[0027] なお、照明条件等の環境によって、信頼性の高い確信度 $CR(0), \dots, CR(T-1)$

や確信度 $CL(0), \dots, CL(T-1)$ が得られない場合も考えられる。このような場合、瞬目推定部 1 2 2 は、信頼性が基準を満たす確信度 $CR(0), \dots, CR(T-1)$ や確信度 $CL(0), \dots, CL(T-1)$ のみを用い、上述のように時間 $I(0), \dots, I(K-1)$ を得てもよい。あるいは、確信度 $CR(0), \dots, CR(T-1)$ の信頼性は基準を満たすが、確信度 $CL(0), \dots, CL(T-1)$ の信頼性が基準を満たさない場合、瞬目推定部 1 2 2 は、時間区間 $IR(r)$ を時間 $I(k)$ としてもよいし、当該時間区間 $IR(r)$ に属する何れかの時点を時間 $I(k)$ としてもよい。同様に、確信度 $CL(0), \dots, CL(T-1)$ の信頼性は基準を満たすが、確信度 $CR(0), \dots, CR(T-1)$ の信頼性が基準を満たさない場合、瞬目推定部 1 2 2 は、時間区間 $IL(i)$ を時間 $I(k)$ としてもよいし、当該時間区間 $IL(i)$ に属する何れかの時点を時間 $I(k)$ としてもよい。また、確信度 $CR(0), \dots, CR(T-1)$ の信頼性も確信度 $CL(0), \dots, CL(T-1)$ の信頼性も基準を満たさない場合、瞬目推定部 1 2 2 は推定結果を出力しない等のエラー処理を行ってもよい。なお、確信度の信頼度はどのようなものであってもよいが、例えば、対応する利用者 1 0 0 の瞼の運動を表す情報の大きさ（例えば、画像情報の輝度）が飽和値を下回っていれば確信度の信頼度は基準を満たし、そうでなければ確信度の信頼度は基準を満たさないとしてもよい。

[0028] <具体例 2 >

具体例 1 では、瞬目推定部 1 2 2 は、右目の確信度 $CR(0), \dots, CR(T-1)$ と左目の確信度 $CL(0), \dots, CL(T-1)$ を二値化してから（ステップ S 1 2 2 2 - 1）、時間 $I(0), \dots, I(K-1)$ を抽出した。しかし、瞬目推定部 1 2 2 が、右目の確信度 $CR(0), \dots, CR(T-1)$ も左目の確信度 $CL(0), \dots, CL(T-1)$ も二値化することなく、時間 $I(0), \dots, I(K-1)$ を得てもよい。

[0029] この場合、瞬目推定部 1 2 2 には、右目の確信度 $CR(0), \dots, CR(T-1)$ と左目の確信度 $CL(0), \dots, CL(T-1)$ とが入力される。瞬目推定部 1 2 2 は、右目の確信度 $CR(0), \dots, CR(T-1)$ から、生理学的に自発的な瞬目に相当する時間長の開閉運動を行っている時間区間 $IR(0), \dots, IR(R-1)$ を抽出し、左目の確信度 $CL(0), \dots, CL(T-1)$ から、生理学的に自発的な瞬目に相当する時間長の開閉運動を行っている時間区間 $IL(0), \dots, IL(L-1)$ を抽出する。例えば、瞬目推定部 1 2

2は、所定の閾値と確信度 $CR(0), \dots, CR(T-1)$ とを比較し、生理学的に自発的な瞬目に相当する時間長の開閉運動を行っている時間区間 $IR(0), \dots, IR(R-1)$ を検出し、所定の閾値と確信度 $CL(0), \dots, CL(T-1)$ とを比較し、生理学的に自発的な瞬目に相当する時間長の開閉運動を行っている時間区間 $IL(0), \dots, IL(L-1)$ を検出する。例えば、確信度が大きいほど開眼の状態にあり、確信度が小さいほど閉眼の状態にあるケースの場合、瞬目推定部122は、確信度 $CR(t)$ が継続して閾値を下回っている時間区間を抽出し、それらの時間区間のうち、生理学的に自発的な瞬目に相当する時間長に該当するものを時間区間 $IR(0), \dots, IR(R-1)$ としてもよい。同様に、このケースにおいて、瞬目推定部122は、例えば、確信度 $CL(t)$ が継続して閾値を下回っている時間区間を抽出し、それらの時間区間のうち、生理学的に自発的な瞬目に相当する時間長に該当するものを時間区間 $IL(0), \dots, IL(L-1)$ としてもよい（ステップS1222-2）。

[0030] その後、瞬目推定部122は、ステップS1223-1を実行し、時間 $I(0), \dots, I(K-1)$ を表す情報を推定結果として出力する。その他は、具体例1と同じである。

[0031] <具体例3>

具体例3は、瞬目推定部122が、一方の瞼が生理学的に自発的な瞬目に相当する時間長の開閉運動を行っている時間を推定し、当該時間を推定結果として出力するものである。

[0032] 瞬目推定部122には、右目の確信度 $CR(0), \dots, CR(T-1)$ および左目の確信度 $CL(0), \dots, CL(T-1)$ の少なくとも一方が入力される。瞬目推定部122は、適切な閾値を用い、右目の確信度 $CR(0), \dots, CR(T-1)$ をそれぞれ二値化して右目の二値化確信度 $CR'(0), \dots, CR'(T-1)$ を得るか、左目の確信度 $CL(0), \dots, CL(T-1)$ をそれぞれ二値化して左目の二値化確信度 $CL'(0), \dots, CL'(T-1)$ を得るか、二値化確信度 $CR'(0), \dots, CR'(T-1)$ および二値化確信度 $CL'(0), \dots, CL'(T-1)$ の両方を得る（ステップS1222-3）。

[0033] 瞬目推定部122は、右目の二値化確信度 $CR'(0), \dots, CR'(T-1)$ から、生理

学的に自発的な瞬目に相当する時間長の開閉運動を行っている時間区間 $IR(r)$ を時間 $I(k)$ として抽出してもよいし、当該時間区間 $IR(r)$ に属する何れかの時点 $I(k)$ としてもよい。または、瞬目推定部122は、左目の二値化確信度 $CL'(0), \dots, CL'(T-1)$ から、生理学的に自発的な瞬目に相当する時間長の開閉運動を行っている時間区間 $IL(i)$ を時間 $I(k)$ として抽出してもよいし、当該時間区間 $IL(i)$ に属する何れかの時点 $I(k)$ としてもよい。または、瞬目推定部122は、信頼性が基準を満たす確信度 $CR(0), \dots, CR(T-1)$ や確信度 $CL(0), \dots, CL(T-1)$ のみを用い、上述のように時間 $I(0), \dots, I(K-1)$ を得てもよい。または、瞬目推定部122は、確信度 $CR(0), \dots, CR(T-1)$ の信頼性は基準を満たすが、確信度 $CL(0), \dots, CL(T-1)$ の信頼性が基準を満たさない場合に、時間区間 $IR(0), \dots, IR(R-1)$ のみを用いて、上述のように時間 $I(0), \dots, I(K-1)$ を得てもよい。同様に、瞬目推定部122は、確信度 $CL(0), \dots, CL(T-1)$ の信頼性は基準を満たすが、確信度 $CR(0), \dots, CR(T-1)$ の信頼性が基準を満たさない場合に、時間区間 $IL(0), \dots, IL(L-1)$ のみを用いて、上述のように時間 $I(0), \dots, I(K-1)$ を得てもよい。瞬目推定部122は、このように得られた時間 $I(0), \dots, I(K-1)$ を表す情報を推定結果として出力する。また、確信度 $CR(0), \dots, CR(T-1)$ の信頼性も確信度 $CL(0), \dots, CL(T-1)$ の信頼性も基準を満たさない場合、瞬目推定部122は推定結果を出力しない等のエラー処理を行ってもよい（ステップS1223-3）。

[0034] <具体例4>

具体例3では、瞬目推定部122は、右目の確信度 $CR(0), \dots, CR(T-1)$ および／または左目の確信度 $CL(0), \dots, CL(T-1)$ を二値化してから（ステップS1222-3）、時間 $I(0), \dots, I(K-1)$ を抽出した。しかし、瞬目推定部122が、右目の確信度 $CR(0), \dots, CR(T-1)$ も左目の確信度 $CL(0), \dots, CL(T-1)$ を二値化することなく、時間 $I(0), \dots, I(K-1)$ を得てもよい。

[0035] この場合、瞬目推定部122には、右目の確信度 $CR(0), \dots, CR(T-1)$ および／または左目の確信度 $CL(0), \dots, CL(T-1)$ が入力される。例えば、瞬目推定部122は、所定の閾値と確信度 $CR(0), \dots, CR(T-1)$ とを比較し、生理学的に自

発的な瞬目に相当する時間長の開閉運動を行っている時間区間 $IR(r)$ を時間 $I(k)$ としてもよいし、当該時間区間 $IR(r)$ に属する何れかの時点をも時間 $I(k)$ としてもよい。または、例えば、瞬目推定部122は、所定の閾値と確信度 $CL(0), \dots, CL(T-1)$ とを比較し、生理学的に自発的な瞬目に相当する時間長の開閉運動を行っている時間区間 $IL(i)$ を時間 $I(k)$ としてもよいし、当該時間区間 $IL(i)$ に属する何れかの時点をも時間 $I(k)$ としてもよい（具体例2参照）。その他は、具体例3と同じである。

[0036] <具体例5>

具体例5は、取得装置13が利用者100の両目の瞼の運動を表す情報を取得し、確信度推定部121が両目の瞼それぞれに対応する確信度を出力することを前提とし、瞬目推定部122が、両目の瞼がともに開閉運動を行っている時間を推定し、当該時間を推定結果として出力するものである。

[0037] 瞬目推定部122には、右目の確信度 $CR(0), \dots, CR(T-1)$ と左目の確信度 $CL(0), \dots, CL(T-1)$ とが入力される。まず瞬目推定部122は、適切な閾値を用い、右目の確信度 $CR(0), \dots, CR(T-1)$ をそれぞれ二値化して右目の二値化確信度 $CR'(0), \dots, CR'(T-1)$ を得、左目の確信度 $CL(0), \dots, CL(T-1)$ をそれぞれ二値化して左目の二値化確信度 $CL'(0), \dots, CL'(T-1)$ を得る（ステップS1221-1）。

[0038] 次に、瞬目推定部122は、右目の二値化確信度 $CR'(0), \dots, CR'(T-1)$ から、開閉運動を行っている時間区間 $IR(0), \dots, IR(R-1)$ を抽出し、左目の二値化確信度 $CL'(0), \dots, CL'(T-1)$ から、開閉運動を行っている時間区間 $IL(0), \dots, IL(L-1)$ を抽出する。具体例1との相違点は、生理学的に自発的な瞬目に相当する時間長であるか否かにかかわらず、開閉運動を行っている時間区間を $IR(0), \dots, IR(R-1)$ および $IL(0), \dots, IL(L-1)$ として抽出される点である（ステップS1222-5）。

[0039] 次に、瞬目推定部122は、右目が開閉運動を行っている時間区間 $IR(0), \dots, IR(R-1)$ と、左目が時間長の開閉運動を行っている時間区間 $IL(0), \dots, IL(L-1)$ とを用い、両目が開閉運動を行っている時間 $I(0), \dots, I(K-1)$ を得、当該

時間 $I(0), \dots, I(K-1)$ を表す情報を推定結果（瞬目が行われている時間を表す推定結果）として出力する。具体例1との相違点は、生理学的に自発的な瞬目に相当する時間長であるか否かにかかわらず、両目が開閉運動を行っている時間 $I(0), \dots, I(K-1)$ を表す情報が、推定結果として出力される点である（ステップS1223-5）。

[0040] <具体例6>

具体例5では、瞬目推定部122は、右目の確信度 $CR(0), \dots, CR(T-1)$ および／または左目の確信度 $CL(0), \dots, CL(T-1)$ を二値化してから（ステップS1222-5）、時間 $I(0), \dots, I(K-1)$ を抽出した。しかし、瞬目推定部122が、右目の確信度 $CR(0), \dots, CR(T-1)$ も左目の確信度 $CL(0), \dots, CL(T-1)$ も二値化することなく、時間 $I(0), \dots, I(K-1)$ を得てもよい。

[0041] この場合、瞬目推定部122には、右目の確信度 $CR(0), \dots, CR(T-1)$ と左目の確信度 $CL(0), \dots, CL(T-1)$ とが入力される。瞬目推定部122は、右目の確信度 $CR(0), \dots, CR(T-1)$ から、開閉運動を行っている時間区間 $IR(0), \dots, IR(R-1)$ を抽出し、左目の確信度 $CL(0), \dots, CL(T-1)$ から、開閉運動を行っている時間区間 $IL(0), \dots, IL(L-1)$ を抽出する。具体例2との相違点は、生理学的に自発的な瞬目に相当する時間長であるか否かにかかわらず、開閉運動を行っている時間区間を $IR(0), \dots, IR(R-1)$ および $IL(0), \dots, IL(L-1)$ として抽出される点である（ステップS1222-6）。

[0042] その後、瞬目推定部122は、右目が開閉運動を行っている時間区間 $IR(0), \dots, IR(R-1)$ と、左目が開閉運動を行っている時間区間 $IL(0), \dots, IL(L-1)$ とを用い、両目が開閉運動を行っている時間 $I(0), \dots, I(K-1)$ を得、当該時間 $I(0), \dots, I(K-1)$ を表す情報を推定結果（瞬目が行われている時間を表す推定結果）として出力する（ステップS1223-6）。

[0043] <実験結果>

次に本実施形態の実験結果を例示する。この実験では、学習データ111aの瞼の運動を表す情報として動画A,Bについてそれぞれ瞼の運動を表す9576枚の眼のフレーム画像を用い、瞬目推定部122が具体例1の処理を行い、

そのステップS 1 2 2 1 - 1では、瞬目推定部 1 2 2は、一つの閾値THを用いて確信度を二値化した。

[0044] 動画Aでは、人間が目視で確認した764回の瞬目を検出したのに対し、瞬目推定装置 1 2は760回の瞬目を検出し、人間が目視で確認した瞬目開始時刻と、瞬目推定装置 1 2で検出された瞬目開始時刻との時刻ずれの中央値は30.4ミリ秒であった。動画Bでは、人間が目視で確認した171回の瞬目を検出したのに対し、瞬目推定装置 1 2は174回の瞬目を検出し、人間が目視で確認した瞬目開始時刻と、瞬目推定装置 1 2で検出された瞬目開始時刻との時刻ずれの中央値は25.6ミリ秒であった。いずれの動画も、屋外で明るさが明暗両方向に著しく異なり、一枚の画像の中でもまつげの影ができるなど画像処理にとって過酷な環境光のもとで取得したものであった。このような場合、古典的な画像処理による検出手法では、パラメータを調整することで、かろうじて一部の瞬目を検出できただけであった。これに対し、本実施形態の手法では、パラメータを調整することなく、このような優れた結果が得られた。

[0045] <本実施形態の特徴>

本実施形態では、瞼の運動を表す画像情報を用い、当該瞼が自発的な瞬目の生理学的特徴を持つ運動を行っている時間を推定し、当該時間を表す情報を出力する。このように、本実施形態では、自発的な瞬目の生理学的特徴を考慮するため、多様な環境（例えば、多様な環境光）のもとであっても、瞬目が発生した時間を精度よく推定することが可能となる。さらに、機械学習に基づく推定モデル 1 1 3 aを用いることで、多様な環境を想定することができ、推定精度をさらに向上させることができる。また、推定モデル 1 1 3 aの学習に転移学習を用いることで、学習データ 1 1 1 aの数が少ない場合であっても、多様な環境での推定精度を向上させることができる。

[0046] [第2実施形態]

次に、本発明の第2実施形態を説明する。第1実施形態の推定モデル 1 1 3 aは、瞼の運動を表す情報に基づき、閉眼されている確信度合いまたは開眼されている確信度合いを表す確信度を推定するモデルであった。しかし、

これに代え、瞼の運動を表す情報に基づき、瞼が自発的な瞬目の生理学的特徴を持つ運動を行っている時間を推定するモデルであってもよい。以下では、第1実施形態との相違点を中心に説明し、すでに説明した事項については同じ参照番号を用いて説明を簡略化する。

[0047] <構成>

図1Aに例示するように、本実施形態の学習装置21は、記憶部111、113および学習部212を有し、学習データ211aを用いた学習処理によって推定モデル213aを得る。

[0048] 図2に例示するように、本実施形態の瞬目推定装置22は、瞬目推定部222、および記憶部123を有し、学習装置21で得られた推定モデル213aおよび取得装置13で取得された利用者100の瞼の運動を表す情報を用い、利用者100の瞬目の推定結果を得て出力する。

[0049] <学習処理>

次に、本実施形態の学習装置21（図1A）による学習処理を説明する。

本実施形態の学習装置21は、瞼の運動を表す情報から自発的な瞬目の生理学的特徴を持つ運動を行っている時間を推定するための推定モデル213a、を学習する装置である。

[0050] 本実施形態の推定モデル213aは、瞼の運動を表す情報に基づき、瞼が自発的な瞬目の生理学的特徴を持つ運動を行っている時間を推定するモデルである。自発的な瞬目の生理学的特徴の具体例は、第1実施形態で説明した通りである。推定モデル213aは、瞼の運動を表す情報を入力として受け取り、瞼が自発的な瞬目の生理学的特徴を持つ運動を行っている時間を得て出力するモデルであれば、どのようなものであってもよい。推定モデル213aは、例えば、ディープラーニングに基づくモデルであってもよいし、隠れマルコフモデルであってもよいし、サポートベクターマシーンであってもよいし、その他の公知の分類器であってもよい。

[0051] 記憶部111には、学習処理によって推定モデル213aを得るための学習データ211aが格納されている。学習データ211aは、推定モデル2

13aに依存し、少なくとも学習用の瞼の運動を表す情報を含む。瞼の運動を表す情報の具体例は、第1実施形態で説明した通りである。学習データ211aは、教師あり学習データであってもよいし、教師なし学習データであってもよい。例えば、推定モデル213aは、学習用の瞼の運動を表す情報と、それらに対応する正解ラベルとの組である。本実施形態の正解ラベルは、瞼が自発的な瞬目の生理学的特徴を持つ運動を行っている時間であるか否かを表すラベルであってもよいし、当該生理学的特徴を持つ運動を行っている時間である確率を表すラベルであってもよいし、当該確率の関数値を表すラベルであってもよい。このような正解ラベルは、例えば、学習用の瞼の運動を表す情報を第1実施形態の瞬目推定装置12に入力して得られる推定結果を用いて生成できる。

[0052] 学習部212は、記憶部111に格納された学習データ211aを用いた学習処理を実行し、推定モデル213aを得て記憶部113に格納する。第1実施形態で説明したように、この学習処理はどのようなものであってもよい。

[0053] 上述のように得られた推定モデル213aは、瞬目推定装置22（図2）の記憶部123にも格納される。

[0054] <瞬目推定処理>

次に、本実施形態の瞬目推定装置22（図2）による瞬目推定処理を説明する。

取得装置13は、利用者100の瞼の運動を表す情報を取得する。取得装置13で取得された利用者100の瞼の運動を表す情報は、瞬目推定部222に入力される（ステップS23）。

[0055] 瞬目推定部222は、記憶部113aから抽出した推定モデル213aに、入力された利用者100の瞼の運動を表す情報を適用し、利用者100の瞼が自発的な瞬目の生理学的特徴を持つ運動を行っている時間を推定し、その時間を表す情報を推定結果として出力する（ステップS222）。

[0056] <本実施形態の特徴>

本実施形態では、瞼の運動を表す画像情報を用い、当該瞼が自発的な瞬目の生理学的特徴を持つ運動を行っている時間を推定し、当該時間を表す情報を出力する。このように、本実施形態では、自発的な瞬目の生理学的特徴を考慮するため、多様な環境（例えば、多様な環境光）のもとであっても、瞬目が発生した時間を精度よく推定することが可能となる。特に本実施形態では、瞼の運動を表す情報に基づき、瞼が自発的な瞬目の生理学的特徴を持つ運動を行っている時間を推定する推定モデル213aを用いた。これにより、推定モデル213aからの出力をそのまま瞬目の推定結果とすることができ、瞬目推定処理を簡易化できる。また、閾値を考慮することなく、瞬目推定装置22に格納された推定モデル213aだけで瞬目推定処理を管理できるため、瞬目推定処理の更新も容易である。さらに、機械学習に基づく推定モデル213aを用いることで、多様な環境（例えば、多様な環境光）を想定することができ、推定精度をさらに向上させることができる。また、推定モデル213aの学習に転移学習を用いることで、学習データ211aの数が少ない場合であっても、多様な環境での推定精度を向上させることができる。

[0057] [ハードウェア構成]

各実施形態における学習装置11、21および瞬目推定装置12、22は、例えば、CPU（central processing unit）等のプロセッサ（ハードウェア・プロセッサ）やRAM（random-access memory）・ROM（read-only memory）等のメモリ等を備える汎用または専用のコンピュータが所定のプログラムを実行することで構成される装置である。すなわち、各実施形態における学習装置11、21および瞬目推定装置12、22は、例えば、それぞれが有する各部を実装するように構成された処理回路（processing circuitry）を有する。このコンピュータは1個のプロセッサやメモリを備えていてもよいし、複数個のプロセッサやメモリを備えていてもよい。このプログラムはコンピュータにインストールされてもよいし、予めROM等に記録されていてもよい。また、CPUのようにプログラムが読み込まれることで機能構

成を実現する電子回路 (circuitry) ではなく、単独で処理機能を実現する電子回路を用いて一部またはすべての処理部が構成されてもよい。また、1個の装置を構成する電子回路が複数のCPUを含んでいてもよい。

[0058] 図3は、各実施形態における学習装置11, 21および瞬目推定装置12, 22のハードウェア構成を例示したブロック図である。図3に例示するように、この例の学習装置11, 21および瞬目推定装置12, 22は、CPU (Central Processing Unit) 10a、入力部10b、出力部10c、RAM (Random Access Memory) 10d、ROM (Read Only Memory) 10e、補助記憶装置10f、通信部10hおよびバス10gを有している。この例のCPU 10aは、制御部10aa、演算部10abおよびレジスタ10acを有し、レジスタ10acに読み込まれた各種プログラムに従って様々な演算処理を実行する。また、入力部10bは、データが入力される入力端子、キーボード、マウス、タッチパネル等である。また、出力部10cは、データが出力される出力端子、ディスプレイ等である。通信部10hは、所定のプログラムを読み込んだCPU 10aによって制御されるLANカード等である。また、RAM 10dは、SRAM (Static Random Access Memory)、DRAM (Dynamic Random Access Memory)等であり、所定のプログラムが格納されるプログラム領域10daおよび各種データが格納されるデータ領域10dbを有している。また、補助記憶装置10fは、例えば、ハードディスク、MO (Magneto-Optical disc)、半導体メモリ等であり、所定のプログラムが格納されるプログラム領域10faおよび各種データが格納されるデータ領域10fbを有している。また、バス10gは、CPU 10a、入力部10b、出力部10c、RAM 10d、ROM 10e、通信部10hおよび補助記憶装置10fを、情報のやり取りが可能ないように接続する。CPU 10aは、読み込まれたOS (Operating System) プログラムに従い、補助記憶装置10fのプログラム領域10faに格納されているプログラムをRAM 10dのプログラム領域10daに書き込む。同様にCPU 10aは、補助記憶装置10fのデータ領域10fbに格納されている各種データ

を、RAM 10 d のデータ領域 10 d b に書き込む。そして、このプログラムやデータが書き込まれた RAM 10 d 上のアドレスが CPU 10 a のレジスタ 10 a c に格納される。CPU 10 a の制御部 10 a a は、レジスタ 10 a c に格納されたこれらのアドレスを順次読み出し、読み出したアドレスが示す RAM 10 d 上の領域からプログラムやデータを読み出し、そのプログラムが示す演算を演算部 10 a b に順次実行させ、その演算結果をレジスタ 10 a c に格納していく。このような構成により、学習装置 11, 21 および瞬目推定装置 12, 22 の機能構成が実現される。

[0059] 上述のプログラムは、コンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録しておくことができる。コンピュータで読み取り可能な記録媒体の例は非一時的な (non-transitory) 記録媒体である。このような記録媒体の例は、磁気記録装置、光ディスク、光磁気記録媒体、半導体メモリ等である。

[0060] このプログラムの流通は、例えば、そのプログラムを記録した DVD、CD-ROM 等の可搬型記録媒体を販売、譲渡、貸与等することによって行う。さらに、このプログラムをサーバコンピュータの記憶装置に格納しておき、ネットワークを介して、サーバコンピュータから他のコンピュータにそのプログラムを転送することにより、このプログラムを流通させる構成としてもよい。上述のように、このようなプログラムを実行するコンピュータは、例えば、まず、可搬型記録媒体に記録されたプログラムもしくはサーバコンピュータから転送されたプログラムを、一旦、自己の記憶装置に格納する。そして、処理の実行時、このコンピュータは、自己の記憶装置に格納されたプログラムを読み取り、読み取ったプログラムに従った処理を実行する。また、このプログラムの別の実行形態として、コンピュータが可搬型記録媒体から直接プログラムを読み取り、そのプログラムに従った処理を実行することとしてもよく、さらに、このコンピュータにサーバコンピュータからプログラムが転送されるたびに、逐次、受け取ったプログラムに従った処理を実行することとしてもよい。また、サーバコンピュータから、このコンピュータへのプログラムの転送は行わず、その実行指示と結果取得のみによって処

理機能を実現する、いわゆる A S P (Application Service Provider) 型のサービスによって、上述の処理を実行する構成としてもよい。なお、本形態におけるプログラムには、電子計算機による処理の用に供する情報であってプログラムに準ずるもの（コンピュータに対する直接の指令ではないがコンピュータの処理を規定する性質を有するデータ等）を含むものとする。

[0061] 各実施形態では、コンピュータ上で所定のプログラムを実行させることにより、本装置を構成することとしたが、これらの処理内容の少なくとも一部をハードウェア的に実現することとしてもよい。

[0062] [その他の変形例]

なお、本発明は上述の実施形態に限定されるものではない。例えば、利用者 100 が人間以外の動物であってもよい。また、上述の各種の処理は、記載に従って時系列に実行されるのみならず、処理を実行する装置の処理能力あるいは必要に応じて並列的にあるいは個別に実行されてもよい。その他、請求の範囲に記載された内容を逸脱しない範囲で適宜変更が可能であることはいうまでもない。

符号の説明

[0063] 11, 21 学習装置
12, 22 瞬目推定装置

請求の範囲

- [請求項1] 　　瞼の運動を表す情報を用い、前記瞼が自発的な瞬目の生理学的特徴を持つ運動を行っている時間を推定し、前記時間を表す情報を出力する瞬目推定部を有する瞬目推定装置。
- [請求項2] 　　請求項1の瞬目推定装置であって、
　　前記瞼が生理学的に自発的な瞬目に相当する時間長の開閉運動を行っている前記時間を推定する、瞬目推定装置。
- [請求項3] 　　請求項1の瞬目推定装置であって、
　　前記瞼の運動を表す情報は、両目の瞼の運動を表す情報であり、
　　前記瞬目推定部は、前記両目の瞼がともに開閉運動を行っている前記時間を推定する、瞬目推定装置。
- [請求項4] 　　請求項1の瞬目推定装置であって、
　　前記瞼の運動を表す情報は、両目の瞼の運動を表す情報であり、
　　前記瞬目推定部は、前記両目の瞼がともに生理学的に自発的な瞬目に相当する時間長の開閉運動を行っている前記時間を推定する、瞬目推定装置。
- [請求項5] 　　瞼の運動を表す情報から前記瞼が自発的な瞬目の生理学的特徴を持つ運動を行っている時間を推定するための推定モデルを学習して出力する学習部を有する学習装置。
- [請求項6] 　　瞬目推定装置による瞬目推定方法であって、
　　瞼の運動を表す情報を用い、前記瞼が自発的な瞬目の生理学的特徴を持つ運動を行っている時間を推定し、前記時間を表す情報を出力する、瞬目推定方法。
- [請求項7] 　　学習装置による学習方法であって、
　　瞼の運動を表す情報から前記瞼が自発的な瞬目の生理学的特徴を持つ運動を行っている時間を推定するための推定モデルを学習して出力する学習方法。
- [請求項8] 　　請求項1から4の何れかの瞬目推定装置、または請求項5の学習装

置としてコンピュータを機能させるためのプログラム。

[図1]

図1A

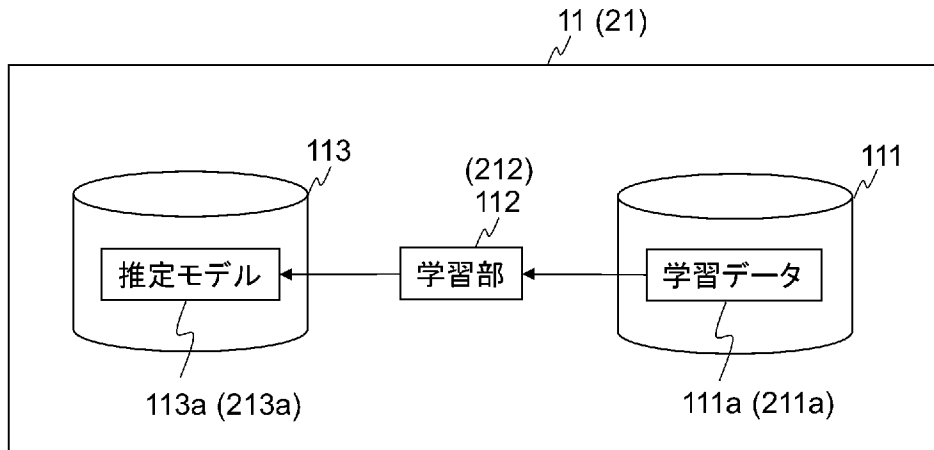
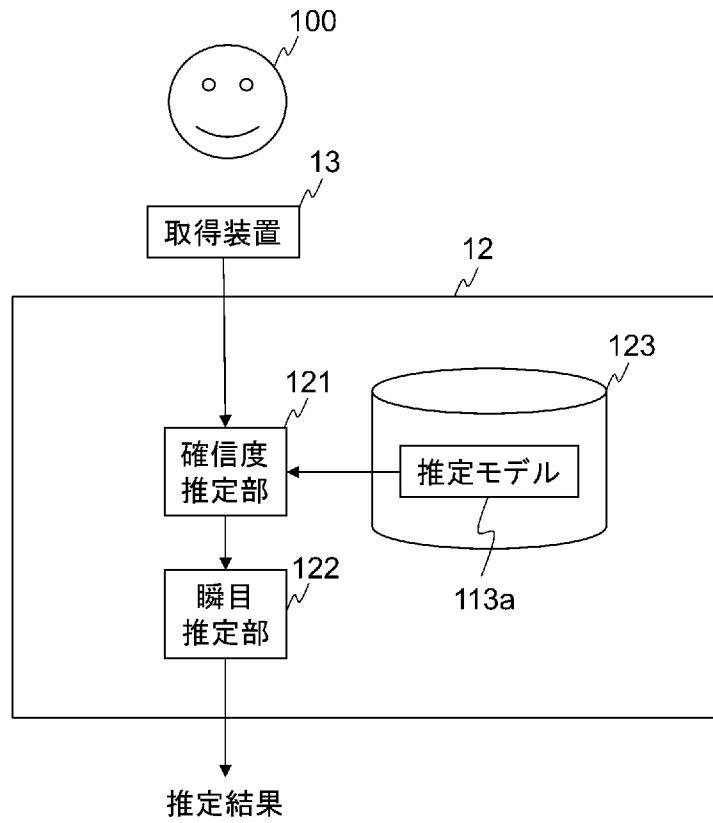


図1B



[図2]

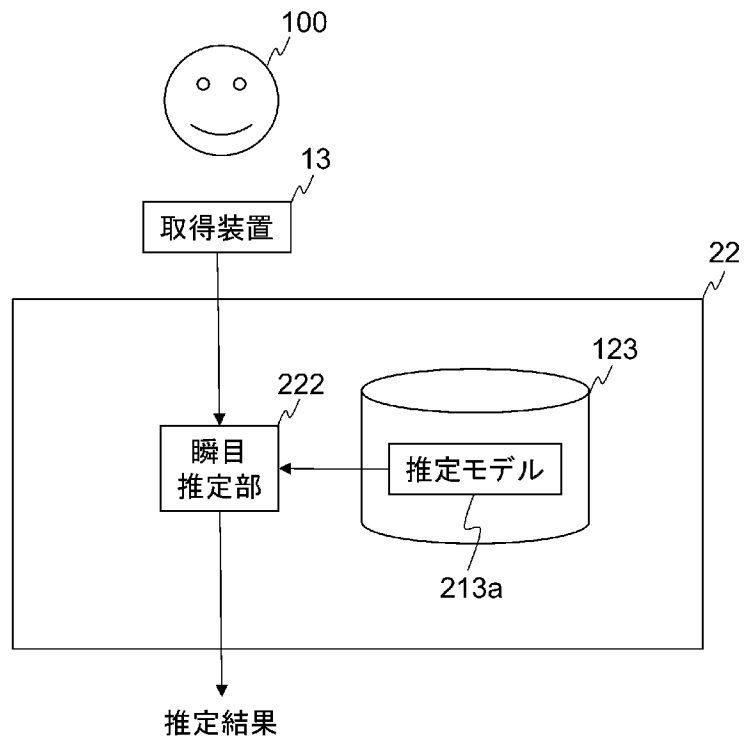


図2

[図3]

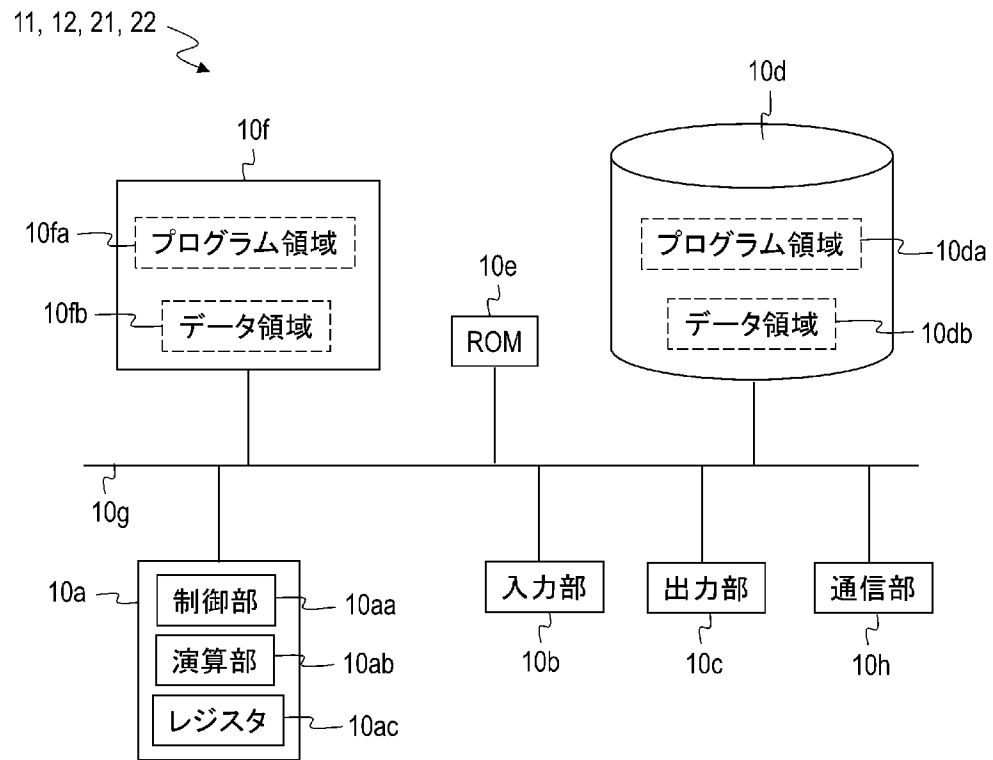


図3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/029617

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
A61B 5/11(2006.01)i FI: A61B5/11		
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) A61B5/00-5/398; A61B3/00-3/18; G06T7/00-7/90		
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 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
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.
X	JP 2020-524530 A (MUSC FOUNDATION FOR RESEARCH DEVELOPMENT) 20 August 2020 (2020-08-20) paragraphs [0040], [0043], [0086]-[0097], [0109], fig. 6A-6B	1-8
X	JP 2011-229741 A (TOYOTA MOTOR CORP) 17 November 2011 (2011-11-17) paragraphs [0016]-[0019], [0023]-[0028], [0030]-[0031]	1-8
X	JP 2010-273954 A (HAMAMATSU PHOTONICS KK) 09 December 2010 (2010-12-09) paragraphs [0023]-[0024], [0033]-[0041], [0043]-[0044]	1-8
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 "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 31 August 2022		Date of mailing of the international search report 13 September 2022
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/JP2022/029617

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2020-524530 A	20 August 2020	US 2020/0069239 A1 paragraphs [0040], [0043], [0086]-[0097], [0109], fig. 6A-6B WO 2018/213245 A1 EP 3624669 A1	
JP 2011-229741 A	17 November 2011	(Family: none)	
JP 2010-273954 A	09 December 2010	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） A61B 5/11(2006.01)i FI: A61B5/11		
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）） A61B5/00-5/398; A61B3/00-3/18; G06T7/00-7/90 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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022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
X	JP 2020-524530 A (エムユーエスシー ファウンデーション フォー リサーチ デイバ ロップメント) 20.08.2020 (2020-08-20) 段落[0040], [0043], [0086]-[0097], [0109], 図6A-6B	1-8
X	JP 2011-229741 A (トヨタ自動車株式会社) 17.11.2011 (2011-11-17) 段落[0016]-[0019], [0023]-[0028], [0030]-[0031]	1-8
X	JP 2010-273954 A (浜松ホトニクス株式会社) 09.12.2010 (2010-12-09) 段落[0023]-[0024], [0033]-[0041], [0043]-[0044]	1-8
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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、一般的な技術水準を示すもの “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	31.08.2022	国際調査報告の発送日 13.09.2022
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） ▲瀬▼戸井 綾菜 2Q 1569 電話番号 03-3581-1101 内線 3292	

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/029617

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2020-524530 A	20.08.2020	US 2020/0069239 A1 [0040], [0043], [0086]- [0097], [0109], FIGs. 6A-6B WO 2018/213245 A1 EP 3624669 A1	
JP 2011-229741 A	17.11.2011	(ファミリーなし)	
JP 2010-273954 A	09.12.2010	(ファミリーなし)	