

(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
2023年11月16日(16.11.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/218546 A1

(51) 国際特許分類:

A61B 5/16 (2006.01)

〒1000014 東京都千代田区永田町二丁目1 2 番
4 号 赤坂山王センタービル5階 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2022/019885

(22) 国際出願日:

2022年5月11日(11.05.2022)

(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:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7 番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 松本 智大(MATSUMOTO, Tomohiro); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7 番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

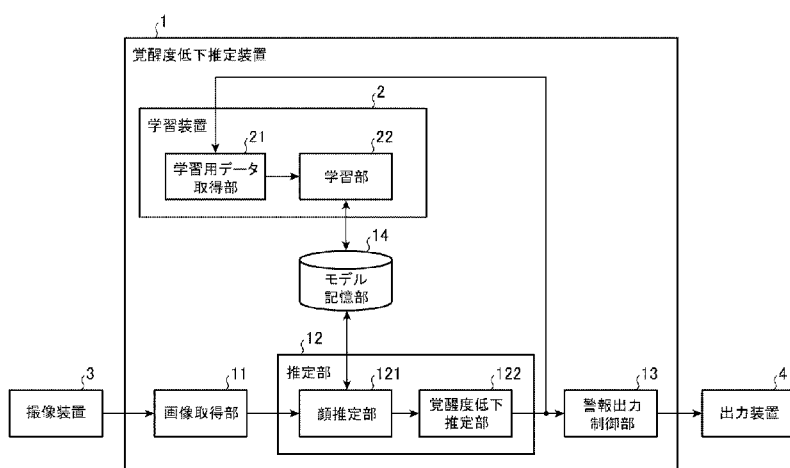
(74) 代理人: 特許業務法人山王内外特許事務所(SANNO PATENT ATTORNEYS OFFICE);

(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, 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, 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,

(54) Title: WAKEFULNESS DECREASE ESTIMATION APPARATUS, TRAINING APPARATUS, AND WAKEFULNESS DECREASE ESTIMATION METHOD

(54) 発明の名称: 覚醒度低下推定装置、学習装置、および、覚醒度低下推定方法



- 1 Wakefulness decrease estimation apparatus
- 2 Training apparatus
- 3 Imaging apparatus
- 4 Output apparatus
- 11 Image acquisition unit
- 12 Estimation unit
- 13 Alarm output control unit
- 14 Model storage unit
- 21 Training data acquisition unit
- 22 Training unit
- 121 Face estimation unit
- 122 Wakefulness decrease estimation unit

(57) Abstract: The present invention is provided with: an image acquisition unit (11) that acquires a captured image obtained by imaging a range within which the face of an occupant of a vehicle should be present; a face estimation unit (121, 121a) that estimates, on the basis of a machine learning model and the captured image acquired by the image acquisition unit (11), whether the occupant has a drowsiness-fighting face due to fighting drowsiness; and a wakefulness decrease estimation unit (122) that estimates, on the basis of an estimation result indicating whether the face estimation unit (121, 121a) has estimated that the occupant is assuming the drowsiness-fighting face, whether the wakefulness of the occupant has decreased.

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)）

(57) 要約：車両の乗員の顔が存在すべき範囲が撮像された撮像画像を取得する画像取得部（11）と、画像取得部（11）が取得した撮像画像と機械学習モデルとに基づき、乗員は眠気を我慢する眠気我慢顔をしているか否かを推定する顔推定部（121, 121a）と、顔推定部（121, 121a）が乗員は眠気我慢顔をしていると推定したか否かの推定結果に基づき、乗員の覚醒度は低下しているか否かを推定する覚醒度低下推定部（122）とを備えた。

明 細 書

発明の名称：

覚醒度低下推定装置、学習装置、および、覚醒度低下推定方法

技術分野

[0001] 本開示は、覚醒度低下推定装置、学習装置、および、覚醒度低下推定方法に関するものである。

背景技術

[0002] 車両において、乗員は、眠気を催し覚醒度が低下すると、眉間にしわを寄せた顔、または、口を歪めた顔等、眠気を我慢する顔をすることがある。従来、人の顔を撮像して得られた画像に基づいて人によるしかめ顔をするときの口の動き等のアクションを検出して人の覚醒度を推定する技術が知られている（例えば、特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2007-236488号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 眉間にしわを寄せた顔、または、口を歪めた顔等は、乗員が眠気を我慢しているときになされる顔とは限らない。例えば、乗員は、眩しさをこらえるとき、または、長時間のドライブでトイレ等を我慢しているときにも、眩しさを我慢するため、または、トイレ等を我慢するために、眉間にしわを寄せた顔、または、口を歪めた顔等をする場合がある。

特許文献1に開示されているような従来技術では、人が眉間にしわを寄せた顔、または、口を歪めた顔等をしていることが必ずしも覚醒度低下の前兆とは限らない点が考慮されていないため、人の覚醒度が低下していることを誤推定するおそれがあるという課題があった。

[0005] 本開示は上記のような課題を解決するためになされたもので、車両にて乗

員の覚醒度低下の誤推定を防ぐ覚醒度低下推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

[0006] 本開示に係る覚醒度低下推定装置は、車両の乗員の顔が存在すべき範囲が撮像された撮像画像を取得する画像取得部と、画像取得部が取得した撮像画像と機械学習モデルとに基づき、乗員は眠気を我慢する眠気我慢顔をしているか否かを推定する顔推定部と、顔推定部が乗員は眠気我慢顔をしていると推定したか否かの推定結果に基づき、乗員の覚醒度は低下しているか否かを推定する覚醒度低下推定部とを備えたものである。

発明の効果

[0007] 本開示によれば、車両にて乗員の覚醒度低下の誤推定を防ぐことができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]実施の形態1に係る覚醒度低下推定装置の構成例を示す図である。

[図2]実施の形態1に係る学習装置の動作について説明するためのフローチャートである。

[図3]実施の形態1に係る覚醒度低下推定装置の動作について説明するためのフローチャートである。

[図4]実施の形態1において、学習装置が学習用データを生成し、これを学習用データとして取得して、第1機械学習モデルを生成するようにした場合の覚醒度低下推定装置の構成例を示す図である。

[図5]図4に示す学習装置の動作について説明するためのフローチャートである。

[図6]図6Aおよび図6Bは、実施の形態1に係る覚醒度低下推定装置のハードウェア構成の一例を示す図である。

[図7]実施の形態2に係る覚醒度低下推定装置の構成例を示す図である。

[図8]実施の形態2に係る学習装置の動作について説明するためのフローチャートである。

[図9]実施の形態2に係る覚醒度低下推定装置の動作について説明するためのフローチャートである。

[図10]実施の形態2において、学習装置が学習用データを生成し、これを学習用データとして取得して、第2機械学習モデルを生成するようにした場合の覚醒度低下推定装置の構成例を示す図である。

[図11]図10に示す学習装置の動作について説明するためのフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本開示の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

実施の形態1.

実施の形態1に係る覚醒度低下推定装置は、車両の乗員の少なくとも顔が撮像された撮像画像に基づき、車両の乗員の覚醒度が低下しているか否かを推定する。

車両の乗員は、覚醒度低下の前兆として、眉間にしわを寄せた顔、口を歪めた顔、目を細めた顔、または、歯を食いしばる顔等、眠気を我慢する顔をすることがある。

ただし、乗員が眉間にしわを寄せた顔、口を歪めた顔、目を細めた顔、または、歯を食いしばる顔等をするのは、眠気を我慢しているときに限られない。例えば、乗員は、車両に差し込む光による眩しさを我慢しているとき、または、長時間のドライブでトイレ等を我慢しているとき等にも、眩しさを我慢するため、または、トイレ等を我慢するために、眉間にしわを寄せた顔、口を歪めた顔、目を細めた顔、または、歯を食いしばる顔等をする場合がある。

このように、眉間にしわを寄せた顔、口を歪めた顔、目を細めた顔、または、歯を食いしばる顔等、何かを我慢する顔（以下「我慢顔」という。）をしているとき、当該我慢顔をしている乗員は、覚醒度が低下することによる眠気を我慢しているとは限らない。

覚醒度低下推定装置は、乗員が覚醒度低下の前兆である我慢顔、すなわち、眠気を我慢する顔（以下「眠気我慢顔」という。）、をしているかそうでないかを区別し、乗員が覚醒度低下の前兆である我慢顔、すなわち、眠気我慢顔をしていると推定された場合に、乗員の覚醒度が低下していると推定する。

[0010] 以下の実施の形態 1 では、一例として、覚醒度低下推定装置が、覚醒度が低下しているか否かを推定する対象となる車両の乗員は、車両のドライバとする。

覚醒度低下推定装置が推定した、ドライバの覚醒度が低下しているか否か、言い換えれば、ドライバが眠気を催しているか否かの推定結果は、例えば、ドライバの居眠り検出に用いられる。覚醒度低下推定装置は、ドライバの覚醒度が低下していると推定した場合、例えば、ドライバに対して警報を出力する。

[0011] 図 1 は、実施の形態 1 に係る覚醒度低下推定装置 1 の構成例を示す図である。

覚醒度低下推定装置 1 は、撮像装置 3 および出力装置 4 と接続される。撮像装置 3 は、車両（図示省略）に搭載され、少なくともドライバの顔が存在すべき範囲を撮像可能に設置されている。例えば、撮像装置 3 は、車室内をモニタリングすることを目的に設置される、いわゆる DMS（Driver Monitoring System）と共用のものでもよい。撮像装置 3 は、可視光カメラ、または、赤外線カメラである。撮像装置 3 は、撮像した撮像画像を、覚醒度低下推定装置 1 に出力する。

[0012] 覚醒度低下推定装置 1 は、撮像装置 3 から取得した撮像画像に基づき、学習済みのモデル（以下「機械学習モデル」という。）を用いて、ドライバが眠気我慢顔をしているか否かを推定し、ドライバが眠気我慢顔をしているか否かの推定結果に基づき、ドライバの覚醒度が低下しているか否かを推定する。

実施の形態 1 において、覚醒度低下推定装置 1 が使用する機械学習モデル

は、ドライバの顔が撮像された撮像画像を入力とし、当該ドライバが眠気我慢顔をしているか否かを示す情報を出力する機械学習モデル（以下「第1機械学習モデル」という。）である。実施の形態1において、ドライバが眠気我慢顔をしているか否かを示す情報は、例えば、「0」または「1」である。ドライバが眠気我慢顔をしているか否かを示す情報が「0」のとき、当該情報は、ドライバは眠気我慢顔をしていないことをあらわしている。例えば、ドライバが我慢顔をしていても、当該我慢顔が眠気我慢顔でないと推定される場合、言い換えれば、当該我慢顔が眠気を我慢することによるものではないと推定される場合、ドライバが眠気我慢顔をしているか否かを示す情報は「0」となる。一方、ドライバは眠気我慢顔をしているか否かを示す情報が「1」のとき、当該情報は、ドライバは眠気我慢顔をしていることをあらわしている。なお、これは一例に過ぎず、ドライバが眠気我慢顔をしているか否かの情報は、ドライバが眠気我慢顔をしているかそうでないかがわかる情報であればよい。

[0013] 覚醒度低下推定装置1は、ドライバの覚醒度が低下しているか否かの推定結果に基づき、出力装置4に、ドライバに対する警報を出力させる。

出力装置4は、車両に搭載されている。出力装置4は、例えば、スピーカである。例えば、警報出力制御部13は、出力装置4に対し、居眠り運転への注意を促す警報、または、音声メッセージを出力させる。

[0014] 図1に示すように、覚醒度低下推定装置1は、画像取得部11、推定部12、警報出力制御部13、モデル記憶部14、および、学習装置2を備える。推定部12は、顔推定部121および覚醒度低下推定部122を備える。学習装置2は、学習用データ取得部21および学習部22を備える。

[0015] 画像取得部11は、撮像装置3から撮像画像を取得する。

画像取得部11は、取得した撮像画像を推定部12に出力する。

[0016] 推定部12は、画像取得部11が取得した撮像画像と第1機械学習モデルとに基づき、ドライバが眠気我慢顔をしているか否かを推定し、ドライバが眠気我慢顔をしているか否かの推定結果に基づき、ドライバの覚醒度が低下

しているか否かを推定する。

- [0017] 推定部 1 2 の顔推定部 1 2 1 は、画像取得部 1 1 が取得した撮像画像を第 1 機械学習モデルに入力してドライバが眠気我慢顔をしているか否かを示す情報を得ることで、ドライバが眠気我慢顔をしているか否かを推定する。例えば、顔推定部 1 2 1 は、ドライバが眠気我慢顔をしているか否かを示す情報「0」を得た場合、ドライバは眠気我慢顔をしていないと推定する。顔推定部 1 2 1 は、ドライバが眠気我慢顔をしているか否かを示す情報「1」を得た場合、ドライバは眠気我慢顔をしていると推定する。

なお、第 1 機械学習モデルは、学習装置 2 によって生成され、モデル記憶部 1 4 に記憶されている。学習装置 2 の詳細については、後述する。

顔推定部 1 2 1 は、ドライバが眠気我慢顔をしているか否かの推定結果を、覚醒度低下推定部 1 2 2 に出力する。

- [0018] 推定部 1 2 の覚醒度低下推定部 1 2 2 は、顔推定部 1 2 1 がドライバは眠気我慢顔をしていると推定したか否かの推定結果に基づき、乗員の覚醒度は低下しているか否かを推定する。

覚醒度低下推定部 1 2 2 は、顔推定部 1 2 1 が、ドライバは眠気我慢顔をしていると推定した場合、ドライバの覚醒度は低下していると推定する。一方、覚醒度低下推定部 1 2 2 は、顔推定部 1 2 1 が、ドライバは眠気我慢顔をしていないと推定した場合、ドライバの覚醒度は低下していないと推定する。

覚醒度低下推定部 1 2 2 は、ドライバの覚醒度が低下しているか否かの推定結果を、警報出力制御部 1 3 に出力する。

- [0019] 警報出力制御部 1 3 は、覚醒度低下推定部 1 2 2 が乗員の覚醒度は低下していると推定した場合、ドライバに対する警報を出力させる。

警報出力制御部 1 3 は、出力装置 4 に対し、警報を出力させる。

- [0020] モデル記憶部 1 4 は、第 1 機械学習モデルを記憶する。

なお、実施の形態 1 では、モデル記憶部 1 4 は覚醒度低下推定装置 1 に備えられているが、これは一例に過ぎない。モデル記憶部 1 4 は、覚醒度低下

推定装置 1 の外部の、覚醒度低下推定装置 1 が参照可能な場所に備えられてもよい。

[0021] 学習装置 2 は、第 1 機械学習モデルを生成する。

学習装置 2 の学習用データ取得部 2 1 は、ドライバの顔を撮像した撮像画像とドライバが眠気我慢顔をしているか否かを示す情報とを含む学習用データを取得する。学習用データは、予め、管理者等によって生成される。管理者等は、例えば、車両の製品出荷前に、複数の被験者に車両を運転させ、当該被験者が眠気我慢顔をしているときの撮像画像、当該被験者が眠気以外の要因によって我慢顔をしているとき、言い換えれば、当該被験者が眠気我慢顔以外の我慢顔をしているときの撮像画像を少なくとも含む学習用データを生成しておく。なお、被験者が眠気以外の要因によって我慢顔をしているとき、言い換えれば、被験者が眠気我慢顔以外の我慢顔をしているときとは、車両に差し込む朝日または対向車等の光、より詳細には被験者の顔に差し込む光による眩しさを我慢している顔をしているとき、または、被験者が眠気以外の生理現象を我慢している顔をしているとき等が考えられる。眠気以外の生理現象は、例えば、長時間のドライブによる尿意、または、吐き気等が挙げられる。

管理者等は、撮像画像で撮像されている被験者の顔が眠気我慢顔であるとき、その旨を示す情報（具体的には「1」）を、教師ラベルとして付与して、学習用データを生成する。管理者等は、撮像画像で撮像されている被験者の顔が眠気我慢顔でないとき、その旨を示す情報（具体的には「0」）を、教師ラベルとして付与して、学習用データを生成する。

学習用データ取得部 2 1 は、取得した学習用データを学習部 2 2 に出力する。

[0022] 学習装置 2 の学習部 2 2 は、学習用データ取得部 2 1 から出力された学習用データに基づき、第 1 機械学習モデルを生成する。

学習部 2 2 は、生成した第 1 機械学習モデルをモデル記憶部 1 4 に記憶させる。

顔推定部 1 2 1 は、学習部 2 2 が生成してモデル記憶部 1 4 に記憶させた第 1 機械学習モデルを用いて、ドライバが眠気我慢顔をしているか否かを推定する。

[0023] なお、実施の形態 1 では、学習装置 2 は、覚醒度低下推定装置 1 に備えられているが、これは一例に過ぎない。

学習装置 2 は、覚醒度低下推定装置 1 の外部に備えられ、覚醒度低下推定装置 1 とネットワークを介して接続されてもよい。

[0024] 実施の形態 1 に係る覚醒度低下推定装置 1 の動作について説明する。

上述のとおり、覚醒度低下推定装置 1 において、学習装置 2 は、第 1 機械学習モデルを生成する学習処理を行う。覚醒度低下推定装置 1 は、学習装置 2 が生成した第 1 機械学習モデルを用いて、ドライバが眠気我慢顔をしているか否かを推定し、ドライバが眠気我慢顔をしているか否かの推定結果に基づいてドライバの覚醒度が低下しているか否かを推定する推定処理を行う。

[0025] まず、実施の形態 1 に係る学習装置 2 による学習処理の動作について説明する。

図 2 は、実施の形態 1 に係る学習装置 2 の動作について説明するためのフローチャートである。

図 2 のフローチャートで示す学習装置 2 の動作は、車両の製品出荷前等、覚醒度低下推定装置 1 が推定処理を行うよりも前に行われる。

[0026] 学習用データ取得部 2 1 は、ドライバの顔を撮像した撮像画像とドライバが眠気我慢顔をしているか否かを示す情報とを含む学習用データを取得する（ステップ S T 2 1）。

学習用データ取得部 2 1 は、取得した学習用データを学習部 2 2 に出力する。

[0027] 学習部 2 2 は、ステップ S T 2 1 にて学習用データ取得部 2 1 から出力された学習用データに基づき、第 1 機械学習モデルを生成する（ステップ S T 2 2）。

学習部 2 2 は、生成した第 1 機械学習モデルをモデル記憶部 1 4 に記憶さ

せる。

[0028] 次に、実施の形態 1 に係る覚醒度低下推定装置 1 による推定処理の動作について説明する。

図 3 は、実施の形態 1 に係る覚醒度低下推定装置 1 の動作について説明するためのフローチャートである。

覚醒度低下推定装置 1 は、例えば、車両の電源がオンにされると、車両の電源がオフにされるまで、図 3 のフローチャートで示すような動作を繰り返す。

[0029] 画像取得部 11 は、撮像装置 3 から撮像画像を取得する（ステップ S T 1）。

画像取得部 11 は、取得した撮像画像を推定部 12 に出力する。

[0030] 推定部 12 の顔推定部 121 は、ステップ S T 1 にて画像取得部 11 が取得した撮像画像を第 1 機械学習モデルに入力してドライバが眠気我慢顔をしているか否かを示す情報を得ることで、ドライバが眠気我慢顔をしているか否かを推定する（ステップ S T 2）。

顔推定部 121 は、ドライバが眠気我慢顔をしているか否かの推定結果を、覚醒度低下推定部 122 に出力する。

[0031] 推定部 12 の覚醒度低下推定部 122 は、ステップ S T 2 にて顔推定部 121 がドライバは眠気我慢顔をしていると推定したか否かの推定結果に基づき、乗員の覚醒度は低下しているか否かを推定する（ステップ S T 3）。

覚醒度低下推定部 122 は、ドライバの覚醒度が低下しているか否かの推定結果を、警報出力制御部 13 に出力する。

[0032] 警報出力制御部 13 は、ステップ S T 3 にて覚醒度低下推定部 122 が乗員の覚醒度は低下していると推定した場合、出力装置 4 に対し、ドライバに対する警報を出力させる（ステップ S T 4）。

[0033] なお、図 2 および図 3 を用いて説明したような学習装置 2 および覚醒度低下推定装置 1 の動作について、学習装置 2 が、覚醒度低下推定装置 1 からのドライバは眠気我慢顔をしているか否かの推定結果に基づき、第 1 機械学習

モデルを再学習する機能を有してもよい。具体的には、図3のステップST2にて、顔推定部121は、ドライバは眠気我慢顔をしているか否かを推定すると、ドライバは眠気我慢顔をしているか否かの推定結果と、画像取得部11から出力された撮像画像とを対応付けて、学習装置2に出力する。学習装置2の学習用データ取得部21は、顔推定部121から出力された、ドライバは眠気我慢顔をしているか否かの推定結果と撮像画像とが対応付けられた情報を学習用データとして取得する（図2のステップST21参照）。そして、学習部22は、学習用データ取得部21が取得した学習用データに基づき、第1機械学習モデルを再学習する（図2のステップST22参照）。学習部22は、再学習した後の第1機械学習モデルで、モデル記憶部14に記憶させている第1機械学習モデルを更新する。

[0034] このように、覚醒度低下推定装置1は、車両のドライバの顔が存在すべき範囲が撮像された撮像画像を取得し、取得した撮像画像と第1機械学習モデルとに基づき、ドライバは眠気我慢顔をしているか否かを推定し、ドライバは眠気我慢顔をしていると推定したか否かの推定結果に基づき、ドライバの覚醒度は低下しているか否かを推定する。覚醒度低下推定装置1は、学習によって生成された第1機械学習モデルを用いて、覚醒度低下の前兆である我慢顔を、眠気に起因しない単なる我慢顔と区別し、ドライバが覚醒度低下の前兆である我慢顔（すなわち眠気我慢顔）をしていると推定した場合に、ドライバの覚醒度が低下していると推定する。そのため、覚醒度低下推定装置1は、ドライバの覚醒度低下の誤推定を防ぐことができる。

覚醒度低下推定装置1は、第1機械学習モデルに撮像画像を入力することで、当該撮像画像のみから、言い換えれば、現在のドライバの顔の様子から、1回の判定で、ドライバが覚醒度低下の前兆である眠気我慢顔をしているか否かを推定することができる。

[0035] 以上の実施の形態1では、学習装置2の学習用データ取得部21は、予め管理者等によって生成された学習用データを取得していた。これに限らず、学習装置は、学習用データを生成し、これを学習用データとして取得しても

よいので、以下説明する。

[0036] 図4は、実施の形態1において、学習装置2が学習用データを生成し、これを学習用データとして取得して、第1機械学習モデルを生成するようにした場合の覚醒度低下推定装置1aの構成例を示す図である。

図4に示す覚醒度低下推定装置1aの構成例は、図1に示した覚醒度低下推定装置1の構成例とは、学習装置2aが関連情報取得部23を備える点が異なる。また、学習用データ取得部21aの具体的な動作が、図1に示した学習装置2が備える学習用データ取得部21とは異なる。

図4に示す覚醒度低下推定装置1aの構成例について、図1に示した覚醒度低下推定装置1と同様の構成については同じ符号を付して重複した説明を省略する。

[0037] 学習装置2aの関連情報取得部23は、乗員に関する情報（以下「乗員情報」という。）または車両に関する情報（以下「車両情報」という。）を含む情報（以下「関連情報」という。）を取得する。

[0038] 乗員情報は、例えば、乗員の、設定された時間あたりの閉眼時間の割合（いわゆるPERCLOS）に関する情報、乗員があくびをしているか否かの情報、乗員の頭のふらつきの有無に関する情報、乗員の心拍に関する情報、または、乗員の呼吸に関する情報のうちの少なくとも1つを含む。関連情報取得部23は、例えば、いわゆるDMSから、設定された時間あたりの閉眼時間の割合に関する情報、乗員があくびをしているか否かの情報、または、乗員の頭のふらつきの有無に関する情報を取得する。関連情報取得部23は、例えば、画像取得部11から撮像画像を時系列で取得し、取得した時系列の撮像画像に対して公知の画像認識処理を行って、設定された時間あたりの閉眼時間の割合に関する情報、乗員があくびをしているか否かの情報、または、乗員の頭のふらつきの有無に関する情報を取得してもよい。なお、図4において、画像取得部11から関連情報取得部23への矢印は省略している。

また、関連情報取得部23は、例えば、車両に搭載されている生体センサ

(図示省略) から、乗員の心拍に関する情報、または、乗員の呼吸に関する情報を取得する。

[0039] 車両情報は、例えば、ハンドル操作に関する情報、または、車速に関する情報のうちの少なくとも1つを含む。関連情報取得部23は、例えば、車両に搭載されている操舵角センサ(図示省略)または車速センサ(図示省略)から、ハンドル操作に関する情報、または、車速に関する情報を取得する。

[0040] 関連情報取得部23は、取得した関連情報を、学習用データ取得部21aに出力する。

[0041] 学習用データ取得部21aは、画像取得部11が取得した撮像画像と関連情報取得部23が取得した関連情報とに基づきドライバは眠気我慢顔をしているか否かを判定する。なお、覚醒度低下推定装置1aにおいては、画像取得部11は、撮像画像を、推定部12および学習用データ取得部21aに出力する。

詳細には、例えば、学習用データ取得部21aは、撮像画像に対して公知の画像認識処理を行って、ドライバが我慢顔をしているか否かを判定する。学習用データ取得部21aは、ドライバが我慢顔をしていると判定した場合、管理者等によって予め生成され学習用データ取得部21aが参照可能な場所に記憶されている我慢顔判別用条件と関連情報取得部23が取得した関連情報とを比較して、ドライバがしている我慢顔は眠気我慢顔であるか否かを判定する。我慢顔判別用条件は、車両の乗員が眠気我慢顔をしているときの関連情報が定義された情報である。管理者等は、例えば、車両の製品出荷前に、複数の被験者に車両を運転させ、当該被験者が眠気我慢顔をしているときの乗員情報または車両情報を検知して、我慢顔判別用条件を生成しておく。

[0042] 具体例を挙げると、例えば、我慢顔判別用条件には、「設定された時間における閉眼割合が予め設定された閾値以上であること」、「設定された時間におけるあくびの回数が予め設定された閾値以上であること」、「ハンドル操作のふらつきが予め設定された閾値以上であること」、「車速のふらつき

が予め設定された閾値以上であること」、「心拍数が予め設定された範囲外であること」、または、「呼吸数が予め設定された閾値以上であること」が設定されている。学習用データ取得部 21a は、関連情報が我慢顔判別用条件を満たす場合、ドライバがしている我慢顔は眠気我慢顔であると判定する。

そして、学習用データ取得部 21a は、画像取得部 11 が取得した撮像画像と、ドライバは眠気我慢顔をしているか否かを示す情報とを含む学習用データを生成することで学習用データを取得する。

学習用データ取得部 21a は、取得した学習用データを、学習部 22 に出力する。

[0043] なお、図 4 に示す覚醒度低下推定装置 1a において、当該覚醒度低下推定装置 1a が学習装置 2a を備えることを必須としない。学習装置 2a が覚醒度低下推定装置 1a の外部の、覚醒度低下推定装置 1a が参照可能な場所に備えられる場合、学習装置 2a は、撮像装置 3 と接続され、画像取得部 11 の機能を有する。具体的には、学習装置 2a は、画像取得部 11 と、学習用データ取得部 21a と、学習部 22 と、関連情報取得部 23 を備える。なお、学習装置 2a が画像取得部 11 の機能を有する構成例を示す図については省略している。

[0044] 図 5 は、図 4 に示す学習装置 2a の動作について説明するためのフローチャートである。

図 5 のフローチャートで示す学習装置 2a の動作は、車両が走行開始後、所定の時間が経過するまで等、覚醒度低下推定装置 1a が推定処理を行うよりも前に行われる。

[0045] 学習用データ取得部 21a は、画像取得部 11 から撮像画像を取得する（ステップ S T 211）。

関連情報取得部 23 は、関連情報を取得する（ステップ S T 212）。

関連情報取得部 23 は、取得した関連情報を、学習用データ取得部 21a に出力する。学習用データ取得部 21a は、関連情報取得部 23 から出力さ

れた関連情報を取得する。

[0046] 学習用データ取得部 2 1 a は、ステップ S T 2 1 1 にて画像取得部 1 1 から取得した撮像画像とステップ S T 2 1 2 にて関連情報取得部 2 3 から取得した関連情報とに基づきドライバは眠気我慢顔をしているか否かを判定し、画像取得部 1 1 が取得した撮像画像と、ドライバは眠気我慢顔をしているか否かを示す情報とを含む学習用データを生成することで学習用データを取得する（ステップ S T 2 1 3）。

学習用データ取得部 2 1 a は、学習用データを学習部 2 2 に出力する。

[0047] 学習部 2 2 は、ステップ S T 2 1 3 にて学習用データ取得部 2 1 a から出力された学習用データに基づき、第 1 機械学習モデルを生成する（ステップ S T 2 1 4）。

学習部 2 2 は、生成した第 1 機械学習モデルをモデル記憶部 1 4 に記憶させる。

[0048] なお、上述の図 5 のフローチャートにおいて、例えば、予め設定されている時間分の撮像画像および関連情報が取得されるまで、ステップ S T 2 1 1 ～ステップ S T 2 1 3 の処理を繰り返すようにしてもよい。第 1 機械学習モデルの精度は、学習時の学習用データの数が多いほど、向上する。

[0049] また、上述の図 5 のフローチャートでは、覚醒度低下推定装置 1 a は、ステップ S T 2 1 1、ステップ S T 2 1 2 の順番で処理を行うものとしたが、これは一例に過ぎない。例えば、ステップ S T 2 1 1 の処理とステップ S T 2 1 2 の処理の順番が逆であってもよいし、ステップ S T 2 1 1 の処理とステップ S T 2 1 2 の処理とが並行して行われてもよい。

[0050] 図 4 に示す覚醒度低下推定装置 1 a による推定処理の動作は、説明済みの、図 3 のフローチャートを用いて説明した覚醒度低下推定装置 1 による推定処理の動作と同様であるため、重複した説明を省略する。

[0051] 学習装置 2 a が、覚醒度低下推定装置 1 a からのドライバの覚醒度は低下しているか否かの推定結果に基づき、第 1 機械学習モデルを再学習する機能を有してもよい。具体的には、顔推定部 1 2 1 は、ドライバは眠気我慢顔を

しているか否かを推定すると、ドライバは眠気我慢顔をしているか否かの推定結果と、画像取得部 11 から出力された撮像画像とを対応付けて、学習装置 2a に出力する。学習装置 2a の学習用データ取得部 21a は、顔推定部 121 から出力された、ドライバは眠気我慢顔をしているか否かの推定結果と撮像画像とが対応付けられた情報を学習用データとして取得する。そして、学習部 22 は、学習用データ取得部 21a が取得した学習用データに基づき、第 1 機械学習モデルを再学習する。学習部 22 は、再学習した後の第 1 機械学習モデルで、モデル記憶部 14 に記憶させている第 1 機械学習モデルを更新する。

[0052] このように、実施の形態 1 において、学習装置 2a は、車両にて撮像されたドライバの撮像画像と関連情報とから、第 1 機械学習モデルを生成するための学習用データを生成し、これを学習用データとして取得してもよい。これにより、学習装置 2a は、予め学習用データが生成されていることを必須とせず、第 1 機械学習モデルを生成することができる。また、学習装置 2a は、車両のドライバに対応する第 1 機械学習モデルを生成することができる。

[0053] 図 6A および図 6B は、実施の形態 1 に係る覚醒度低下推定装置 1, 1a のハードウェア構成の一例を示す図である。

実施の形態 1 において、画像取得部 11 と、推定部 12 と、警報出力制御部 13 の機能は、処理回路 101 により実現される。すなわち、覚醒度低下推定装置 1, 1a は、撮像画像と機械学習モデル（第 1 機械学習モデル）とに基づき車両の乗員が眠気我慢顔をしているか否かを推定し、眠気我慢顔をしているか否かの推定結果に基づき乗員の覚醒度が低下しているか否かを推定する制御を行うための処理回路 101 を備える。

処理回路 101 は、図 6A に示すように専用のハードウェアであっても、図 6B に示すようにメモリに格納されるプログラムを実行するプロセッサ 104 であってもよい。

[0054] 処理回路 101 が専用のハードウェアである場合、処理回路 101 は、例

例えば、単回路、複合回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、FPGA (Field-Programmable Gate Array)、またはこれらを組み合わせたものが該当する。

[0055] 処理回路がプロセッサ104の場合、画像取得部11と、推定部12と、警報出力制御部13の機能は、ソフトウェア、ファームウェア、または、ソフトウェアとファームウェアとの組み合わせにより実現される。ソフトウェアまたはファームウェアは、プログラムとして記述され、メモリ105に記憶される。プロセッサ104は、メモリ105に記憶されたプログラムを読み出して実行することにより、画像取得部11と、推定部12と、警報出力制御部13の機能を実行する。すなわち、覚醒度低下推定装置1, 1aは、プロセッサ104により実行されるときに、上述の図3のステップST1～ステップST4が結果的に実行されることになるプログラムを格納するためのメモリ105を備える。また、メモリ105に記憶されたプログラムは、画像取得部11と、推定部12と、警報出力制御部13の処理の手順または方法をコンピュータに実行させるものであるとも言える。ここで、メモリ105とは、例えば、RAM、ROM (Read Only Memory)、フラッシュメモリ、EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)、EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) 等の、不揮発性もしくは揮発性の半導体メモリ、または、磁気ディスク、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ミニディスク、DVD (Digital Versatile Disc) 等が該当する。

[0056] なお、画像取得部11と、推定部12と、警報出力制御部13の機能について、一部を専用のハードウェアで実現し、一部をソフトウェアまたはファームウェアで実現するようにしてもよい。例えば、画像取得部11について

は専用のハードウェアとしての処理回路１０１でその機能を実現し、推定部１２と、警報出力制御部１３についてはプロセッサ１０４がメモリ１０５に格納されたプログラムを読み出して実行することによってその機能を実現することが可能である。

モデル記憶部１４は、例えば、メモリ１０５で構成される。

また、覚醒度低下推定装置１，１ａは、撮像装置３または出力装置４等の装置と、有線通信または無線通信を行う入力インタフェース装置１０２および出力インタフェース装置１０３を備える。

[0057] 実施の形態１に係る学習装置２，２ａのハードウェア構成の一例も、図６Ａおよび図６Ｂに示すとおりである。

実施の形態１において、学習用データ取得部２１，２１ａと、学習部２２と、関連情報取得部２３の機能は、処理回路１０１により実現される。すなわち、学習装置２，２ａは、学習用データに基づき機械学習モデル（第１機械学習モデル）を生成する制御を行うための処理回路１０１を備える。

[0058] 処理回路がプロセッサ１０４の場合、学習用データ取得部２１，２１ａと、学習部２２と、関連情報取得部２３の機能は、ソフトウェア、ファームウェア、または、ソフトウェアとファームウェアとの組み合わせにより実現される。ソフトウェアまたはファームウェアは、プログラムとして記述され、メモリ１０５に記憶される。プロセッサ１０４は、メモリ１０５に記憶されたプログラムを読み出して実行することにより、学習用データ取得部２１，２１ａと、学習部２２と、関連情報取得部２３の機能を実行する。すなわち、学習装置２，２ａは、プロセッサ１０４により実行されるときに、上述の図２のステップＳＴ２１～ステップＳＴ２２、または、図５のステップＳＴ２１１～ステップＳＴ２１４が結果的に実行されることになるプログラムを格納するためのメモリ１０５を備える。また、メモリ１０５に記憶されたプログラムは、学習用データ取得部２１，２１ａと、学習部２２と、関連情報取得部２３の処理の手順または方法をコンピュータに実行させるものであるとも言える。

[0059] なお、学習用データ取得部 21、21a と、学習部 22 と、関連情報取得部 23 の機能について、一部を専用のハードウェアで実現し、一部をソフトウェアまたはファームウェアで実現するようにしてもよい。例えば、学習用データ取得部 21、21a と関連情報取得部 23 については専用のハードウェアとしての処理回路 101 でその機能を実現し、学習部 22 についてはプロセッサ 104 がメモリ 105 に格納されたプログラムを読み出して実行することによってその機能を実現することが可能である。

また、学習装置 2 は、覚醒度低下推定装置 1、1a 等の装置と、有線通信または無線通信を行う入力インタフェース装置 102 および出力インタフェース装置 103 を備える。

03 を備える。

[0060] 以上の実施の形態 1 では、覚醒度低下推定装置 1、1a が、覚醒度が低下しているか否かを推定する対象となる車両の乗員は車両のドライバとしたが、これは一例に過ぎない。

覚醒度低下推定装置 1、1a は、ドライバ以外の車両の乗員を、覚醒度が低下しているか否かを推定する対象とすることもできる。第 1 機械学習モデルは、乗員の顔が撮像された撮像画像を入力とし、乗員が眠気我慢顔をしているか否かを示す情報を出力する機械学習モデルとできる。

また、覚醒度低下推定装置 1、1a は、車両の複数の乗員を、覚醒度が低下しているか否かを推定する対象とすることもできる。

[0061] また、以上の実施の形態 1 では、覚醒度低下推定装置 1、1a は、車両に搭載される車載装置とし、画像取得部 11 と、推定部 12 と、警報出力制御部 13 と、学習用データ取得部 21、21a と、学習部 22 と、関連情報取得部 23 は、車載装置に備えられているものとした。

これに限らず、画像取得部 11 と、推定部 12 と、警報出力制御部 13 と、学習用データ取得部 21、21a と、学習部 22 と、関連情報取得部 23 のうち、一部が車両の車載装置に搭載され、その他が当該車載装置とネットワークを介して接続されるサーバに備えられるものとして、車載装置とサー

バとで覚醒度低下推定システムを構成するようにしてもよい。

また、画像取得部 1 1 と、推定部 1 2 と、警報出力制御部 1 3 と、学習用データ取得部 2 1, 2 1 a と、学習部 2 2 と、関連情報取得部 2 3 が全部サーバに備えられてもよい。

[0062] 以上のように、実施の形態 1 によれば、覚醒度低下推定装置 1, 1 a は、車両の乗員の顔が存在すべき範囲が撮像された撮像画像を取得する画像取得部 1 1 と、画像取得部 1 1 が取得した撮像画像と機械学習モデルとに基づき、乗員は眠気を我慢する眠気我慢顔をしているか否かを推定する顔推定部 1 2 1 と、顔推定部 1 2 1 が乗員は眠気我慢顔をしていると推定したか否かの推定結果に基づき、乗員の覚醒度は低下しているか否かを推定する覚醒度低下推定部 1 2 2 とを備えるように構成した。そのため、覚醒度低下推定装置 1, 1 a は、車両の乗員の覚醒度低下の誤推定を防ぐことができる。

[0063] 実施の形態 1 によれば、機械学習モデルは乗員の顔が撮像された撮像画像を入力とし当該乗員が眠気我慢顔をしているか否かを示す情報を出力する第 1 機械学習モデルであり、覚醒度低下推定装置 1, 1 a において、顔推定部 1 2 1 は、画像取得部 1 1 が取得した撮像画像と第 1 機械学習モデルとに基づき、乗員は眠気我慢顔をしているか否かを推定する。そのため、覚醒度低下推定装置 1, 1 a は、車両の乗員の覚醒度低下の誤推定を防ぐことができる。

[0064] 実施の形態 2.

実施の形態 1 では、覚醒度低下推定装置が、乗員が眠気我慢顔をしているか否かを推定する際に用いる機械学習モデルは、乗員の顔が撮像された撮像画像を入力とし当該乗員が眠気我慢顔をしているか否かを示す情報を出力する機械学習モデル（第 1 機械学習モデル）としていた。

実施の形態 2 では、覚醒度低下推定装置が、乗員が眠気我慢顔をしているか否かを推定する際に用いる機械学習モデルを、乗員の顔が撮像された撮像画像と関連情報とを入力とし当該乗員が眠気我慢顔をしているか否かを示す情報を出力する機械学習モデル（以下「第 2 機械学習モデル」という。）と

する実施の形態について説明する。

[0065] 図7は、実施の形態2に係る覚醒度低下推定装置1bの構成例を示す図である。

図7に示す実施の形態2に係る覚醒度低下推定装置1bの構成例について、実施の形態1にて図1を用いて説明した覚醒度低下推定装置1と同様の構成例には、同じ符号を付して重複した説明を省略する。

覚醒度低下推定装置1bにおいて、推定部12aの顔推定部121aの具体的な動作が、実施の形態1にて図1を用いて説明した覚醒度低下推定装置1の推定部12の顔推定部121の具体的な動作と異なる。

実施の形態2に係る覚醒度低下推定装置1bは、図1を用いて説明した実施の形態1に係る覚醒度低下推定装置1とは、関連情報取得部15を備える点異なる。また、実施の形態2に係る学習装置2bの学習用データ取得部21bおよび学習部22aの具体的な動作が、それぞれ、図1を用いて説明した実施の形態1に係る学習装置2の学習用データ取得部21および学習部22の具体的な動作とは異なる。

[0066] なお、以下の実施の形態2では、一例として、覚醒度低下推定装置1bが、覚醒度が低下しているか否かを推定する対象となる車両の乗員は、車両のドライバとする。

[0067] 関連情報取得部15は、乗員情報または車両情報を含む関連情報を取得する。

関連情報取得部15の詳細は、実施の形態1にて説明済みの、関連情報取得部23（図4参照）と同様であるため重複した説明を省略する。

関連情報取得部15は、取得した関連情報を、推定部12aに出力する。

[0068] 推定部12aの顔推定部121aは、画像取得部11が取得した撮像画像と関連情報取得部15が取得した関連情報とを第2機械学習モデルに入力してドライバが眠気我慢顔をしているか否かを示す情報を得ることで、ドライバが眠気我慢顔をしているか否かを推定する。例えば、顔推定部121aは、ドライバが眠気我慢顔をしているか否かを示す情報「0」を得た場合、ド

ライバは眠気我慢顔をしていないと推定する。顔推定部 1 2 1 a は、ドライバが眠気我慢顔をしているか否かを示す情報「1」を得た場合、ドライバは眠気我慢顔をしていると推定する。

なお、第2機械学習モデルは、学習装置 2 b によって生成され、モデル記憶部 1 4 に記憶されている。学習装置 2 b の詳細については、後述する。

顔推定部 1 2 1 a は、ドライバが眠気我慢顔をしているか否かの推定結果を、覚醒度低下推定部 1 2 2 に出力する。

[0069] 学習装置 2 b は、第2機械学習モデルを生成する。

学習装置 2 b の学習用データ取得部 2 1 b は、ドライバの顔を撮像した撮像画像と、関連情報と、ドライバが眠気我慢顔をしているか否かを示す情報とを含む学習用データを取得する。

学習用データは、予め、管理者等によって生成される。管理者等は、例えば、車両の製品出荷前に、複数の被験者に車両を運転させ、当該被験者が眠気我慢顔をしているときの撮像画像と関連情報、当該被験者が眠気以外の要因によって我慢顔をしているとき、言い換えれば、当該被験者が眠気我慢顔以外の我慢顔をしているときの撮像画像と関連情報を少なくとも含む学習用データを生成しておく。また、管理者等は、学習用データには、被験者が我慢顔以外の顔をしているときの撮像画像と関連情報も含めるようにする。

管理者等は、撮像画像で撮像されている被験者の顔が眠気我慢顔であるとき、その旨を示す情報（具体的には「1」）を、教師ラベルとして付与して、学習用データを生成する。管理者等は、撮像画像で撮像されている被験者の顔が眠気我慢顔でないとき、その旨を示す情報（具体的には「0」）を、教師ラベルとして付与して、学習用データを生成する。

学習用データ取得部 2 1 b は、取得した学習用データを学習部 2 2 a に出力する。

[0070] 学習装置 2 b の学習部 2 2 a は、学習用データ取得部 2 1 b から出力された学習用データに基づき、第2機械学習モデルを生成する。

学習部 2 2 a は、生成した第2機械学習モデルをモデル記憶部 1 4 に記憶

させる。

顔推定部 1 2 1 a は、学習部 2 2 a が生成してモデル記憶部 1 4 に記憶させた第 2 機械学習モデルを用いて、ドライバが眠気我慢顔をしているか否かを推定する。

[0071] なお、実施の形態 2 では、学習装置 2 b は、覚醒度低下推定装置 1 b に備えられているが、これは一例に過ぎない。

学習装置 2 b は、覚醒度低下推定装置 1 b の外部に備えられ、覚醒度低下推定装置 1 b とネットワークを介して接続されてもよい。

[0072] 実施の形態 2 に係る覚醒度低下推定装置 1 b の動作について説明する。

上述のとおり、覚醒度低下推定装置 1 b において、学習装置 2 b は、第 2 機械学習モデルを生成する学習処理を行う。覚醒度低下推定装置 1 b は、学習装置 2 b が生成した第 2 機械学習モデルを用いて、ドライバが眠気我慢顔をしているか否かを推定し、ドライバが眠気我慢顔をしているか否かの推定結果に基づいてドライバの覚醒度が低下しているか否かを推定する推定処理を行う。

[0073] まず、実施の形態 2 に係る学習装置 2 b による学習処理の動作について説明する。

図 8 は、実施の形態 2 に係る学習装置 2 b の動作について説明するためのフローチャートである。

図 8 のフローチャートで示す学習装置 2 b の動作は、車両の製品出荷前等、覚醒度低下推定装置 1 b が推定処理を行うよりも前に行われる。

[0074] 学習用データ取得部 2 1 b は、ドライバの顔を撮像した撮像画像と、関連情報と、ドライバが眠気我慢顔をしているか否かを示す情報とを含む学習用データを取得する（ステップ S T 2 1 a）。

学習用データ取得部 2 1 b は、取得した学習用データを学習部 2 2 a に出力する。

[0075] 学習部 2 2 a は、ステップ S T 2 1 a にて学習用データ取得部 2 1 b から出力された学習用データに基づき、第 2 機械学習モデルを生成する（ステッ

プ S T 2 2 a)。

学習部 2 2 a は、生成した第 2 機械学習モデルをモデル記憶部 1 4 に記憶させる。

[0076] 次に、実施の形態 2 に係る覚醒度低下推定装置 1 b による推定処理の動作について説明する。

図 9 は、実施の形態 2 に係る覚醒度低下推定装置 1 b の動作について説明するためのフローチャートである。

覚醒度低下推定装置 1 b は、例えば、車両の電源がオンにされると、車両の電源がオフにされるまで、図 9 のフローチャートで示すような動作を繰り返す。

[0077] 画像取得部 1 1 は、撮像装置 3 から撮像画像を取得する（ステップ S T 1 1）。

画像取得部 1 1 は、取得した撮像画像を推定部 1 2 a に出力する。

[0078] 関連情報取得部 1 5 は、乗員情報または車両情報を含む関連情報を取得する（ステップ S T 1 2）。

関連情報取得部 1 5 は、取得した関連情報を、推定部 1 2 a に出力する。

[0079] 推定部 1 2 a の顔推定部 1 2 1 a は、ステップ S T 1 1 にて画像取得部 1 1 が取得した撮像画像とステップ S T 1 2 にて関連情報取得部 1 5 が取得した関連情報とを第 2 機械学習モデルに入力してドライバが眠気我慢顔をしているか否かを示す情報を得ることで、ドライバが眠気我慢顔をしているか否かを推定する（ステップ S T 1 3）。

顔推定部 1 2 1 a は、ドライバが眠気我慢顔をしているか否かの推定結果を、覚醒度低下推定部 1 2 2 に出力する。

[0080] 推定部 1 2 a の覚醒度低下推定部 1 2 2 は、ステップ S T 1 3 にて顔推定部 1 2 1 a がドライバは眠気我慢顔をしていると推定したか否かの推定結果に基づき、ドライバの覚醒度は低下しているか否かを推定する（ステップ S T 1 4）。

覚醒度低下推定部 1 2 2 は、ドライバの覚醒度が低下しているか否かの推

定結果を、警報出力制御部 1 3 に出力する。

[0081] 警報出力制御部 1 3 は、ステップ S T 1 4 にて覚醒度低下推定部 1 2 2 が乗員の覚醒度は低下していると推定した場合、出力装置 4 に対し、ドライバに対する警報を出力させる（ステップ S T 1 5）。

[0082] なお、上述の図 9 のフローチャートでは、覚醒度低下推定装置 1 b は、ステップ S T 1 1、ステップ S T 1 2 の順番で処理を行うものとしたが、これは一例に過ぎない。例えば、ステップ S T 1 1 の処理とステップ S T 1 2 の処理の順番が逆であってもよいし、ステップ S T 1 1 の処理とステップ S T 1 2 の処理とが並行して行われてもよい。

[0083] また、図 8 および図 9 を用いて説明したような学習装置 2 b および覚醒度低下推定装置 1 b の動作について、学習装置 2 b が、覚醒度低下推定装置 1 b からのドライバは眠気我慢顔をしているか否かの推定結果に基づき、第 2 機械学習モデルを再学習する機能を有してもよい。具体的には、図 9 のステップ S T 1 3 にて、顔推定部 1 2 1 a は、ドライバは眠気我慢顔をしているか否かを推定すると、ドライバは眠気我慢顔をしているか否かの推定結果と、画像取得部 1 1 から出力された撮像画像と、関連情報取得部 1 5 から出力された関連情報とを対応付けて、学習装置 2 b に出力する。学習装置 2 b の学習用データ取得部 2 1 b は、顔推定部 1 2 1 a から出力された、ドライバは眠気我慢顔をしているか否かの推定結果と撮像画像と関連情報とが対応付けられた情報を学習用データとして取得する（図 8 のステップ S T 2 1 a 参照）。そして、学習部 2 2 a は、学習用データ取得部 2 1 b が取得した学習用データに基づき、第 2 機械学習モデルを再学習する（図 8 のステップ S T 2 2 a 参照）。学習部 2 2 a は、再学習した後の第 2 機械学習モデルで、モデル記憶部 1 4 に記憶させている第 2 機械学習モデルを更新する。

[0084] このように、覚醒度低下推定装置 1 b は、車両のドライバの顔が存在すべき範囲が撮像された撮像画像を取得し、取得した撮像画像と第 2 機械学習モデルとに基づき、ドライバは眠気我慢顔をしているか否かを推定し、ドライバは眠気我慢顔をしていると推定したか否かの推定結果に基づき、ドライバ

の覚醒度は低下しているか否かを推定する。覚醒度低下推定装置 1 b は、学習によって生成された第 2 機械学習モデルを用いて、覚醒度低下の前兆である我慢顔を、眠気に起因しない単なる我慢顔と区別し、ドライバが覚醒度低下の前兆である我慢顔（すなわち眠気我慢顔）をしていると推定した場合に、ドライバの覚醒度が低下していると推定する。そのため、覚醒度低下推定装置 1 b は、ドライバの覚醒度低下の誤推定を防ぐことができる。

覚醒度低下推定装置 1 b は、第 2 機械学習モデルに撮像画像と関連情報とを入力することで、当該撮像画像と関連情報のみから、言い換えれば、現在のドライバの顔の様子と現在のドライバに関する情報または車両に関する情報とから、1 回の判定で、ドライバが覚醒度低下の前兆である眠気我慢顔をしているか否かを推定することができる。

[0085] 以上の実施の形態 2 では、学習装置 2 b の学習用データ取得部 2 1 b は、予め管理者等によって生成された学習用データを取得していた。これに限らず、学習装置は、学習用データを生成し、これを学習用データとして取得してもよいので、以下説明する。

[0086] 図 10 は、実施の形態 2 において、学習装置 2 c が学習用データを生成し、これを学習用データとして取得して、第 2 機械学習モデルを生成するようにした場合の覚醒度低下推定装置 1 c の構成例を示す図である。

図 10 に示す覚醒度低下推定装置 1 c の構成例は、図 7 に示した覚醒度低下推定装置 1 b の構成例とは、学習装置 2 c の学習用データ取得部 2 1 c の具体的な動作が異なる。

図 10 に示す覚醒度低下推定装置 1 c の構成例について、図 7 に示した覚醒度低下推定装置 1 b と同様の構成については同じ符号を付して重複した説明を省略する。

[0087] 学習装置 2 c の学習用データ取得部 2 1 c は、画像取得部 1 1 が取得した撮像画像と関連情報取得部 1 5 が取得した関連情報とに基づきドライバは眠気我慢顔をしているか否かを判定する。なお、覚醒度低下推定装置 1 c においては、画像取得部 1 1 は、撮像画像を、推定部 1 2 a および学習用データ

取得部 2 1 c に出力する。また、覚醒度低下推定装置 1 c においては、関連情報取得部 1 5 は、関連情報を、推定部 1 2 a および学習用データ取得部 2 1 c に出力する。

詳細には、例えば、学習用データ取得部 2 1 c は、撮像画像に対して公知の画像認識処理を行って、ドライバが我慢顔をしているか否かを判定する。学習用データ取得部 2 1 c は、ドライバが我慢顔をしていると判定した場合、管理者等によって予め生成され学習用データ取得部 2 1 c が参照可能な場所に記憶されている我慢顔判別用条件と関連情報取得部 1 5 が取得した関連情報とを比較して、ドライバがしている我慢顔は眠気我慢顔であるか否かを判定する。我慢顔判別用条件は、車両の乗員が眠気我慢顔をしているときの関連情報が定義された情報である。管理者等は、例えば、車両の製品出荷前に、複数の被験者に車両を運転させ、当該被験者が眠気我慢顔をしているときの乗員情報または車両情報を検知して、我慢顔判別用条件を生成しておく。我慢顔判別用条件の詳細については、実施の形態 1 にて説明済みであるため、重複した説明を省略する。

学習用データ取得部 2 1 c は、関連情報が我慢顔判別用条件を満たす場合、ドライバがしている我慢顔は眠気我慢顔であると判定する。

そして、学習用データ取得部 2 1 c は、画像取得部 1 1 が取得した撮像画像と、関連情報取得部 1 5 が取得した関連情報と、ドライバは眠気我慢顔をしているか否かを示す情報とを含む学習用データを生成することで学習用データを取得する。

学習用データ取得部 2 1 c は、取得した学習用データを、学習部 2 2 a に出力する。

[0088] なお、図 1 0 に示す覚醒度低下推定装置 1 c において、当該覚醒度低下推定装置 1 c が学習装置 2 c を備えることを必須としない。学習装置 2 c が覚醒度低下推定装置 1 c の外部の、覚醒度低下推定装置 1 c が参照可能な場所に備えられる場合、学習装置 2 c は、撮像装置 3 と接続され、画像取得部 1 1 および関連情報取得部 1 5 の機能を有する。具体的には、学習装置 2 c は

、画像取得部 11 と、関連情報取得部 15 と、学習用データ取得部 21c と、学習部 22a を備える。なお、学習装置 2c が画像取得部 11 および関連情報取得部 15 の機能を有する構成例を示す図については省略している。

[0089] 図 11 は、図 10 に示す学習装置 2c の動作について説明するためのフローチャートである。

図 11 のフローチャートで示す学習装置 2c の動作は、車両が走行開始後、所定の時間が経過するまで等、覚醒度低下推定装置 1c が推定処理を行うよりも前に行われる。

[0090] 学習用データ取得部 21c は、画像取得部 11 から撮像画像を取得する（ステップ S T 211a）。

学習用データ取得部 21c は、関連情報取得部 15 から関連情報を取得する（ステップ S T 212a）。

[0091] 学習用データ取得部 21c は、ステップ 211a にて画像取得部 11 から取得した撮像画像とステップ S T 212a にて関連情報取得部 15 から取得した関連情報とに基づきドライバは眠気我慢顔をしているか否かを判定し、画像取得部 11 が取得した撮像画像と、関連情報取得部 15 が取得した関連情報と、ドライバは眠気我慢顔をしているか否かを示す情報とを含む学習用データを生成することで学習用データを取得する（ステップ S T 213a）。

学習用データ取得部 21c は、学習用データを学習部 22a に出力する。

[0092] 学習部 22a は、ステップ S T 213a にて学習用データ取得部 21c から出力された学習用データに基づき、第 2 機械学習モデルを生成する（ステップ S T 214a）。

学習部 22a は、生成した第 2 機械学習モデルをモデル記憶部 14 に記憶させる。

[0093] なお、上述の図 11 のフローチャートにおいて、例えば、予め設定されている時間分の撮像画像および関連情報が取得されるまで、ステップ S T 211a ～ステップ S T 213a の処理を繰り返すようにしてもよい。第 2 機械

学習モデルの精度は、学習時の学習用データの数が多いほど、向上する。

[0094] また、上述の図 11 のフローチャートでは、覚醒度低下推定装置 1c は、ステップ S T 2 1 1 a、ステップ S T 2 1 2 a の順番で処理を行うものとしたが、これは一例に過ぎない。例えば、ステップ S T 2 1 1 a の処理とステップ S T 2 1 2 a の処理の順番が逆であってもよいし、ステップ S T 2 1 1 a の処理とステップ S T 2 1 2 a の処理とが並行して行われてもよい。

[0095] 図 10 に示す覚醒度低下推定装置 1c による推定処理の動作は、説明済みの、図 9 のフローチャートを用いて説明した覚醒度低下推定装置 1b による推定処理の動作と同様であるため、重複した説明を省略する。

[0096] 学習装置 2c が、覚醒度低下推定装置 1c からのドライバの覚醒度は低下しているか否かの推定結果に基づき、第 2 機械学習モデルを再学習する機能を有してもよい。具体的には、顔推定部 121a は、ドライバは眠気我慢顔をしているか否かを推定すると、ドライバは眠気我慢顔をしているか否かの推定結果と、画像取得部 11 から出力された撮像画像と、関連情報取得部 15 から出力された関連情報とを対応付けて、学習装置 2c に出力する。学習装置 2c の学習用データ取得部 21c は、顔推定部 121a から出力された、ドライバは眠気我慢顔をしているか否かの推定結果と撮像画像と関連情報とが対応付けられた情報を学習用データとして取得する。そして、学習部 22a は、学習用データ取得部 21c が取得した学習用データに基づき、第 2 機械学習モデルを再学習する。学習部 22a は、再学習した後の第 2 機械学習モデルで、モデル記憶部 14 に記憶させている第 2 機械学習モデルを更新する。

[0097] このように、実施の形態 2 において、学習装置 2c は、車両にて撮像されたドライバの撮像画像と関連情報とから、第 2 機械学習モデルを生成するための学習用データを生成し、これを学習用データとして取得してもよい。これにより、学習装置 2c は、予め学習用データが生成されていることを必須とせず、第 2 機械学習モデルを生成することができる。また、学習装置 2c は、車両のドライバに対応する第 2 機械学習モデルを生成することができる。

。

[0098] 実施の形態2に係る覚醒度低下推定装置1b, 1cのハードウェア構成例は、実施の形態1において図6Aおよび図6Bを用いて説明した覚醒度低下推定装置1, 1aのハードウェア構成例と同様である。

実施の形態2において、画像取得部11と、推定部12aと、警報出力制御部13と、関連情報取得部15の機能は、処理回路101により実現される。すなわち、覚醒度低下推定装置1b, 1cは、撮像画像と関連情報と機械学習モデル（第2機械学習モデル）とに基づき車両の乗員が眠気我慢顔をしているか否かを推定し、眠気我慢顔をしているか否かの推定結果に基づき乗員の覚醒度が低下しているか否かを推定する制御を行うための処理回路101を備える。

処理回路101は、メモリ105に記憶されたプログラムを読み出して実行することにより、画像取得部11と、推定部12aと、警報出力制御部13と、関連情報取得部15の機能を実行する。すなわち、覚醒度低下推定装置1b, 1cは、処理回路101により実行されるときに、上述の図9のステップST11～ステップST15が結果的に実行されることになるプログラムを格納するためのメモリ105を備える。また、メモリ105に記憶されたプログラムは、画像取得部11と、推定部12aと、警報出力制御部13と、関連情報取得部15の処理の手順または方法をコンピュータに実行させるものとも言える。

覚醒度低下推定装置1b, 1cは、撮像装置3または出力装置4等の装置と、有線通信または無線通信を行う入力インタフェース装置102および出力インタフェース装置103を備える。

[0099] 実施の形態2に係る学習装置2b, 2cのハードウェア構成の一例も、図6Aおよび図6Bに示すとおりである。

実施の形態2において、学習用データ取得部21b, 21cと学習部22aの機能は、処理回路101により実現される。すなわち、学習装置2b, 2cは、学習用データに基づき機械学習モデル（第2機械学習モデル）を生

成する制御を行うための処理回路１０１を備える。

[0100] 処理回路がプロセッサ１０４の場合、学習用データ取得部２１ｂ、２１ｃと学習部２２ａの機能は、ソフトウェア、ファームウェア、または、ソフトウェアとファームウェアとの組み合わせにより実現される。ソフトウェアまたはファームウェアは、プログラムとして記述され、メモリ１０５に記憶される。プロセッサ１０４は、メモリ１０５に記憶されたプログラムを読み出して実行することにより、学習用データ取得部２１ｂ、２１ｃと、学習部２２ａの機能を実行する。すなわち、学習装置２ｂ、２ｃは、プロセッサ１０４により実行されるときに、上述の図８のステップＳＴ２１ａ～ステップＳＴ２２ａ、または、図１１のステップＳＴ２１１ａ～ステップＳＴ２１４ａが結果的に実行されることになるプログラムを格納するためのメモリ１０５を備える。また、メモリ１０５に記憶されたプログラムは、学習用データ取得部２１ｂ、２１ｃと学習部２２ａの処理の手順または方法をコンピュータに実行させるものであるとも言える。

学習装置２ｂ、２ｃは、覚醒度低下推定装置１ｂ、１ｃ等の装置と、有線通信または無線通信を行う入力インタフェース装置１０２および出力インタフェース装置１０３を備える。

[0101] 以上の実施の形態２では、覚醒度低下推定装置１ｂ、１ｃが、覚醒度が低下しているか否かを推定する対象となる車両の乗員は車両のドライバとしたが、これは一例に過ぎない。

覚醒度低下推定装置１ｂ、１ｃは、ドライバ以外の車両の乗員を、覚醒度が低下しているか否かを推定する対象とすることもできる。第２機械学習モデルは、乗員の顔が撮像された撮像画像と関連情報とを入力とし、乗員が眠気我慢顔をしているか否かを示す情報を出力する機械学習モデルとできる。

また、覚醒度低下推定装置１ｂ、１ｃは、車両の複数の乗員を、覚醒度が低下しているか否かを推定する対象とすることもできる。

[0102] また、以上の実施の形態２では、覚醒度低下推定装置１ｂ、１ｃは、車両に搭載される車載装置とし、画像取得部１１と、推定部１２ａと、警報出力

制御部 1 3 と、関連情報取得部 1 5 と、学習用データ取得部 2 1 b, 2 1 c と、学習部 2 2 a は、車載装置に備えられているものとした。

これに限らず、画像取得部 1 1 と、推定部 1 2 a と、警報出力制御部 1 3 と、関連情報取得部 1 5 と、学習用データ取得部 2 1 b, 2 1 c と、学習部 2 2 a のうち、一部が車両の車載装置に搭載され、その他が当該車載装置とネットワークを介して接続されるサーバに備えられるものとして、車載装置とサーバとで覚醒度低下推定システムを構成するようにしてもよい。

また、画像取得部 1 1 と、推定部 1 2 a と、警報出力制御部 1 3 と、関連情報取得部 1 5 と、学習用データ取得部 2 1 b, 2 1 c と、学習部 2 2 a が全部サーバに備えられてもよい。

[0103] 以上のように、実施の形態 2 によれば、覚醒度低下推定装置 1 b, 1 c は、車両の乗員の顔が存在すべき範囲が撮像された撮像画像を取得する画像取得部 1 1 と、画像取得部 1 1 が取得した撮像画像と機械学習モデルとに基づき、乗員は眠気を我慢する眠気我慢顔をしているか否かを推定する顔推定部 1 2 1 a と、顔推定部 1 2 1 a が乗員は眠気我慢顔をしていると推定したか否かの推定結果に基づき、乗員の覚醒度は低下しているか否かを推定する覚醒度低下推定部 1 2 2 とを備えるように構成した。そのため、覚醒度低下推定装置 1 b, 1 c は、車両の乗員の覚醒度低下の誤推定を防ぐことができる。

[0104] 実施の形態 2 によれば、機械学習モデルは乗員の顔が撮像された撮像画像と乗員に関する乗員情報または車両に関する車両情報を含む関連情報とを入力とし乗員が眠気我慢顔をしているか否かを示す情報を出力する第 2 機械学習モデルであり、関連情報を取得する関連情報取得部 1 5 を備え、顔推定部 1 2 1 a は、画像取得部 1 1 が取得した撮像画像と、関連情報取得部 1 5 が取得した関連情報と、第 2 機械学習モデルとに基づき、乗員は眠気我慢顔をしているか否かを推定する。そのため、覚醒度低下推定装置 1 b, 1 c は、車両の乗員の覚醒度低下の誤推定を防ぐことができる。

[0105] 以下、本開示の諸態様を付記としてまとめて記載する。

[0106] (付記 1)

車両の乗員の顔が存在すべき範囲が撮像された撮像画像を取得する画像取得部と、

前記画像取得部が取得した前記撮像画像と機械学習モデルとに基づき、前記乗員は眠気を我慢する眠気我慢顔をしているか否かを推定する顔推定部と、

前記顔推定部が前記乗員は前記眠気我慢顔をしていると推定したか否かの推定結果に基づき、前記乗員の覚醒度は低下しているか否かを推定する覚醒度低下推定部

とを備えた覚醒度低下推定装置。

(付記 2)

前記機械学習モデルは前記乗員の顔が撮像された前記撮像画像を入力とし当該乗員が前記眠気我慢顔をしているか否かを示す情報を出力する第 1 機械学習モデルであり、

前記顔推定部は、前記画像取得部が取得した前記撮像画像と前記第 1 機械学習モデルとに基づき、前記乗員は前記眠気我慢顔をしているか否かを推定する

ことを特徴とする付記 1 記載の覚醒度低下推定装置。

(付記 3)

前記機械学習モデルは前記乗員の顔が撮像された前記撮像画像と前記乗員に関する乗員情報または前記車両に関する車両情報を含む関連情報とを入力とし前記乗員が前記眠気我慢顔をしているか否かを示す情報を出力する第 2 機械学習モデルであり、

前記関連情報を取得する関連情報取得部を備え、

前記顔推定部は、前記画像取得部が取得した前記撮像画像と、前記関連情報取得部が取得した前記関連情報と、前記第 2 機械学習モデルとに基づき、前記乗員は前記眠気我慢顔をしているか否かを推定する

ことを特徴とする付記 1 記載の覚醒度低下推定装置。

(付記4)

前記乗員情報は、前記乗員の設定された時間あたりの閉眼時間の割合に関する情報、前記乗員があくびをしているか否かの情報、前記乗員の頭のふらつきの有無に関する情報、前記乗員の心拍に関する情報、または、前記乗員の呼吸に関する情報のうちの少なくとも1つを含む

ことを特徴とする付記3記載の覚醒度低下推定装置。

(付記5)

前記車両情報は、ハンドル操作に関する情報、または、車速に関する情報のうちの少なくとも1つを含む

ことを特徴とする付記3記載の覚醒度低下推定装置。

(付記6)

前記乗員の顔を撮像した前記撮像画像と前記乗員が前記眠気我慢顔をしているか否かを示す情報とを含む学習用データを取得する学習用データ取得部と、

前記学習用データ取得部が取得した前記学習用データに基づき、前記第1機械学習モデルを生成する学習部

とを備えた付記2記載の覚醒度低下推定装置。

(付記7)

前記乗員に関する乗員情報または前記車両に関する車両情報を含む関連情報を取得する関連情報取得部を備え、

前記学習用データ取得部は、前記画像取得部が取得した前記撮像画像と前記関連情報取得部が取得した前記関連情報とに基づき前記乗員は前記眠気我慢顔をしているか否かを判定し、前記撮像画像と前記乗員は前記眠気我慢顔をしているか否かを示す情報とを含む前記学習用データを生成することで前記学習用データを取得する

ことを特徴とする付記6記載の覚醒度低下推定装置。

(付記8)

前記乗員の顔を撮像した前記撮像画像と、前記関連情報と、前記乗員が前

記眠気我慢顔をしているか否かを示す情報とを含む学習用データを取得する学習用データ取得部と、

前記学習用データ取得部が取得した前記学習用データに基づき、前記第2機械学習モデルを生成する学習部

とを備えた付記3記載の覚醒度低下推定装置。

(付記9)

前記学習用データ取得部は、前記画像取得部が取得した前記撮像画像と前記関連情報取得部が取得した前記関連情報とに基づき前記乗員は前記眠気我慢顔をしているか否かを判定し、前記撮像画像と前記関連情報と前記乗員は前記眠気我慢顔をしているか否かを示す情報とを含む前記学習用データを生成することで前記学習用データを取得する

ことを特徴とする付記8記載の覚醒度低下推定装置。

(付記10)

前記覚醒度低下推定部が前記乗員の覚醒度は低下していると推定した場合、前記乗員に対する警報を出力させる警報出力制御部

を備えた付記1から付記9のうちのいずれか1つ記載の覚醒度低下推定装置。

(付記11)

学習用データを取得する学習用データ取得部と、

前記学習用データ取得部が取得した前記学習用データに基づき、車両の乗員が眠気を我慢する眠気我慢顔をしているか否かを推定するための機械学習モデルを生成する学習部

とを備えた学習装置。

(付記12)

前記学習用データ取得部は、前記乗員の顔を撮像した撮像画像と、前記乗員が前記眠気我慢顔をしているか否かを示す情報とを含む前記学習用データを取得し、

前記学習部は、前記学習用データ取得部が取得した前記学習用データに基

づき、前記乗員の顔が撮像された前記撮像画像を入力とし当該乗員が前記眠気我慢顔をしているか否かを示す情報を出力する第1機械学習モデルを生成する

ことを特徴とする付記11記載の学習装置。

(付記13)

前記学習用データは、前記乗員の前記眠気我慢顔を撮像した前記撮像画像と前記乗員が前記眠気我慢顔をしていることを示す情報とが対応付けられた情報、および、前記乗員の前記眠気我慢顔以外の我慢顔を撮像した前記撮像画像と前記乗員が前記眠気我慢顔をしていないことを示す情報とが対応付けられた情報を含み、

前記乗員の前記眠気我慢顔以外の前記我慢顔は、前記乗員による前記乗員の顔に差し込む光による眩しさを我慢している顔、または、前記乗員による前記眠気以外の生理現象を我慢している顔である

ことを特徴とする付記12記載の学習装置。

(付記14)

前記乗員の顔が存在すべき範囲が撮像された前記撮像画像を取得する画像取得部と、

前記乗員に関する乗員情報または前記車両に関する車両情報を含む関連情報を取得する関連情報取得部を備え、

前記学習用データ取得部は、前記画像取得部が取得した前記撮像画像と前記関連情報取得部が取得した前記関連情報とに基づき前記乗員は前記眠気我慢顔をしているか否かを判定し、前記撮像画像と前記乗員は前記眠気我慢顔をしているか否かを示す情報とを含む前記学習用データを生成することで前記学習用データを取得する

ことを特徴とする付記12または付記13記載の学習装置。

(付記15)

前記学習用データ取得部は、前記乗員の顔を撮像した撮像画像と、前記乗員に関する乗員情報または前記車両に関する車両情報を含む関連情報と、前

記乗員が前記眠気我慢顔をしているか否かを示す情報とを含む前記学習用データを取得し、

前記学習部は、前記学習用データ取得部が取得した前記学習用データに基づき、前記乗員の顔が撮像された前記撮像画像と前記関連情報とを入力とし当該乗員が前記眠気我慢顔をしているか否かを示す情報を出力する第2機械学習モデルを生成する

ことを特徴とする付記11記載の学習装置。

(付記16)

前記乗員の顔が存在すべき範囲が撮像された前記撮像画像を取得する画像取得部と、

前記関連情報を取得する関連情報取得部を備え、

前記学習用データ取得部は、前記画像取得部が取得した前記撮像画像と前記関連情報取得部が取得した前記関連情報とに基づき前記乗員は前記眠気我慢顔をしているか否かを判定し、前記撮像画像と前記関連情報と前記乗員は前記眠気我慢顔をしているか否かを示す情報とを含む前記学習用データを生成することで前記学習用データを取得する

ことを特徴とする付記15記載の学習装置。

(付記17)

前記学習用データは、前記乗員の前記眠気我慢顔を撮像した前記撮像画像と前記乗員が前記眠気我慢顔をしていることを示す情報とが対応付けられた情報、および、前記乗員の前記眠気我慢顔以外の我慢顔を撮像した前記撮像画像と前記乗員が前記眠気我慢顔をしていないことを示す情報とが対応付けられた情報を含み、

前記乗員の前記眠気我慢顔以外の前記我慢顔は、前記乗員による前記乗員の顔に差し込む光による眩しさを我慢している顔、または、前記乗員による前記眠気以外の生理現象を我慢している顔である

ことを特徴とする付記16記載の学習装置。

(付記18)

前記乗員情報は、前記乗員の設定された時間あたりの閉眼時間の割合に関する情報、前記乗員があくびをしているか否かの情報、前記乗員の頭のふらつきの有無に関する情報、前記乗員の心拍に関する情報、または、前記乗員の呼吸に関する情報のうちの少なくとも1つを含む

ことを特徴とする付記14から付記16のうちのいずれか1つ記載の学習装置。

(付記19)

前記車両情報は、ハンドル操作に関する情報、または、車速に関する情報のうちの少なくとも1つを含む

ことを特徴とする付記14から付記16のうちのいずれか1項記載の学習装置。

(付記20)

画像取得部が、車両の乗員の顔が存在すべき範囲が撮像された撮像画像を取得するステップと、

顔推定部が、前記画像取得部が取得した前記撮像画像と機械学習モデルとに基づき、前記乗員は眠気を我慢する眠気我慢顔をしているか否かを推定するステップと、

覚醒度低下推定部が、前記顔推定部が前記乗員は前記眠気我慢顔をしていると推定したか否かの推定結果に基づき、前記乗員の覚醒度は低下しているか否かを推定するステップ

とを備えた覚醒度低下推定方法。

[0107] なお、本開示は、各実施の形態の自由な組み合わせ、あるいは各実施の形態の任意の構成要素の変形、もしくは各実施の形態において任意の構成要素の省略が可能である。

産業上の利用可能性

[0108] 本開示に係る覚醒度低下推定装置は、車両にて乗員の覚醒度低下の誤推定を防ぐことができる。

符号の説明

[0109] 1, 1 a, 1 b, 1 c 覚醒度低下推定装置、11 画像取得部、12, 12 a 推定部、121, 121 a 顔推定部、122 覚醒度低下推定部、13 警報出力制御部、14 モデル記憶部、15, 23 関連情報取得部、2, 2 a, 2 b, 2 c 学習装置、21, 21 a, 21 b, 21 c 学習用データ取得部、22, 22 a 学習部、3 撮像装置、4 出力装置、101 処理回路、102 入力インタフェース装置、103 出力インタフェース装置、104 プロセッサ、105 メモリ。

請求の範囲

- [請求項1] 車両の乗員の顔が存在すべき範囲が撮像された撮像画像を取得する画像取得部と、
- 前記画像取得部が取得した前記撮像画像と機械学習モデルとに基づき、前記乗員は眠気を我慢する眠気我慢顔をしているか否かを推定する顔推定部と、
- 前記顔推定部が前記乗員は前記眠気我慢顔をしていると推定したか否かの推定結果に基づき、前記乗員の覚醒度は低下しているか否かを推定する覚醒度低下推定部
- とを備えた覚醒度低下推定装置。
- [請求項2] 前記機械学習モデルは前記乗員の顔が撮像された前記撮像画像を入力とし当該乗員が前記眠気我慢顔をしているか否かを示す情報を出力する第1機械学習モデルであり、
- 前記顔推定部は、前記画像取得部が取得した前記撮像画像と前記第1機械学習モデルとに基づき、前記乗員は前記眠気我慢顔をしているか否かを推定する
- ことを特徴とする請求項1記載の覚醒度低下推定装置。
- [請求項3] 前記機械学習モデルは前記乗員の顔が撮像された前記撮像画像と前記乗員に関する乗員情報または前記車両に関する車両情報を含む関連情報とを入力とし前記乗員が前記眠気我慢顔をしているか否かを示す情報を出力する第2機械学習モデルであり、
- 前記関連情報を取得する関連情報取得部を備え、
- 前記顔推定部は、前記画像取得部が取得した前記撮像画像と、前記関連情報取得部が取得した前記関連情報と、前記第2機械学習モデルとに基づき、前記乗員は前記眠気我慢顔をしているか否かを推定する
- ことを特徴とする請求項1記載の覚醒度低下推定装置。
- [請求項4] 前記乗員情報は、前記乗員の設定された時間あたりの閉眼時間の割合に関する情報、前記乗員があくびをしているか否かの情報、前記乗

員の頭のふらつきの有無に関する情報、前記乗員の心拍に関する情報、または、前記乗員の呼吸に関する情報のうちの少なくとも1つを含む

ことを特徴とする請求項3記載の覚醒度低下推定装置。

[請求項5] 前記車両情報は、ハンドル操作に関する情報、または、車速に関する情報のうちの少なくとも1つを含む

ことを特徴とする請求項3記載の覚醒度低下推定装置。

[請求項6] 前記乗員の顔を撮像した前記撮像画像と前記乗員が前記眠気我慢顔をしているか否かを示す情報とを含む学習用データを取得する学習用データ取得部と、

前記学習用データ取得部が取得した前記学習用データに基づき、前記第1機械学習モデルを生成する学習部

とを備えた請求項2記載の覚醒度低下推定装置。

[請求項7] 前記乗員に関する乗員情報または前記車両に関する車両情報を含む関連情報を取得する関連情報取得部を備え、

前記学習用データ取得部は、前記画像取得部が取得した前記撮像画像と前記関連情報取得部が取得した前記関連情報とに基づき前記乗員は前記眠気我慢顔をしているか否かを判定し、前記撮像画像と前記乗員は前記眠気我慢顔をしているか否かを示す情報とを含む前記学習用データを生成することで前記学習用データを取得する

ことを特徴とする請求項6記載の覚醒度低下推定装置。

[請求項8] 前記乗員の顔を撮像した前記撮像画像と、前記関連情報と、前記乗員が前記眠気我慢顔をしているか否かを示す情報とを含む学習用データを取得する学習用データ取得部と、

前記学習用データ取得部が取得した前記学習用データに基づき、前記第2機械学習モデルを生成する学習部

とを備えた請求項3記載の覚醒度低下推定装置。

[請求項9] 前記学習用データ取得部は、前記画像取得部が取得した前記撮像画

像と前記関連情報取得部が取得した前記関連情報とに基づき前記乗員は前記眠気我慢顔をしているか否かを判定し、前記撮像画像と前記関連情報と前記乗員は前記眠気我慢顔をしているか否かを示す情報とを含む前記学習用データを生成することで前記学習用データを取得することを特徴とする請求項 8 記載の覚醒度低下推定装置。

[請求項10] 前記覚醒度低下推定部が前記乗員の覚醒度は低下していると推定した場合、前記乗員に対する警報を出力させる警報出力制御部を備えた請求項 1 から請求項 9 のうちのいずれか 1 項記載の覚醒度低下推定装置。

[請求項11] 学習用データを取得する学習用データ取得部と、前記学習用データ取得部が取得した前記学習用データに基づき、車両の乗員が眠気を我慢する眠気我慢顔をしているか否かを推定するための機械学習モデルを生成する学習部とを備えた学習装置。

[請求項12] 前記学習用データ取得部は、前記乗員の顔を撮像した撮像画像と、前記乗員が前記眠気我慢顔をしているか否かを示す情報とを含む前記学習用データを取得し、前記学習部は、前記学習用データ取得部が取得した前記学習用データに基づき、前記乗員の顔が撮像された前記撮像画像を入力とし当該乗員が前記眠気我慢顔をしているか否かを示す情報を出力する第 1 機械学習モデルを生成することを特徴とする請求項 11 記載の学習装置。

[請求項13] 前記学習用データは、前記乗員の前記眠気我慢顔を撮像した前記撮像画像と前記乗員が前記眠気我慢顔をしていることを示す情報とが対応付けられた情報、および、前記乗員の前記眠気我慢顔以外の我慢顔を撮像した前記撮像画像と前記乗員が前記眠気我慢顔をしていないことを示す情報とが対応付けられた情報を含み、前記乗員の前記眠気我慢顔以外の前記我慢顔は、前記乗員による前

記乗員の顔に差し込む光による眩しさを我慢している顔、または、前記乗員による前記眠気以外の生理現象を我慢している顔である

ことを特徴とする請求項 1 2 記載の学習装置。

[請求項14] 前記乗員の顔が存在すべき範囲が撮像された前記撮像画像を取得する画像取得部と、

前記乗員に関する乗員情報または前記車両に関する車両情報を含む関連情報を取得する関連情報取得部を備え、

前記学習用データ取得部は、前記画像取得部が取得した前記撮像画像と前記関連情報取得部が取得した前記関連情報とに基づき前記乗員は前記眠気我慢顔をしているか否かを判定し、前記撮像画像と前記乗員は前記眠気我慢顔をしているか否かを示す情報とを含む前記学習用データを生成することで前記学習用データを取得する

ことを特徴とする請求項 1 2 記載の学習装置。

[請求項15] 前記学習用データ取得部は、前記乗員の顔を撮像した撮像画像と、前記乗員に関する乗員情報または前記車両に関する車両情報を含む関連情報と、前記乗員が前記眠気我慢顔をしているか否かを示す情報とを含む前記学習用データを取得し、

前記学習部は、前記学習用データ取得部が取得した前記学習用データに基づき、前記乗員の顔が撮像された前記撮像画像と前記関連情報とを入力とし当該乗員が前記眠気我慢顔をしているか否かを示す情報を出力する第2機械学習モデルを生成する

ことを特徴とする請求項 1 1 記載の学習装置。

[請求項16] 前記乗員の顔が存在すべき範囲が撮像された前記撮像画像を取得する画像取得部と、

前記関連情報を取得する関連情報取得部を備え、

前記学習用データ取得部は、前記画像取得部が取得した前記撮像画像と前記関連情報取得部が取得した前記関連情報とに基づき前記乗員は前記眠気我慢顔をしているか否かを判定し、前記撮像画像と前記関

連情報と前記乗員は前記眠気我慢顔をしているか否かを示す情報とを含む前記学習用データを生成することで前記学習用データを取得することを特徴とする請求項 15 記載の学習装置。

[請求項17] 前記学習用データは、前記乗員の前記眠気我慢顔を撮像した前記撮像画像と前記乗員が前記眠気我慢顔をしていることを示す情報とが対応付けられた情報、および、前記乗員の前記眠気我慢顔以外の我慢顔を撮像した前記撮像画像と前記乗員が前記眠気我慢顔をしていないことを示す情報とが対応付けられた情報を含み、

前記乗員の前記眠気我慢顔以外の前記我慢顔は、前記乗員による前記乗員の顔に差し込む光による眩しさを我慢している顔、または、前記乗員による前記眠気以外の生理現象を我慢している顔である

ことを特徴とする請求項 16 記載の学習装置。

[請求項18] 前記乗員情報は、前記乗員の設定された時間あたりの閉眼時間の割合に関する情報、前記乗員があくびをしているか否かの情報、前記乗員の頭のふらつきの有無に関する情報、前記乗員の心拍に関する情報、または、前記乗員の呼吸に関する情報のうちの少なくとも 1 つを含む

ことを特徴とする請求項 14 から請求項 16 のうちのいずれか 1 項記載の学習装置。

[請求項19] 前記車両情報は、ハンドル操作に関する情報、または、車速に関する情報のうちの少なくとも 1 つを含む

ことを特徴とする請求項 14 から請求項 16 のうちのいずれか 1 項記載の学習装置。

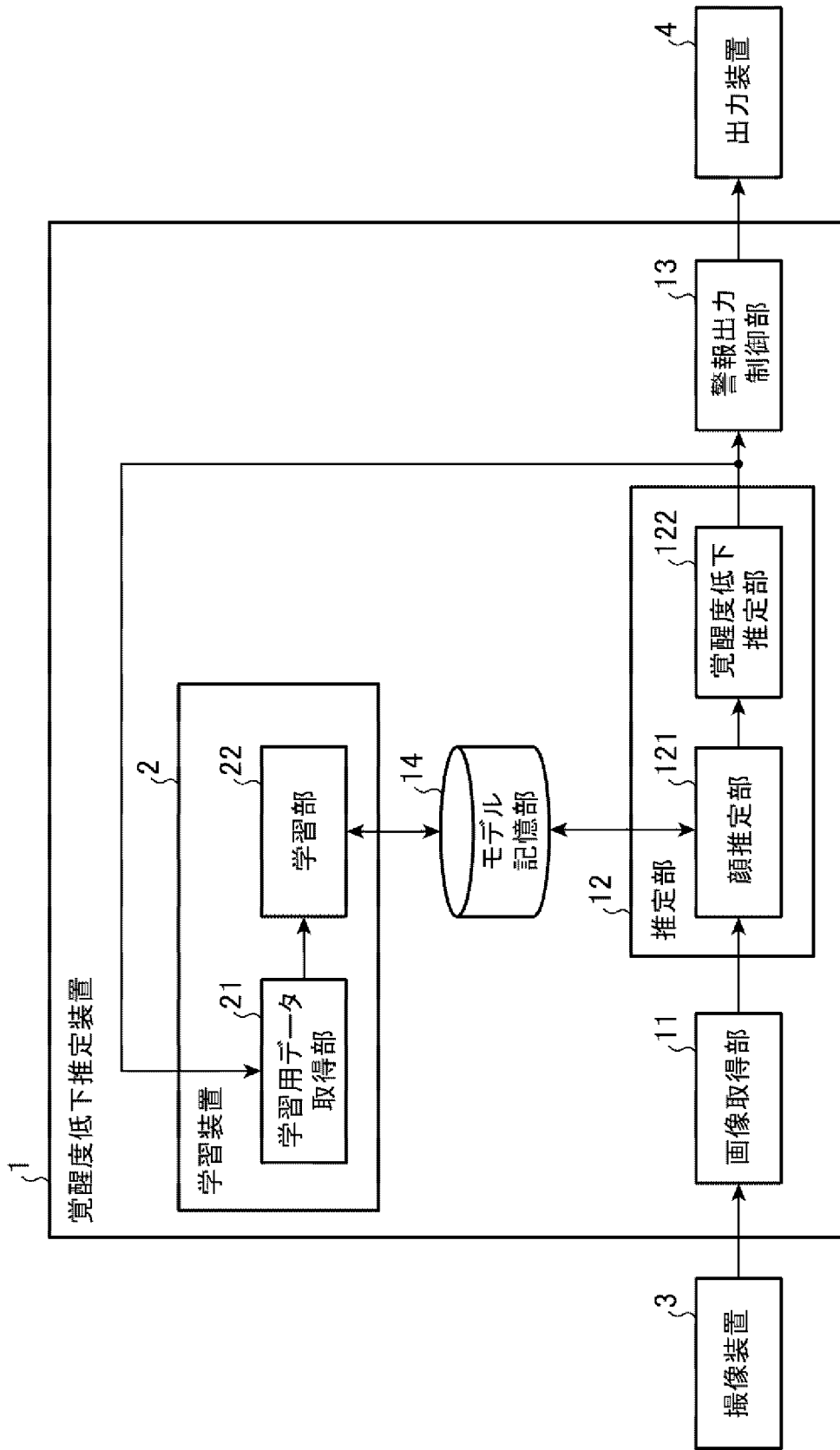
[請求項20] 画像取得部が、車両の乗員の顔が存在すべき範囲が撮像された撮像画像を取得するステップと、

顔推定部が、前記画像取得部が取得した前記撮像画像と機械学習モデルとに基づき、前記乗員は眠気を我慢する眠気我慢顔をしているか否かを推定するステップと、

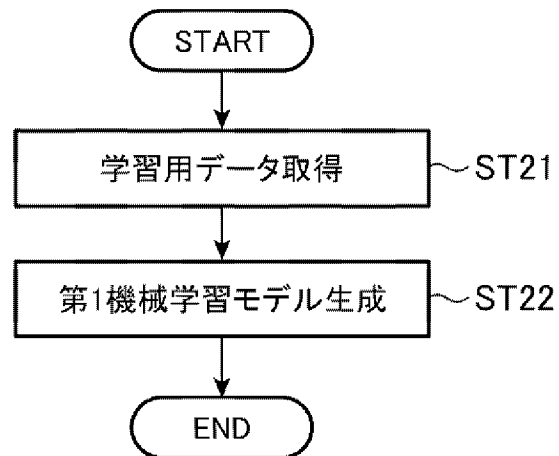
覚醒度低下推定部が、前記顔推定部が前記乗員は前記眠気我慢顔をしていると推定したか否かの推定結果に基づき、前記乗員の覚醒度は低下しているか否かを推定するステップ

とを備えた覚醒度低下推定方法。

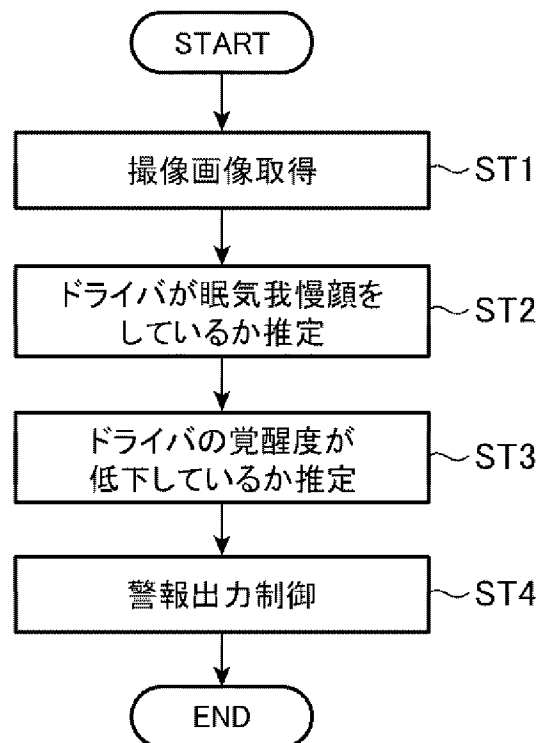
[図1]



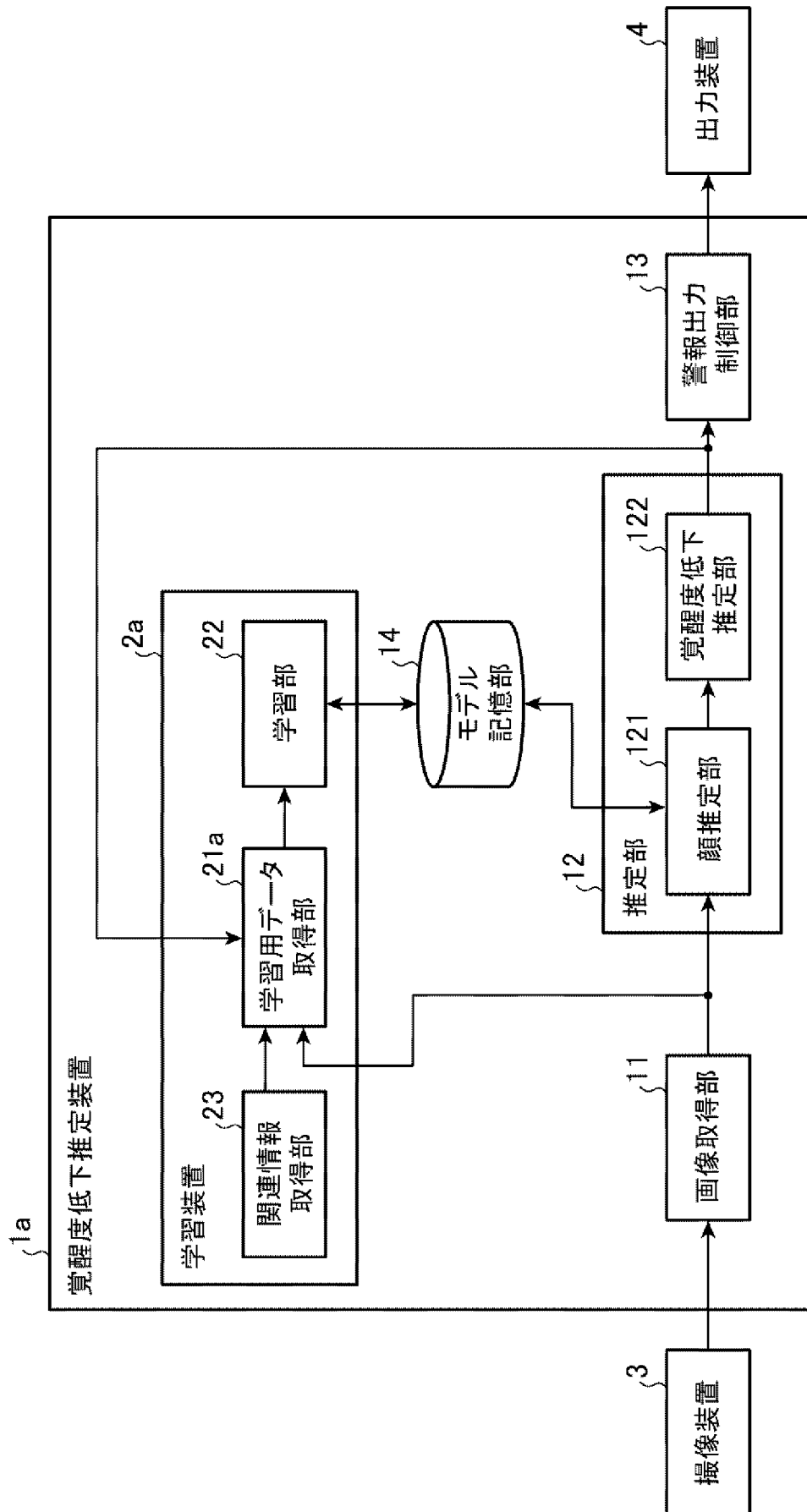
[図2]



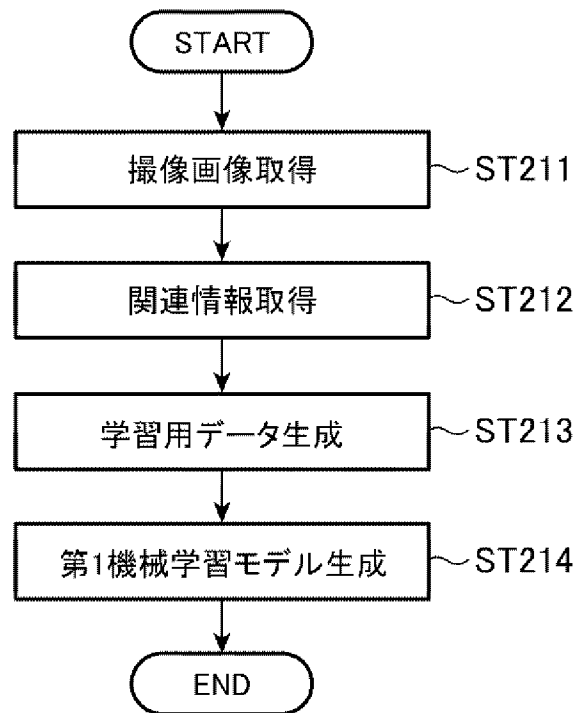
[図3]



[図4]



[図5]



[図6]

図6A

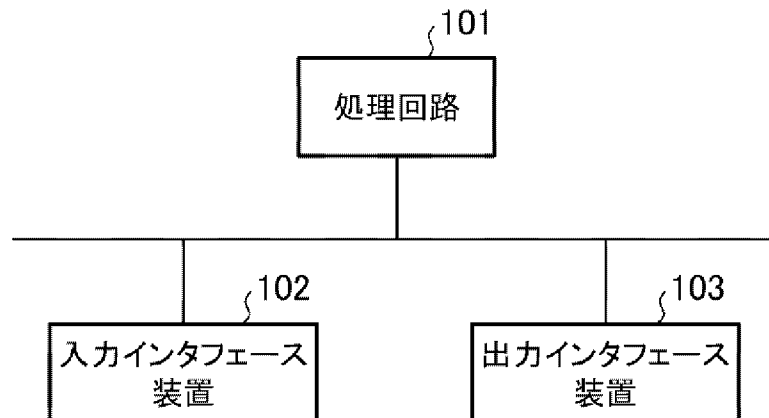
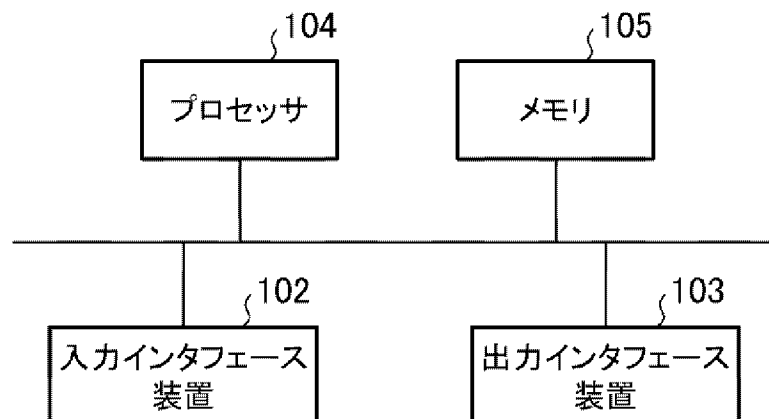
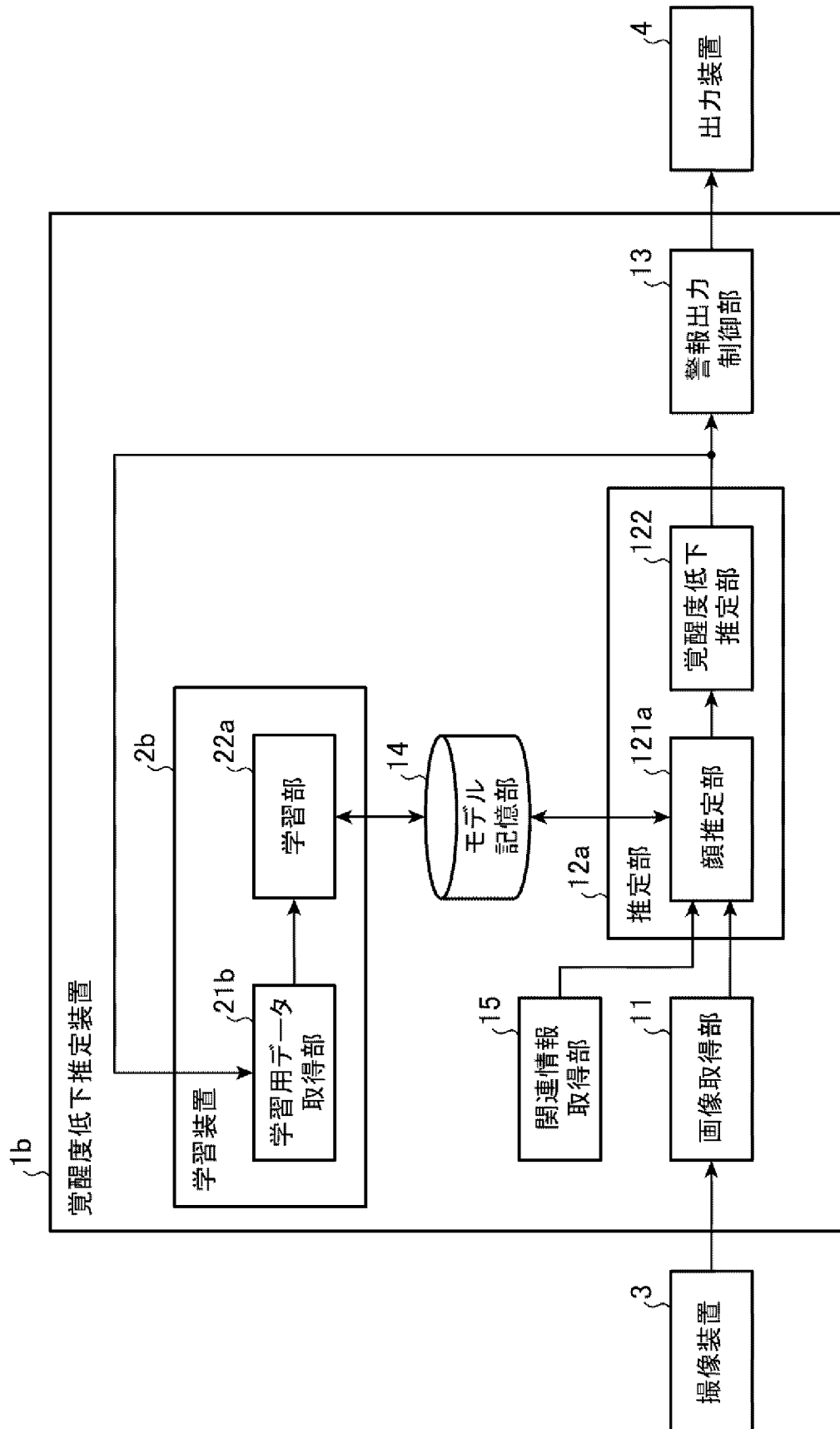


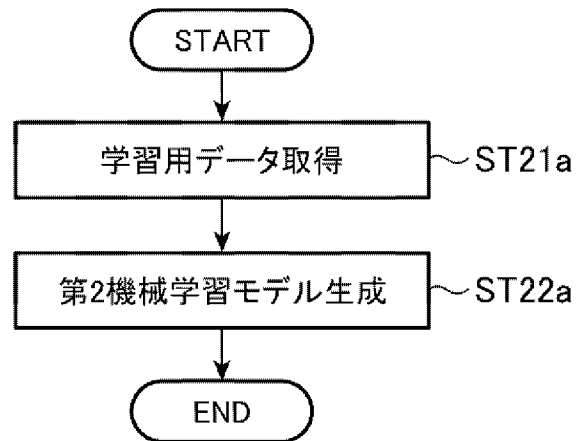
図6B



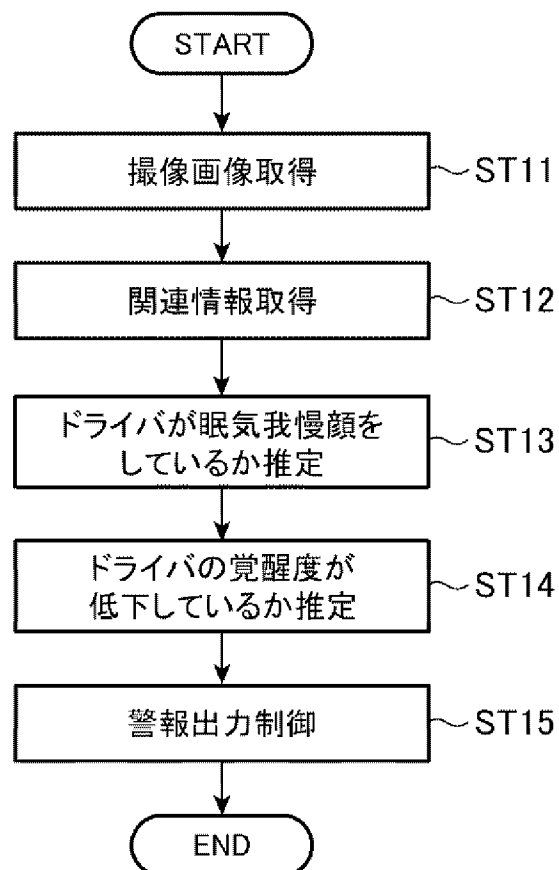
[図7]



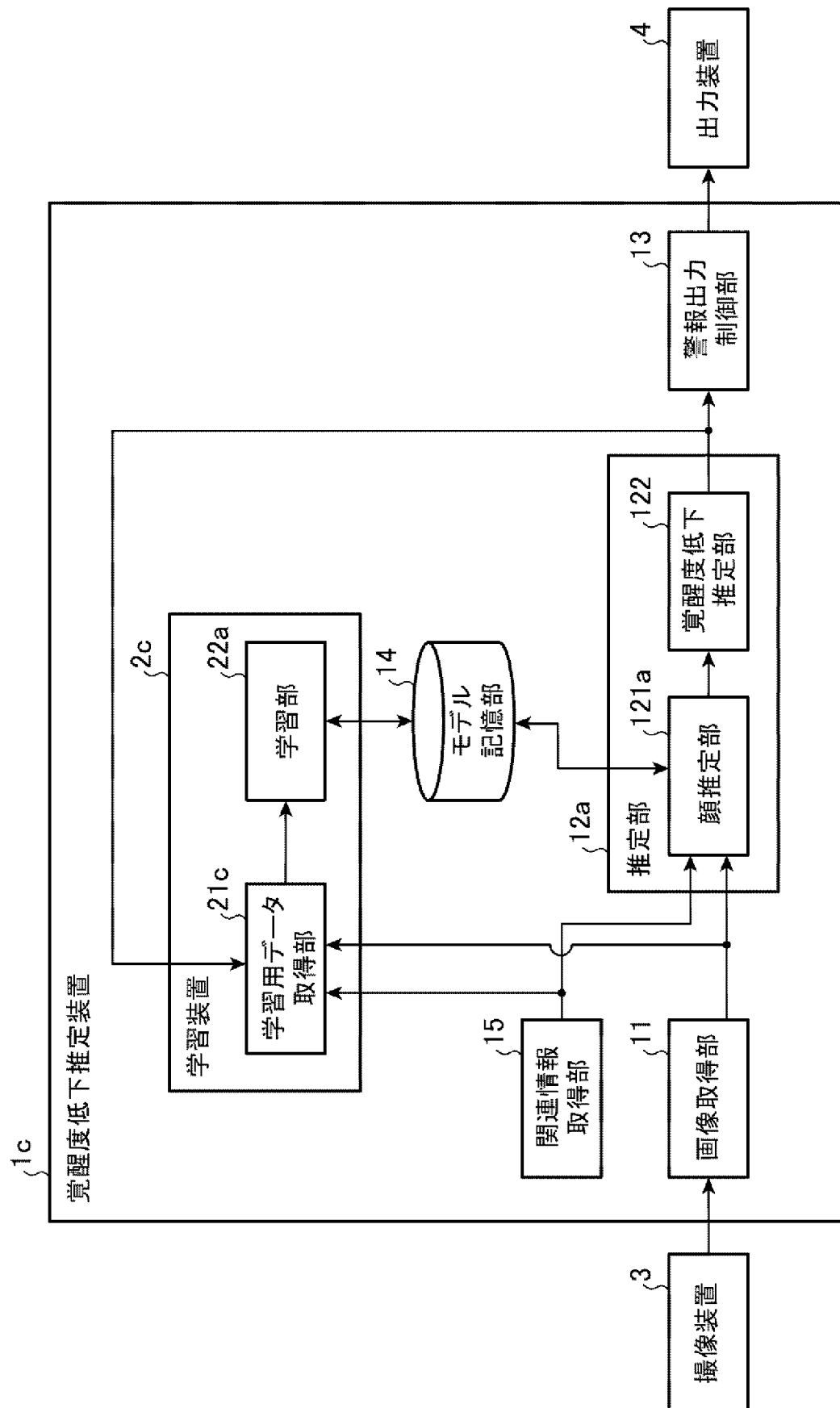
[図8]



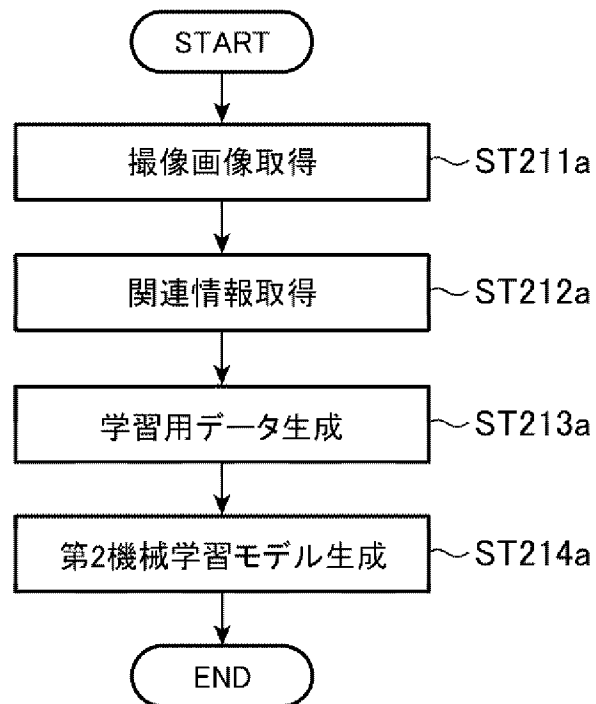
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/019885

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**A61B 5/16**(2006.01)i

FI: A61B5/16 130

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)

A61B5/16

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 2010-204984 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 16 September 2010 (2010-09-16) paragraphs [0006]-[0058]	1-2, 6, 10-12, 20
A		3-5, 7-9, 13-19
A	JP 2020-013554 A (DENSO CORP.) 23 January 2020 (2020-01-23) paragraphs [0004], [0020], [0059]	1-20
A	JP 2014-229123 A (JOSHO GAKUEN) 08 December 2014 (2014-12-08) paragraphs [0004]-[0008], [0076]	1-20
A	JP 2010-128649 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 10 June 2010 (2010-06-10) paragraphs [0030], [0031], [0062]-[0086]	1-20
A	JP 2008-212298 A (KABUSHIKI KAISHA TOYOTA CHUO KENKYUSHO) 18 September 2008 (2008-09-18) paragraphs [0009]-[0018], [0092]-[0102], [0126]-[0132]	1-20



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

“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

03 June 2022

Date of mailing of the international search report

14 June 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

International application No.

PCT/JP2022/019885

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	松尾治夫,キアットアブデラジズ, 運転者の行動解析に基づく居眠り運転早期検出方法の開発. 電子情報通信学会論文誌. 2015, vol. J98-D, no. 4, pp. 700-708, (IEICE Transactions on Information and Systems), non-official translation (MATSUO, Hiroshi, KHIAT, Abdelaziz. The Development of Drowsy Driving Prediction by Monitoring Driver's Behavior.) entire text, all drawings	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/019885

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2010-204984	A	16 September 2010	(Family: none)	
JP	2020-013554	A	23 January 2020	US 2020/0008732 A1 paragraphs [0004], [0038], [0083]	
JP	2014-229123	A	08 December 2014	(Family: none)	
JP	2010-128649	A	10 June 2010	(Family: none)	
JP	2008-212298	A	18 September 2008	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） A61B 5/16(2006.01)i FI: A61B5/16 130														
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）） A61B5/16 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2022年</td> </tr> </table> 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）			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				
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													
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 A	JP 2010-204984 A（日産自動車株式会社）16.09.2010（2010-09-16） [0006]-[0058]	1-2, 6, 10-12, 20 3-5, 7-9, 13-19												
A	JP 2020-013554 A（株式会社デンソー）23.01.2020（2020-01-23） [0004], [0020], [0059]	1-20												
A	JP 2014-229123 A（学校法人常翔学園）08.12.2014（2014-12-08） [0004]-[0008], [0076]	1-20												
A	JP 2010-128649 A（日産自動車株式会社）10.06.2010（2010-06-10） [0030]-[0031], [0062]-[0086]	1-20												
A	JP 2008-212298 A（株式会社豊田中央研究所）18.09.2008（2008-09-18） [0009]-[0018], [0092]-[0102], [0126]-[0132]	1-20												
A	松尾 治夫, キアット アブデラジズ, 運転者の行動解析に基づく居眠り運転早期検出 方法の開発, 電子情報通信学会論文誌, 2015, Vol. J98-D, No. 4, pp. 700-708 全文, 全図	1-20												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 03.06.2022	国際調査報告の発送日 14.06.2022													
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） 樋口 祐介 2Q 6203 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/JP2022/019885

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2010-204984	A	16.09.2010	(ファミリーなし)	
JP	2020-013554	A	23.01.2020	US 2020/0008732 A1 [0004], [0038], [0083]	
JP	2014-229123	A	08.12.2014	(ファミリーなし)	
JP	2010-128649	A	10.06.2010	(ファミリーなし)	
JP	2008-212298	A	18.09.2008	(ファミリーなし)	