

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号
特開2025-62425
(P2025-62425A)

(43)公開日 令和7年4月14日(2025.4.14)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 5/11 (2006.01)	A 6 1 B 5/11	3 D 2 4 1
A 6 1 B 5/16 (2006.01)	A 6 1 B 5/16	4 C 0 3 8
B 6 0 W 40/08 (2012.01)	B 6 0 W 40/08	

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全19頁)

(21)出願番号	特願2023-171492(P2023-171492)	(71)出願人	000006895
(22)出願日	令和5年10月2日(2023.10.2)		矢崎総業株式会社
			東京都港区港南一丁目8番15号
		(74)代理人	110001771
			弁理士法人虎ノ門知的財産事務所
		(72)発明者	関 俊剛
			静岡県裾野市御宿1500 矢崎総業株
			式会社内
		(72)発明者	高橋 良宏
			静岡県裾野市御宿1500 矢崎総業株
			式会社内
		F ターム (参考)	3D241 BA49 CE06 DD04Z
			4C038 PP05 PQ04 PS07 VA04
			VA15 VB04 VC05

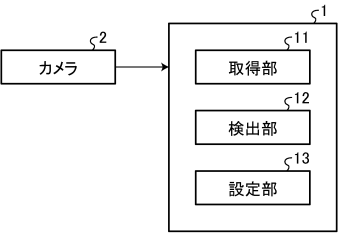
(54)【発明の名称】 乗員監視装置

(57)【要約】

【課題】車両の乗員における瞬きの有無を精度よく検出することができる乗員監視装置を提供する。

【解決手段】乗員監視装置1は、車両に乗車している乗員の開眼距離を取得する取得部11と、瞬き判定用の閾値と開眼距離の単位時間あたりの変化量との比較結果に基づいて乗員の瞬きを検出する検出部12と、開眼距離に基づいて瞬き判定用の閾値を設定する設定部13と、を備える。設定部13は、検出期間ごとに対応する閾値を設定するものであり、設定対象となる検出期間の1つ前の検出期間における瞬き時の開眼速度に基づいて設定対象の検出期間の閾値を決定してもよい。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

車両に乗車している乗員の開眼距離を取得する取得部と、
前記開眼距離に基づいて瞬き判定用の閾値を設定する設定部と、
前記閾値と前記開眼距離の単位時間あたりの変化量との比較結果に基づいて前記乗員の瞬きを検出する検出部と、
を備える乗員監視装置。

【請求項 2】

前記検出部は、予め定められた検出期間ごとに前記開眼距離に基づいて前記乗員の瞬き時の開眼速度を算出し、

10

前記設定部は、前記検出期間ごとに対応する前記閾値を設定するものであり、設定対象となる検出期間の 1 つ前の検出期間における前記開眼速度に基づいて前記設定対象となる検出期間における前記閾値を決定する

請求項 1 に記載の乗員監視装置。

【請求項 3】

前記検出部は、

前記開眼距離の単位時間あたりの変化量を前記単位時間ごとに算出し、

前記閾値と前記開眼距離の単位時間あたりの変化量との比較結果に応じたラベルを前記単位時間ごとに付与し、

前記ラベルの付与結果に基づいて前記乗員の瞬きの有無を判定する

20

請求項 2 に記載の乗員監視装置。

【請求項 4】

前記検出部は、

前記開眼距離の単位時間あたりの変化量が前記閾値よりも大きい場合、前記ラベルとして第 1 値を付与し、

前記開眼距離の単位時間あたりの変化量が前記閾値の負の値よりも小さい場合、前記ラベルとして第 2 値を付与し、

前記開眼距離の単位時間あたりの変化量が前記閾値の絶対値よりも小さい場合、かつ 1 つ前のラベルが前記第 2 値である場合には、前記ラベルとして前記第 2 値を付与し、

前記開眼距離の単位時間あたりの変化量が前記閾値の絶対値よりも小さい場合、かつ 1 つ前のラベルが前記第 2 値以外の値である場合には、前記ラベルとして第 3 値を付与し、

30

前記ラベルが前記第 3 値から前記第 2 値に切り替わるところを始点とし、前記ラベルが前記第 1 値から前記第 3 値に切り替わられるところを終点として、前記始点から前記終点までの間を瞬きであると判定する

請求項 3 に記載の乗員監視装置。

【請求項 5】

前記検出部は、

前記乗員の開眼度が所定値以下であるか否かを前記単位時間ごとに判定し、

前記開眼度が所定値以下であると連続して判定された回数をカウントし、

前記カウントが第 1 回数以上かつ第 2 回数未満である場合、前記乗員がマイクロスリープ状態であると判定する

40

請求項 1 から 4 のうちのいずれか一項に記載の乗員監視装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、乗員監視装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

特許文献 1 には、車両の運転者の顔を撮像した画像データに基づいて運転者の目の開閉状態を検知し、目の開閉状態として瞼の開度の経時的变化を用いて運転者が居眠り状態に

50

あるか否かを判定する乗員監視装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2010-067137号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

車両において、運転中の運転者が居眠り状態であることを精度よく検知するためには、運転者の目の開閉状態を正確に判別することが望ましい。例えば目の開閉状態として瞼の開閉動作を検出して、瞬きの有無を精度よく判定することが望まれる。

【0005】

しかしながら、瞼の開閉動作には個人差がある。そのため、目の開眼度と閾値とを比較して開眼度が閾値以下の場合に瞬きであると判定する検出方法において、個人に合わせた閾値を正確に設定することが困難である。

【0006】

本発明の目的は、車両の乗員における瞬きの有無を精度よく検出することができる乗員監視装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明に係る乗員監視装置は、車両に乗車している乗員の開眼距離を取得する取得部と、前記開眼距離に基づいて瞬き判定用の閾値を設定する設定部と、前記閾値と前記開眼距離の単位時間あたりの変化量との比較結果に基づいて前記乗員の瞬きを検出する検出部と、を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

本発明に係る乗員監視装置は、車両の乗員から取得された開眼距離に基づいて瞬き判定用の閾値を設定するため、乗員の瞼の動作に適した閾値を設定可能である。この閾値を用いて瞬きの有無を判定するので、瞬きの検出精度が向上する。この結果、乗員監視装置は、車両の乗員における瞬きの有無を精度よく検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】図1は、実施形態の乗員監視装置を搭載した車両を模式的に示す図である。

【図2】図2は、乗員監視装置の機能構成を示すブロック図である。

【図3】図3は、単位時間ごとの開眼距離の変化量を説明するための図である。

【図4】図4は、検出期間内の開眼距離における最大値と最小値との差を説明するための図である。

【図5】図5は、検出期間ごとの開眼距離の変化量を説明するための図である。

【図6】図6は、瞬き時の開く時間を説明するための図である。

【図7】図7は、ラベル付けを実施した場合を説明するための図である。

【図8】図8は、検出対象の1つ前の検出期間における瞬き情報を用いて瞬き判定用の閾値を設定することを説明するための図である。

【図9】図9は、閾値と開眼距離の単位時間あたりの変化量との比較結果に応じて付与されるラベルを説明するための図である。

【図10】図10は、瞬き継続時間と閉じる時間と閉眼時間と開く時間とを説明するための図である。

【図11】図11は、瞬き検出フローを示すフローチャート図である。

【図12】図12は、閾値設定フローを示すフローチャート図である。

【図13】図13は、ラベル付けフローを示すフローチャート図である。

【図14】図14は、開く時間算出フローを示すフローチャート図である。

【図 1 5】図 1 5 (a) は取得された開眼距離の経時データを示すグラフ図であり、図 1 5 (b) は比較例による瞬き検出結果を示す図であり、図 1 5 (c) は実施例による瞬き検出結果を示す図である。

【図 1 6】図 1 6 は、第 1 変形例における閾値設定フローを示すフローチャート図である。

【図 1 7】図 1 7 は、マイクロスリープを説明するための図である。

【図 1 8】図 1 8 は、判別処理フローを示すフローチャート図である。

【図 1 9】図 1 9 は、第 2 変形例における検出結果を示す表図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

10

以下に、本発明の実施形態に係る乗員監視装置につき図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、この実施形態によりこの発明が限定されるものではない。また、下記の実施形態における構成要素には、当業者が容易に想定できるものあるいは実質的に同一のものが含まれる。

【 0 0 1 1 】

[実施形態]

図 1 から図 1 5 を参照して、実施形態に係る乗員監視装置について説明する。図 1 は、実施形態の乗員監視装置を搭載した車両を模式的に示す図である。図 2 は、乗員監視装置の機能構成を示すブロック図である。図 3 は、単位時間ごとの開眼距離の変化量を説明するための図である。図 4 は、検出期間内の開眼距離における最大値と最小値との差を説明するための図である。図 5 は、検出期間ごとの開眼距離の変化量を説明するための図である。図 6 は、瞬き時の開く時間を説明するための図である。図 7 は、ラベル付けを実施した場合を説明するための図である。図 8 は、検出対象の 1 つ前の検出期間における瞬き情報を用いて瞬き判定用の閾値を設定することを説明するための図である。図 9 は、閾値と開眼距離の単位時間あたりの変化量との比較結果に応じて付与されるラベルを説明するための図である。図 1 0 は、瞬き継続時間と閉じる時間と閉眼時間と開く時間とを説明するための図である。図 1 1 は、瞬き検出フローを示すフローチャート図である。図 1 2 は、閾値設定フローを示すフローチャート図である。図 1 3 は、ラベル付けフローを示すフローチャート図である。図 1 4 は、開く時間算出フローを示すフローチャート図である。図 1 5 (a) は取得された開眼距離の経時データを示すグラフ図であり、図 1 5 (b) は比較例による瞬き検出結果を示す図であり、図 1 5 (c) は実施例による瞬き検出結果を示す図である。

20

30

【 0 0 1 2 】

図 1 に示すように、乗員監視装置 1 は、カメラ 2 を搭載した車両 3 に設けられている。乗員監視装置 1 は、車両 3 に乗車している乗員の瞬きを検出する装置である。カメラ 2 は、車両 3 の運転者 1 0 0 の顔を撮像する。車両 3 は、自動車であり、運転者 1 0 0 によって運転される。カメラ 2 は車両 3 の車室内において運転者 1 0 0 に対して前方に配置されており、運転者 1 0 0 の目 1 1 0 を撮像する。カメラ 2 は所定のフレームレートで運転者 1 0 0 の顔を連続的に撮像することができる。例えばカメラ 2 は 3 0 f b s で動画を撮影することができる。

40

【 0 0 1 3 】

図 2 に示すように、乗員監視装置 1 は、取得部 1 1 と、検出部 1 2 と、設定部 1 3 とを備える。乗員監視装置 1 は、演算回路と、メモリと、入出力インタフェースとを有するコンピュータである。乗員監視装置 1 は、例えば電子制御装置 (E C U) として構成される。

【 0 0 1 4 】

取得部 1 1 は、カメラ 2 から取得する画像に基づいて運転者 1 0 0 の開眼距離を取得する。開眼距離は、目 1 1 0 の開閉状態を示す指標であり、上瞼と下瞼との間の距離である。例えば上瞼と下瞼とが最も離れている箇所の距離が開眼距離となる。取得部 1 1 は、例えば画像認識により各画像における運転者 1 0 0 の開眼距離を算出する。つまり、取得部

50

1 1 はカメラ 2 から連続的に取得する画像のそれぞれに対して開眼距離を算出する。運転者 1 0 0 の目 1 1 0 が完全に閉じている場合に開眼距離は 0 である。

【 0 0 1 5 】

なお、取得部 1 1 は、運転者 1 0 0 の左目および右目のそれぞれについて開眼距離を算出してもよい。開眼距離は、運転者 1 0 0 の左目の開眼距離および右目の開眼距離の平均値であってもよい。取得部 1 1 は、運転者 1 0 0 のいずれか一方の目 1 1 0 の開眼距離のみを算出してもよい。

【 0 0 1 6 】

検出部 1 2 は、運転者 1 0 0 から取得した開眼距離に基づいて運転者 1 0 0 の瞬きを検出する。検出部 1 2 は、予め定められた検出期間内において、開眼距離の単位時間あたりの変化量を算出する。検出期間は、例えば 3 秒、すなわち画像データの 9 0 フレーム分の長さ

10

に設定されている。単位時間は、例えば 3 3 ミリ秒、すなわち画像データのフレーム間の長さ

に設定されている。検出部 1 2 は現フレームの開眼距離から現フレームの 1 つ前のフレームの開眼距離を減じることにより開眼距離の単位時間あたりの変化量を求める。

【 0 0 1 7 】

検出部 1 2 は、図 3 に示すように、現フレームであるフレーム f 2 の開眼距離と現フレームの 1 つ前のフレームであるフレーム f 1 の開眼距離との差を算出する。この差は単位時間ごとの距離差であり、開眼距離の単位時間あたりの変化量 d である。そして、検出部 1 2 は開眼距離の単位時間あたりの変化量 d と瞬き判定用の閾値 B とを比較し、その比較結果に基づいて瞬きの有無を判定する。つまり、検出部 1 2 は、開眼度の閾値を使わず、開眼距離の変化に基づいて、上瞼が下がる段階、目が閉じている段階、上瞼が上がる段階を連続的に判断することによって一回の瞬きを検出する。なお、この説明において、開眼距離の単位時間あたりの変化量 d を単に開眼距離の変化量 d と記載する場合がある。

20

【 0 0 1 8 】

設定部 1 3 は、運転者 1 0 0 から取得した開眼距離に基づいて瞬き判定用の閾値 B を設定する。乗員監視装置 1 では、運転者 1 0 0 の開眼距離を用いて閾値 B を設定することにより、運転者 1 0 0 の目の開閉動作の特徴と反映させた閾値 B とすることが可能である。設定部 1 3 は運転者 1 0 0 に合わせた閾値 B を設定することができる。また、乗員監視装置 1 では、設定部 1 3 が検出期間ごとに対応する閾値 B を設定し、取得部 1 1 により取得された開眼距離と設定部 1 3 により設定された閾値 B とを用いて検出部 1 2 が瞬きの検出を行う。

30

【 0 0 1 9 】

具体的には、設定部 1 3 は、瞬き時の開眼速度を閾値 B に設定する。

【 0 0 2 0 】

瞬き時の開眼速度は、瞬き時に瞼が開く速度を表す。瞬き時の開眼速度は、瞬き時に目を閉じた状態から目を開いた状態に戻る際の瞼の速度である。この開眼速度の算出は検出部 1 2 により行われる。検出部 1 2 は、検出期間ごとに瞬き時の開眼速度 v を算出する。瞬き時の開眼速度 v は、検出期間内での開眼距離の変化量 D と、瞬き時の開く時間 t d とを用いて、下式 (1) により算出される。

$$v = D / t d \quad (1)$$

40

【 0 0 2 1 】

検出期間内での開眼距離の変化量 D は、検出期間内での開眼距離における最大値と最小値との差である。図 4 に示すように、検出期間内での開眼距離の変化量 D は、検出期間内での開眼距離の最大値 E O m a x から開眼距離の最小値 E O m i n を減じることにより求まる。図 5 に示すように、検出部 1 2 は検出期間ごとにその期間内での開眼距離の変化量 D を算出する。

【 0 0 2 2 】

図 5 に示す例では、検出部 1 2 は、第 1 検出期間内 (時刻 t 0 から時刻 t 1 までの間) での開眼距離の変化量 D 1 を算出する。検出部 1 2 は、第 2 検出期間内 (時刻 t 1 から時刻 t 2 までの間) での開眼距離の変化量 D 2 、第 3 検出期間内 (時刻 t 2 から時刻 t 3 ま

50

での間)での開眼距離の変化量 D_3 、第4検出期間内(時刻 t_3 から時刻 t_4 までの間)での開眼距離の変化量 D_4 、第5検出期間内(時刻 t_4 から時刻 t_5 までの間)での開眼距離の変化量 D_5 をそれぞれに算出する。第1~第5検出期間はいずれも3秒間に設定されている。

【0023】

瞬き時の開く時間 t_d は、一回の瞬きの間に閉眼状態から開眼状態に変化するまでの時間である。瞬き時、瞼は開眼状態から一旦閉眼状態となり、その後、閉眼状態から開眼状態に戻るよう動作する。図6に示すように、瞬き時の開く時間 t_d は、一回の瞬きにおいて瞼が閉じた状態から開いた状態へ変化するまでの時間である。瞬き時の開く時間 t_d の算出は検出部12により行われる。瞬き時の開く時間 t_d は、瞬き継続時間 t_a と、閉眼時間 t_c と、瞬き回数とを用いて、下式(2)により算出される。

$$t_d = (t_a - t_c) / (\text{瞬き回数} \times 2) \quad (2)$$

【0024】

瞬き継続時間 t_a は、瞬き時に開眼状態から閉眼状態を経て再び開眼状態に変化するまでの時間である。閉眼時間 t_c は、瞬き時に閉眼状態となっている時間である。図10に示すように、一回の瞬きにおいて、瞬き継続時間 t_a は閉じる時間 t_b と閉眼時間 t_c と開く時間 t_d との合計により表される。瞬き時の閉じる時間 t_b は、一回の瞬きの間に開眼状態から閉眼状態に変化するまでの時間である。瞬き継続時間 t_a と瞬き時の閉じる時間 t_b と閉眼時間 t_c との算出は検出部12により行われる。例えば検出部12はフレーム単位でこれらの時間を算出する。図10に示す例では、第 $n-2$ フレーム f_{n-2} から第 $n+4$ フレーム f_{n+4} までの間が瞬き継続時間 t_a となり、第 $n-2$ フレーム f_{n-2} から第 n フレーム f_n までの間が閉じる時間 t_b となり、第 n フレーム f_n から第 $n+1$ フレーム f_{n+1} までの間が閉眼時間 t_c となり、第 $n+1$ フレーム f_{n+1} から第 $n+4$ フレーム f_{n+4} までの間が開く時間 t_d となる。開く時間 t_d と閉じる時間 t_b とが等しいと仮定すると、上式(2)に表すようになる。

【0025】

閾値 B の設定は検出期間ごとに行われる。また、検出期間内での開眼距離の変化量 D の算出と瞬き時の開く時間 t_d の算出と瞬き時の開眼速度 v の算出とも検出期間ごとに行われる。

【0026】

図8に示すように、検出部12は第1検出期間内での開眼距離の変化量 D_1 と瞬き時の開く時間 t_{d1} と瞬き時の開眼速度 v_1 とを算出し、設定部13は第1検出期間での瞬き時の開眼速度 v_1 を第2検出期間での瞬き判定用の閾値 B_2 に設定する。第2検出期間以降、設定部13は1つ前の検出期間で算出された開眼速度 v を閾値 B に設定する。また、第1検出期間は最初の検出期間であるため、設定部13は第1検出期間での瞬き判定用の閾値 B_1 に初期値を設定する。閾値 B の初期値は、例えば75ミリ秒に設定されている。一回の瞬きの速さの平均値は150ミリ秒程度である。この平均値の半分の値が75ミリ秒である。そのため、瞬き時の開眼速度である閾値 B の初期値は75ミリ秒に設定される。

【0027】

また、検出部12は、閾値 B と開眼距離の単位時間あたりの変化量 d との比較結果に応じてラベル付けを行う。検出部12は、図9および図10に示すように、閾値 B と開眼距離の単位時間あたりの変化量 d との比較結果に応じたラベルを単位時間ごとに付与し、そのラベルの付与結果に基づいて瞬きの有無を判定する。検出部12はフレームにラベルを付与することが可能である。

【0028】

検出部12は、第 n フレームにラベル付けを実施する際、図7に示すように、第 n フレーム f_n の開眼距離 E_{O_n} から第 $n-1$ フレーム f_{n-1} の開眼距離 $E_{O_{n-1}}$ を減じて開眼距離の単位時間当たりの変化量 d を算出する。その変化量 $d (= E_{O_n} - E_{O_{n-1}})$ と閾値 B との比較を行う。

【 0 0 2 9 】

図 9 に示すように、「 $E O_n - E O_{n-1} > B$ 」である場合、第 n フレームのラベル L_n は「 1 」となる。この場合、第 n フレームに「 1 」のラベルが付与される。「 $E O_n - E O_{n-1} < -B$ 」である場合、第 n フレームのラベル L_n は「 - 1 」となる。この場合、第 n フレームには「 - 1 」のラベルが付与される。また、「 $E O_n - E O_{n-1} < |B|$ 」である場合、ラベル付けの条件を追加してラベル付けを実施する。「 $E O_n - E O_{n-1} < |B|$ 」である場合、かつ 1 つ前のラベル L_{n-1} が「 - 1 」である場合、第 n フレームのラベル L_n は「 - 1 」となる。この場合、第 n フレームには「 - 1 」のラベルが付与される。「 $E O_n - E O_{n-1} < |B|$ 」である場合、かつ 1 つ前のラベル L_{n-1} が「 - 1 以外」である場合、第 n フレームのラベル L_n は「 0 」となる。この場合、第 n フレームには「 0 」のラベルが付与される。

【 0 0 3 0 】

ラベル付けの条件は、「 $E O_n - E O_{n-1} > B$ 」, 「 $E O_n - E O_{n-1} < -B$ 」, 「 $E O_n - E O_{n-1} < |B|$ 」、かつ 1 つ前のラベル L_{n-1} が「 - 1 」, 「 $E O_n - E O_{n-1} < |B|$ 」、かつ 1 つ前のラベル L_{n-1} が「 - 1 以外」の四種類により表される。ラベル L は、「 1 」, 「 - 1 」, 「 0 」の三種類により表される。検出部 1 2 は、開眼距離の単位時間あたりの変化量 d が閾値 B よりも大きい場合、そのフレームに第 1 値である「 1 」のラベル L を付与する。検出部 1 2 は、開眼距離の単位時間あたりの変化量 d が閾値 B の負の値よりも小さい場合、そのフレームに第 2 値である「 - 1 」のラベル L を付与する。検出部 1 2 は、開眼距離の単位時間あたりの変化量 d が閾値 B の絶対値よりも小さい場合、かつ 1 つ前のラベルが第 2 値 (- 1) である場合、そのフレームに第 2 値である「 - 1 」のラベル L を付与する。検出部 1 2 は、開眼距離の単位時間あたりの変化量 d が閾値 B の絶対値よりも小さい場合、かつ 1 つ前のラベルが第 2 値以外 (- 1 以外) である場合、そのフレームに第 3 値である「 0 」のラベル L を付与する。このようにしてフレームごとにラベル付けが実施された一例が図 1 0 に示されている。

【 0 0 3 1 】

図 1 0 を参照して、ラベルに基づいた瞬きの検出方法を説明する。図 1 0 に示す例では、第 $n - 2$ フレーム f_{n-2} に第 3 値である「 0 」のラベル L が付与され、第 $n - 1$ フレーム f_{n-1} に第 2 値である「 - 1 」のラベル L が付与され、第 n フレーム f_n に第 2 値である「 - 1 」のラベル L が付与され、第 $n + 1$ フレーム f_{n+1} に第 2 値である「 - 1 」のラベル L が付与され、第 $n + 2$ フレーム f_{n+2} に第 1 値である「 1 」のラベル L が付与され、第 $n + 3$ フレーム f_{n+3} に第 1 値である「 1 」のラベル L が付与され、第 $n + 4$ フレーム f_{n+4} に第 1 値である「 1 」のラベル L が付与され、第 $n + 5$ フレーム f_{n+5} に第 3 値である「 0 」のラベル L が付与されている。検出部 1 2 は、ラベルが「 0 」から「 - 1 」に切り替わるところを始点とし、ラベルが「 1 」から「 0 」に切り替わるところを終点として、その始点から終点までの間を瞬きであると判定する。図 1 0 に示す例では、ラベルが「 0 」から「 - 1 」に切り替わるタイミングは第 $n - 2$ フレーム f_{n-2} から第 $n - 1$ フレーム f_{n-1} に切り替わるタイミングである。このタイミングが瞬きの始点と判断される。そして、ラベルが「 1 」から「 0 」に切り替わるタイミングは第 $n + 4$ フレーム f_{n+4} から第 $n + 5$ フレーム f_{n+5} に切り替わるタイミングである。このタイミングが瞬きの終点と判断される。検出部 1 2 は第 $n - 2$ フレーム f_{n-2} から第 $n + 4$ フレーム f_{n+4} までを含む範囲を一回の瞬きと判定する。

【 0 0 3 2 】

図 1 1 を参照して、乗員監視装置 1 による瞬き検出処理を説明する。図 1 1 のフローチャートは、車両 3 が走行しているか否かにかかわらず、車両 3 の電源が ON 状態で乗員監視装置 1 により実行される。

【 0 0 3 3 】

ステップ S 1 では、運転者 1 0 0 の顔と目 1 0 1 とが検出される。取得部 1 1 は、カメラ 2 から取得する画像に基づいて運転者 1 0 0 の顔と目 1 0 1 とを検出する。ステップ S 1 が実行されると、ステップ S 2 に進む。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 4 】

ステップ S 2 では、運転者 1 0 0 における目 1 0 1 の開眼距離を取得する。取得部 1 1 は、カメラ 2 から取得した目 1 0 1 の画像に基づいて目 1 0 1 の開眼距離を算出する。ステップ S 2 が実行されると、ステップ S 3 に進む。

【 0 0 3 5 】

ステップ S 3 では、瞬き判定用の閾値 B が設定される。設定部 1 3 は、検出期間に対応する瞬き判定用の閾値 B を設定する。ステップ S 3 では、瞬き判定用閾値の設定処理として、図 1 2 に示すサブルーチンが実行される。このサブルーチンの説明は図 1 2 を参照して後述する。ステップ S 3 が実行されると、ステップ S 4 に進む。

【 0 0 3 6 】

ステップ S 4 では、ラベル付けが実施される。検出部 1 2 は、ステップ S 2 で取得した開眼距離とステップ S 3 で設定した閾値 B とに基づいてラベル付けを実施する。検出部 1 2 は開眼距離と閾値 B との比較結果に応じてフレームごとにラベルを付与する。ステップ S 4 では、図 1 3 に示すサブルーチンが実行される。このサブルーチンの説明は図 1 3 を参照して後述する。ステップ S 4 が実行されると、ステップ S 5 に進む。

【 0 0 3 7 】

ステップ S 5 では、瞬きの有無が判定される。検出部 1 2 は、瞬き判定処理を実施する。検出部 1 2 は、フレームごとに付与されたラベルに基づいて瞬きを検出する。ステップ S 5 が実行されると、ステップ S 6 に進む。

【 0 0 3 8 】

ステップ S 6 では、検出期間内の検出処理が完了したか否かが判定される。検出部 1 2 は、検出対象となる検出期間について瞬きの検出処理が完了したか否かを判定する。例えば検出部 1 2 は検出対象となる検出期間内の全フレームにラベル付けが完了し、かつその付与されたラベルに基づいた瞬きの有無の判定処理が完了しているか否かを判定する。ステップ 6 で肯定的に判定された場合、ステップ S 7 に進む。ステップ S 6 で否定的に判定された場合、ステップ S 4 にリターンする。

【 0 0 3 9 】

ステップ S 7 では、検出期間内での開眼距離の変化量 D が算出される。検出部 1 2 は、検出期間内での開眼距離における最大値と最小値との差を算出する。例えば第 1 検出期間を対象とした瞬きの検出処理が完了したことによりステップ S 6 で肯定的に判定され場合、ステップ S 7 では、第 1 検出期間での開眼距離の変化量 D 1 が算出される。第 2 検出期間を対象とした瞬きの検出処理が完了したことによりステップ S 6 で肯定的に判定された場合、ステップ S 7 では、第 2 検出期間での開眼距離の変化量 D 2 が算出される。ステップ S 7 が実行されると、ステップ S 8 に進む。

【 0 0 4 0 】

ステップ S 8 では、検出期間内での瞬き時の開く時間 t_d が算出される。検出部 1 2 は、検出期間内での瞬き時の開く時間 t_d の合計値を算出する。検出期間内での瞬きの検出回数が一回である場合、一回の瞬きにおける開く時間 t_d が算出される。検出期間内での瞬きの検出回数が複数である場合、複数回の瞬きについて各瞬き時の開く時間 t_d を合算した値が算出される。ステップ S 8 が実行されると、ステップ S 9 に進む。

【 0 0 4 1 】

ステップ S 9 では、検出期間内での瞬き時の開眼速度 v が算出される。検出部 1 2 は、ステップ S 7 で算出された開眼距離の変化量 D と、ステップ S 8 で算出された瞬き時の開く時間 t_d と、検出期間内に検出された瞬きの回数とに基づいて、検出期間内での瞬き時の開眼速度 v を算出する。検出部 1 2 は上式 (1) , (2) を用いて瞬き時の開眼速度 v を算出する。ステップ S 9 が実行されると、ステップ S 3 にリターンする。

【 0 0 4 2 】

このようにステップ S 6 で肯定的に判定された後にステップ S 7 , S 8 , S 9 の処理を経てステップ S 3 にリターンすることにより、次の検出期間を検出対象とする瞬きの検出処理が行われることになる。検出期間内での開眼距離の最大値と、検出期間内での開眼距

10

20

30

40

50

離の最小値と、検出期間内での瞬き時の開く時間 t_d の合計値と、検出期間内での瞬き時の開眼速度 v とは、検出期間内の全フレームにラベル付けが実施された後に算出可能となる。要するに、検出期間ごとの瞬き情報が生成される。瞬き情報は、検出期間内での開眼距離の変化量 D と、検出期間内での開眼距離の最大値 $E_{O_{max}}$ と、検出期間内での開眼距離の最小値 $E_{O_{min}}$ と、瞬き時の開く時間 t_d と、瞬き時の開眼速度 v とを含む。

【0043】

図12を参照して、瞬き判定用閾値の設定処理について説明する。図12に示すように、瞬き判定用閾値を設定する処理において、ステップS11では、最初の検出期間であるか否かが判定される。設定部13は、設定対象となる検出期間が最初の検出期間であるか否かを判定する。第1検出期間である場合にはステップS11で肯定的に判定される。第2検出期間以降の検出期間である場合にはステップS11で否定的に判定される。ステップS11で肯定的に判定された場合、ステップS12に進む。ステップS11で否定的に判定された場合、ステップS13に進む。

10

【0044】

ステップS12では、瞬き判定用の閾値 B が初期値に設定される。設定部13は、予め定められた初期値、例えば75ミリ秒に閾値 B を設定する。ステップS12が実行されると、このサブルーチンは終了し、図11に示すステップS4に進む。

【0045】

ステップS13では、瞬き判定用の閾値 B が1つ前の検出期間内での瞬き時の開眼速度 v に設定される。設定部13は、設定対象となる検出期間の1つ前の検出期間における開眼速度に基づいて、設定対象となる検出期間における閾値 B を決定する。例えば設定対象の検出期間が第2検出期間である場合、設定部13は第1検出期間内での瞬き時の開眼速度 v_1 を第2検出期間の閾値 B_2 に設定する。ステップS13が実行されると、このサブルーチンは終了し、図11に示すステップS4に進む。

20

【0046】

図13を参照して、ラベル付け処理について説明する。図13に示すように、ラベル付け処理において、ステップS21では、検出期間内での開眼距離が取得される。取得部11は、検出部12による検出対象となる検出期間での開眼距離を取得する。ステップS21が実行されると、ステップS22に進む。

【0047】

ステップS22では、フレーム間での開眼距離の変化量が算出される。検出部12は、ステップS21で取得された開眼距離に基づいて、検出期間内において1つ前のフレームから現フレームまでの開眼距離の変化量を算出する。検出部12は開眼距離の単位時間あたりの変化量 d を算出する。ステップS22が実行されると、ステップS23に進む。

30

【0048】

ステップS23では、フレーム間での開眼距離の変化量 d が瞬き判定用の閾値 B よりも大きいかが判定される。検出部12は現フレームを付与対象にして、開眼距離の単位時間あたりの変化量 d が閾値 B よりも大きいかが判定する。ステップS23で肯定的に判定された場合、ステップS24に進む。ステップS23で否定的に判定された場合、ステップS25に進む。

40

【0049】

ステップS24では、現フレームのラベルが1に設定される。検出部12は現フレームに「1」のラベルを付与する。ステップS24が実行されると、このサブルーチンは終了し、図11に示すステップS5に進む。

【0050】

ステップS25では、フレーム間での開眼距離の変化量 d が瞬き判定用の閾値 B の負の値よりも小さいかが判定される。検出部12は現フレームを付与対象にして、開眼距離の単位時間あたりの変化量 d が閾値の負の値よりも小さいかが判定する。ステップS25で肯定的に判定された場合、ステップS26に進む。ステップS25で否定的に判定された場合、ステップS27に進む。

50

【 0 0 5 1 】

ステップ S 2 6 では、現フレームのラベルが - 1 に設定される。検出部 1 2 は現フレームに「 - 1 」のラベルを付与する。ステップ S 2 6 が実行されると、このサブルーチンは終了し、図 1 1 に示すステップ S 5 に進む。

【 0 0 5 2 】

ステップ S 2 7 では、1 つ前のフレームに付与されたラベルが - 1 であるか否かが判定される。検出部 1 2 は、現フレームに対して 1 つ前のフレームにおけるラベルが - 1 であるか否かを判定する。ステップ S 2 7 で肯定的に判定された場合、ステップ S 2 8 に進む。ステップ S 2 7 で否定的に判定された場合、ステップ S 2 9 に進む。

【 0 0 5 3 】

ステップ S 2 8 では、現フレームのラベルが - 1 に設定される。検出部 1 2 は現フレームに「 - 1 」のラベルを付与する。ステップ S 2 8 が実行されると、このサブルーチンは終了し、図 1 1 に示すステップ S 5 に進む。

【 0 0 5 4 】

ステップ S 2 9 では、現フレームのラベルが 0 に設定される。検出部 1 2 は現フレームに「 0 」のラベルを付与する。ステップ S 2 9 が実行されると、このサブルーチンは終了し、図 1 1 に示すステップ S 5 に進む。

【 0 0 5 5 】

図 1 4 を参照して、開く時間 t_d の算出処理について説明する。図 1 4 に示すように、開く時間 t_d の算出処理において、ステップ S 3 1 では、検出期間内での瞬きの回数取得される。検出部 1 2 は、検出期間内に検出された瞬きの回数を特定する。ステップ S 3 1 が実行されると、ステップ S 3 2 に進む。

【 0 0 5 6 】

ステップ S 3 2 では、瞬きの回数が 0 であるか否かが判定される。検出部 1 2 は、検出期間内での瞬きの検出回数がゼロであるか否かを判定する。ステップ S 3 2 で肯定的に判定された場合、ステップ S 3 3 に進む。ステップ S 3 2 で否定的に判定された場合、ステップ S 3 4 に進む。

【 0 0 5 7 】

ステップ S 3 3 では、瞬き時の開く時間 t_d が 7 5 ミリ秒に設定される。検出部 1 2 は、検出期間内に瞬きを検出していないと判定した場合、開く時間 t_d を 7 5 ミリ秒に設定する。一回の瞬きの速さの平均値は 1 5 0 ミリ秒程度であるため、その半分の値である 7 5 ミリ秒が瞬き時の開く時間 t_d に設定される。ステップ S 3 3 が実行されると、このサブルーチンは終了し、図 1 1 に示すステップ S 9 に進む。

【 0 0 5 8 】

ステップ S 3 4 では、検出期間内での瞬き継続時間 t_a と閉眼時間 t_c との差が算出される。検出部 1 2 は、瞬き継続時間 t_a から閉眼時間 t_c を減じた値を算出する。ステップ S 3 4 が実行されると、ステップ S 3 5 に進む。

【 0 0 5 9 】

ステップ S 3 5 では、瞬き継続時間 t_a から閉眼時間 t_c を減じた値を瞬き回数の 2 倍値で割った値が求められ、その値が開く時間 t_d に設定される。検出部 1 2 は、ステップ S 3 4 で算出した値をステップ S 3 1 で取得した瞬き回数で割り、その割った値の半分の値を検出期間での開く時間 t_d に設定する。ステップ S 3 5 が実行されると、このサブルーチンは終了し、図 1 1 に示すステップ S 9 に進む。

【 0 0 6 0 】

このように構成された乗員監視装置 1 では、図 1 5 に示すように、瞬きの検出精度が向上する。図 1 5 (a) には、瞬きの検出に用いた開眼距離のデータが示されている。図 1 5 (b) には、図 1 5 (a) のデータ用いて、従来の瞬き検出方法により瞬きを検出した検出結果が示されている。図 1 5 (c) には、図 1 5 (a) のデータ用いて、上記実施形態における瞬き検出方法により瞬きを検出した検出結果が示されている。実施形態の検出方法によれば、従来の方法では検出できなかった瞬きを検出できることが分かる。なお、

10

20

30

40

50

図 1 5 (a) の縦軸は開眼距離、図 1 5 (b) , 図 1 5 (c) の縦軸は瞬き継続時間 (フレーム数) を表す。図 1 5 (a) , 図 1 5 (b) , 図 1 5 (c) の横軸はいずれもフレームを表す。

【 0 0 6 1 】

以上説明したように、実施形態の乗員監視装置 1 によれば、運転者 1 0 0 の開眼距離に基づいて瞬き判定用の閾値 B を設定し、その閾値 B を用いて瞬きの有無を判定する。これにより、運転者 1 0 0 に合わせた閾値 B が設定可能になり、瞬きの検出精度が向上する。この結果、乗員監視装置 1 は、車両 3 の乗員における瞬きの有無を精度よく検出することができる。

【 0 0 6 2 】

また、実施形態の乗員監視装置 1 では、設定対象となる検出期間の 1 つ前の検出期間における開眼時の開眼速度 v に基づいて、設定対象の検出期間の閾値 B を決定する。乗員監視装置 1 によれば、運転者 1 0 0 の目の開閉動作の特徴と反映させた閾値 B とすることが可能である。これにより、瞬きの検出精度が向上し、車両 3 の乗員における瞬きの有無を精度よく検出することができる。

【 0 0 6 3 】

また、実施形態の乗員監視装置 1 では、閾値 B と開眼距離の単位時間あたりの変化量 d との比較結果に応じてラベル付けを実施し、ラベル L に基づいて運転者 1 0 0 の瞬きの有無を判定する。乗員監視装置 1 によれば、運転者 1 0 0 に合わせて設定された閾値 B に応じたラベル L を付与できる。これにより、瞬きの検出精度が向上し、車両 3 の乗員における瞬きの有無を精度よく検出することができる。

【 0 0 6 4 】

また、実施形態の乗員監視装置 1 では、ラベル L の数値が切り替わるところを特定することにより、瞬きの開始と終了とを判定することができる。これにより、瞬きの検出精度が向上し、車両 3 の乗員における瞬きの有無を精度よく検出することができる。

【 0 0 6 5 】

なお、ラベル L は「 - 1 」と「 1 」と「 0 」との組み合わせに限定されない。ラベル L に用いられる三種類の数値は特に限定されない。また、ラベル L は三種類の数値に限らず、三種類の記号や英文字などにより表されてもよい。

【 0 0 6 6 】

また、単位時間は 3 3 ミリ秒に限定されず、適宜の値に設定されてもよい。検出期間は 3 秒に限定されず、適宜の値に設定されてもよい。実施形態では説明の便宜上、検出期間と記載したが、この検出期間は単位時間と表現することが可能である。

【 0 0 6 7 】

また、運転者 1 0 0 の瞬きを検出する構成について説明したが、運転者 1 0 0 に限らず、車両 3 に乗車している乗員を対象とすることが可能である。例えばカメラ 2 が運転席と助手席とに二台設置されている場合には、上記の検出処理により、助手席に乗車した乗員の顔を撮像し、助手席の乗員を対象とした瞬きの検出を行うことが可能である。乗員監視装置 1 は、運転者 1 0 0 に限定されず、車両 3 の乗員に適用することが可能である。

【 0 0 6 8 】

[第 1 変形例]

実施形態の第 1 変形例について説明する。実施形態の第 1 変形例に係る乗員監視装置 1 では、閾値 B の設定方法が上記実施形態とは異なる。図 1 6 は、第 1 変形例における閾値設定フローを示すフローチャート図である。図 1 6 に示すフローチャートは、図 1 2 に示すフローチャートの変形例である。図 1 6 に示すステップ S 1 1 , S 1 2 , S 1 3 は、図 1 2 に示すステップ S 1 1 , S 1 2 , S 1 3 と同様の処理であるため、ここでの説明を省略する。

【 0 0 6 9 】

図 1 6 に示すように、第 1 変形例における瞬き判定用閾値を設定する処理において、ステップ S 1 1 で肯定的に判定された場合にはステップ S 1 2 に進み、ステップ S 1 1 で否

10

20

30

40

50

定的に判定された場合にはステップ S 1 1 a に進む。

【 0 0 7 0 】

ステップ S 1 1 a では、検出期間内での開眼距離の変化量 D が開眼距離の最大値の 0.3 倍値よりも大きいかが判定される。設定部 1 3 は、設定対象となる検出期間の 1 つ前の検出期間での開眼距離の変化量 D と開眼距離の最大値 E_{max} とに基づいて、その変化量 D が最大値 E_{max} の 0.3 倍値よりも大きいかを判定する。ステップ S 1 1 a では、図 1 1 に示すステップ S 7 で算出された開眼距離の変化量 D を用いて判定が行われる。検出期間内において開眼距離の変化量 D が開眼距離の最大値 E_{max} の 0.3 倍値よりも大きい場合、その検出期間において瞬きが検出されているものと判断できる。一方、検出期間内において開眼距離の変化量 D が開眼距離の最大値 E_{max} の 0.3 倍値以下である場合には、その検出期間において瞬きが検出されていないものと判断できる。ステップ S 1 1 a で肯定的に判定された場合、ステップ S 1 3 に進む。ステップ S 1 1 で否定的に判定された場合、ステップ S 1 4 に進む。

10

【 0 0 7 1 】

ステップ S 1 3 では、瞬き判定用の閾値 B が 1 つ前の検出期間内での瞬き時の開眼速度 v に設定される。設定部 1 3 は、設定対象となる検出期間の 1 つ前の検出期間における開眼速度に基づいて、設定対象となる検出期間における閾値 B を決定する。例えば設定対象の検出期間が第 2 検出期間である場合、設定部 1 3 は第 1 検出期間内での瞬き時の開眼速度 v_1 を第 2 検出期間の閾値 B_2 に設定する。ステップ S 1 3 が実行されると、このサブルーチンは終了し、図 1 1 に示すステップ S 4 に進む。

20

【 0 0 7 2 】

ステップ S 1 4 では、設定対象の検出期間の 1 つ前の検出期間における開眼距離の最大値 E_{max} を開く時間 t_d で割った値が算出され、その値が瞬き判定用の閾値 B に設定される。設定部 1 3 は、設定対象となる検出期間の 1 つ前の検出期間における開眼距離の最大値 E_{max} と瞬き時の開く時間 t_d とに基づいて、設定対象となる検出期間における閾値 B を決定する。例えば設定対象の検出期間が第 2 検出期間である場合、設定部 1 3 は第 1 検出期間内での開眼距離の最大値 E_{max} を開く時間 t_{d1} で割った値を求め、その値を第 2 検出期間の閾値 B_2 に設定する。ステップ S 1 4 が実行されると、このサブルーチンは終了し、図 1 1 に示すステップ S 4 に進む。

【 0 0 7 3 】

第 1 変形例の乗員監視装置 1 によれば、運転者 1 0 0 の開眼距離に基づいて開眼状態に応じた閾値 B を細かく設定することができる。これにより、瞬きの検出精度が向上する。

30

【 0 0 7 4 】

[第 2 変形例]

実施形態の第 2 変形例について説明する。実施形態の第 2 変形例に係る乗員監視装置 1 では、上記実施形態とは異なり、開眼度を用いて運転者 1 0 0 のマイクロスリープを検出する。第 2 変形例に係る乗員監視装置 1 は、運転者 1 0 0 が居眠り状態やマイクロスリープ状態にあることを判別する判別処理を実行する。図 1 7 は、マイクロスリープを説明するための図である。図 1 8 は、判別処理フローを示すフローチャート図である。図 1 9 は、第 2 変形例における検出結果を示す表図である。

40

【 0 0 7 5 】

図 1 7 に示すように、マイクロスリープは、 0.5 秒以上かつ 3 秒未満の閉眼となる場合のことをいう。目の開眼度が 100% のときを覚醒状態とした場合、開眼度が 20% 以下の状態を閉眼とする。開眼度が 100% の場合、目 1 1 0 が開いた状態である。開眼度が 0% の場合、目 1 1 0 が完全に閉じた状態である。

【 0 0 7 6 】

図 1 8 に示すように、第 2 変形例における判別処理において、ステップ S 5 1 では、上記実施形態の検出処理が実施された瞬き情報が取得される。この瞬き情報には、検出期間内で検出された瞬きの回数に関する情報と、ラベル付けが実施されたフレームの情報などが含まれる。検出部 1 2 は、判別対象の検出期間の 1 つ前の検出期間で生成された瞬き情

50

報を取得する。ステップ S 5 1 が実施されると、ステップ S 5 2 に進む。

【 0 0 7 7 】

ステップ S 5 2 では、1 0 0 % 開眼度の開眼距離が取得される。検出部 1 2 は、1 0 0 % の開眼度に設定された開眼距離に関する情報を取得する。1 0 0 % 開眼度の距離は適宜の方法により設定されてよい。ステップ S 5 2 が実施されると、ステップ S 5 3 に進む。

【 0 0 7 8 】

ステップ S 5 3 では、一回の瞬きの開始が検出される。検出部 1 2 は、フレームに付与されたラベルに基づいて瞬きの開始を判別することができる。検出部 1 2 はラベルが「 0 」から「 - 1 」に切り替わるところを検出することにより、瞬きが開始したと判別することができる。ステップ S 5 3 が実施されると、ステップ S 5 4 に進む。

10

【 0 0 7 9 】

ステップ S 5 4 では、開眼度が 2 0 % 以下であるか否かが判定出される。検出部 1 2 は、瞬きであると判別されたフレームを対象にして、そのフレームの開眼度が 2 0 % 以下であるか否かを判定する。この検出部 1 2 は 1 つのフレームに対して判定処理を行う。瞬きと判別された箇所が複数のフレームを含む場合、検出部 1 2 は、一回の瞬きのなかで最初に「 - 1 」のラベルとなるフレームについて、開眼度が 2 0 % 以下であるか否かを判定する。ステップ S 5 4 で肯定的に判定された場合、ステップ S 5 5 に進む。ステップ S 5 4 で否定的に判定された場合、ステップ S 5 6 に進む。

【 0 0 8 0 】

ステップ S 5 5 では、カウンタが + 1 される。検出部 1 2 は、開眼度が 2 0 % 以下となる場合にカウンタの値に 1 を加算する。ステップ S 5 5 が実施されると、ステップ S 5 7 に進む。

20

【 0 0 8 1 】

ステップ S 5 6 では、カウンタが + 0 される。検出部 1 2 は、開眼度が 2 0 % よりも大きい場合にはカウンタを加算しない。ステップ S 5 6 が実施されると、ステップ S 5 7 に進む。

【 0 0 8 2 】

ステップ S 5 7 では、一回の瞬きが終了したか否かが判定される。検出部 1 2 は、ステップ S 5 4 で判定対象となったフレームの次のフレームについて、ラベルが「 0 」であるか否かを判定する。次のフレームのラベルが「 0 」である場合、ラベルが「 1 」から「 0 」に切り替わるタイミングであるため、一回の瞬きが終了したタイミングと判別することができる。一方、次のフレームのラベルが「 1 」または「 - 1 」である場合、瞬きが継続していると判別される。ステップ S 5 7 で肯定的に判定された場合、ステップ S 5 8 に進む。ステップ S 5 7 で否定的に判定された場合、ステップ S 5 4 にリターンする。

30

【 0 0 8 3 】

一回の瞬きに含まれるフレームの数だけ、ステップ S 5 7 で否定的に判定されることになる。そのため、一回の瞬きの間で開眼度が 2 0 % 以下となるフレームの数だけ、カウンタの値が 1 ずつ加算される。検出部 1 2 は、運転者 1 0 0 の開眼度が 2 0 % 以下であるか否かを単位時間ごとに判定する。さらに、検出部 1 2 は、開眼度が 2 0 % 以下であると連続して判定された回数をカウントする。そして、一回の瞬きに含まれる全フレームについて、開眼度が 2 0 % 以下であるかが判定され、カウンタが加算された後、ステップ S 5 7 で肯定的に判定されることになる。

40

【 0 0 8 4 】

ステップ S 5 8 では、カウンタの値が 1 5 以上であるか否かが判定される。検出部 1 2 は、一回の瞬きを対象にして、その検出された瞬きにおけるカウンタの値が 1 5 以上であるか否かを判定する。この場合、検出部 1 2 は、一回の瞬きにおける閉眼が 0 . 5 秒以上であるか否かを判定することになる。ステップ S 5 8 で否定的に判定された場合、ステップ S 5 9 に進む。ステップ S 5 8 で肯定的に判定された場合、ステップ S 6 0 に進む。

【 0 0 8 5 】

ステップ S 5 9 では、カウンタの値が 0 にリセットされる。検出部 1 2 は、ステップ S

50

58で否定的に判定された場合には一回の瞬きにおける閉眼が0.5秒未満となる正常な瞬きであると判断し、カウンタの値を0にリセットする。ステップS59が実施されると、ステップS53にリターンする。

【0086】

ステップS60では、カウンタの値が90以上であるか否かが判定される。検出部12は、一回の瞬きを対象にして、その検出された瞬きにおけるカウンタの値が90以上であるか否かを判定する。この場合、検出部12は、一回の瞬きにおける閉眼が3秒以上であるか否かを判定することになる。ステップS60で肯定的に判定された場合、ステップS61に進む。ステップS60で否定的に判定された場合、ステップS62に進む。

【0087】

ステップS61では、運転者100が居眠り状態であると判定される。検出部12は、ステップS60で肯定的に判定された場合には一回の瞬きにおける閉眼が3秒以上となる居眠り状態であると判断する。ステップS61が実施されると、この制御ルーチンは終了する。

【0088】

ステップS62では、運転者100がマイクロスリープ状態であると判定される。検出部12は、ステップS60で否定的に判定された場合には一回の瞬きにおける閉眼が0.5秒以上かつ3秒未満となるマイクロスリープ状態であると判断する。検出部12は、カウンタが第1回数の15以上かつ第2回数の90未満である場合、運転者100がマイクロスリープ状態であると判定する。ステップS62が実施されると、この制御ルーチンは終了する。なお、この第2変形例は、運転者100に限らず、車両3の乗員を対象にすることが可能である。例えばカメラ2が運転席と助手席とに二台設置されている場合には、助手席の乗員を対象にしてマイクロスリープの検出を行うことが可能である。

【0089】

図19には、第2変形例の検出方法を用いた実施例の検出結果と、移動平均の検出手法を用いた比較例の検出結果とが示されている。図19に示すように、実施例の検出結果は比較例の検出結果に比べて真値に近い結果が得られている。この結果から、第2変形例によれば、移動平均では検出できない瞬きを検出することが可能であることが分かる。

【0090】

第2変形例の乗員監視装置1によれば、乗員の開眼度が所定値以下となる連続回数をカウントし、そのカウンタが第1回数以上かつ第2回数未満である場合に乗員がマイクロスリープ状態であると判定することができる。これにより、車両3の乗員におけるマイクロスリープを精度よく検出することができる。

【0091】

なお、上記の実施形態および変形例に開示された内容は、適宜組み合わせて実行することができる。

【符号の説明】

【0092】

1：乗員監視装置、 2：カメラ、 3：車両
11：取得部、 12：検出部、 13：設定部
100：運転者、 110：目

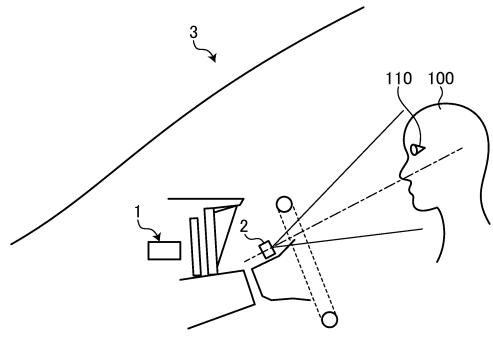
10

20

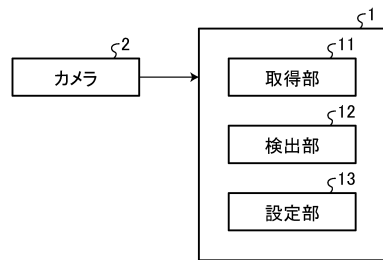
30

40

【図面】
【図 1】

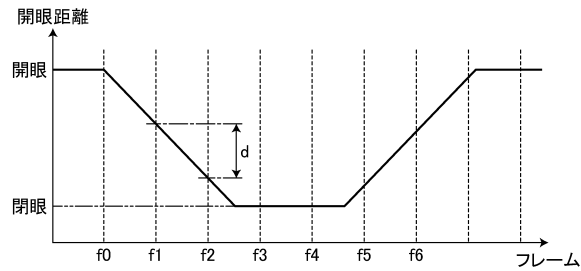


【図 2】

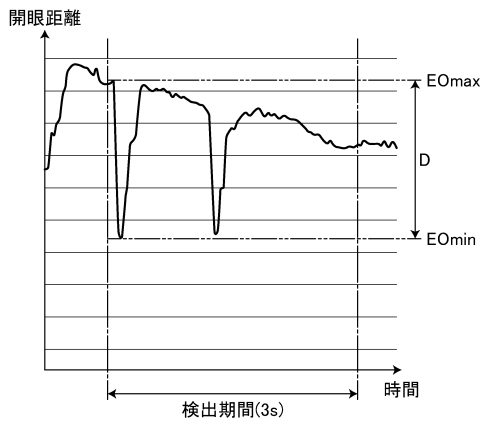


10

【図 3】



【図 4】



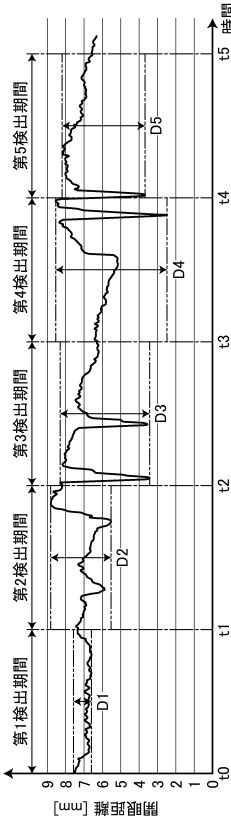
20

30

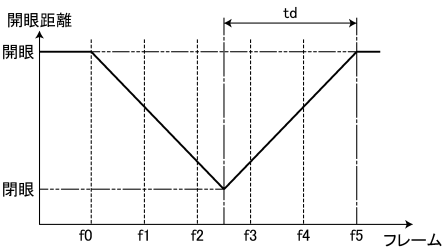
40

50

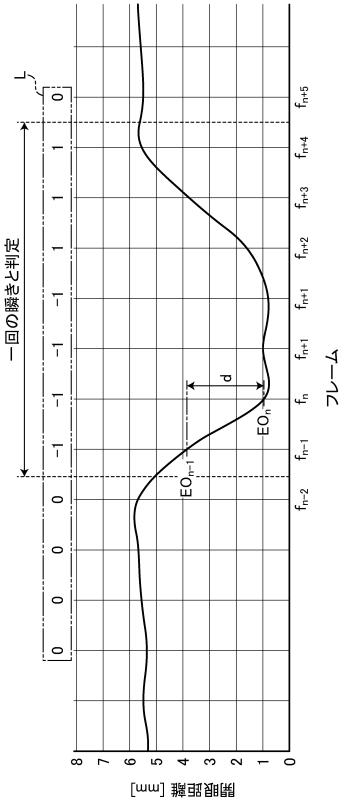
【 図 5 】



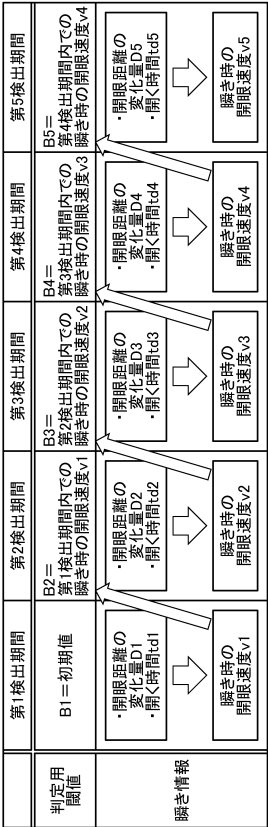
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



10

20

30

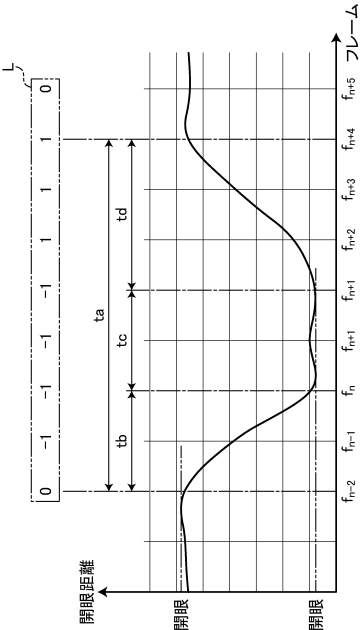
40

50

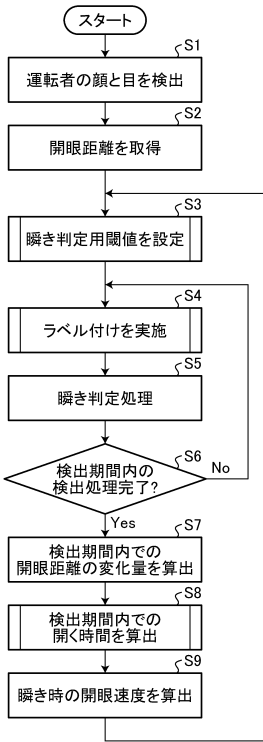
【 図 9 】

第1条件	第2条件	ラベル
$EO_n - EO_{n-1} > B$		$L_n = 1$
$EO_n - EO_{n-1} < -B$		$L_n = -1$
$EO_n - EO_{n-1} < B $	if $L_{n-1} = -1$	$L_n = -1$
	else	$L_n = 0$

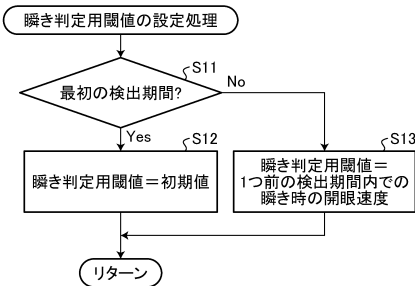
【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



10

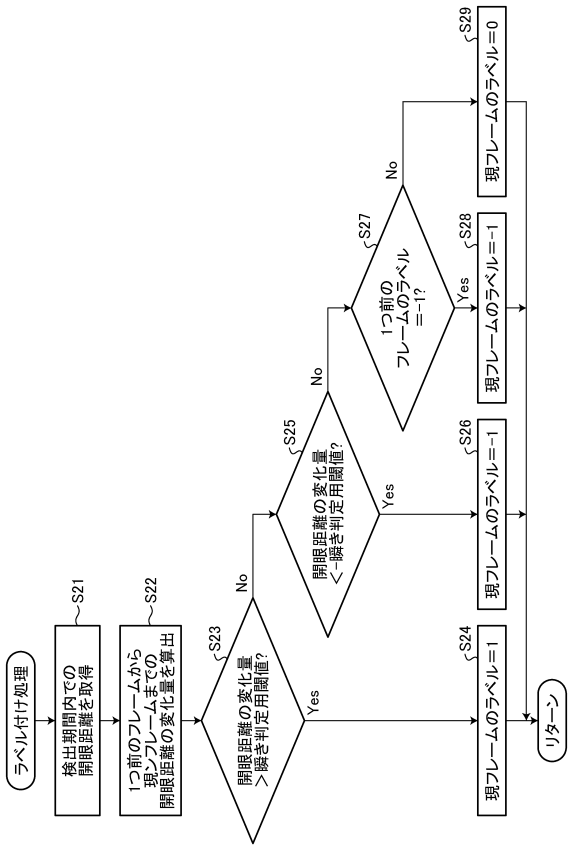
20

30

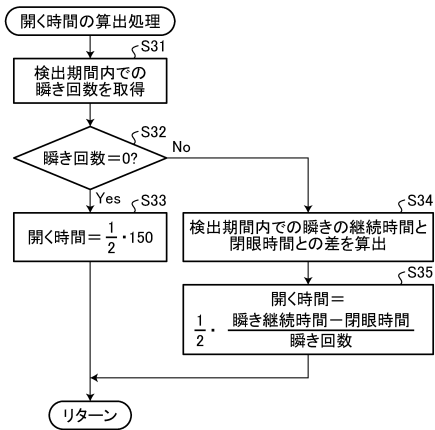
40

50

【図 1 3】



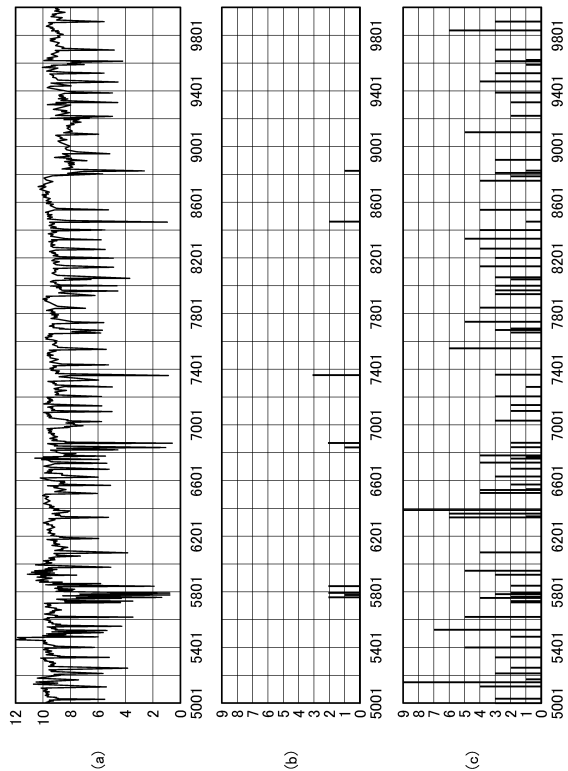
【図 1 4】



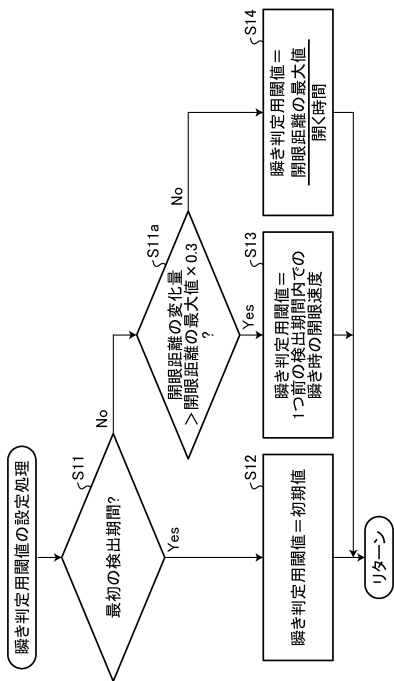
10

20

【図 1 5】



【図 1 6】

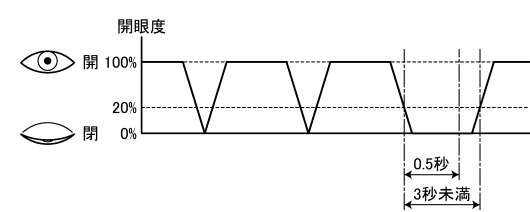


30

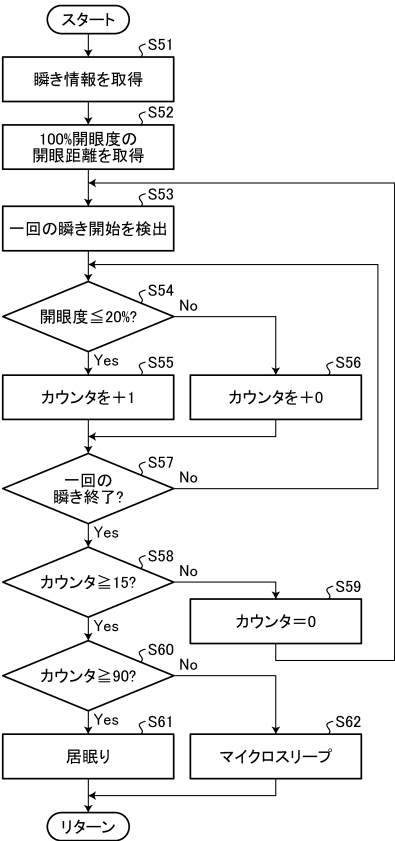
40

50

【図 17】



【図 18】



【図 19】

Data	真値	検出手法	
		実施例	比較例
KN03	3	3	1
SM02	1	0	0
ON01	5	5	0
ON02	4	4	1
FD01	10	10	9
FD02	32	32	31
SK02	1	1	0
YK01	1	1	1
YK02	1	1	1
YH01	5	5	5
YH02	14	14	13
SUM	77	76	62
Accuracy		98.7%	80.5%