

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6737213号
(P6737213)

(45) 発行日 令和2年8月5日 (2020. 8. 5)

(24) 登録日 令和2年7月20日 (2020. 7. 20)

(51) Int. Cl.	F I
G O 6 T 7/60 (2017. 01)	G O 6 T 7/60 1 8 O B
G O 6 T 1/00 (2006. 01)	G O 6 T 1/00 3 3 O Z
G O 6 T 7/00 (2017. 01)	G O 6 T 1/00 3 4 O Z
B 6 O W 40/08 (2012. 01)	G O 6 T 7/00 6 5 O Z
G O 8 G 1/16 (2006. 01)	G O 6 T 7/00 6 6 O Z
請求項の数 6 (全 21 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2017-48504 (P2017-48504)	(73) 特許権者	000002945
(22) 出願日	平成29年3月14日 (2017. 3. 14)		オムロン株式会社
(65) 公開番号	特開2018-151932 (P2018-151932A)		京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
(43) 公開日	平成30年9月27日 (2018. 9. 27)		動堂町8 0 1 番地
審査請求日	平成31年3月11日 (2019. 3. 11)	(74) 代理人	100096080
			弁理士 井内 龍二
		(74) 代理人	100194098
			弁理士 高田 一
		(72) 発明者	日向 匡史
			京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
			動堂町8 0 1 番地 オムロン株式会社内
		(72) 発明者	諏訪 正樹
			京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
			動堂町8 0 1 番地 オムロン株式会社内
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 運転者状態推定装置、及び運転者状態推定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

撮像された画像を用いて運転者の状態を推定する運転者状態推定装置であって、
運転席に着座している運転者を撮像する撮像部と、
前記運転者の顔に光を照射する照明部と、
該照明部から光が照射されたときに前記撮像部で撮像された画像中の運転者の顔と前記
照明部から光が照射されていないときに前記撮像部で撮像された画像中の運転者の顔との
明るさ比と、前記運転席に着座している運転者の頭部から前記撮像部までの距離との相関
関係を示す1つ以上の距離推定用テーブルを記憶するテーブル情報記憶部と、
少なくとも1つのハードウェアプロセッサとを備え、
該少なくとも1つのハードウェアプロセッサが、
前記照明部から光が照射されたときに前記撮像部で撮像された第1の画像と前記照明部
から光が照射されていないときに前記撮像部で撮像された第2の画像とから運転者の顔を
検出する顔検出部と、
該顔検出部により検出された前記第1の画像中の運転者の顔と前記第2の画像中の運転
者の顔との明るさ比を算出する顔の明るさ比算出部と、
前記テーブル情報記憶部に記憶された前記1つ以上の距離推定用テーブルの中から、前
記第2の画像中の運転者の顔の明るさに対応した距離推定用テーブルを選択するテーブル
選択部と、
前記顔の明るさ比算出部で算出された前記顔の明るさ比と、前記テーブル選択部により

選択された前記距離推定用テーブルとを照合して、前記運転席に着座している運転者の頭部から前記撮像部までの距離を推定する距離推定部とを備えていることを特徴とする運転者状態推定装置。

【請求項 2】

前記少なくとも 1 つのハードウェアプロセッサが、

前記顔検出部で検出された前記運転者の顔の画像から該運転者の属性を判定する属性判定部を備え、

前記 1 つ以上の距離推定用テーブルには、前記運転者の属性に対応した距離推定用テーブルが含まれ、

前記テーブル選択部が、

前記 1 つ以上の距離推定用テーブルの中から、前記属性判定部で判定された前記運転者の属性に対応した距離推定用テーブルを選択するものであることを特徴とする請求項 1 記載の運転者状態推定装置。

【請求項 3】

前記運転者の属性には、人種、性別、化粧の有無、及び年齢のうちの少なくとも 1 つが含まれていることを特徴とする請求項 2 記載の運転者状態推定装置。

【請求項 4】

前記少なくとも 1 つのハードウェアプロセッサが、

車外の照度を検出する照度検出部から照度データを取得する照度データ取得部を備え、

前記テーブル選択部が、

前記照度データ取得部により取得した照度データを考慮して、前記第 2 の画像中の運転者の顔の明るさに対応した距離推定用テーブルを選択するものであることを特徴とする請求項 1 記載の運転者状態推定装置。

【請求項 5】

前記少なくとも 1 つのハードウェアプロセッサが、

前記距離推定部で推定された前記距離を用いて、前記運転席に着座している運転者が運転操作可能な状態であるか否かを判定する運転操作可否判定部を備えていることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれかの項に記載の運転者状態推定装置。

【請求項 6】

運転席に着座している運転者を撮像する撮像部と、

前記運転者の顔に光を照射する照明部と、

該照明部から光が照射されたときに前記撮像部で撮像された画像中の運転者の顔と前記照明部から光が照射されていないときに前記撮像部で撮像された画像中の運転者の顔との明るさ比と、前記運転席に着座している運転者の頭部から前記撮像部までの距離との相関関係を示す 1 つ以上の距離推定用テーブルを記憶するテーブル情報記憶部と、

少なくとも 1 つのハードウェアプロセッサとを備えた装置を用い、

前記運転席に着座している運転者の状態を推定する運転者状態推定方法であって、

前記少なくとも 1 つのハードウェアプロセッサが、

前記照明部から前記運転者の顔に光が照射されたときに前記撮像部で撮像された第 1 の画像と前記照明部から前記運転者の顔に光が照射されていないときに前記撮像部で撮像された第 2 の画像とから運転者の顔を検出する顔検出ステップと、

該顔検出ステップにより検出された前記第 1 の画像中の運転者の顔と前記第 2 の画像中の運転者の顔との明るさ比を算出する顔の明るさ比算出ステップと、

前記テーブル情報記憶部に記憶された前記 1 つ以上の距離推定用テーブルの中から、前記第 2 の画像中の運転者の顔の明るさに対応した距離推定用テーブルを選択するテーブル選択ステップと、

前記顔の明るさ比算出ステップにより算出された前記顔の明るさ比と、前記テーブル選択ステップにより選択された前記距離推定用テーブルとを照合して、前記運転席に着座している運転者の頭部から前記撮像部までの距離を推定する距離推定ステップとを含んでいることを特徴とする運転者状態推定方法。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は運転者状態推定装置、及び運転者状態推定方法に関し、より詳細には、撮像された画像を用いて運転者の状態を推定することのできる運転者状態推定装置、及び運転者状態推定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

車室内カメラで撮影された運転者の画像から運転者の動作や視線などの状態を検知し、運転者に必要とされる情報の提示や警告などを行う技術が従来より開発されている。

10

また、近年開発が進められている自動運転システムでは、自動運転中においても、自動運転から手動運転への引き継ぎがスムーズに行えるように、運転者が運転操作可能な状態であるかどうかを推定しておく技術が必要になると考えられており、車室内カメラで撮像した画像を解析して、運転者の状態を推定する技術の開発が進められている。

【0003】

運転者の状態を推定するためには、運転者の頭部位置を検出する技術が必要とされている。例えば、特許文献1には、車室内カメラで撮像された画像中における運転者の顔領域を検出し、検出した顔領域に基づいて、運転者の頭部位置を推定する技術が開示されている。

【0004】

20

上記運転者の頭部位置の具体的な推定方法は、まず、車室内カメラに対する頭部位置の角度を検出する。該頭部位置の角度の検出方法は、画像上での顔領域の中心位置を検出し、該検出した顔領域の中心位置を頭部位置として、該顔領域の中心位置を通る頭部位置直線を求め、該頭部位置直線の角度（頭部位置の車室内カメラに対する角度）を決定する。

【0005】

次に、頭部位置直線上の頭部位置を検出する。該頭部位置直線上の頭部位置の検出方法は、車室内カメラから所定距離に存在する場合の顔領域の標準大きさを記憶しておき、この標準大きさと実際に検出した顔領域の大きさとを比較して、車室内カメラから頭部位置までの距離を求める。そして、求めた距離だけ車室内カメラから離れた、頭部位置直線上の位置を頭部位置として推定するようになっている。

30

【0006】

〔発明が解決しようとする課題〕

特許文献1記載の頭部位置の推定方法では、画像上での頭部位置を顔領域の中心位置を基準として検出しているが、顔領域の中心位置は顔の向きによって変わってしまう。そのため、頭の位置が同じ位置であっても、顔の向きの違いより、画像上で検出される顔領域の中心位置がそれぞれ異なる位置に検出される。そのため画像上における頭部位置が実世界の頭部位置とは異なる位置に検出されてしまい、実世界における頭部位置までの距離を精度よく推定できないという課題があった。

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0007】

【特許文献1】特開2014-218140号公報

【発明の概要】

【課題を解決するための手段及びその効果】

【0008】

本発明は上記課題に鑑みなされたものであって、画像中における運転者の顔領域の中心位置を検出することなく運転者の頭部までの距離を推定することができ、該推定された距離を前記運転者の状態判定に利用することができる運転者状態推定装置、及び運転者状態推定方法を提供することを目的としている。

【0009】

50

上記目的を達成するために本発明に係る運転者状態推定装置(1)は、撮像された画像を用いて運転者の状態を推定する運転者状態推定装置であって、

運転席に着座している運転者を撮像する撮像部と、

前記運転者の顔に光を照射する照明部と、

少なくとも1つのハードウェアプロセッサとを備え、

該少なくとも1つのハードウェアプロセッサが、

前記照明部から光が照射されたときに前記撮像部で撮像された第1の画像と前記照明部から光が照射されていないときに前記撮像部で撮像された第2の画像とから運転者の顔を検出する顔検出部と、

該顔検出部により検出された前記第1の画像中の運転者の顔と前記第2の画像中の運転者の顔との明るさ比を算出する顔の明るさ比算出部と、

該顔の明るさ比算出部により算出された前記顔の明るさ比を用いて、前記運転席に着座している運転者の頭部から前記撮像部までの距離を推定する距離推定部とを備えていることを特徴としている。

【0010】

上記運転者状態推定装置(1)によれば、前記第1の画像と前記第2の画像とから運転者の顔が検出され、該検出された前記第1の画像中の運転者の顔と前記第2の画像中の運転者の顔との明るさ比が算出され、該算出された前記顔の明るさ比を用いて、前記運転席に着座している運転者の頭部から前記撮像部までの距離が推定される。したがって、前記画像中の顔領域の中心位置を求めることなく、前記第1の画像中の運転者の顔と前記第2の画像中の運転者の顔との明るさ比から前記距離を推定することができる。該推定された距離を用いて、前記運転席に着座している運転者の位置姿勢などの状態を推定することが可能となる。

【0011】

また本発明に係る運転者状態推定装置(2)は、上記運転者状態推定装置(1)において、前記顔の明るさ比と、前記運転席に着座している運転者の頭部から前記撮像部までの距離との相関関係を示す1つ以上の距離推定用テーブルを記憶するテーブル情報記憶部を備え、

前記少なくとも1つのハードウェアプロセッサが、

前記テーブル情報記憶部に記憶された前記1つ以上の距離推定用テーブルの中から、前記第2の画像中の運転者の顔の明るさに対応した距離推定用テーブルを選択するテーブル選択部を備え、

前記距離推定部が、

前記顔の明るさ比算出部で算出された前記顔の明るさ比と、前記テーブル選択部により選択された前記距離推定用テーブルとを照合して、前記運転席に着座している運転者の頭部から前記撮像部までの距離を推定するものであることを特徴としている。

【0012】

上記運転者状態推定装置(2)によれば、前記テーブル情報記憶部に、前記顔の明るさ比と、前記運転者の頭部から前記撮像部までの距離との相関関係を示す1つ以上の距離推定用テーブルが記憶され、前記顔の明るさ比算出部で算出された前記顔の明るさ比と、前記テーブル選択部で選択された前記距離推定用テーブルとが照合されて、前記運転席に着座している運転者の頭部から前記撮像部までの距離が推定される。

前記照明部から照射される光の反射強度は前記運転者の顔の明るさによって異なるが、前記運転者の顔の明るさに適した反射強度の関係を示す前記距離推定用テーブルを選択して用いることにより、前記運転者の頭部から前記撮像部までの距離の推定精度を高めることができる。しかも、前記距離推定用テーブルを用いることにより、前記距離の推定処理に負荷をかけることなく高速に処理を実行できる。

【0013】

また本発明に係る運転者状態推定装置(3)は、上記運転者状態推定装置(2)において、前記少なくとも1つのハードウェアプロセッサが、

前記顔検出部で検出された前記運転者の顔の画像から該運転者の属性を判定する属性判定部を備え、

前記１つ以上の距離推定用テーブルには、前記運転者の属性に対応した距離推定用テーブルが含まれ、

前記テーブル選択部が、

前記１つ以上の距離推定用テーブルの中から、前記属性判定部で判定された前記運転者の属性に対応した距離推定用テーブルを選択するものであることを特徴としている。

【００１４】

上記運転者状態推定装置（３）によれば、前記顔検出部で検出された前記運転者の顔の画像から該運転者の属性が判定され、前記１つ以上の距離推定用テーブルの中から、前記属性判定部で判定された前記運転者の属性に対応した距離推定用テーブルが選択される。したがって、前記第２の画像中の運転者の顔の明るさだけでなく、前記運転者の属性にも対応した距離推定用テーブルを選択して用いることができ、前記距離推定部により推定される前記距離の精度を一層高めることができる。

10

【００１５】

また本発明に係る運転者状態推定装置（４）は、上記運転者状態推定装置（３）において、前記運転者の属性には、人種、性別、化粧の有無、及び年齢のうちの少なくとも１つが含まれていることを特徴としている。

【００１６】

上記運転者状態推定装置（４）によれば、前記運転者の属性には、人種、性別、化粧の有無、及び年齢のうちの少なくとも１つが含まれているので、前記運転者の多様な属性に応じた前記距離推定用テーブルを用意して選択可能とすることで、前記距離推定部により推定される前記距離の精度を一層高めることができる。

20

【００１７】

また本発明に係る運転者状態推定装置（５）は、上記運転者状態推定装置（２）において、前記少なくとも１つのハードウェアプロセッサが、

車外の照度を検出する照度検出部から照度データを取得する照度データ取得部を備え、前記テーブル選択部が、

前記照度データ取得部により取得した照度データを考慮して、前記第２の画像中の運転者の顔の明るさに対応した距離推定用テーブルを選択するものであることを特徴としている。

30

【００１８】

車載環境では、太陽からの光の照射方向やトンネルの出入り口などの道路状況によって、運転者の顔の明るさと周囲の明るさとが極端に異なる状況が発生し得る。このような場合、前記第２の画像中の運転者の顔の明るさが影響を受ける。

上記運転者状態推定装置（５）によれば、前記照度データ取得部で取得した照度データを考慮して、前記第２の画像中の運転者の顔の明るさに対応した距離推定用テーブルが選択される。したがって、前記第２の画像を撮像したときの車外の照度が考慮された適切な距離推定用テーブルを選択することができ、前記距離推定部により推定される前記距離の精度のバラツキを抑制できる。

40

【００１９】

また本発明に係る運転者状態推定装置（６）は、上記運転者状態推定装置（１）～（５）のいずれかにおいて、前記少なくとも１つのハードウェアプロセッサが、

前記距離推定部で推定された前記距離を用いて、前記運転席に着座している運転者が運転操作可能な状態であるか否かを判定する運転操作可否判定部を備えていることを特徴としている。

【００２０】

上記運転者状態推定装置（６）によれば、前記距離推定部で推定された前記距離を用いて、前記運転席に着座している運転者が運転操作可能な状態であるか否かを判定することができ、前記運転者の監視を適切に行うことができる。

50

【 0 0 2 1 】

また本発明に係る運転者状態推定方法は、運転席に着座している運転者を撮像する撮像部と、前記運転者の顔に光を照射する照明部と、少なくとも1つのハードウェアプロセッサとを備えた装置を用い、前記運転席に着座している運転者の状態を推定する運転者状態推定方法であって、

前記少なくとも1つのハードウェアプロセッサが、

前記照明部から前記運転者の顔に光が照射されたときに前記撮像部で撮像された第1の画像と前記照明部から前記運転者の顔に光が照射されていないときに前記撮像部で撮像された第2の画像とから運転者の顔を検出する顔検出ステップと、

該顔検出ステップにより検出された前記第1の画像中の運転者の顔と前記第2の画像中の運転者の顔との明るさ比を算出する顔の明るさ比算出ステップと、

該顔の明るさ比算出ステップにより算出された前記顔の明るさ比を用いて、前記運転席に着座している運転者の頭部から前記撮像部までの距離を推定する距離推定ステップとを含んでいることを特徴としている。

【 0 0 2 2 】

上記運転者状態推定方法によれば、前記第1の画像と前記第2の画像とから運転者の顔を検出し、該検出した前記第1の画像中の運転者の顔と前記第2の画像中の運転者の顔との明るさ比を求め、該顔の明るさ比を用いて、前記運転席に着座している運転者の頭部から前記撮像部までの距離を推定する。したがって、前記画像中の顔領域の中心位置を求めることなく、前記第1の画像中の運転者の顔と前記第2の画像中の運転者の顔との明るさ比から前記距離を推定することができる。該推定された距離を用いて、前記運転席に着座している運転者の位置姿勢などの状態を推定することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 3 】

【図1】本発明の実施の形態(1)に係る運転者状態推定装置を含む自動運転システムの要部を概略的に示したブロック図である。

【図2】実施の形態(1)に係る運転者状態推定装置の構成を示すブロック図である。

【図3】(a)は単眼カメラの設置例を示す車室内平面図、(b)は単眼カメラで撮像される画像例を示すイラスト図、(c)は単眼カメラの撮像タイミングと照明部のオン・オフの切替タイミングの一例を示すタイミングチャートである。

【図4】(a)はテーブル情報記憶部に記憶されている距離推定用テーブルの一例を示す図であり、(b)は距離推定用テーブルの種類を説明するためのグラフ図である。

【図5】実施の形態(1)に係る運転者状態推定装置におけるCPUの行う処理動作を示したフローチャートである。

【図6】実施の形態(2)に係る運転者状態推定装置の構成を示すブロック図である。

【図7】属性判定部で判定する運転者の属性と、テーブル情報記憶部に記憶される距離推定用テーブルとを説明するための図である。

【図8】実施の形態(2)に係る運転者状態推定装置におけるCPUの行う処理動作を示したフローチャートである。

【図9】実施の形態(3)に係る運転者状態推定装置の構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 4 】

以下、本発明に係る運転者状態推定装置、及び運転者状態推定方法の実施の形態を図面に基づいて説明する。なお、以下に述べる実施の形態は、本発明の好適な具体例であり、技術的に種々の限定が付されているが、本発明の範囲は、以下の説明において特に本発明を限定する旨の記載がない限り、これらの形態に限られるものではない。

【 0 0 2 5 】

図1は、実施の形態(1)に係る運転者状態推定装置を含む自動運転システムの要部を概略的に示したブロック図である。図2は、実施の形態(1)に係る運転者状態推定装置の構成を示すブロック図である。

【 0 0 2 6 】

自動運転システム 1 は、車両を道路に沿って自動で走行させるためのシステムであり、運転者状態推定装置 1 0、H M I (Human Machine Interface) 4 0、及び自動運転制御装置 5 0を含んで構成され、これら各装置が通信バス 6 0を介して接続されている。なお、通信バス 6 0には、自動運転や運転者による手動運転の制御に必要な各種センサや制御装置（図示せず）も接続されている。

【 0 0 2 7 】

運転者状態推定装置 1 0は、照明部 1 1 cから光が照射されたときに撮像された第 1 の画像（以下、照明オンの画像ともいう）と照明部 1 1 cから光が照射されていないときに撮像された第 2 の画像（以下、照明オフの画像ともいう）とに写された運転者の顔の明るさの比を算出し、算出した顔の明るさ比を用いて、単眼カメラ 1 1から運転者の頭部までの距離を推定する処理、距離の推定結果に基づいて運転者が運転操作可能な状態であるか否かを判定し、その判定結果を出力する処理などを行う。

10

【 0 0 2 8 】

運転者状態推定装置 1 0は、単眼カメラ 1 1、C P U 1 2、R O M 1 3、R A M 1 4、記憶部 1 5、及び入出力インターフェース（I / F）1 6を含んで構成され、これら各部が通信バス 1 7を介して接続されている。なお、単眼カメラ 1 1は、装置本体とは別体のカメラユニットとして構成してもよい。

【 0 0 2 9 】

単眼カメラ 1 1は、運転席に着座している運転者の頭部を含む画像を定期的（例えば、1秒間に30～60回）に撮像可能なカメラであり、撮像部を構成する1枚以上のレンズから構成されるレンズ系 1 1 a、被写体の撮像データを生成するC C D又はC M O Sなどの撮像素子 1 1 b、及び撮像データをデジタルデータに変換するA D変換部（図示せず）と、運転者の顔に向けて光、例えば近赤外光を照射する1つ以上の近赤外発光素子などから構成される照明部 1 1 cとを含んで構成されている。単眼カメラ 1 1に、可視光をカットするフィルタや、近赤外域のみを通過させるバンドパスフィルタなどを設けてもよい。

20

【 0 0 3 0 】

また、撮像素子 1 1 bには、可視光域と赤外域の双方に顔撮影に必要な感度を有したものを使用してもよい。そうすれば可視光と赤外光との双方による顔撮影が可能となる。なお、照明部 1 1 cの光源として、赤外光光源だけでなく可視光光源を使用するようにしてもよい。

30

【 0 0 3 1 】

C P U 1 2は、ハードウェアプロセッサであり、R O M 1 3に記憶されているプログラムを読み出し、該プログラムに基づいて単眼カメラ 1 1で撮像された画像データの各種処理などを行う。C P U 1 2は、画像処理や制御信号出力処理などの処理用途毎に複数装備してもよい。

【 0 0 3 2 】

R O M 1 3には、図 2 に示す記憶指示部 2 1、読み出し指示部 2 2、顔検出部 2 3、顔の明るさ比算出部 2 4、距離推定部 2 5、テーブル選択部 2 6、及び運転操作可否判定部 2 7としての処理を、C P U 1 2に実行させるためのプログラムなどが記憶されている。なお、C P U 1 2で実行される前記プログラムの全部又は一部をR O M 1 3とは別の記憶部 1 5や他の記憶媒体（図示せず）に記憶してもよい。

40

R A M 1 4には、C P U 1 2で実行される各種処理に必要なデータやR O M 1 3から読み出したプログラムなどが一時記憶される。

【 0 0 3 3 】

記憶部 1 5は、画像記憶部 1 5 aとテーブル情報記憶部 1 5 bとを含んでいる。画像記憶部 1 5 aには、単眼カメラ 1 1で撮像された画像（照明オンの画像及び照明オフの画像）データが記憶される。テーブル情報記憶部 1 5 bには、照明オンの画像中の運転者の顔と照明オフの画像中の運転者の顔との明るさ比（顔の明るさ比）と、運転席に着座している運転者の頭部から単眼カメラ 1 1までの距離との相関関係を示す1つ以上の距離推定用

50

テーブルが記憶されている。

【 0 0 3 4 】

また、記憶部 1 5 には、単眼カメラ 1 1 の焦点距離や絞り (F 値) 、画角や画素数 (幅 × 縦) などを含むパラメータ情報が記憶されている。また、単眼カメラ 1 1 の取付位置情報も記憶できるようにしてもよい。単眼カメラ 1 1 の取付位置情報は、例えば、単眼カメラ 1 1 の設定メニューを H M I 4 0 で読み出せるように構成しておき、取付時に、前記設定メニューから入力設定できるようにすればよい。記憶部 1 5 は、例えば、E E P R O M 、フラッシュメモリなどの 1 つ以上の不揮発性の半導体メモリで構成されている。入出力インターフェース (I / F) 1 6 は、通信バス 6 0 を介して各種外部装置とのデータのやり取りを行うためのものである。

10

【 0 0 3 5 】

H M I 4 0 は、運転者状態推定装置 1 0 から送信されてきた信号に基づいて、運転者に運転姿勢等の状態を報知する処理、自動運転システム 1 の作動状況や自動運転の解除情報などを運転者に報知する処理、自動運転制御に関連する操作信号を自動運転制御装置 5 0 に出力する処理などを行う。H M I 4 0 は、例えば、運転者が視認しやすい位置に設けられた表示部 4 1 や音声出力部 4 2 の他、図示しない操作部や音声入力部などを含んで構成されている。

【 0 0 3 6 】

自動運転制御装置 5 0 は、図示しない動力源制御装置、操舵制御装置、制動制御装置、周辺監視センサ、ナビゲーションシステム、外部と通信を行う通信装置などにも接続され、これら各部から取得した情報に基づいて、自動運転を行うための制御信号を各制御装置へ出力して、車両の自動走行制御 (自動操舵制御や自動速度調整制御など) を行う。

20

【 0 0 3 7 】

図 2 に示した運転者状態推定装置 1 0 の各部を説明する前に、図 3 、図 4 を用いて、運転者状態推定装置 1 0 が行う運転者の頭部までの距離の推定方法について説明する。

図 3 (a) は、単眼カメラ 1 1 の設置例を示す車室内平面図、(b) は、単眼カメラ 1 1 で撮像される画像例を示すイラスト図、(c) は、単眼カメラ 1 1 の撮像タイミングと照明部 1 1 c のオン・オフの切替タイミングの一例を示すタイミングチャートである。

また、図 4 (a) は、テーブル情報記憶部 1 5 b に記憶されている距離推定用テーブルの一例を示す図であり、(b) は、距離推定用テーブルの種類を説明するためのグラフ図

30

【 0 0 3 8 】

図 3 (a) に示すように、運転者 3 0 が運転席 3 1 に着座しているとする。運転席 3 1 の正面前方にはハンドル 3 2 が設置されている。運転席 3 1 は、前後方向に位置調整可能となっており、座面の可動範囲が S に設定されている。単眼カメラ 1 1 は、ハンドル 3 2 の奥側 (図示しないステアリングコラム、又はダッシュボードやインストルメントパネルの手前) に設けられており、運転者 3 0 A の頭部 (顔) を含む画像 1 1 d を撮像可能な箇所に設置されている。なお、単眼カメラ 1 1 の設置位置姿勢はこの形態に限定されるものではない。

【 0 0 3 9 】

図 3 (a) では、単眼カメラ 1 1 から実世界における運転者 3 0 までの距離を A 、ハンドル 3 2 から運転者 3 0 までの距離を B 、ハンドル 3 2 から単眼カメラ 1 1 までの距離を C 、単眼カメラ 1 1 の画角を θ 、撮像面の中心を I で示している。図 3 (b) は、運転席 3 1 を座面の可動範囲 S の略中間にセットしたときに撮像された運転者 3 0 A の画像例を示している。

40

【 0 0 4 0 】

図 3 (c) は、単眼カメラ 1 1 の撮像素子 1 1 b への撮像 (露光) タイミングと、照明部 1 1 c のオン・オフの切替タイミングの一例を示すタイミングチャートである。図 3 (c) に示す例では、照明部 1 1 c による照明のオンとオフが、撮像タイミング (フレーム) 毎に切り替えられ、照明オンの画像と照明オフの画像とが交互に撮像されているが、照

50

明のオン・オフの切替タイミングは、この形態に限定されるものではない。

【 0 0 4 1 】

図 4 (a) はテーブル情報記憶部 1 5 b に記憶されている距離推定用テーブルの一例を示す図であり、(b) は距離推定用テーブルの種類を説明するためのグラフ図である。

図 4 (a) に示す距離推定用テーブルは、照明オンの画像中の運転者の顔と照明オフの画像中の運転者の顔との明るさ比（輝度比）と、運転席 3 1 に着座している運転者 3 0 の頭部から単眼カメラ 1 1 までの距離との相関関係を示している。

【 0 0 4 2 】

照明部 1 1 c から照射される光の反射特性は、運転者の顔での反射率によって変化する。テーブル情報記憶部 1 5 b には、照明オフの画像中の運転者の顔の明るさのレベルの違いに対応した 1 つ以上の距離推定用テーブルが含まれている。

10

【 0 0 4 3 】

一般的に反射光の強さは、距離の 2 乗に反比例するという性質（ $I = k / D^2$ 、 I ：反射光の強さ、 k ：物体の反射係数、 D ：物体との距離）を有している。この性質を利用すれば、反射光によって構成される反射光画像を用いることで、運転者までの距離を推定することが可能である。しかしながら、反射光の強さは、運転者までの距離以外に、運転者の顔の色（反射係数）の違いや運転者の肌特性（反射特性）の違いなどにより影響を受ける。したがって、反射光画像における反射光の強さを参照しただけでは、運転者との距離を正確に推定することが難しい。

【 0 0 4 4 】

20

そこで、本実施の形態では、予め実測データを用いた学習処理等により、人の顔の明るさの違いに対応した 1 つ以上の距離推定用テーブルを作成し、該作成した 1 つ以上の距離推定用テーブルをテーブル情報記憶部 1 5 b に記憶しておき、距離推定処理に利用する構成となっている。運転者によって異なる顔の色（反射係数）や肌特性（反射特性）に対応した距離推定用テーブルを用いることで、運転者までの距離の推定精度を高めることが可能となっている。

【 0 0 4 5 】

距離推定用テーブルの作成にあたっては、人の顔（肌）の反射率の多様性を考慮して、顔（肌）の反射率が異なる人をサンプリングモデルに選定する。そして、車両の運転席と同様の環境下で、単眼カメラ 1 1 から頭部までの距離を例えば、2 0、4 0、6 0、8 0、1 0 0 c m に設定し、各距離において照明がオン・オフされた時に撮像された画像を取得する。取得した照明オンの画像と照明オフの画像中での顔（顔領域）の明るさ（輝度）をそれぞれ検出した後、輝度比を算出する。これらデータを用いて、照明オフ時に撮像された画像中の顔の明るさ別に距離推定用テーブルを作成する。

30

【 0 0 4 6 】

図 4 (b) において、一点鎖線で示すグラフは、照明オフの画像中で顔の明るさレベルが高い場合の相関関係の一例を示し、破線で示すグラフは、照明オフの画像中で顔の明るさレベルが低い場合の相関関係の一例を示している。

【 0 0 4 7 】

照明オフの画像中の顔の明るさレベルが高くなると、照明オン時に顔からの光の反射率も高くなる一方、照明オフの画像中の顔の明るさレベルが低くなると、照明オン時に顔からの光の反射率も低くなる。照明オフの画像中の運転者の顔の明るさ（換言すれば、運転者の顔からの光の反射率）に対応した距離推定用テーブルを選択して用いることで、単眼カメラ 1 1 から運転者 3 0 の頭部までの距離 A を推定する精度を高めることが可能となっている。

40

【 0 0 4 8 】

次に、実施の形態（ 1 ）に係る運転者状態推定装置 1 0 の具体的構成について図 2 に示したブロック図に基づいて説明する。

運転者状態推定装置 1 0 は、ROM 1 3 に記憶された各種のプログラムが RAM 1 4 に読み出され、CPU 1 2 で実行されることによって、記憶指示部 2 1、読み出し指示部 2

50

2、顔検出部23、顔の明るさ比算出部24、距離推定部25、テーブル選択部26、及び運転操作可否判定部27としての処理を行う装置として成立する。顔検出部23、顔の明るさ比算出部24、距離推定部25、及び運転操作可否判定部27は、それぞれが専用のチップで構成されていてもよい。

【0049】

記憶指示部21は、単眼カメラ11で撮像された運転者30Aの顔を含む画像（照明オン画像及び照明オフ画像）データを記憶部15の一部である画像記憶部15aに記憶させる処理を行う。読み出し指示部22は画像記憶部15aから運転者30Aが撮像された画像（照明オン画像と照明オフ画像）を読み出す処理を行う。

【0050】

顔検出部23は、画像記憶部15aから読み出された画像（照明オン画像と照明オフ画像）から運転者30Aの顔を検出する処理を行う。画像から顔を検出する手法は特に限定されず、公知の顔検出技術を用いることができる。

例えば、顔全体の輪郭に対応した基準テンプレートをを用いたテンプレートマッチング、又は顔の器官（目、鼻、口、眉など）に基づくテンプレートマッチングなどによって顔を検出するように構成してもよい。また、肌の色や明るさに近い領域を検出し、その領域を顔として検出するように構成してもよい。また、高速で高精度に顔を検出する手法として、例えば、顔の局所的な領域の明暗差（輝度差）やエッジ強度、これら局所的領域間の関連性（共起性）を特徴量として捉え、これら多数の特徴量を組み合わせて学習することで検出器を作成し、階層的な構造（顔をおおまかにとらえる階層から顔の細部をとらえる階層構造）の検出器を用いる画像処理方法により、顔の領域検出を行うように構成してもよい。また、顔の向きや傾きに対応するために、顔の向きや傾きごとに別々に学習させた複数の検出器を備えるようにしてもよい。

【0051】

顔の明るさ比算出部24は、顔検出部23により検出された照明オンの画像中の運転者の顔の明るさと、照明オフの画像中の運転者の顔の明るさとを検出し、照明オンの画像中の運転者の顔の明るさと照明オフの画像中の運転者の顔の明るさとの比（顔の明るさ比：照明オン時／照明オフ時）を求める処理を行う。例えば、顔の明るさとして、画像中の顔の肌領域の輝度（例えば、平均輝度）を求めるようになっている。

【0052】

距離推定部25は、顔の明るさ比算出部24により求められた顔の明るさ比を用いて、運転席31に着座している運転者30の頭部から単眼カメラ11までの距離A（奥行きに関する情報）を推定する処理を行う。

距離Aを推定する処理には、テーブル選択部26により選択された距離推定用テーブルを使用する。テーブル選択部26は、テーブル情報記憶部15bに記憶されている1つ以上の距離推定用テーブルの中から、照明オフの画像中の運転者の顔の明るさに対応した距離推定用テーブルを選択する。

すなわち、距離推定部25は、顔の明るさ比算出部24で算出された顔の明るさ比と、テーブル選択部26により選択された距離推定用テーブルとを照合して、運転席31に着座している運転者30の頭部から単眼カメラ11までの距離Aを推定する処理を行う。

【0053】

運転操作可否判定部27は、距離推定部25で推定された距離Aを用いて、運転者30が運転操作可能な状態であるか否か、例えば、ROM13又は記憶部15に記憶された、ハンドルに手が届く範囲をRAM14に読み出し、比較演算を行うことにより、運転者30がハンドル32に手が届く範囲内にいるか否かを判定し、該判定結果を示す信号をHMI40や自動運転制御装置50へ出力する。また、距離Aから距離C（ハンドル32から単眼カメラ11までの距離）を引き、距離B（ハンドル32から運転者30までの距離）を求めて、上記判定を行うようにしてもよい。なお、距離Cの情報は、記憶部15に、単眼カメラ11の取付位置情報として登録すればよい。

【0054】

図5は、実施の形態(1)に係る運転者状態推定装置10におけるCPU12の行う処理動作を示したフローチャートである。単眼カメラ11では、例えば、毎秒30~60フレームの画像が撮像され、各フレームの撮像タイミングに合わせて照明部11cのオンとオフが切り替えられる。各フレーム、又は一定間隔のフレーム毎に本処理が行われる。

【0055】

まず、ステップS1では、単眼カメラ11で撮像された、照明オンの画像と照明オフの画像とを画像記憶部15aから読み出し、次のステップS2では、読み出された照明オンの画像及び照明オフの画像から運転者30Aの顔を検出する処理を行う。

【0056】

ステップS3では、照明オフの画像中の運転者30Aの顔領域の明るさを検出する処理を行う。顔領域の明るさとして、例えば、顔の肌領域又は顔器官の輝度を検出すればよい。

10

次のステップS4では、テーブル情報記憶部15bに記憶されている1つ以上の距離推定用テーブルの中から、ステップS3で検出された照明オフの画像中の運転者30Aの顔の明るさに対応する距離推定用テーブルを選択する処理を行う。

【0057】

ステップS5では、照明オンの画像中の運転者30Aの顔の明るさを検出する処理を行う。顔領域の明るさとして、例えば、顔の肌領域又は顔器官の輝度を検出すればよい。

次のステップS6では、照明オンの画像中の運転者30Aの顔の明るさと照明オフの画像中の運転者30Aの顔の明るさとの比(顔の明るさ比)を算出する処理を行う。

20

【0058】

ステップS7では、ステップS6で算出された顔の明るさ比を、ステップS4で選択された距離推定用テーブルに当てはめて、運転席31に着座している運転者30の頭部から単眼カメラ11までの距離Aを抽出する処理(距離推定処理)を行う。

次のステップS8では、ステップS7で推定した距離Aから距離C(ハンドル32から単眼カメラ11までの距離)を引いて距離B(ハンドル32から運転者30までの距離)を求める処理を行う。

【0059】

ステップS9では、RAM13又は記憶部15に記憶された、適切なハンドル操作が可能な範囲を読み出し、比較演算を行うことにより、距離Bが、適切なハンドル操作が可能な範囲内(距離 E_1 < 距離B < 距離 E_2)であるか否かを判定する。距離 E_1 から距離 E_2 の距離範囲は、運転者30が運転席31に着座した状態で、ハンドル32の操作が可能と推定される距離範囲、例えば、距離 E_1 は40cm、距離 E_2 は80cm程度の値に設定することができる。

30

【0060】

ステップS9において、距離Bが適切なハンドル操作が可能な範囲内であると判断すれば、その後処理を終える一方、距離Bが適切なハンドル操作が可能な範囲内ではないと判断すればステップS10に進む。

【0061】

ステップS10では、HMI40や自動運転制御装置50に運転操作不可信号を出力し、その後処理を終える。HMI40では、運転操作不可信号を入力した場合、例えば、表示部41に運転姿勢や座席位置を警告する表示や、音声出力部42より運転姿勢や座席位置を警告するアナウンスを実行する。また、自動運転制御装置50では、運転操作不可信号を入力した場合、例えば、減速制御などを実行する。

40

【0062】

上記実施の形態(1)に係る運転者状態推定装置10によれば、照明オンの画像と照明オフの画像とから運転者30Aの顔が検出され、該検出された照明オンの画像中の運転者30Aの顔と照明オフの画像中の運転者30Aの顔との明るさ比が算出され、算出された顔の明るさ比と、テーブル選択部26で選択された距離推定用テーブルとが照合されて、運転席31に着座している運転者30の頭部から単眼カメラ11までの距離Aが推定され

50

る。したがって、画像中の顔領域の中心位置を求めることなく、照明オンの画像中の運転者の顔と照明オフの画像中の運転者の顔との明るさ比から距離 A を推定することができる。

また、運転者状態推定装置 10 によれば、単眼カメラ 11 に加えて別のセンサを設けることなく、上記した運転者までの距離 A を推定することができ、装置構成の簡素化を図ることができ、また、前記別のセンサを設ける必要がないため、それに伴う追加の処理も不要となり、CPU 12 にかかる負荷を低減させることができ、装置の小型化や低コスト化を図ることができる。

【0063】

また、運転者の顔の明るさ（反射特性）に対応した距離推定用テーブルを選択して用いることにより、運転者 30 の頭部から単眼カメラ 11 までの距離の推定精度を高めることができる。また、予め記憶されている距離推定用テーブルを用いることにより、距離 A の推定処理に負荷をかけることなく高速に処理を実行できる。

また、距離推定部 25 で推定された距離 A を用いて算出した距離 B に基づいて、運転席 31 に着座している運転者 30 が運転操作可能な状態であるか否かを判定することができ、運転者の監視を適切に行うことができる。

【0064】

次に実施の形態（2）に係る運転者状態推定装置 10 A について説明する。但し実施の形態（2）に係る運転者状態推定装置 10 A の構成については、CPU 12 A、ROM 13 A、及び記憶部 15 A を除いて図 1 に示した運転者状態推定装置 10 と略同様であるため、異なる構成の CPU 12 A、ROM 13 A、及び記憶部 15 A のテーブル情報記憶部 15 c には異なる符号を付し、その他の構成部品の説明をここでは省略する。

【0065】

実施の形態（1）に係る運転者状態推定装置 10 では、テーブル情報記憶部 15 b に、運転者の顔の明るさのレベルに応じた 1 つ以上の距離推定用テーブルが記憶されており、テーブル選択部 26 が、照明オフの画像中の運転者 30 A の顔の明るさに対応する距離推定用テーブルを選択するように構成されている。

実施の形態（2）に係る運転者状態推定装置 10 A では、テーブル情報記憶部 15 c に、運転者の属性に対応した 1 つ以上の距離推定用テーブルが記憶されており、テーブル選択部 26 A が、運転者の属性と照明オフの画像中の運転者 30 A の顔の明るさに対応する距離推定用テーブルを選択するように構成されている。

【0066】

次に、実施の形態（2）に係る運転者状態推定装置 10 A の具体的構成について図 6 に示したブロック図に基づいて説明する。但し、図 2 に示した運転者状態推定装置 10 と略同様の構成部分については、同一符号を付し、その説明を省略する。

【0067】

運転者状態推定装置 10 A は、ROM 13 A に記憶された各種のプログラムが RAM 14 に読み出され、CPU 12 A で実行されることによって、記憶指示部 21、読み出し指示部 22、顔検出部 23、顔の明るさ比算出部 24、距離推定部 25、テーブル選択部 26 A、運転操作可否判定部 27、及び属性判定部 28 としての処理を行う装置として成立する。顔検出部 23、顔の明るさ比算出部 24、距離推定部 25、運転操作可否判定部 27、及び属性判定部 28 は、それぞれが専用のチップで構成されていてもよい。

【0068】

属性判定部 28 は、顔検出部 23 で検出された運転者 30 A の顔の画像から運転者の属性を判定する処理を行う。

テーブル情報記憶部 15 c には、運転者の属性に対応した 1 つ以上の距離推定用テーブルが記憶されている。

【0069】

属性判定部 28 で判定される運転者の属性と、テーブル情報記憶部 15 c に記憶される距離推定用テーブルの内容について図 7 を参照して説明する。

属性判定部 28 で判定される運転者の属性には、人種（例えば、モンゴロイド、コーカソイド、又はネグロイド）、性別（男性、又は女性）、顔付着物（例えば、化粧の有無）、年齢層（例えば、30 歳未満、30～50 歳未満、50～70 歳未満、70 歳以上）が含まれている。なお、運転者の属性には、人種、性別、化粧の有無、及び年齢のうちの少なくとも 1 つが含まれるようにしてもよい。

【0070】

テーブル情報記憶部 15c に記憶されている 1 つ以上距離推定用テーブルには、運転者の属性に対応する距離推定用テーブルが含まれている。

すなわち、図 7 に示すように、人種がモンゴロイドの場合、男性で 4 つのテーブル、女性で 8 つのテーブルを含んでいる。人種がコーカソイド、ネグロイドの場合も同様に、男性で 4 つのテーブル、女性で 8 つのテーブルを含んでいる。

10

【0071】

属性判定部 28 は、運転者の人種を判定する人種判定部、運転者の性別を判定する性別判定部、運転者の化粧の有無を判定する化粧有無判定部、及び運転者の年齢層を判定する年齢層判定部としての処理を行う。

また、属性判定部 28 は、顔の器官（例えば、目、鼻、口、耳、眉、顎、額の 1 つ以上）を検出する顔器官検出部と、該顔器官検出部で検出された各器官に設定した特徴点における特徴量（濃淡変化のエッジ方向や強さの情報を含む Haar-like 特徴など）を抽出する特徴量抽出部としての処理を行う。上記した顔器官検出部、特徴量抽出部、人種判定部、性別判定部、化粧有無判定部、年齢層判定部には、公知の画像処理技術を適用できる。

20

【0072】

例えば、人種判定部は、予め人種（モンゴロイド、コーカソイド、ネグロイド）別の画像データ群を用いた学習処理が完了している人種パターン認識用の識別器を備え、該識別器に対して、運転者の顔画像から抽出された各特徴点の特徴量を入力し、推定演算を行うことにより、運転者の人種を判定する。

【0073】

性別判定部は、予め各人種の性別（男性、女性）毎の画像データ群を用いた学習処理が完了している性別パターン認識用の識別器を備え、該識別器に対して、運転者の顔画像から抽出された各特徴点の特徴量を入力し、推定演算を行うことにより、運転者の性別を判定する。

30

【0074】

化粧有無判定部は、予め各人種の女性毎の化粧有無の画像データ群を用いた学習処理が完了している化粧有無パターン認識用の識別器を備え、該識別器に対して、運転者の顔画像から抽出された各特徴点の特徴量を入力し、推定演算を行うことにより、運転者（女性）の化粧の有無を判定する。

【0075】

年齢層判定部は、予め各人種の性別毎の年齢層の画像データ群を用いた学習処理が完了している年齢層パターン認識用の識別器を備え、該識別器に対して、運転者の顔画像から抽出された各特徴点の特徴量を入力し、推定演算を行うことにより、運転者の年齢層を判定する。

40

【0076】

属性判定部 28 で判定された運転者の属性情報がテーブル選択部 26A に与えられる。

テーブル選択部 26A は、テーブル情報記憶部 15c に記憶されている 1 つ以上の距離推定用テーブルの中から、属性判定部 28 で判定された運転者の属性と、照明オフの画像中の運転者 30A の顔の明るさに対応した距離推定用テーブルを選択する処理を行う。

【0077】

距離推定部 25 は、顔の明るさ比算出部 24 で算出された顔の明るさ比と、テーブル選択部 26A により選択された距離推定用テーブルとを照合して、運転席 31 に着座している運転者 30 の頭部から単眼カメラ 11 までの距離 A を推定する処理を行う。

【0078】

50

図 8 は、実施の形態 (2) に係る運転者状態推定装置 1 0 A における C P U 1 2 A の行う処理動作を示したフローチャートである。なお、図 5 に示したフローチャートの処理と同一の処理については、同一ステップ番号を付し、その説明を省略する。

【 0 0 7 9 】

まず、ステップ S 1 では、単眼カメラ 1 1 で撮像された、照明オンの画像と照明オフの画像とを画像記憶部 1 5 a から読み出し、ステップ S 2 では、読み出された照明オンの画像及び照明オフの画像から運転者 3 0 A の顔 (顔領域) を検出する処理を行い、その後ステップ S 2 1 に進む。

【 0 0 8 0 】

ステップ S 2 1 では、運転者の属性を判定するために、ステップ S 2 で検出された運転者 3 0 A の顔の画像解析処理を行う。すなわち、顔の器官を検出する処理、各器官に設定された特徴点における特徴量を抽出する処理などにより、顔の各器官の位置、骨格形状、しわ、たるみ、肌の色などを推定演算する。

【 0 0 8 1 】

ステップ S 2 2 では、ステップ S 2 1 で解析された運転者 3 0 A の顔画像から抽出された各特徴点の特徴量を、人種パターン認識用の識別器を入力し、推定演算を行うことにより、運転者の人種を判定する処理を行い、人種判定後、ステップ S 2 3 に進む。

【 0 0 8 2 】

ステップ S 2 3 では、ステップ S 2 1 で解析された運転者 3 0 A の顔画像から抽出された各特徴点の特徴量を、性別パターン認識用の識別器を入力し、推定演算を行うことにより、運転者の性別 (男性又は女性) を判定する処理を行い、性別判定後、ステップ S 2 4 に進む。

【 0 0 8 3 】

ステップ S 2 4 では、ステップ S 2 1 で解析された運転者 3 0 A の顔画像から抽出された各特徴点の特徴量を、化粧有無パターン認識用の識別器を入力し、推定演算を行うことにより、運転者の顔に化粧がされているか否か (化粧の有無) を判定する処理を行い、化粧の有無の判定後、ステップ S 2 5 に進む。

【 0 0 8 4 】

ステップ S 2 5 では、ステップ S 2 1 で解析された運転者 3 0 A の顔画像から抽出された各特徴点の特徴量を、年齢層パターン認識用の識別器を入力し、推定演算を行うことにより、運転者の年齢層を判定する処理を行い、年齢層の判定後、ステップ S 3 に進む。

【 0 0 8 5 】

ステップ S 3 では、照明オフの画像中の運転者 3 0 A の顔の明るさを検出する処理を行い、その後ステップ S 2 6 に進む。

ステップ S 2 6 では、ステップ S 2 2 ~ S 2 5 の処理で判定された運転者の属性とステップ S 3 で検出された運転者 3 0 A の顔の明るさに基づいて、テーブル情報記憶部 1 5 c から対応する距離推定用テーブルを選択する処理を行い、その後 S 5 以降の処理を行う。

【 0 0 8 6 】

上記実施の形態 (2) に係る運転者状態推定装置 1 0 A によれば、顔検出部 2 3 で検出された運転者 3 0 A の顔の画像から運転者の属性が判定され、1 つ以上の距離推定用テーブルの中から、属性判定部 2 8 で判定された運転者の属性に対応した距離推定用テーブルが選択される。したがって、照明オフの画像中の運転者 3 0 A の顔の明るさだけでなく、運転者の属性にも対応した距離推定用テーブルを選択して用いることができ、距離推定部 2 5 により推定される距離 A の精度を一層高めることができる。

また、運転者の属性には、人種、性別、化粧の有無、及び年齢のうちの少なくとも 1 つが含まれているので、運転者の多様な属性に応じた距離推定用テーブルを用意して選択可能とすることで、距離推定部 2 5 により推定される距離 A の精度を一層高めることができる。

【 0 0 8 7 】

次に実施の形態(3)に係る運転者状態推定装置10Bについて説明する。但し実施の形態(3)に係る運転者状態推定装置10Bの構成については、CPU12BとROM13Bとを除いて図1に示した運転者状態推定装置10と同様であるため、異なる構成のCPU12BとROM13Bとには異なる符号を付し、その他の構成部品の説明をここでは省略する。

【0088】

図9は、実施の形態(3)に係る運転者状態推定装置10Bの構成を示すブロック図である。但し、図2に示した運転者状態推定装置10と略同様の構成部分については、同一符号を付し、その説明を省略する。

【0089】

運転者状態推定装置10Bは、ROM13Bに記憶された各種のプログラムがRAM14に読み出され、CPU12Bで実行されることによって、記憶指示部21、読み出し指示部22、顔検出部23、顔の明るさ比算出部24、距離推定部25、テーブル選択部26B、運転操作可否判定部27、及び照度データ取得部29としての処理を行う装置として成立する。

【0090】

実施の形態(3)に係る運転者状態推定装置10Bが実施の形態(1)に係る運転者状態推定装置10と相違する主な点は、CPU12Bが、車外の照度を検出する照度センサ51から照度データを取得する照度データ取得部29を備え、テーブル選択部26Bが、照度データ取得部29で取得した照度データを考慮して、照明オフの画像中の運転者の顔の明るさに対応した距離推定用テーブルを選択する点にある。

【0091】

照度センサ51は、車両(車体や車室内)に設置された車外の照度を検出するセンサであり、例えば、フォトダイオードなどの受光素子、受光した光を電流に変換する素子などを含んで構成されている。照度データ取得部29が、通信バス60を介して照度センサ51で検出された照度データを取得するようになっている。

【0092】

車載環境では、太陽からの光の照射方向やトンネルの出入り口などの道路状況によって、運転者の顔の明るさと周囲の明るさとが極端に異なる状況が発生し得る。このような場合、照明オフの画像中の運転者の顔の明るさが影響を受ける。例えば、西日に照らされた場合は、運転者の顔が明るく写る一方、トンネルに入った場合は、運転者の顔が暗く写る。

【0093】

実施の形態(3)に係る運転者状態推定装置10Bでは、図5のステップS3において、照度データ取得部29で取得した照度データを、運転者の顔の明るさの変化パラメータとして使用して、照明オフの画像中の運転者の顔領域の明るさを検出し、その後ステップS4に進み、照明オフ画像中の運転者の顔の明るさに対応した距離推定用テーブルを選択する処理を行う。

例えば、取得した照度データの値に応じて、照明オフ画像中の運転者の顔の明るさの値を補正し、該補正した運転者の顔の明るさに対応する距離推定用テーブルを選択する。

具体的には、照度データの値が基準範囲より高い(明るい)場合は、照明オフの画像中の運転者の顔の明るさの値を小さくする補正を行い、照度データの値が、基準範囲より低い(暗い)場合は、運転者の顔の明るさの値を大きくする補正を行い、該補正した運転者の顔の明るさに対応する距離推定用テーブルを選択する。

上記実施の形態(3)に係る運転者状態推定装置10Bによれば、照明オフの画像を撮像したときの車外の照度が考慮された適切な距離推定用テーブルを選択することができ、距離推定部25により推定される距離Aの精度のバラツキを抑制できる。また、上記実施の形態(2)に係る運転者状態推定装置10Aに照度データ取得部29を装備させることにより、同様の効果を得ることができる。

【0094】

上記実施の形態(1)～(3)に係る運転者状態推定装置10、10A、10Bが自動運転システム1、1A、1Bに搭載されることにより、運転者30に自動運転の監視を適切に実行させることができ、自動運転での走行制御が困難状況になっても、手動運転への引き継ぎを迅速かつ安全に行うことができ、自動運転システム1、1A、1Bの安全性を高めることができる。

【0095】

(付記1)

撮像された画像を用いて運転者の状態を推定する運転者状態推定装置であって、
運転席に着座している運転者を撮像する撮像部と、
前記運転者の顔に光を照射する照明部と、
少なくとも1つの記憶部と、
少なくとも1つのハードウェアプロセッサとを備え、
前記少なくとも1つの記憶部が、
前記撮像部で撮像された画像を記憶する画像記憶部を備え、
前記少なくとも1つのハードウェアプロセッサが、
前記照明部から光が照射されたときに前記撮像部で撮像された第1の画像と前記照明部から光が照射されていないときに前記撮像部で撮像された第2の画像とを前記画像記憶部に記憶させる記憶指示部と、
前記画像記憶部から前記第1の画像と前記第2の画像とを読み出す読み出し指示部と、
前記画像記憶部から読み出された前記第1の画像と前記第2の画像とから運転者の顔を検出する顔検出部と、
該顔検出部により検出された前記第1の画像中の運転者の顔と前記第2の画像中の運転者の顔との明るさ比を算出する顔の明るさ比算出部と、
該顔の明るさ比算出部により算出された前記顔の明るさ比を用いて、前記運転席に着座している運転者の頭部から前記撮像部までの距離を推定する距離推定部とを備えている運転者状態推定装置。

【0096】

(付記2)

運転席に着座している運転者を撮像する撮像部と、
前記運転者の顔に光を照射する照明部と、
少なくとも1つの記憶部と、
少なくとも1つのハードウェアプロセッサとを備えた装置を用い、
前記運転席に着座している運転者の状態を推定する運転者状態推定方法であって、
前記少なくとも1つの記憶部が、
前記撮像部で撮像された画像を記憶する画像記憶部を備え、
前記少なくとも1つのハードウェアプロセッサが、
前記照明部から前記運転者の顔に光が照射されたときに前記撮像部で撮像された第1の画像と前記照明部から前記運転者の顔に光が照射されていないときに前記撮像部で撮像された第2の画像とを前記画像記憶部に記憶させる記憶指示ステップと、
前記画像記憶部から前記第1の画像と前記第2の画像とを読み出す読み出し指示ステップと、
前記画像記憶部から読み出された前記第1の画像と前記第2の画像とから運転者の顔を検出する顔検出ステップと、
該顔検出ステップにより検出された前記第1の画像中の運転者の顔と前記第2の画像中の運転者の顔との明るさ比を算出する顔の明るさ比算出ステップと、
該顔の明るさ比算出ステップにより算出された前記顔の明るさ比を用いて、前記運転席に着座している運転者の頭部から前記撮像部までの距離を推定する距離推定ステップとを含んでいる運転者状態推定方法。

【符号の説明】

【0097】

10

20

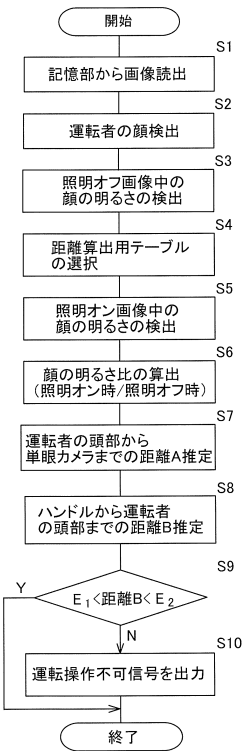
30

40

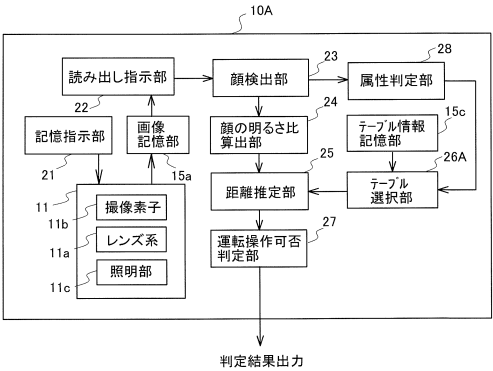
50

1、1 A、1 B	自動運転システム	
1 0、1 0 A、1 0 B	運転者状態推定装置	
1 1	単眼カメラ	
1 1 a	レンズ系	
1 1 b	撮像素子	
1 1 c	照明部	
1 1 d	画像	
1 2、1 2 A、1 2 B	C P U	
1 3、1 3 A、1 3 B	R O M	
1 4	R A M	10
1 5、1 5 A	記憶部	
1 5 a	画像記憶部	
1 5 b、1 5 c	テーブル情報記憶部	
1 6	I / F	
1 7	通信バス	
2 1	記憶指示部	
2 2	読み出し指示部	
2 3	顔検出部	
2 4	顔の明るさ比算出部	
2 5	距離推定部	20
2 6	テーブル選択部	
2 7	運転操作可否判定部	
2 8	属性判定部	
2 9	照度データ取得部	
3 0、3 0 A	運転者	
3 1	運転席	
3 2	ハンドル	
4 0	H M I	
5 0	自動運転制御装置	
5 1	照度センサ	30
6 0	通信バス	

【図5】



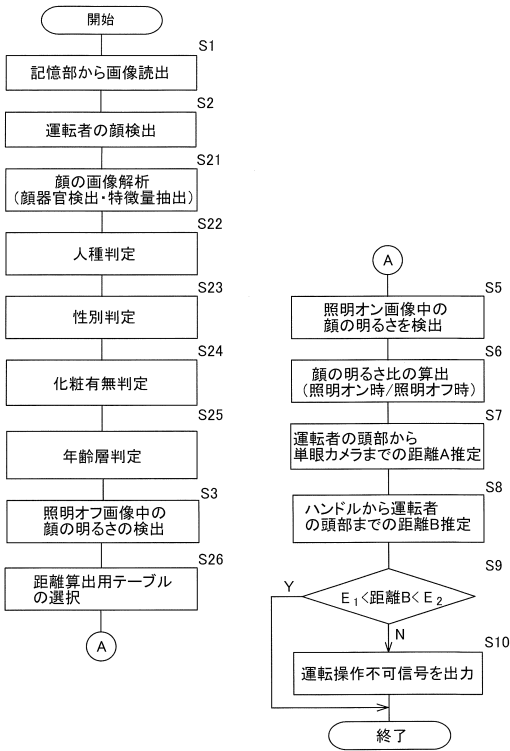
【図6】



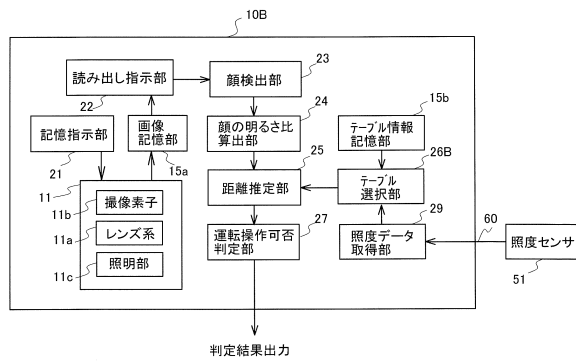
【図7】

属性	人種	性別	顔付着物	年齢層(年代)
距離推定 テーブル	モンゴロイド	男性		30歳未満
				30～50歳未満
				50～70歳未満
				70歳以上
		女性		30歳未満
				30～50歳未満
				50～70歳未満
				70歳以上
	女性	化粧有	30歳未満	
			30～50歳未満	
		化粧無	50～70歳未満	
			70歳以上	
コーカソイド			30歳未満	
			30～50歳未満	
ネグロイド			50～70歳未満	
			70歳以上	

【図8】



【図 9】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 6 0 W 40/08
G 0 8 G 1/16 C

(72)発明者 木下 航一
京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地 オムロン株式会社内

審査官 松浦 功

(56)参考文献 特開 2 0 1 6 - 0 4 5 7 1 3 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 0 3 1 1 7 1 (J P , A)
特開 2 0 1 6 - 1 1 0 3 7 4 (J P , A)
特表 2 0 0 7 - 5 1 8 9 7 0 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G 0 6 T 7 / 0 0 - 7 / 9 0
G 0 6 T 1 / 0 0
B 6 0 W 4 0 / 0 8
G 0 8 G 1 / 1 6