

(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
2015 年 12 月 30 日(30.12.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/198540 A1

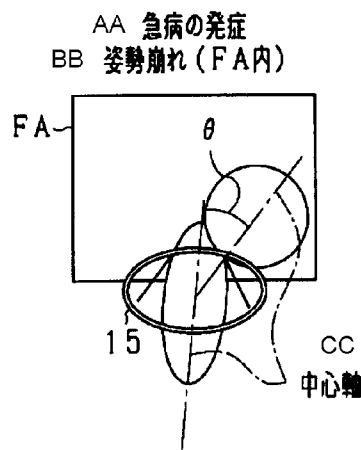
- (51) 国際特許分類:
G08G 1/16 (2006.01) *B60R 11/04* (2006.01)
B60K 28/06 (2006.01) *G06T 7/60* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/002863
- (22) 国際出願日: 2015 年 6 月 8 日(08.06.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-128386 2014 年 6 月 23 日(23.06.2014) JP
特願 2014-128388 2014 年 6 月 23 日(23.06.2014) JP
- (71) 出願人: 株式会社デンソー(DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 坂野 大翔(BANNO, Hiroto); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地株式会社デンソー内 Aichi (JP). 宗岡 豊(MUNAOKA, Yutaka); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地株式会社デンソー内 Aichi (JP). 大見 拓寛(OMI, Takuhiro); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地株式会社デンソー内 Aichi (JP). 塩谷 武司(ENYA, Takeshi); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地株式会社デンソー内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 金 順姫(KIN, Junhi); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦 2 丁目 1 3 番 1 9 号 瀧定ビル 6 階 Aichi (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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,

[続葉有]

(54) Title: DEVICE FOR DETECTING DRIVING INCAPACITY STATE OF DRIVER

(54) 発明の名称: ドライバの運転不能状態検出装置

[図7B]



AA Onset of sudden illness
BB Collapsed posture (inside FA)
CC Central axes

(57) Abstract: This device for detecting a driving incapacity state of a driver is provided with: an inclination detection unit (64) that detects, on the basis of an image of a driver's seat captured by an imaging device (21) mounted in a vehicle (10), the inclination (θ) of a head portion, which is higher than the neck of the driver, relative to a body portion, which is lower than the neck of the driver; and a collapsed posture state detection unit (72) that, when the inclination (θ) of the head portion detected by the inclination detection unit (64) is larger than a relative inclination threshold ($Th1$) during traveling of the vehicle (10), detects that the driver is incapable of driving.

(57) 要約: ドライバの運転不能状態検出装置は、車両(10)に搭載された撮像装置(21)により撮像された運転席の画像に基づいて、ドライバの首よりも下の胴体部に対するドライバの首よりも上の頭部の傾き(θ)を検出する傾き検出部(64)と、車両(10)の走行中に、傾き検出部(64)により検出された頭部の傾き(θ)が相対傾き閾値($Th1$)よりも大きい場合に、ドライバが運転不能状態であることを検出する姿勢崩れ状態検出部(72)と、を備える。



MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：ドライバの運転不能状態検出装置

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2014年6月23日に提出された日本国特許出願2014-128386号、2014年6月23日に提出された日本国特許出願2014-128388号に基づくものであり、ここにその記載内容を参照により援用する。

技術分野

[0002] 本開示は、ドライバが運転不能となった状態を検出するドライバの運転不能状態検出装置に関する。

背景技術

[0003] 従来、車両の運転中に、急病等によりドライバが運転不能状態に陥った場合、事故に至るおそれがある。そのため、このようなドライバの運転不能状態を検出し、事故を防止することが提案されている。

[0004] 特許文献1に記載の運転制御装置は、運転席の座部に対する臀部の押圧力、背凭れ部に対する背部の押圧力、床部に対する左足の押圧力を検出し、押圧力の分布に基づいて、ドライバの姿勢が、正常な姿勢、前のめり姿勢及び仰向け姿勢のいずれの状態か判定している。そして、上記運転制御装置は、ドライバの姿勢が前のめり姿勢又は仰向け姿勢の状態のときに、ドライバの体調に異常が生じたと判定している。

[0005] 特許文献2に記載の緊急退避装置では、視線・顔向き計測装置等から各種情報を取得して、ドライバの意識の低下度、覚醒度、姿勢等のドライバ状態を認識し、ドライバ状態が低下している場合に、緊急退避支援を行っている。視線・顔向き計測装置は、ドライバカメラによってドライバを撮像し、その撮像画像からドライバの視線情報、瞬目情報、顔向き情報等を認識する装置である。

[0006] 本願発明者らは下記を見出した。急病等によりドライバの姿勢が前のめり

又は仰向けになったときだけでなく、ドライバが運転中に助手席のものを取るときなどにも、ドライバの姿勢が崩れて、急病時と同様の押圧力の分布を示すことがある。特許文献1に記載の装置では、急病以外の要因による姿勢の崩れを考慮していないので、ドライバの体調異常の判定を誤るおそれがある。

[0007] さらに、本願発明者らは下記を見出した。運転中にドライバの急病等が発症した場合、ドライバの顔向きが崩れることが予想される。しかしながら、ドライバが運転中に脇見等をした場合にも、ドライバの顔向きは崩れる。特許文献2に記載の装置では、意識低下や急病等以外の要因による顔向きの崩れを考慮していないので、ドライバの運転不能状態の検出を誤るおそれがある。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：日本国公開特許公報2012-254745号

特許文献2：(170303) 日本国公開特許2014-19301号

発明の概要

[0009] 本開示は、上記実情に鑑み、ドライバが運転不能状態となったことを高精度に検出できるドライバの運転不能状態検出装置を提供することを主たる目的とする。

[0010] 本開示の一態様によれば、ドライバの運転不能状態検出装置は、車両に搭載された撮像装置により撮像された運転席の画像に基づいて、ドライバの首よりも下の胴体部に対する前記ドライバの首よりも上の頭部の傾きを検出する傾き検出部と、前記車両の走行中に、前記傾き検出部により検出された前記頭部の傾きが相対傾き閾値よりも大きい場合に、前記ドライバが運転不能状態であることを検出する姿勢崩れ状態検出部と、を備える。

[0011] ドライバの運転不能状態検出装置によれば、運転席を撮像した画像に基づき、ドライバの胴体部に対する頭部の傾きが検出される。通常、ドライバの胴体部は運転席のシートやシートベルトにより拘束されているため、ドライ

バの意識がなくなっても胴体部は比較的動きにくい。一方、ドライバの頭部は拘束されていないことが多いため、ドライバの意思で頭部の位置を維持する必要がある。そのため、急病を発症してドライバの意識がなくなると、ドライバは頭部の位置を維持できなくなり、頭部は胴体部に対していずれかの方向に大きく傾くことが多い。

[0012] これに対して、ドライバが運転席から離れた位置のものを取るときは、一般的にドライバは意識して胴体部を傾けるため、胴体部に対する頭部の傾きは小さくなることが多い。また、走行中にドライバが脇見をするときは、一般的にドライバは首を回転させて見るため、胴体部に対する頭部の傾きは小さくなるが多い。

[0013] よって、胴体部に対する頭部の傾きが相対傾き閾値よりも大きい場合には、ものを取るときなどの姿勢崩れではなく急病による姿勢崩れである可能性が高い。したがって、胴体部に対する頭部の傾きが相対傾き閾値よりも大きい場合に、ドライバが運転不能状態であることを検出することにより、ドライバの運転不能状態を高精度に検出できる。

図面の簡単な説明

[0014] 本開示についての上記および他の目的、特徴や利点は、添付図面を参照した下記詳細な説明から、より明確になる。添付図面において

[図1]図1は、運転不能状態検出装置の構成を示すブロック図であり、

[図2]図2は、運転不能状態検出装置を搭載した車室内を示す図であり、

[図3]図3は、運転不能状態検出装置を搭載した車両の運転席を示す図であり、

[図4]図4は、制御装置の機能を示すブロック図であり、

[図5A]図5Aは、通常運転時の姿勢を示す図であり、

[図5B]図5Bは、急病を発症し、姿勢崩れ（F A内）がおきたときの姿勢を示す図であり、

[図5C]図5Cは、急病を発症し、姿勢崩れ（F A外）がおきたときの姿勢を示す図であり、

[図6]図6は、ものを取るときの姿勢を示す図であり、
[図7A]図7Aは、通常運転時の姿勢を示す図であり、
[図7B]図7Bは、急病を発症したときの姿勢を示す図であり、
[図8]図8は、脇見をするときの姿勢を示す図であり、
[図9]図9は、ものを取るときの姿勢を示す図であり、
[図10A]図10Aは、通常運転時の顔向きを示す図であり、
[図10B]図10Bは、急病を発症したときの顔向きを示す図であり、
[図11]図11は、脇見をするときの顔向きの変化を示す図であり、
[図12]図12は、外力の発生に伴う頭部の揺れを示す図であり、
[図13]図13は、運転不能状態と判定する頭部の揺れの振幅範囲を示す図であり、
[図14A]図14Aは、通常運転時の表情を示す図であり、
[図14B]図14Bは、急病を発症したときの表情を示す図であり、
[図15A]図15Aは、通常の状態を示す図であり、
[図15B]図15Bは、白目を向いた状態を示す図であり、
[図15C]図15Cは、完全に白目を向いた状態を示す図であり、
[図16A]図16Aは、運転不能状態を検出する処理手順を示すフローチャートであり、
[図16B]図16Bは、図16Aの続きであり、運転不能状態を検出する処理手順を示すフローチャートであり、
[図17]図17は、姿勢崩れを検出する処理手順を示すサブルーチンであり、
[図18]図18は、ドライバに姿勢崩れレベルを報知する様態を示す図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、ドライバの運転不能状態検出装置を具現化した実施形態について、図面を参照しつつ説明する。なお、本実施形態では、ドライバの運転不能状態は、ドライバが急病を発症して意識がなくなり運転操作できない状態と、ドライバが心臓発作等の急病を発症して、意識はあるが体を動かさないため

に運転操作できない状態とを含む。

[0016] まず、本実施形態に係る検出装置 100（ドライバの運転不能状態検出装置）の構成について、図 1～3 を参照して説明する。検出装置 100 は、制御装置 50、ドライバ状態認識装置 20、車両情報認識装置 30、走行環境認識装置 40、HMI（Human Machine Interface）80、及び記憶装置 52 を備えて、ドライバの運転不能状態を検出する。そして、検出装置 100 は、ドライバが運転不能状態であることをドライバに確認して応答がなかった場合に、車両を安全に停止させる指令を車両制御装置 90 へ送信する。

[0017] ドライバ状態認識装置 20 は、複数のドライバカメラ 21、シートベルトセンサ 22、座面センサ 23 を備える。ドライバカメラ 21 は撮像装置に、シートベルトセンサ 22 は量検出部に、座面センサ 23 は座圧検出部に、対応する。ドライバカメラ 21 は、例えば CCD カメラであり、近赤外 LED 等の照明装置により照らされた運転席を撮像する。ドライバカメラ 21 は、図 2 及び 3 に示すように、メーターパネル 14、バックミラー 16 の下端の略中央、左右の A ピラー 17 に、それぞれドライバに向かって搭載されている。メーターパネル 14 の代わりに、ダッシュボード 13 の上（破線で示す）やステアリングコラムにドライバカメラ 21 が設置されていてもよい。また、バックミラー 16 の下端の代わりに、バックミラー 16 の左端や右端（破線で示す）に設置されていてもよい。これら 4 つのドライバカメラ 21 はドライバステータスモニタを構成し、運転席のシート 11 に座ったドライバの上半身を正面側から 1 秒に数十画像分撮像する。

[0018] シートベルトセンサ 22 は、シートベルト 12 の引き出し量を検出するセンサである。具体的には、シートベルトセンサ 22 は、シートベルト 12 の送り出し及び巻き取りを行うモータの回転角度を検出するエンコーダである。座面センサ 23 は、運転席のシート 11 の座部 11a の圧力分布を検出するセンサである。

[0019] 車両情報認識装置 30 は、車速センサ 31、舵角センサ 32、アクセルセ

ンサ 33、及びブレーキセンサ 34 を備える。車速センサ 31 は、車両 10 の速度を検出するセンサである。舵角センサ 32 は、ステアリングホイール 15 の操舵角を検出するセンサである。アクセルセンサ 33 は、アクセル開度すなわちアクセルペダルの操作量を検出するセンサである。ブレーキセンサ 34 は、ブレーキペダルの操作量を検出するセンサである。

[0020] 走行環境認識装置 40 は、前方・後方カメラ 41、前方・後方センサ 42、カーナビゲーション装置 43、及び G センサ 44 を備える。前方・後方カメラ 41 は、道路の白線を含む車両 10 の前方を撮像するカメラや、車両 10 の後方及び後側方を撮像するカメラである。前方・後方センサ 42 は、超音波センサ、レーザーレーダ、ミリ波レーダ等のセンサであり、車両 10 の前方や後方の物体を検出し、車両 10 と前方や後方の物体との距離を取得する。前方・後方センサ 42 により取得された車両 10 と前方車両や後方車両との距離に基づいて、前方車両や後方車両との相対速度が算出できる。

[0021] カーナビゲーション装置 43 は、GPS 受信機により受信された GPS 信号や、G センサを含む各種センサにより取得された情報を用いて、車両 10 の現在位置を算出し、現在位置から目的地までの誘導経路を算出する。G センサ 44 は、例えばシート 11 に設置され、車両 10 の前後、左右、上下の 3 次元の加速度を検出するセンサである。また、G センサ 44 は、カーナビゲーション装置 43 が備えるセンサであってもよいし、車両 10 が車両運行管理システム (AVOS) を備えている場合には、G センサ 44 は、AVOS が備えるセンサであってもよい。すなわち、G センサ 44 は、他の用途で設置されているものがある場合には、共用すればよい。

[0022] 制御装置 50 は、CPU、ROM、RAM 及び I/O 等を備えるマイクロコンピュータであり、ドライバ状態認識装置 20、車両情報認識装置 30、走行環境認識装置 40、記憶装置 52、HMI 80 から各種情報を取得する。制御装置 50 と各種装置とは、CAN 等の有線通信や、LAN、Bluetooth (登録商標) 等の無線通信で接続されている。また、制御装置 50 は、CPU が ROM に記憶されている各種プログラムを実行

することにより、画像解析部 60、学習部 51、状態検出部 70 の機能を実現し、ドライバの運転不能状態を検出する。各部についての詳しい説明は後で述べる。

[0023] HMI 80（姿勢報知部、確認部）は、ディスプレイ 81、スピーカ 82、キャンセルスイッチ 83 を備える。ディスプレイ 81 は、カーナビゲーション装置 43 のディスプレイや、メーターパネル 14 内に設けられている車載ディスプレイである。ディスプレイ 81 は、液晶パネルや有機 EL パネルを備えたタッチディスプレイでもよい。ディスプレイ 81 は、画像から検出されたドライバの姿勢に基づいて、ドライバの姿勢の崩れ度合を報知する。詳しくは、ディスプレイ 81 は、ドライバの姿勢のステータスを 5 段階で表示する。最も崩れ度合の高い姿勢崩れレベル 5 は、ドライバが急病を発症して運転姿勢を維持できなくなった状態、すなわち運転不能状態と判定されるレベルである。ドライバは、ディスプレイ 81 に表示された姿勢のステータスを見て自分の運転姿勢を確認できるので、姿勢崩れレベルが 5 に近づいた場合には、運転不能状態と判定される前に運転姿勢を修正できる。

[0024] スピーカ 82 は、カーナビゲーション装置 43 やオーディオ装置等と共用される車載スピーカである。スピーカ 82 は、ドライバの運転不能状態が検出された場合に、ドライバに運転不能状態か音声で確認する。なお、ディスプレイ 81 が、運転不能状態を確認する画面を表示してもよい。また、スピーカ 82 が、ドライバの姿勢崩れレベルを音声で報知してもよい。

[0025] キャンセルスイッチ 83 は、運転不能状態の検出を中止するスイッチである。キャンセルスイッチ 83 が 1 回操作されると、1 トリップの間、運転不能状態の検出が中止される。また、トリップ中にキャンセルスイッチ 83 が操作された場合には、キャンセルスイッチ 83 が操作されている間、又は操作されてから一定時間（数秒程度）、運転不能状態の検出が中止される。よって、ドライバがものを取る動作を行う際に、予めキャンセルスイッチ 83 を操作すれば、ドライバの姿勢が崩れても運転不能状態であると誤検出されるおそれがない。

- [0026] 次に、制御装置 50 が実現する各種機能について、図 4 を参照して説明する。画像解析部 60 は、頭部検出部 61、軌跡取得部 62、痙攣検出部 63、傾き検出部 64、顔向き検出部 65、白目検出部 66 を含む。
- [0027] 頭部検出部 61 は、ドライバカメラ 21 により撮像された運転席の画像に基づいて、ドライバの首よりも上の頭部を逐次検出する。詳しくは、頭部検出部 61 は、ドライバカメラ 21 により運転席の画像が撮像される都度、運転席の画像からドライバの頭部の輪郭を表すエッジを抽出し、抽出したエッジで囲まれた領域を頭部として検出する。
- [0028] 軌跡取得部 62 は、頭部検出部 61 により逐次検出されたドライバの頭部の位置から、ドライバの頭部の軌跡を取得する。軌跡取得部 62 は、例えば、各画像において検出されたドライバの頭部の中心を頭部の位置とし、各画像における頭部の位置を繋げて頭部の軌跡を取得する。
- [0029] 痙攣検出部 63 は、ドライバの痙攣、すなわちドライバの頭部及び首よりも下の胴体部の筋肉の不随意的収縮を検出する。詳しくは、痙攣検出部 63 は、各画像においてドライバの頭部及び胴体部の輪郭を表すエッジを抽出し、連続した画像において抽出したエッジが規則的（周期的）に振動している場合に、ドライバが痙攣していることを検出する。
- [0030] 傾き検出部 64 は、運転席の画像に基づいて、ドライバの胴体部に対する頭部の傾き θ を検出する。詳しくは、傾き検出部 64 は、頭部及び胴体部の輪郭を表すエッジに囲まれた領域を、それぞれ頭部及び胴体部として検出するとともに、頭部及び胴体部の中心軸線を検出する。そして、傾き検出部 64 は、胴体部の中心軸線に対する頭部の中心軸線の傾きを頭部の傾き θ とする。胴体部の中心軸線は、予め用意されている胴体部の向きのパターンと、検出した胴体部の向きとのマッチングを行って胴体部の向きを決め、向きを決めた胴体部から検出する。また、頭部の中心軸線は、頭部に含まれる顔の目、鼻、口等の特徴点を抽出し、顔の特徴点の 3 次元的な配置から検出する。頭部が前方に傾いた場合は、顔の特徴点と車両前方との距離が近づき、頭部が仰け反った場合は、顔の特徴点と車両前方との距離が遠ざかる。頭部の

中心軸線を検出する際に、車両の前後方向における顔の特徴点の距離を用いてもよい。

[0031] あるいは、傾き検出部 64 は、運転席の画像から運転席のシートベルト 12 を検出し、シートベルト 12 と頭部との位置関係から、胴体部に対する頭部の傾き θ を検出する。ドライバの胴体部はシートベルト 12 により拘束されているため、シートベルト 12 の位置から胴体部の位置を推定できる。

[0032] 顔向き検出部 65 は、運転席の画像に基づいて、車両 10 の前方に対するドライバの顔の向きを検出する。顔向き検出部 65 は、車両 10 の前面に対向する垂直平面に対する顔面の傾きを、顔向きとして検出する。

[0033] 白目検出部 66 は、表情検出部 67 及び白目度合算出部 68 を含み、ドライバが白目をむいた状態を検出する。ここで、白目をむいた状態とは、図 15 C に示すように完全に白目をむいた状態に限らず、図 15 B に示すように黒目領域が所定量よりも小さくなった状態も含む。すなわち、白目をむいた状態は、黒目が偏ることにより視野が所定範囲よりも狭くなっている状態をいう。

[0034] 表情検出部 67 は、運転席の画像に基づいて、ドライバの目の輪郭及び黒目領域を検出する。ここで、ドライバの目の輪郭は、瞼と目との境界線である。また、黒目領域は、目の輪郭の内側の領域において、白目よりも明度の低い領域であり、黒色に限らず、青色、茶色、灰色等の色がついた領域である。また、表情検出部 67 は、抽出された口の輪郭を表すエッジから、ドライバの口の開きを検出する。

[0035] 白目度合算出部 68 は、表情検出部 67 により検出された目の輪郭及び黒目領域に基づいて、ドライバの目の白目度合を算出する。

[0036] 具体的には、白目度合算出部 68 は、目の輪郭で囲まれた領域の縦方向の長さ $L_w + L_b$ と、黒目領域の縦方向の長さ L_b との比から、白目度合を算出する（図 15 A から図 15 C 参照）。長さ $L_w + L_b$ に対する長さ L_b が小さいほど、白目度合は大きくなる。あるいは、白目度合算出部 68 は、目の輪郭の上部から黒目領域の最下部までの距離 L_b に基づいて、白目度合を

算出する。距離 L_b が小さいほど、白目度合は大きくなる。あるいは、白目度合算出部68は、目の輪郭で囲まれた目全体の領域の面積から黒目領域の面積を除いた白目領域の面積と、黒目領域の面積との比に基づいて、白目度合を算出する。白目領域の面積に対する黒目領域の面積が小さいほど、白目度合は大きくなる。

[0037] あるいは、白目度合算出部68は、黒目領域の偏平率に基づいて、白目度合を算出する。白目をむいた状態では、黒目領域が上側を向くため、黒目領域の偏平率が見かけ上大きくなり、黒目領域の偏平率が大きいほど、白目度合は大きくなる。あるいは、白目度合算出部68は、目の輪郭で囲まれた領域の縦方向の中心となる中心線から黒目領域の最下部までの距離 L_c に基づいて、白目度合を算出する。

[0038] 学習部51は、ドライバが運転不能状態でない場合において、傾き検出部64により検出された頭部の傾き θ を学習する。また、学習部51は、ドライバが運転不能状態でない場合において、顔向き検出部65により検出された顔の向きを学習する。さらに、学習部51は、ドライバが運転不能状態でない場合において、頭部検出部61により検出された頭部の揺れの振幅を学習する。すなわち、学習部51は、ドライバの運転姿勢の癖を学習する。車両10を運転するドライバが複数いる場合には、ドライバごとに運転姿勢の癖を学習する。

[0039] 状態検出部70は、フレームアウト状態検出部71、姿勢崩れ状態検出部72、向き崩れ状態検出部73、揺れ状態検出部74、及び白目状態検出部75を含む。

[0040] フレームアウト状態検出部71は、車両10の走行中に、フレームアウトを判定して、フレームアウトしている場合に、ドライバが運転不能状態であることを検出する。詳しくは、フレームアウト状態検出部71は、頭部検出部61により検出されたドライバの頭部が、画像の範囲FAから外れている場合に、ドライバが運転不能状態であることを検出する。ここで、範囲FAは、ドライバカメラ21により撮像された画像における所定の範囲である。

通常の運転時には、ドライバの頭部が範囲F Aから外れることはない。範囲F Aを、撮像された画像の全体としてもよい。

[0041] ドライバが車両10を正常に運転している場合は、図6に示すように、ドライバがものを取る動作をしても、ドライバの頭部は画像の範囲F Aに収まることが多い。これに対して、急病を発症してドライバの意識がなくなると、図5Aから図5Cに示すように、ドライバの頭部が範囲F Aから外れることがある。よって、フレームアウト状態検出部71は、ドライバの頭部が画像の範囲F Aから外れている場合に、ドライバが運転不能状態であることを検出する。

[0042] このとき、フレームアウト状態検出部71は、頭部が範囲F Aから外れるまでに、軌跡取得部62により取得された軌跡を考慮すると、ドライバの運転不能状態を検出する精度を向上させることができる。画像の不明瞭等により範囲F A内でドライバの頭部を検出できなかった場合と、ドライバの頭部が移動して範囲F A内で検出できなかった場合とを、頭部の軌跡を用いることにより判別できるため、ドライバの運転不能状態の検出精度が向上する。

[0043] なお、ドライバが一時的に頭部を移動させた場合や、画像の不明瞭等により頭部の不検出となった場合には、軌跡の最終位置付近で、再度頭部を検出することが多い。よって、頭部検出部61により頭部が検出されなくなった場合に、頭部検出部61は、軌跡取得部62により取得された軌跡の最終位置付近を探索する。このようにすると、ドライバの頭部が不検出になった場合でも、頭部の軌跡を用いて、再度の頭部検出を効率的に行うことができる。

[0044] 姿勢崩れ状態検出部72は、車両10の走行中に、ドライバの姿勢崩れの判定をして、姿勢崩れしている場合に、ドライバが運転不能状態であることを検出する。詳しくは、姿勢崩れ状態検出部72は、傾き検出部64により検出された頭部の傾き θ が、閾値 T_{h1} （相対傾き閾値）よりも大きい場合に、ドライバが運転不能状態であることを検出する。

[0045] 通常、ドライバの胴体部は運転席のシート11やシートベルト12により

拘束されているため、ドライバの意識がなくなっても胴体部は比較的動きにくい。一方、ドライバの頭部は拘束されていないことが多いため、ドライバの意思で頭部の位置を維持する必要がある。そのため、急病を発症してドライバの意識がなくなると、ドライバは頭部の位置を維持できなくなり、図7Aと図7Bに示すように、頭部は胴体部に対していずれかの方向に大きく傾くことが多い。

[0046] これに対して、走行中にドライバが脇見をするときは、一般的にドライバは首を回転させて見るため、図8に示すように、胴体部に対する頭部の傾きは小さくなることが多い。また、ドライバが運転席から離れた位置のものを取るときは、一般的にドライバは意識して胴体部を傾けるため、図9に示すように、胴体部に対する頭部の傾き θ は小さくなることが多い。よって、姿勢崩れ状態検出部72は、頭部の傾き θ が閾値 T_h1 よりも大きい場合に、ドライバが運転不能状態であることを検出する。このとき、姿勢崩れ状態検出部72は、更にドライバの顔が車両10の前方を向いていないことを条件として、ドライバが運転不能状態であることを検出すると、運転不能状態の誤検出を抑制できる。

[0047] 向き崩れ状態検出部73は、車両10の走行中に、ドライバの顔向きの崩れの判定をして、顔向きが崩れている場合に、ドライバが運転不能状態であることを検出する。詳しくは、向き崩れ状態検出部73は、顔向き検出部65により検出された車両10の前方に対する顔の向きが、時間 $T2$ （向き崩れ判定時間）を超えて閾値 T_h2 （顔向き閾値）よりも大きい場合に、ドライバが運転不能状態であることを検出する。

[0048] 一般的に、急病を発症すると、ドライバは顔の向きを維持できなくなり、図10Aと図10Bに示すように、車両10の前方に対する顔の向きが崩れたままの状態になる。これに対して、走行中にドライバが脇見をするときは、一般的にドライバは顔の向きを変えてもすぐに戻すことが多い。よって、向き崩れ状態検出部73は、上記場合にドライバが運転不能状態であることを検出する。

- [0049] または、向き崩れ状態検出部 73 は、顔向き検出部 65 により検出された車両 10 の前方に対する顔の向きが、閾値 T_h2 よりも大きく、且つドライバがステアリングホイール 15 を放している場合に、ドライバが運転不能状態であることを検出する。ドライバがステアリングホイール 15 を放しているか否かは、画像から検出してもよいし、ステアリングホイール 15 に設置した圧力センサ等により検出してもよい。
- [0050] 一般的に、急病を発症すると、ドライバは顔の向きを維持できなくなり、図 10A と図 10B に示すように、車両 10 の前方に対する顔の向きが崩れるとともに、ドライバはステアリングホイール 15 を放すことが多い。これに対して、走行中にドライバが脇見をするときは、図 11 に示すように、一般的にドライバはステアリングホイール 15 を把持したまま顔の向きを変えることが多い。また、ドライバが脇見をするときは、頭部を傾けずに、首を回して顔向きだけ変えることもある。よって、向き崩れ状態検出部 73 は、上記場合にドライバが運転不能状態であることを検出する。
- [0051] または、向き崩れ状態検出部 73 は、顔向き検出部 65 により検出された顔の向きが閾値 T_h2 よりも大きく、且つアクセル開度が所定開度よりも大きい場合に、ドライバが運転不能状態であることを検出する。
- [0052] 一般的に、走行中にドライバが脇見をするときは、安全上アクセルを大きく踏み込まないことが多い。したがって、車両 10 の前方に対する顔の向きが閾値 T_h2 よりも大きく、且つアクセル開度が所定開度よりも大きい場合には、脇見などによる顔向きの崩れではなく、急病による顔向きの崩れである可能性が高い。よって、向き崩れ状態検出部 73 は、上記場合にドライバが運転不能状態であることを検出する。
- [0053] または、向き崩れ状態検出部 73 は、顔向き検出部 65 により検出された顔の向きが閾値 T_h2 よりも大きく、且つ時間 T_3 （操作判定時間）よりも長い時間アクセル操作及びブレーキ操作が行われていない場合に、ドライバが運転不能状態であることを検出する。
- [0054] 一般的に、急病を発症すると、車両 10 の前方に対する顔の向きが崩れる

とともに、時間 T_3 よりも長い時間アクセル操作及びブレーキ操作が行われない。これに対して、走行中にドライバが脇見をするときは、一般的にドライバは、顔の向きを変えると同時に時間 T_3 内にアクセル操作又はブレーキ操作を行うことが多い。よって、向き崩れ状態検出部73は、上記場合にドライバが運転不能状態であることを検出する。

[0055] 揺れ状態検出部74は、車両10の走行中において、外力に伴うドライバの頭部の揺れ状態を判定して、頭部が通常と異なる揺れをしている場合に、ドライバが運転不能状態であることを検出する。詳しくは、揺れ状態検出部74は、車両10に外力が加わってから時間 T_5 （揺れ判定時間）経過するまでの間、頭部検出部61により検出された頭部の揺れの振幅が、振幅 A_{m1} （第1振幅）よりも小さい場合に、又は振幅 A_{m2} （第2振幅）よりも大きい場合に、ドライバが運転不能状態であることを検出する。振幅 A_{m2} は振幅 A_{m1} よりも大きい値である。

[0056] 図12に示すように、車両10に外力が加わると、所定の時間差の後、ドライバに振動が伝わる。通常、ドライバの意識がある場合、車両10に外力（詳しくは上下方向の外力）が加わった際に、図13に示すように、ドライバの頭部は振幅 A_{m1} から振幅 A_{m2} の範囲内の振幅で揺れる。これに対して、ドライバが急病を発症して体が硬直していると、正常時よりも頭部の揺れの振幅が小さくなる。また、ドライバが急病を発症して体が弛緩していると、正常時よりも頭部の揺れの振幅が大きくなる。よって、揺れ状態検出部74は、上述した場合にドライバの運転不能状態を検出する。

[0057] なお、時間 T_5 は、車両10に外力が加わってから、ドライバの動きが外力と無関係な動きとなるまでの時間である。また、振幅 A_{m1} 及び振幅 A_{m2} は時間の関数であり、図13はその1例を示している。揺れ状態の判定では、簡易的に、外力が加わってから時間 T_5 経過するまでの間における振幅 A_{m1} の最小値、及び振幅 A_{m2} の最大値を閾値としてもよい。

[0058] 白目状態検出部75は、車両10の走行中に、白目の判定をして、白目検出部66により白目をむいた状態が検出された場合に、ドライバが運転不能

状態であることを検出する。詳しくは、白目状態検出部 75 は、白目度合算出部 68 により算出された白目度合が、閾値 T_h3 （白目閾値）よりも大きい場合に、ドライバが運転不能状態であることを検出する。

[0059] 通常、ドライバが運転可能な状態の場合は、ドライバが白目をむくことはない。これに対して、ドライバが急病を発症すると、図 14A と図 14B に示すように、ドライバが白目をむくことがある。よって、白目状態検出部 75 は、白目をむいた状態が検出された場合に、ドライバが運転不能状態であることを検出する。

[0060] 記憶装置 52（記憶部）には、各状態検出部により用いられる各閾値及び各判定値が記憶されている。さらに、記憶装置 52 には、学習部 51 により学習された頭部の傾き θ 、顔の向き及び頭部の揺れの振幅が記憶される。また、記憶装置 52 には、ドライバの病歴及び年齢を含む個人情報が登録されている。ドライバが複数いる場合には、各ドライバの個人情報が登録されている。また、記憶装置 52 には、運転不能状態と判定しないドライバの姿勢、及び運転不能状態と判定するドライバの姿勢が登録されている。運転不能状態と判定しないドライバの姿勢は、例えば通常の運転姿勢や運転中によくする姿勢である。運転不能状態と判定するドライバの姿勢は、例えば持病があるドライバが発作時にする姿勢である。ドライバは、予め運転席で登録したい姿勢をドライバカメラ 21 で撮像して、記憶装置 52 に登録する。

[0061] 次に、ドライバの運転不能状態を検出する処理手順について、図 16A と図 16B のフローチャートを参照して説明する。本処理手順は、制御装置 50 が実行する。

[0062] まず、車両 10 の車速が V 以下か否か判定する（S10）。 V は 0 km/h （停車）であってもよいし、停車とみなせる程度に十分に低い速度（例えば 1 km/h ）である。車速が V 以下（S10：YES）の場合は、車速が V よりも高いと判定されるまで、S10 の判定を繰り返し実行する。車速が V よりも高い場合（S10：NO）は、走行中であると判定して、ドライバの運転不能状態の検出処理を開始し、最初にフレームアウトの判定を行う。

[0063] ここで、S 1 0の判定では、ドライバが運転操作を行っているか否かも判定して、運転操作を行っている場合には、S 1 0の判定を繰り返し実行するようにし、走行中で且つ運転操作を行っていない場合に、ドライバの運転不能状態の検出処理を開始するようにしてもよい。例えば、車両10の车速がV 2（例えば50 km/h）以上、又は舵角センサ32により検出された操舵角が所定の角度以上、又は操舵角速度が所定の角速度以上か否か判定する。V 2はドライバがアクセルペダルの操作を行っているときみなせる値、所定の角度、及び所定の角速度は、ドライバがステアリングホイール操作を行っているときみなせる値である。上記3つの条件のすくなくとも1つの条件を満たしている場合には、ドライバが運転操作を行っているとして、ドライバの運転不能状態の検出処理を開始しない。

[0064] フレームアウトの判定では、まず、運転席の画像からドライバの頭部及び胴体部を検出する（S 1 1）。このとき、ドライバの頭部に含まれる顔の特徴点を検出して、ドライバの認証を行う。なお、ドライバの認証は、予めスマートフォン等の携帯端末との通信で行っていてもよし、個人情報が登録された車両10のキーとの通信で行っていてもよい。

[0065] 次に、頭部位置が検出できたか否か判定する（S 1 2）。頭部位置が検出できなかった場合は（S 1 2：NO）、後述するS 1 9の処理で記録した頭部位置から頭部の軌跡情報を取得し、軌跡情報がフレームアウトを示しているか否か判定する（S 1 3）。すなわち、頭部位置の不検出が、頭部が撮像範囲外へ出たことによる不検出か、画像の不明瞭等による不検出かを判定する。

[0066] 頭部の軌跡情報がフレームアウトを示していない場合は（S 1 3：YES）、一時的な画像の不明瞭等による不検出と判定して、S 1 0の処理に戻る。一方、頭部の軌跡情報がフレームアウトを示している場合は（S 1 3：YES）、頭部が撮像範囲外へ出たと判定する。この場合、頭部が撮像範囲外に存在することを確認するために補助的に使用する、シートベルトセンサ22及び座面センサ23の情報を取得する（S 1 4）。

[0067] 次に、時間T0（フレームアウト判定時間）以上継続して、フレームアウトした状態か否か判定する（S15）。詳しくは、時間T0以上継続して、頭部位置が範囲FAから外れており、且つシートベルト12の引き出し量が、シートベルト12の装着時に検出された引き出し量よりも第1引き出し量を超えて多く、且つ座部11aの圧力分布において高压部分が座部11aの端部に偏っているか否か判定する。そして、上記3つの条件を満たしている場合に、時間T0を超えてフレームアウトした状態であると判定する。このときさらに、シートベルトセンサ22により検出された量検出時間あたりの引き出し量が、すなわちシートベルト12の引き出し速度が、第2引き出し量よりも多いことを条件としてもよい。

[0068] なお、シートベルトセンサ22及び座面センサ23の情報は使用しなくてもよい。すなわち、S14の処理は実行せず、S15の処理では、時間T0以上継続して、頭部位置が範囲FAから外れているか否か判定するだけでもよい。

[0069] ここで、時間T0は、記憶装置52に登録されている個人情報に基づいて設定する。例えば、年齢が高い人は低い人よりも時間T0を短くする。また、特定の病歴がある人は、特定の病歴がない人よりも時間T0を短くする。さらに、時間T0は、ドライバの状態や走行環境に応じて変更する。ドライバが運転不能状態になる兆候を示している状態や、ドライバが運転不能状態である可能性が高い状態や、ドライバが運転不能状態となった場合に衝突の可能性が高い走行環境では、時間T0を短縮してドライバの運転不能状態を検出されやすくする。

[0070] 具体的には、S19の処理で記録した頭部位置が所定振幅よりも大きい振幅で振動している場合、すなわち頭部がふらふら揺れている場合には、運転不能状態になる確率が高いので、時間T0を短縮する。また、頭部の移動速度が大きいほど、ものを取る時の姿勢崩れではなく急病による姿勢崩れである可能性が高い。よって、取得した頭部の軌跡情報において、頭部位置の移動速度が大きいほど時間T0を短くする。また、急病による姿勢崩れの場合

は、頭部が範囲F Aの端に近づくほど、頭部の移動速度が大きくなることが多い。よって、頭部が範囲F Aの端に近づくほど、頭部の移動速度が大きくなる場合は、ものを取る時の姿勢崩れではなく急病による姿勢崩れである可能性が高い。したがって、記録した頭部位置が範囲F Aの端に近づくほど、頭部の移動速度が大きくなる場合には、時間T Oを短くする。また、痙攣が検出された場合には、運転不能状態になる確率が高いので、時間T Oを短縮する。

[0071] また、衝突を回避するために、車速が速いほど早く適切な車両制御を開始する必要があるので、車両10の車速が高いほど時間T Oを短くする。また、衝突を回避するために、先行車両との車間距離を先行車両との相対速度で除したTTC（衝突余裕時間）が短いほど、早く適切な車両制御を開始する必要があるので、TTCが短いほど時間T Oを短くする。また、車両10においてACC（Adaptive Cruise Control）やLKA（Lane Keep Assist）等の運転支援制御が実行されている場合には、ドライバは長い時間姿勢を崩すことがあるので、時間T Oを延長する。さらに、統計的に出ている心臓発作等の急病が発症しやすい曜日や時間帯では、時間T Oを短縮してもよい。

[0072] 時間T O以上継続してフレームアウトした状態でない場合は（S15：NO）、S21の処理に進む。時間T O以上継続してフレームアウトした状態の場合は（S15：YES）、ドライバが運転不能状態であることを検出し、ドライバに運転不能状態か確認する。詳しくは、スピーカ82からの音声、ディスプレイ81上での表示、インジケータ（図示なし）の点滅等により運転不能状態の検出を通知し、所定の時間内にドライバから応答があるか否か判定する（S16）。

[0073] 所定の時間内に、ドライバのタッチディスプレイへの接触、ドライバの音声、ステアリングホイール15やブレーキ等の車両10の操作、特定のスイッチの操作等のいずれかを検出した場合には、ドライバから応答ありと判定する（S16：NO）。上記のいずれも検出しなかった場合には、ドライバから応答なしと判定する（S16：YES）。

- [0074] そして、ドライバから応答ありと判定した場合は、ドライバによる運転が可能であると認識したことを、スピーカ 82 からの音声、又はディスプレイ 81 上での表示等で通知する (S 17)。一方、ドライバから応答なしと判定した場合は、適切な制動及び操舵を行い安全に停車するように、車両制御装置 90 へ指示を出す。また、周囲の車両に状況を報知するために、車両制御装置 90 へヘッドライトの灯火及びクラクションの吹聴の指示を出す (S 18)。さらに、車両 10 の他の搭乗者へも状況を報知する。
- [0075] 次に、S 12 の処理で頭部位置が検出できたと判定した場合には (S 12 : YES)、頭部及び胴体部の位置を記録する (S 19)。各画像において記録された頭部の位置から、頭部の軌跡情報が取得できる。
- [0076] 続いて、頭部位置が予め設定した範囲 FA 外に出たか否か判定する (S 20)。頭部位置が撮像範囲内にあっても範囲 FA 外に出た場合には (S 20 : YES)、S 15 の処理に進み、フレームアウトの判定を行う。
- [0077] 続いて、頭部及び胴体部の位置関係に基づいて、ドライバの姿勢が、記憶装置 52 に予め登録されている運転不能状態と判定する姿勢であるか否か判定する (S 21)。ドライバの姿勢が運転不能状態と判定する姿勢の場合は (S 21 : YES)、ドライバが運転不能状態であることを検出し、S 16 の確認処理に進む。
- [0078] ドライバの姿勢が運転不能状態と判定する姿勢でない場合は (S 21 : NO)、ドライバの姿勢が、記憶装置 52 に予め登録されている運転不能状態と判定しない姿勢か否か判定する (S 22)。ドライバの姿勢が運転不能状態と判定しない姿勢の場合は (S 22 : YES)、S 10 の処理に戻る。ドライバの姿勢が運転不能状態と判定しない姿勢と異なる場合は (S 22 : NO)、次に姿勢崩れの判定を行う。
- [0079] まず、姿勢崩れを検出したか否か判定する (S 23)。詳しくは、図 17 のサブルーチンの処理により、姿勢崩れを検出する。まず、頭部の傾き及び頭部の傾きの方向を算出する (S 231)。続いて、胴体部の傾き及び胴体部の傾きの方向を算出する (S 232)。続いて、算出した胴体部の傾きと

頭部の傾きとのなす角度、すなわち胴体部に対する頭部の傾き θ を算出する（S233）。算出した頭部の傾き θ は、ドライバの運転不能状態が検出されなかった場合に学習する。そして、算出した頭部の傾き θ が閾値 T_{h1} （相対傾き閾値）よりも大きい場合に、姿勢崩れを検出する（S234）。そして、姿勢崩れを検出していない場合は（S23:NO）、S25の顔向き崩れの判定に進む。

[0080] 姿勢崩れを検出した場合は（S23:YES）、時間 T_1 以上継続して、頭部の傾き θ が閾値 T_{h1} よりも大きく、且つ顔が車両10の前方を向いていないか判定する（S24）。時間 T_1 は、姿勢崩れ判定時間に対応する。

[0081] このとき、簡易的に、時間 T_1 以上継続して、頭部の傾き θ が閾値 T_{h1} よりも大きいことのみ、又は顔が車両10の前方を向いていないことのみを条件としてもよい。また、このときさらに、時間 T_1 以上継続して、算出された頭部の傾きの方向及び胴体部の傾きの方向が変動しない、すなわち、頭部の位置及び胴体部の位置が範囲 U_A （不動判定範囲）内にあることを条件としてもよい。範囲 U_A は、頭部及び胴体部が動いていないとみなせる範囲である。また、算出された頭部の傾き θ が、学習された頭部の傾きよりも、判定値 D_1 （傾き判定値）を超えて大きいことを条件としてもよい。また、時間 T_3 （操作判定時間）よりも長い時間、ステアリングホイール15が操作されていないことを条件としてもよい。

[0082] ここで時間 T_1 は、時間 T_0 と同様に、記憶装置52に登録されている個人情報に基づいて設定し、車速、 TT_C 、運転支援制御の実行の有無に応じて変更する。また、閾値 T_{h1} は、痙攣が検出された場合に縮小する。さらに、時間 T_0 と同様に、統計的に出ている心臓発作等の急病が発症しやすい曜日や時間帯では、時間 T_1 を短縮してもよい。

[0083] 時間 T_1 を超えて、頭部の傾き θ が閾値 T_{h1} よりも大きく、且つ顔が車両10の前方を向いていない場合は（S24:YES）、ドライバが運転不能状態であることを検出し、S16の確認処理に進む。また、時間 T_1 以上継続して、頭部の傾き θ が閾値 T_{h1} よりも大きくない、又は顔が車両の前

方を向いている場合は（Ｓ２４：ＮＯ）、次に顔向き崩れの判定を行う。

[0084] まず、顔向きの崩れを検出したか否か判定する（Ｓ２５）。詳しくは、車両の前方に対するドライバの顔の向きを検出する。そして、検出した顔の向きが閾値Ｔ_{h2}（顔向き閾値）よりも大きい場合に、顔向きの崩れを検出する。顔向きの崩れを検出していない場合は（Ｓ２５：ＮＯ）、Ｓ２８の揺れ状態の判定に進む。なお、検出した顔の向きは、ドライバの運転不能状態が検出されなかった場合に学習する。

[0085] 顔向きの崩れを検出した場合は（Ｓ２５：ＹＥＳ）、時間Ｔ２（向き崩れ判定時間）以上継続して、顔向きが閾値Ｔ_{h2}よりも大きいと否か判定する（Ｓ２６）。

[0086] ここで時間Ｔ２は、時間Ｔ０と同様に、記憶装置５２に登録されている個人情報に基づいて設定し、車速、ＴＴＣ、運転支援制御の実行の有無に応じて変更する。さらに、時間Ｔ０と同様に、統計的に出ている心臓発作等の急病が発症しやすい曜日や時間帯では、時間Ｔ２を短縮してもよい。また、閾値Ｔ_{h2}は、痙攣が検出された場合に縮小する。

[0087] 時間Ｔ２以上継続して顔向きが閾値Ｔ_{h2}よりも大きい場合は（Ｓ２６：ＹＥＳ）、ドライバが運転不能状態であることを検出し、Ｓ１６の確認処理に進む。

[0088] 時間Ｔ２以上継続して顔向きが閾値Ｔ_{h2}よりも大きくない場合は（Ｓ２６：ＮＯ）、次に、時間Ｔ３以上継続して、ドライバがステアリングホイール１５を解放している、又はアクセル開度が所定開度よりも大きい、又はアクセル操作及びブレーキ操作がないと否か判定する（Ｓ２７）。Ｓ２７の処理における３つの条件のすくなくとも１つの条件を満たしている場合は（Ｓ２７：ＹＥＳ）、ドライバが運転不能状態であることを検出して、Ｓ１６の確認処理に進む。Ｓ２７の処理における３つの条件のいずれも満たしていない場合は（Ｓ２７：ＮＯ）、次に揺れ状態の判定を行う。

[0089] ここで、Ｓ２６の判定ではさらに、Ｓ２７の処理における３つの条件のすくなくとも１つを満たすことを条件としてもよい。また、Ｓ２６及びＳ２７

の判定ではさらに、検出された顔の向きが、学習された顔の向きよりも、判定値 D_1 （傾き判定値）を超えて大きいことを条件としてもよい。また、一般的に、ドライバの手がドライバの首よりも上にあるままの状態では運転不能状態になることはないので、ドライバの手がドライバの首よりも下にあることを条件としてもよい。

[0090] 次に、揺れ状態の判定では、外力に対して通常とは異なる頭部のふらつきを検出したか否かを判定する（S 28）。詳しくは、車両 10 に外力が加わってから時間 T_5 （揺れ判定時間）経過するまでの間、頭部の揺れの振幅が、振幅 A_{m1} （第 1 振幅）よりも小さい、又は振幅 A_{m2} （第 2 振幅）よりも大きいかが判定する。

[0091] このときさらに、車両 10 に外力が加わってから時間 T_5 経過するまでの間は、頭部が通常と異なる振幅で振動しており、時間 T_5 経過した後、頭部の位置が範囲 U_A 内にあることを条件としてもよい。すなわち、外力に応じて頭部が振動し、且つ外力の影響がなくなった後に頭部の位置が変動しないことを条件としてもよい。また、ドライバが運転不能状態であることが検出されなかった場合に、頭部の揺れの振幅を学習し、検出された頭部の揺れの振幅が、学習された頭部の揺れの振幅よりも判定値 D_2 （振幅判定値）を超えて大きいことを条件としてもよい。また、時間 T_3 以上継続して、ステアリングホイール 15 が操作されていないことを条件としてもよい。

[0092] 外力に対して通常とは異なる頭部のふらつきを検出した場合は（S 28 : YES）、ドライバが運転不能状態であることを検出して、S 16 の確認処理に進む。外力に対して通常とは異なる頭部のふらつきを検出していない場合は（S 28 : NO）、次に白目状態の判定を行う。

[0093] まず、白目をむいた状態を検出したか否かを判定する（S 29）。詳しくは、算出した白目度合が閾値 Th_3 （白目閾値）よりも大きい場合に、白目をむいた状態を検出したと判定する。ここでは、ドライバの両目の白目度合をそれぞれ算出し、両目の白目度合がそれぞれ閾値 Th_3 よりも大きいことを条件として、白目をむいた状態を検出したと判定する。ただし、片方の目だ

けが検出された場合や、簡易的に白目をむいた状態を検出する場合は、片方の目の白目度合だけで白目をむいた状態の検出を判定してもよい。

[0094] 白目をむいた状態を検出していないと判定した場合は（S 2 9 : N O）、フレームアウト判定、姿勢崩れ判定、顔向き崩れ判定、揺れ状態判定、及び白目状態判定の全ての判定で、ドライバが運転不能状態であることが検出されなかったので、S 1 0の処理に戻る。

[0095] 白目をむいた状態を検出したと判定した場合は（S 2 9 : Y E S）、時間T 4（白目判定時間）以上継続して、白目度合が閾値T h 3よりも大きいかな否か判定する（S 3 0）。このときさらに、時間T 3以上継続して、ステアリングホイール1 5が操作されていないことを条件としてもよい。

[0096] ここで時間T 4は、時間T 0と同様に、記憶装置5 2に登録されている個人情報に基づいて設定し、車速、T T Cに応じて変更する。また、閾値T h 3は、痙攣が検出された場合に縮小する。さらに、時間T 0と同様に、統計的に出ている心臓発作等の急病が発症しやすい曜日や時間帯では、時間T 4を短縮してもよい。

[0097] 時間T 4以上継続して白目度合が閾値T h 3よりも大きくない場合は（S 3 0 : N O）、S 1 0の処理に戻る。時間T 4以上継続して白目度合が閾値T h 3よりも大きい場合は（S 3 0 : Y E S）、ドライバの運転不能状態を検出して、S 1 6の確認処理に進む。以上で本処理を終了する。

[0098] なお、検出した胴体部に対する頭部の傾き θ 、検出した顔の向き、検出した頭部の位置に基づいて、図1 8に示すように、ドライバの姿勢崩れ度合をディスプレイ8 1に表示する。検出した頭部の傾き θ が大きいほど姿勢崩れレベルを高くする。また、検出した顔の向きが大きいほど姿勢崩れレベルを高くする。また、検出した頭部の位置が、運転時の標準位置から離れているほど姿勢崩れレベルを高くする。運転時の標準位置は、車両1 0の始動時の頭の位置、あるいは、ドライバが運転不能状態であることが検出されなかったときの頭部の平均位置とする。

[0099] 以上説明した本実施形態によれば、以下の効果を奏する。

- [0100] ドライバの頭部が範囲F Aから外れた場合に、ドライバが運転不能状態であることを検出することにより、ドライバの運転不能状態を簡易に検出できる。さらに、頭部が範囲F Aから外れるまでの軌跡を考慮すると、ドライバの運転不能状態を検出する精度を向上させることができる。
- [0101] ドライバが運転席から離れた位置のものを取る時は、頭部が範囲F Aから一時的に離れても範囲F Aに戻ってくることが多い。よって、時間T 0を超えて、ドライバの頭部が範囲F Aから外れていることを条件とすることにより、ドライバの運転不能状態の誤検出を抑制できる。
- [0102] 範囲F Aを画像の全体とすれば、画像中にドライバの頭部が存在しない場合に、ドライバが運転不能状態であることが検出されるため、検出処理をより簡易にできる。
- [0103] 急病によりドライバの姿勢が崩れた場合、シートベルト1 2の引き出し量が装着時の引き出し量よりも第1引き出し量を超えて多くなると考えられる。また、ドライバの頭部が不検出になった場合でも、シートベルト1 2の引き出し量が装着時の引き出し量よりも第1引き出し量を超えて多いときには、ドライバの頭部は撮像範囲から外れた位置に存在することがわかる。よって、シートベルト1 2の引き出し量が、装着時の引き出し量よりも第1引き出し量を超えて多いことを条件とすることにより、ドライバの運転不能状態を高精度に検出できる。
- [0104] 急病を発症した時には、ものを取る時よりもドライバの姿勢が急激に崩れることが多い。そのため、急病を発症した時には、ものを取る時よりもシートベルト1 2が急激に引き出されることが多い。よって、量検出時間あたりのシートベルト1 2の引き出し量が、第2引き出し量よりも多いことを条件とすることにより、ドライバの運転不能状態の誤検出を抑制できる。
- [0105] 急病によりドライバの姿勢が崩れた場合、運転席の座部1 1 aの圧力分布における高圧部分が、座部1 1 aの端部に偏ると考えられる。また、ドライバの頭部が不検出になった場合でも、運転席の座部1 1 aの圧力分布における高圧部分が座部の端部に偏っているときは、ドライバの頭部は撮像範囲か

ら外れた位置に存在することがわかる。よって、座部 11a の圧力分布における高圧部分が座部 11a の端部に偏っていることを条件とすることにより、ドライバの運転不能状態を高精度に検出できる。

[0106] 所定振幅よりも大きい頭部の振動が検出された場合に、すなわち頭部がふらふら揺れている場合に、時間 T0 を短縮することにより、ドライバの運転不能状態の判定に要する時間を短縮できる。ひいては、ドライバの運転不能状態時における車両制御の実行を早く開始できる。

[0107] 頭部の移動速度が大きいほど、時間 T0 を短くすることにより、ドライバの運転不能状態の判定に要する時間を短縮できる。

[0108] 頭部が範囲 FA の端に近づくほど、頭部の移動速度が大きくなる場合に、運転不能状態の判定に要する時間を短縮することにより、ドライバの運転不能状態の判定に要する時間を短縮できる。

[0109] 胴体部に対する頭部の傾き θ が閾値 Th1 よりも大きい場合には、ものを取るときなどの姿勢崩れではなく急病による姿勢崩れである可能性が高い。したがって、胴体部に対する頭部の傾き θ が閾値 Th1 よりも大きい場合に、ドライバが運転不能状態であることを検出することにより、ドライバの運転不能状態を高精度に検出できる。

[0110] 走行中に、ドライバが胴体部に対して頭部を大きく傾ける動作を意識的にした場合は、安全上ドライバは顔を車両 10 の前方に向けたままにすると考えられる。よって、顔が車両 10 の前方を向いていないことを条件とすることにより、ドライバの運転不能状態を誤検出することを抑制できる。

[0111] 走行中に、ドライバが胴体部に対して頭部を大きく傾ける動作を意識的にした場合は、安全上ドライバは頭部の位置をすぐに元の位置に戻すと考えられる。よって、時間 T1 を超えて、胴体部に対して頭部が大きく傾いていることを条件とすることにより、ドライバの運転不能状態を誤検出することを抑制できる。

[0112] 時間 T1 を超えて、胴体部に対して頭部が大きく傾いたまま、頭部と胴体部の位置が変動しないことを条件とすることにより、ドライバの運転不能状

態を誤検出することを抑制できる。

[0113] 検出された頭部の傾き θ が学習された頭部の傾きよりも、判定値 D_1 を超えて大きいことを条件とすることにより、ドライバが胴体部に対して頭部を傾ける姿勢の癖を持っている場合でも、ドライバの運転不能状態を誤検出することを抑制できる。

[0114] 車両10の前方に対する顔の向きが、時間 T_2 を超えて閾値 Th_2 よりも大きい場合には、脇見などによる顔向きの崩れではなく、急病による顔向きの崩れである可能性が高い。したがって、上記場合にドライバが運転不能状態であることを検出することにより、ドライバの運転不能状態を高精度に検出できる。

[0115] 車両10の前方に対する顔の向きが閾値 Th_2 よりも大きく、且つドライバがステアリングホイール15を放している場合には、脇見などによる顔向きの崩れではなく、急病による顔向きの崩れである可能性が高い。したがって、上記場合にドライバが運転不能状態であることを検出することにより、ドライバの運転不能状態を高精度に検出できる。

[0116] 車両10の前方に対する顔の向きが閾値 Th_2 よりも大きく、且つアクセル開度が所定開度よりも大きい場合には、脇見などによる顔向きの崩れではなく、急病による顔向きの崩れである可能性が高い。したがって、上記場合にドライバが運転不能状態であることを検出することにより、ドライバの運転不能状態を高精度に検出できる。

[0117] 車両10の前方に対する顔の向きが閾値 Th_2 よりも大きく、且つ時間 T_3 よりも長い時間アクセル及びブレーキの操作が行われない場合には、脇見などによる顔向きの崩れではなく、急病による顔向きの崩れである可能性が高い。したがって、上記場合にドライバが運転不能状態であることを検出することにより、ドライバの運転不能状態を高精度に検出できる。

[0118] 一般に、ドライバが運転可能状態であれば、時間 T_3 内にステアリングホイール操作が行われる。よって、時間 T_3 よりも長い時間、ステアリングホイール操作されていないことを条件とすることにより、ドライバの運転不能

状態を誤検出することを抑制できる。

[0119] 一般的に、ドライバが運転可能な状態であれば、時間 T_3 よりも長い時間、アクセルを大きく踏み込み続けることはない。よって、時間 T_3 よりも長い時間、アクセル開度が所定開度よりも大きいことを条件とすることにより、ドライバの運転不能状態を誤検出することを抑制できる。

[0120] 走行中に、ドライバが車両 10 の前方対する顔の向きを変える動作を意識的にした場合は、安全上ドライバはすぐに顔の向きを正面に戻すと考えられる。よって、時間 T_2 を超えて、車両 10 の正面に対する顔の向きが閾値 Th_2 よりも大きいことを条件とすることにより、ドライバの運転不能状態を誤検出することを抑制できる。

[0121] 一般的に、ドライバが急病を発症した場合、ドライバの手がドライバの首よりも上にあるままの状態では運転不能状態になることはない。よって、ドライバの手がドライバの首よりも下にあることを条件とすることにより、ドライバの運転不能状態を誤検出することを抑制できる。

[0122] 車両に外力が加わってから時間 T_5 経過するまでの間、頭部の揺れの振幅が振幅 A_{m1} よりも小さい又は振幅 A_{m2} よりも大きい場合に、ドライバが運転不能状態であることを検出することにより、ドライバの運転不能状態を簡易に検出できる。

[0123] 一般に、ドライバの意識がない場合は、外力に応じて頭部が振動し、外力の影響がなくなると頭部は動かなくなる。これに対して、ドライバが癖で頭部を振動させている場合は、外力の影響に関わらず頭部が振動している。よって、外力に応じて頭部が振動し、且つ外力の影響がなくなった後に頭部の位置が変動しないことを条件とすることにより、ドライバの運転不能状態を誤検出することを抑制できる。

[0124] 検出された頭部の揺れの振幅が、学習された頭部の揺れの振幅よりも判定値 D_2 を超えて大きいことを条件とすることにより、ドライバが頭を揺らす癖を持っている場合でも、ドライバの運転不能状態を誤検出することを抑制できる。

- [0125] 白目をむいた状態が検出された場合に、ドライバが運転不能状態であることを検出することにより、ドライバの運転不能状態を高精度に検出できる。
- [0126] 画像に基づき、ドライバの目の輪郭及び黒目領域が検出される。そして、検出された目の輪郭及び黒目領域に基づいて、白目度合が算出され、白目度合が閾値 T_{h3} よりも大きい場合に、ドライバが運転不能状態であることを検出される。よって、ドライバが白目をむいている状態を高精度に検出し、ひいては、ドライバの運転不能状態を高精度に検出できる。
- [0127] ドライバが運転可能な状態の場合は、視線を上に向けて一時的に白目の度合が大きくなることがあっても、白目の度合が大きくなったままの状態になることはない。よって、時間 T_4 を超えて白目度合が閾値 T_{h3} よりも大きいことを条件とすることにより、ドライバの運転不能状態を誤検出することを抑制できる。
- [0128] 両面の白目度合がそれぞれ閾値 T_{h3} よりも大きいことを条件とすることにより、片目に眼帯を装着していたり、片目が義眼であったりして、白目をむいた状態と誤検出されても、もう一方の目が白目をむいていない場合には、ドライバの運転不能状態は検出されない。よって、ドライバの運転不能状態を誤検出することを抑制できる。
- [0129] 目の縦方向の長さ $L_w + L_b$ と黒目領域の縦方向の長さ L_b との比は、目の全領域に対する白目の領域の割合と相関があるため、目の縦方向の長さ $L_w + L_b$ と黒目領域の縦方向の長さ L_b との比から、白目度合を算出できる。
- [0130] 目の輪郭の上部から黒目領域の最下部までの距離 L_b が小さいほど、白目度合は大きい。よって、目の輪郭の上部から黒目領域の最下部までの距離 L_b から、白目度合を算出できる。
- [0131] 白目領域の面積と黒目領域の面積との比から、白目度合を算出できる。
- [0132] 白目をむいた状態では、黒目領域が上側を向くため、黒目領域の扁平率が見かけ上大きくなる。よって、黒目領域の扁平率から白目度合を算出できる。

- [0133] 目の全体の縦方向の中心線から黒目領域の最下部までの距離 L_c が大きいほど、黒目領域は小さく、白目度合が大きくなる。よって、中心線から黒目領域の最下部までの距離 L_c から、白目度合を算出できる。
- [0134] 一般に、ドライバが痙攣を起こした場合には、痙攣を起こしていない場合よりも、運転不能な状態になる確率が高い。よって、痙攣が検出された場合には、閾値 T_{h1} 、 T_{h2} を縮小することにより、ドライバの運転不能状態を検出されやすくなる。
- [0135] 車速が高いほど、時間 T_0 、 T_1 、 T_2 、 T_4 を短くすることにより、車速が高いほどドライバの運転不能状態の判定に要する時間が短くなり、適切な車両制御の実行を早く開始できる。
- [0136] TT_C が短いほど時間 T_0 、 T_1 、 T_2 、 T_4 を短くすることにより、 TT_C が短いほど、ライバの運転不能状態の判定に要する時間が短くなり、適切な車両制御の実行を早く開始できる。
- [0137] ドライバの病歴や年齢を含む個人情報に基づいて時間 T_0 、 T_1 、 T_2 、 T_4 を設定することにより、運転不能状態の判定に要する時間を、ドライバ個人の特性に応じた時間にすることができる。
- [0138] 車両において運転支援制御が実行されている場合には、時間 T_0 、 T_1 、 T_2 を延長することにより、運転不能状態の誤検出を抑制できる。
- [0139] ドライバの姿勢の崩れ度合をドライバに報知することにより、ドライバは自分の姿勢を認識できる。そのため、ドライバは、運転姿勢が崩れても、運転不能状態と検出されないように姿勢を修正することができる。これにより、運転不能状態の誤検出を抑制できる。
- [0140] ドライバの運転不能状態が検出された場合に、ドライバに運転不能か確認することにより、ドライバの運転不能状態を誤検出した場合に、車両を安全に停止させるための車両制御の実行を回避できる。
- [0141] (他の実施形態)
- ドライバカメラ21は、車室内に搭載された4つのカメラのうちの一部でもよい。ドライバカメラ21は、最低限1つあればよい。

- [0142] フレームアウト状態検出部 7 1 は、軌跡取得部 6 2 により取得された軌跡に基づいて、ドライバが運転不能状態であることを検出してもよい。急病を発症してドライバが運転不能状態になると、ドライバの頭部は、運転時の位置から移動して、運転時の位置に戻ってこなくなることが多いので、頭部の軌跡に基づいてドライバの運転不能状態を検出できる。
- [0143] 向き崩れ状態検出部 7 3 は更に、ドライバの顔が、閾値 T_{h2d} （下向き閾値）よりも大きく下側に向いている、又は閾値 T_{h2u} （上向き閾値）よりも大きく上側に向いている場合にも、ドライバが運転不能状態であることを検出してもよい。一般的に、急病を発症してドライバの意識がなくなると、ドライバの顔が閾値 T_{h2d} よりも大きく下側に向いたり、閾値 T_{h2u} よりも大きく上側に向いたりすることが多い。よって、ドライバの顔の向きが下側に大きい、又は上側に大きい場合に、ドライバが運転不能状態であることを検出できる。
- [0144] 揺れ状態検出部 7 4 は、車両 1 0 の走行中において、車両 1 0 に外力が加わった際に、頭部検出部 6 1 により検出された頭部が、時間 T_6 （復帰判定時間）を超えて外力の方向に傾いている場合に、ドライバが運転不能状態であることを検出してもよい。通常、ドライバの意識がある場合、車両 1 0 に外力（詳しくは左右方向及び前後方向の外力）が加わった際に、ドライバの頭部は外力方向に傾いても、時間 T_6 内に元の場所に戻る。これに対して、ドライバが急病を発症して意識がないと、ドライバの頭部は、外力に対して抵抗が減少し、時間 T_6 を超えて外力の方向に傾いたままになる。よって、揺れ状態検出部 7 4 は、上述した場合にドライバの運転不能状態を検出できる。
- [0145] 白目状態検出部 7 5 は更に、表情検出部 6 7 により検出された口の開き（詳しくは縦方向の開き）が、開き判定量よりも大きい場合にも、ドライバが運転不能状態であることを検出してもよい。ドライバが急病を発症して白目をむいた場合には、口が開いた状態になることが多い。よって、ドライバの口の開きが開き判定量よりも大きい場合にも、ドライバが運転不能状態であ

ることを検出してもよい。

[0146] フレームアウト判定、姿勢崩れ判定、顔向き崩れ判定、揺れ状態判定、及び白目状態判定は、全て実行するとドライバの運転不能状態の検出精度が最も高くなるが、すくなくとも1つの判定を行えばよい。また、任意の数の判定を組み合わせ実行してもよい。その場合、フレームアウト判定、姿勢崩れ判定、顔向き崩れ判定、揺れ状態判定、白目状態判定の順に優先して実行するとよい。

[0147] 例えば、姿勢崩れ判定と揺れ状態判定の二つを組み合わせる場合は、姿勢崩れ判定でドライバが運転不能状態であると検出されなかった場合に、揺れ状態判定を行うと、ドライバの運転不能状態を高精度に検出できる。

[0148] また、顔向き崩れ判定と揺れ状態判定の二つを組み合わせる場合は、顔向き崩れ判定でドライバが運転不能状態であると検出されなかった場合に、揺れ状態判定を行うと、ドライバの運転不能状態を高精度に検出できる。

[0149] また、揺れ状態判定と白目状態判定の二つを組み合わせる場合は、揺れ状態判定でドライバが運転不能状態であると検出されなかった場合に、白目状態判定を行うと、ドライバの運転不能状態を高精度に検出できる。

[0150] 学習部51は、ドライバが運転不能状態であることを誤検出した場合におけるドライバの姿勢を学習してもよい。すなわち、ドライバが運転不能状態であることを検出したが、ドライバから応答があった場合におけるドライバの姿勢を学習してもよい。そして、学習した姿勢を運転不能状態と判定しない姿勢としてもよい。

[0151] 各閾値及び各判定値の統計値を記憶装置52に記憶しておき、それらを初期値として用いてもよい。各閾値及び各判定値の統計値は、複数の車両のドライバのそれぞれに対応する各閾値及び各判定値を統計したものである。また、車両10から、ドライバに対応して設定され各閾値及び各判定値を情報センターに送信して、情報センターで統計するようにするとよい。

[0152] ドライバに運転不能状態か確認して、ドライバから応答があった場合は、その後一定の時間、ドライバは運転可能な状態と認識するようにしてもよい。

。また、ドライバの運転不能状態を検出する処理を、ドライバが設定した時間間隔（例えば、1時間に1回）で行うようにしてもよい。

[0153] 車両10に加わる外力はGセンサ44以外、例えば座面センサ23で検出してもよい。

[0154] 以上をまとめると、ドライバの運転不能状態検出装置は、車両に搭載された撮像装置により撮像された運転席の画像に基づいて、ドライバの首よりも下の胴体部に対する前記ドライバの首よりも上の頭部の傾きを検出する傾き検出部と、前記車両の走行中に、前記傾き検出部により検出された前記頭部の傾きが相対傾き閾値よりも大きい場合に、前記ドライバが運転不能状態であることを検出する姿勢崩れ状態検出部と、を備える。

[0155] ドライバの運転不能状態検出装置によれば、運転席を撮像した画像に基づき、ドライバの胴体部に対する頭部の傾きが検出される。通常、ドライバの胴体部は運転席のシートやシートベルトにより拘束されているため、ドライバの意識がなくなっても胴体部は比較的動きにくい。一方、ドライバの頭部は拘束されていないことが多いため、ドライバの意思で頭部の位置を維持する必要がある。そのため、急病を発症してドライバの意識がなくなると、ドライバは頭部の位置を維持できなくなり、頭部は胴体部に対していずれかの方向に大きく傾くことが多い。

[0156] これに対して、ドライバが運転席から離れた位置のものを取るときは、一般的にドライバは意識して胴体部を傾けるため、胴体部に対する頭部の傾きは小さくなることが多い。また、走行中にドライバが脇見をするときは、一般的にドライバは首を回転させて見るため、胴体部に対する頭部の傾きは小さくなるが多い。

[0157] よって、胴体部に対する頭部の傾きが相対傾き閾値よりも大きい場合には、ものを取るときなどの姿勢崩れではなく急病による姿勢崩れである可能性が高い。したがって、胴体部に対する頭部の傾きが相対傾き閾値よりも大きい場合に、ドライバが運転不能状態であることを検出することにより、ドライバの運転不能状態を高精度に検出できる。

- [0158] ドライバの運転不能状態検出装置は、車両に搭載された撮像装置により撮像された運転席の画像に基づいて、前記車両の前方に対するドライバの顔の向きを検出する顔向き検出部と、前記車両の走行中に、前記顔向き検出部により検出された前記顔の向きが、向き崩れ判定時間を超えて顔向き閾値よりも大きい場合に、前記ドライバが運転不能状態であることを検出する向き崩れ状態検出部と、を備える。
- [0159] ドライバの運転不能状態検出装置によれば、運転席を撮像した画像に基づき、車両の前方に対するドライバの顔の向きが検出される。一般的に、急病を発症すると、ドライバは顔の向きを維持できなくなり、車両の前方に対する顔の向きが崩れたままの状態になる。これに対して、走行中にドライバが脇見をするときは、一般的にドライバは顔の向きを変えた後、すぐに戻すことが多い。
- [0160] よって、車両の前方に対する顔の向きが、向き崩れ判定時間を超えて顔向き閾値よりも大きい場合には、脇見などによる顔向きの崩れではなく、急病による顔向きの崩れである可能性が高い。したがって、車両の前方に対する顔向きが、向き崩れ判定時間を超えて顔向き閾値よりも大きい場合に、ドライバが運転不能状態であることを検出することにより、ドライバの運転不能状態を高精度に検出できる。
- [0161] ドライバの運転不能状態検出装置は、車両に搭載された撮像装置により撮像された運転席の画像に基づいて、前記車両の前方に対するドライバの顔の向きを検出する顔向き検出部と、前記車両の走行中に、前記顔向き検出部により検出された前記顔の向きが顔向き閾値よりも大きく、且つ前記ドライバが前記車両のステアリングホイールを放している場合に、前記ドライバが運転不能状態であることを検出する向き崩れ状態検出部と、を備える。
- [0162] ドライバの運転不能状態検出装置によれば、運転席を撮像した画像に基づき、車両の前方に対するドライバの顔の向きが検出される。一般的に、急病を発症すると、ドライバは顔の向きを維持できなくなり、車両の前方に対する顔の向きが崩れるとともに、ドライバはステアリングホイールを放すこと

が多い。これに対して、走行中にドライバが脇見をするときは、一般的にドライバはステアリングホイールを把持したまま顔の向きを変えることが多い。

[0163] よって、車両の前方に対する顔の向きが顔向き閾値よりも大きく、且つドライバがステアリングホイールを放している場合には、脇見などによる顔向きの崩れではなく、急病による顔向きの崩れである可能性が高い。したがって、車両の前方に対する顔の向きが顔向き閾値よりも大きく、且つドライバがステアリングホイールを放している場合に、ドライバが運転不能状態であることを検出することにより、ドライバの運転不能状態を高精度に検出できる。

[0164] ドライバの運転不能状態検出装置は、車両に搭載された撮像装置により撮像された運転席の画像に基づいて、前記車両の前方に対するドライバの顔の向きを検出する顔向き検出部と、前記車両の走行中に、前記顔向き検出部により検出された前記顔の向きが顔向き閾値よりも大きく、且つアクセル開度が所定開度よりも大きい場合に、前記ドライバが運転不能状態であることを検出する向き崩れ状態検出部と、を備える。

[0165] ドライバの運転不能状態検出装置によれば、運転席を撮像した画像に基づき、車両の前方に対するドライバの顔の向きが検出される。一般的に、走行中にドライバが脇見をするときは、安全上アクセルを大きく踏み込まないことが多い。よって、車両の前方に対する顔の向きが顔向き閾値よりも大きく、且つアクセル開度が所定開度よりも大きい場合には、脇見などによる顔向きの崩れではなく、急病による顔向きの崩れである可能性が高い。したがって、車両の前方に対する顔の向きが顔向き閾値よりも大きく、且つアクセル開度が所定開度よりも大きい場合に、ドライバが運転不能状態であることを検出することにより、ドライバの運転不能状態を高精度に検出できる。

[0166] ドライバの運転不能状態検出装置は、車両に搭載された撮像装置により撮像された運転席の画像に基づいて、車両の前方に対するドライバの顔の向きを検出する顔向き検出部と、前記車両の走行中に、前記顔向き検出部により

検出された前記顔の向きが顔向き閾値よりも大きく、且つ操作判定時間よりも長い時間アクセル操作及びブレーキ操作が行われていない場合に、前記ドライバが運転不能状態であることを検出する向き崩れ状態検出部と、を備える。

[0167] ドライバの運転不能状態検出装置によれば、運転席を撮像した画像に基づき、車両の前方に対するドライバの顔の向きが検出される。一般的に、急病を発症すると、車両の前方に対する顔の向きが崩れるとともに、操作判定時間よりも長い時間アクセル操作及びブレーキ操作が行われない。これに対して、走行中にドライバが脇見をするときは、一般的にドライバは、顔の向きを変えると同時に操作判定時間内にアクセル操作又はブレーキ操作を行うことが多い。

[0168] よって、車両の前方に対する顔の向きが顔向き閾値よりも大きく、且つ操作判定時間よりも長い時間アクセル及びブレーキの操作が行われない場合には、脇見などによる顔向きの崩れではなく、急病による顔向きの崩れである可能性が高い。したがって、車両の前方に対する顔の向きが顔向き閾値よりも大きく、且つ操作判定時間よりも長い時間アクセル操作及びブレーキ操作が行われていない場合に、ドライバが運転不能状態であることを検出することにより、ドライバの運転不能状態を高精度に検出できる。

[0169] この出願に記載されるフローチャート、あるいは、フローチャートの処理は、複数のステップ（あるいはセクションと言及される）から構成され、各ステップは、たとえば、S10と表現される。さらに、各ステップは、複数のサブステップに分割されることができ、一方、複数のステップが合わさって一つのステップにすることも可能である。

[0170] 以上、ドライバの運転不能状態検出装置の実施形態、構成、態様を例示したが、実施形態、構成、態様は、上述した各実施形態、各構成、各態様に限定されるものではない。例えば、異なる実施形態、構成、態様にそれぞれ開示された技術的部を適宜組み合わせ得られる実施形態、構成、態様についてもドライバの運転不能状態検出装置の実施形態、構成、態様の範囲に含ま

れる。

請求の範囲

- [請求項1] 車両（10）に搭載された撮像装置（21）により撮像された運転席の画像に基づいて、ドライバの首よりも下の胴体部に対する前記ドライバの首よりも上の頭部の傾きを検出する傾き検出部（64）と、
- 前記車両（10）の走行中に、前記傾き検出部（64）により検出された前記頭部の傾き（ θ ）が相対傾き閾値（ $Th1$ ）よりも大きい場合に、前記ドライバが運転不能状態であることを検出する姿勢崩れ状態検出部（72）と、を備えるドライバの運転不能状態検出装置。
- [請求項2] 前記傾き検出部（64）は、前記画像から前記頭部及び前記胴体部の中心軸線をそれぞれ検出し、前記胴体部の前記中心軸線に対する前記頭部の前記中心軸線の傾きを前記頭部の傾き（ θ ）とする請求項1に記載のドライバの運転不能状態検出装置。
- [請求項3] 前記傾き検出部（64）は、前記画像から前記頭部及び前記運転席のシートベルト（12）を検出し、前記シートベルト（12）と前記頭部との位置関係から前記頭部の傾き（ θ ）を検出する請求項1に記載のドライバの運転不能状態検出装置。
- [請求項4] 前記姿勢崩れ状態検出部（72）は、姿勢崩れ判定時間（ $T1$ ）を超えて前記頭部に含まれる顔が前記車両（10）の前方を向いていないことを条件として、前記ドライバが運転不能であることを検出する請求項1～3のいずれかに記載のドライバの運転不能状態検出装置。
- [請求項5] 前記姿勢崩れ状態検出部（72）は、姿勢崩れ判定時間（ $T1$ ）を超えて前記頭部の傾き（ θ ）が前記相対傾き閾値（ $Th1$ ）よりも大きいことを条件として、前記ドライバが運転不能状態であることを検出する請求項1～4のいずれかに記載のドライバの運転不能状態検出装置。
- [請求項6] 前記姿勢崩れ状態検出部（72）は、前記姿勢崩れ判定時間（ $T1$ ）を超えて前記頭部の位置及び前記胴体部の位置が不動判定範囲（ UA ）内にあることを条件として、前記ドライバが運転不能状態である

ことを検出する請求項5に記載のドライバの運転不能状態検出装置。

[請求項7] 前記ドライバが運転不能状態でない場合において、前記傾き検出部（64）により検出された前記頭部の傾き（ θ ）を学習する学習部（51）を備え、

前記姿勢崩れ状態検出部（72）は、前記傾き検出部（64）により検出された前記頭部の傾き（ θ ）が、前記学習部（51）により学習された前記頭部の傾き（ θ ）よりも、傾き判定値（D1）を超えて大きいことを条件として、前記ドライバが運転不能であることを検出する請求項5又は6に記載のドライバの運転不能状態検出装置。

[請求項8] 前記姿勢崩れ状態検出部（72）は、操作判定時間（T3）よりも長い時間、前記車両（10）のステアリングホイール（15）が操作されていないことを条件として前記ドライバが運転不能状態であることを検出する請求項5～7のいずれかに記載のドライバの運転不能状態検出装置。

[請求項9] 前記姿勢崩れ状態検出部（72）により前記ドライバが運転不能状態であると検出されなかった場合に、前記車両（10）に外力が加わってから揺れ判定時間（T5）経過するまでの間において、前記頭部の揺れの振幅が第1振幅（ A_{m1} ）よりも小さい、又は前記第1振幅（ A_{m1} ）よりも大きい第2振幅（ A_{m2} ）よりも大きいときに、前記ドライバが運転不能状態であることを検出する揺れ状態検出部（74）を備える請求項5～8のいずれかに記載のドライバの運転不能状態検出装置。

[請求項10] 前記ドライバの痙攣を検出する痙攣検出部（63）を備え、
前記痙攣検出部（63）により前記痙攣が検出された場合に、前記相対傾き閾値（Th1）を縮小する請求項5～9のいずれかに記載のドライバの運転不能状態検出装置。

[請求項11] 前記車両（10）の車速が高いほど、前記姿勢崩れ判定時間（T1）を短くする請求項5～10のいずれかに記載のドライバの運転不能

状態検出装置。

[請求項12] 先行車両との車間距離を前記先行車両との相対速度で除した衝突余裕時間が短いほど、前記姿勢崩れ判定時間（ T_1 ）を短くする請求項5～11のいずれかに記載のドライバの運転不能状態検出装置。

[請求項13] 前記ドライバの病歴及び年齢を含む個人情報が登録された記憶部（52）を備え、

前記記憶部（52）に登録された個人情報に基づいて、前記姿勢崩れ判定時間（ T_1 ）を設定する請求項5～12のいずれかに記載のドライバの運転不能状態検出装置。

[請求項14] 前記車両（10）において運転支援制御が実行されている場合には、前記姿勢崩れ判定時間（ T_1 ）を延長する請求項5～13のいずれかに記載のドライバの運転不能状態検出装置。

[請求項15] 前記傾き検出部（64）により検出された前記頭部の傾き（ θ ）に基づいて、前記ドライバの姿勢の崩れ度合を前記ドライバに報知する姿勢報知部（80）を備える請求項1～14のいずれかに記載のドライバの運転不能状態検出装置。

[請求項16] 前記運転不能状態は、前記ドライバが急病を発症した状態である請求項1～15のいずれかに記載のドライバの運転不能状態検出装置。

[請求項17] 車両（10）に搭載された撮像装置（21）により撮像された運転席の画像に基づいて、前記車両（10）の前方に対するドライバの顔の向きを検出する顔向き検出部（65）と、

前記姿勢崩れ状態検出部（72）により前記ドライバが運転不能状態であると検出されなかった場合に、

前記車両（10）の走行中に、前記顔向き検出部（65）により検出された前記顔の向きが、向き崩れ判定時間（ T_2 ）を超えて顔向き閾値（ Th_2 ）よりも大きい場合に、前記ドライバが運転不能状態であることを検出する向き崩れ状態検出部（73）と、を備える請求項1に記載のドライバの運転不能状態検出装置。

[請求項18] 車両（１０）に搭載された撮像装置（２１）により撮像された運転席の画像に基づいて、前記車両（１０）の前方に対するドライバの顔の向きを検出する顔向き検出部（６５）と、

前記姿勢崩れ状態検出部（７２）により前記ドライバが運転不能状態であると検出されなかった場合に、

前記車両（１０）の走行中に、前記顔向き検出部（６５）により検出された前記顔の向きが顔向き閾値（ $Th2$ ）よりも大きく、且つ前記ドライバが前記車両（１０）のステアリングホイール（１５）を放している場合に、前記ドライバが運転不能状態であることを検出する向き崩れ状態検出部（７３）と、を備える請求項１に記載のドライバの運転不能状態検出装置。

[請求項19] 車両（１０）に搭載された撮像装置（２１）により撮像された運転席の画像に基づいて、前記車両（１０）の前方に対するドライバの顔の向きを検出する顔向き検出部（６５）と、

前記姿勢崩れ状態検出部（７２）により前記ドライバが運転不能状態であると検出されなかった場合に、

前記車両（１０）の走行中に、前記顔向き検出部（６５）により検出された前記顔の向きが顔向き閾値（ $Th2$ ）よりも大きく、且つアクセル開度が所定開度よりも大きい場合に、前記ドライバが運転不能状態であることを検出する向き崩れ状態検出部（７３）と、を備える請求項１に記載のドライバの運転不能状態検出装置。

[請求項20] 車両（１０）に搭載された撮像装置（２１）により撮像された運転席の画像に基づいて、前記車両（１０）の前方に対するドライバの顔の向きを検出する顔向き検出部（６５）と、

前記姿勢崩れ状態検出部（７２）により前記ドライバが運転不能状態であると検出されなかった場合に、

前記車両（１０）の走行中に、前記顔向き検出部（６５）により検出された前記顔の向きが顔向き閾値（ $Th2$ ）よりも大きく、且つ操

作判定時間（ T_3 ）よりも長い時間アクセル操作及びブレーキ操作が行われていない場合に、前記ドライバが運転不能状態であることを検出する向き崩れ状態検出部（73）と、を備える請求項1に記載のドライバの運転不能状態検出装置。

[請求項21] 前記向き崩れ状態検出部（73）は、操作判定時間（ T_3 ）よりも長い時間、前記ドライバが前記ステアリングホイール（15）を放していることを条件として、前記ドライバが運転不能状態であることを検出する請求項18に記載のドライバの運転不能状態検出装置。

[請求項22] 前記向き崩れ状態検出部（73）は、操作判定時間（ T_3 ）よりも長い時間、前記アクセル開度が前記所定開度よりも大きいことを条件として、前記ドライバが運転不能状態であることを検出する請求項19に記載のドライバの運転不能状態検出装置。

[請求項23] 前記向き崩れ状態検出部（73）は、向き崩れ判定時間（ T_2 ）を超えて前記顔の向きが前記顔向き閾値よりも大きいことを条件として、前記ドライバが運転不能状態であることを検出する請求項19に記載のドライバの運転不能状態検出装置。

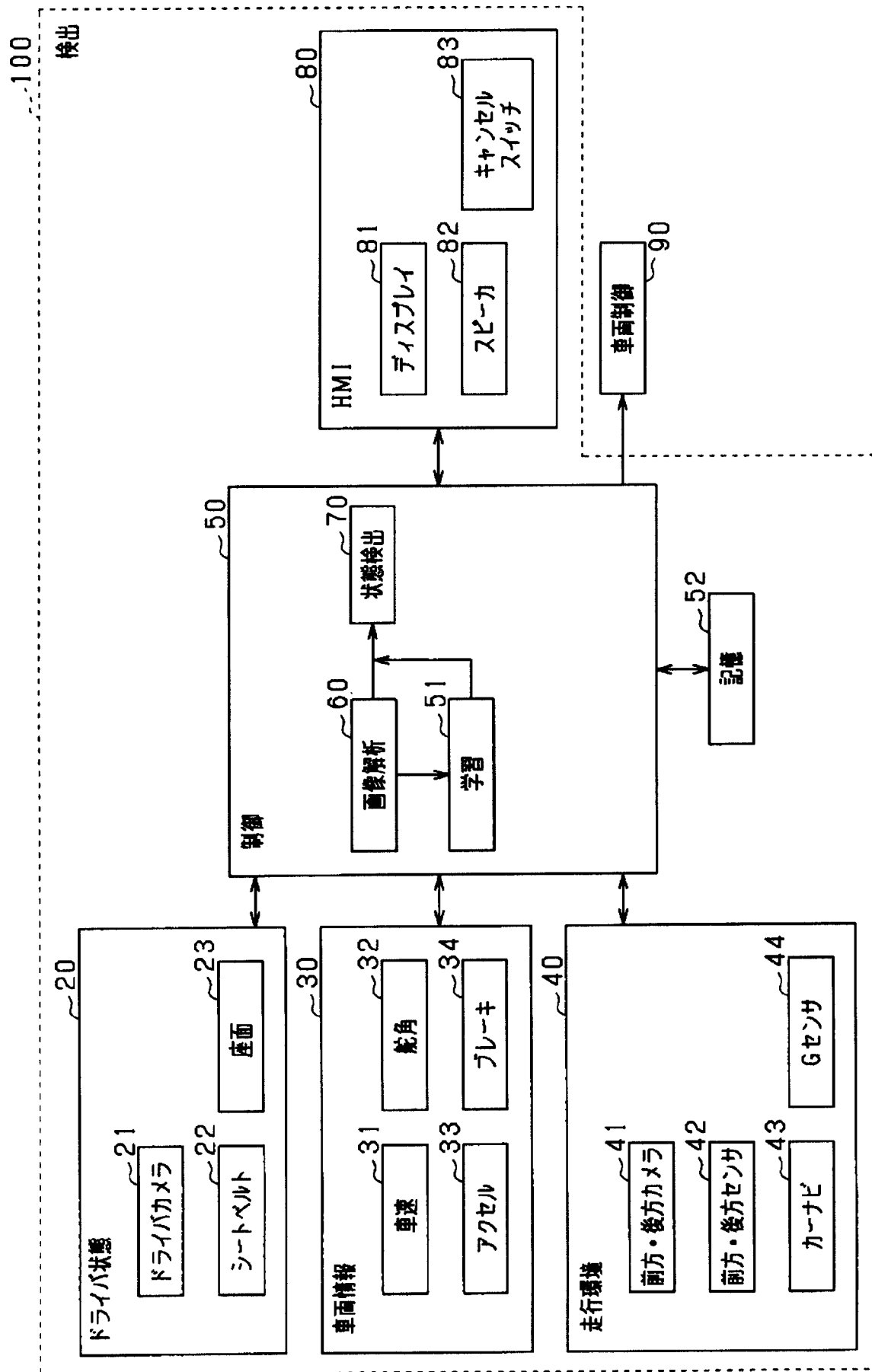
[請求項24] 前記向き崩れ状態検出部（73）は更に、前記顔が、下向き閾値（ Th_{2d} ）よりも大きく下側に向いている、又は上向き閾値（ Th_{2u} ）よりも大きく上側に向いている場合にも、前記ドライバが運転不能状態であることを検出する請求項23に記載のドライバの運転不能状態検出装置。

[請求項25] 前記向き崩れ状態検出部（73）は、前記ドライバの手が前記ドライバの首よりも下にあることを条件として、前記ドライバが運転不能状態であることを検出する請求項18に記載のドライバの運転不能状態検出装置。

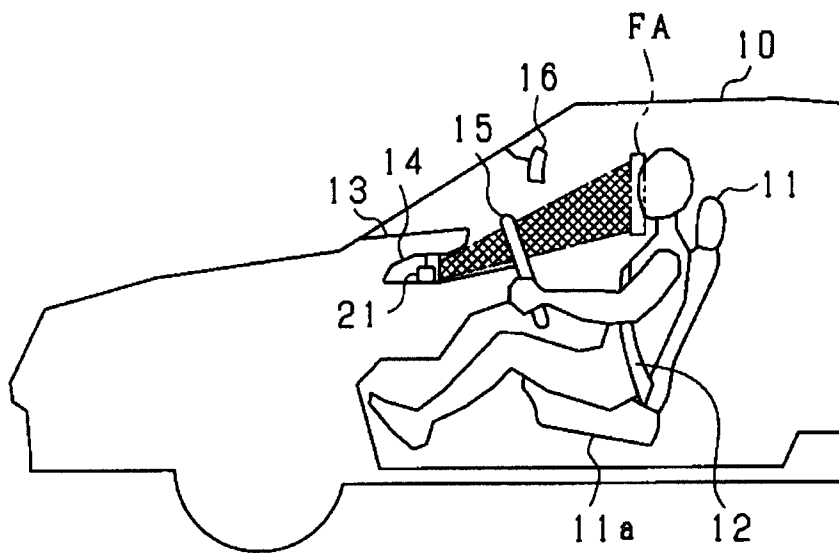
[請求項26] 前記ドライバが運転不能状態でない場合において、前記顔向き検出部（65）により検出された前記顔の向きを学習する学習部（51）と、を備え、

前記向き崩れ状態検出部（７３）は、前記顔向き検出部（６５）により検出された前記顔の向きが、前記学習部（５１）により学習された前記顔の向きよりも、傾き判定値（Ｄ１）を超えて大きいことを条件として、前記ドライバが運転不能であることを検出する請求項１８、２３～２５のいずれかに記載のドライバの運転不能状態検出装置。

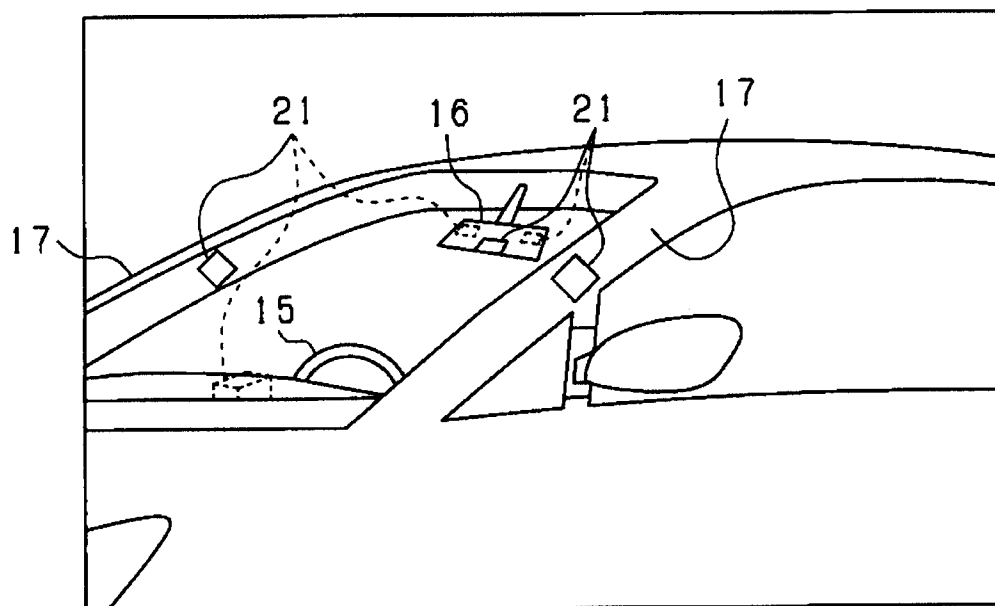
[図1]



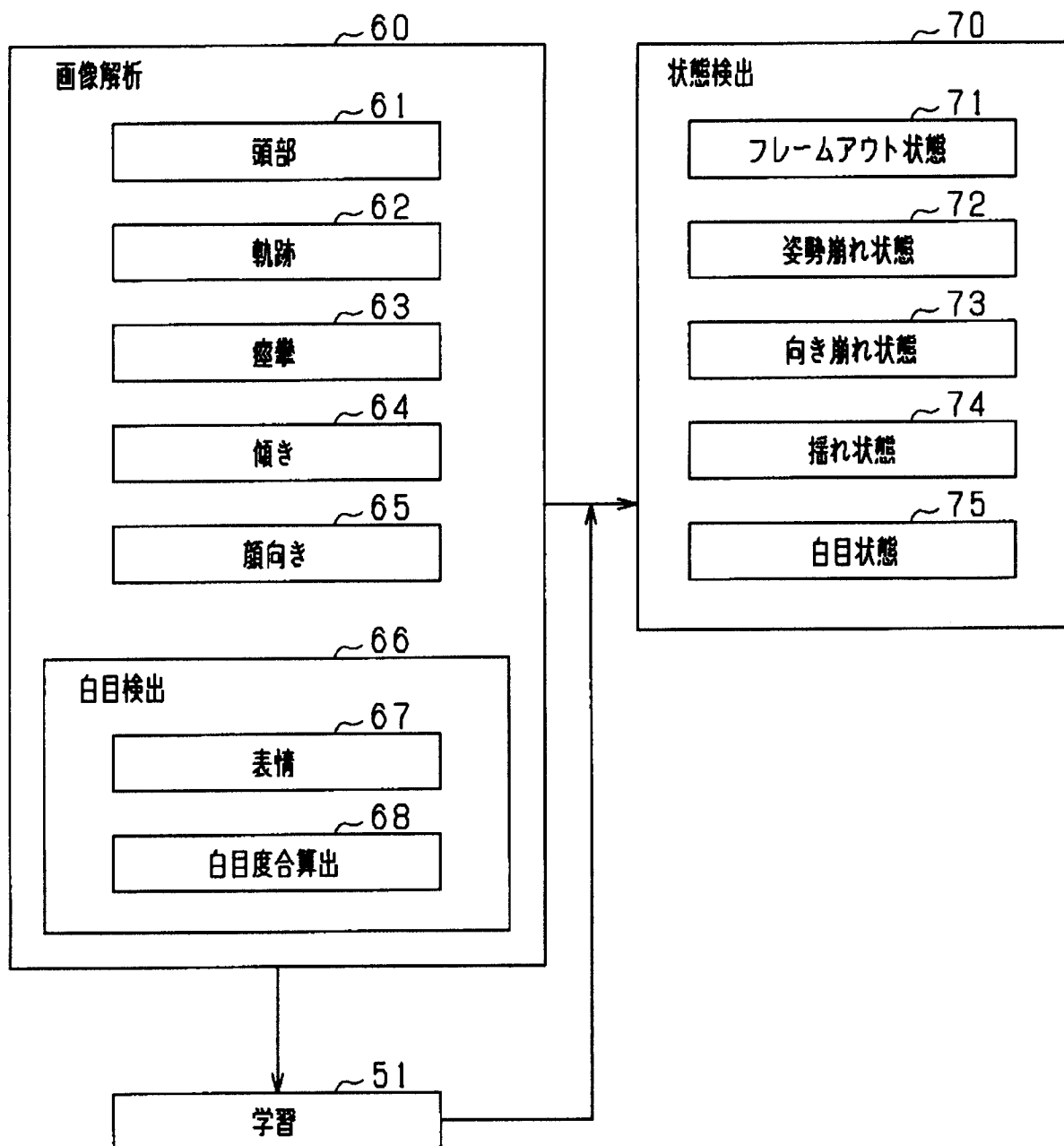
[図2]



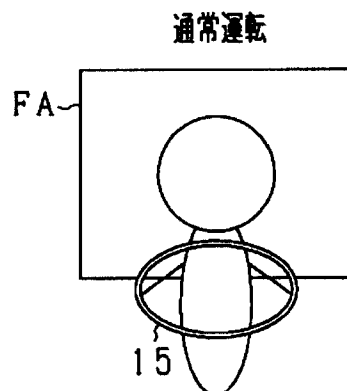
[図3]



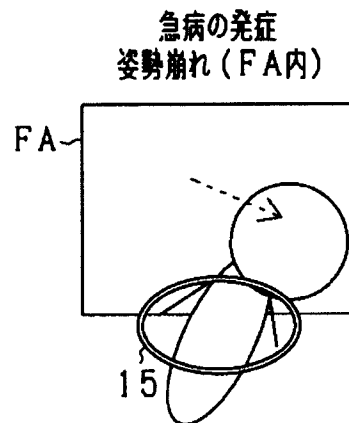
[図4]



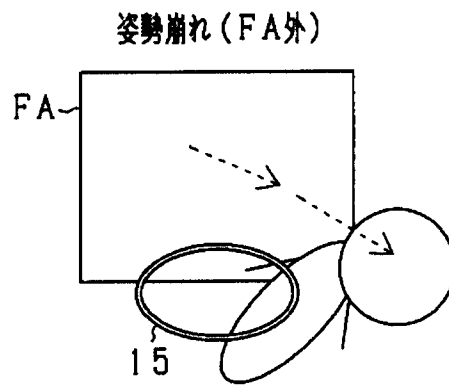
[図5A]



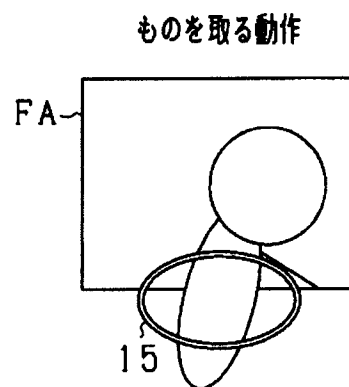
[図5B]



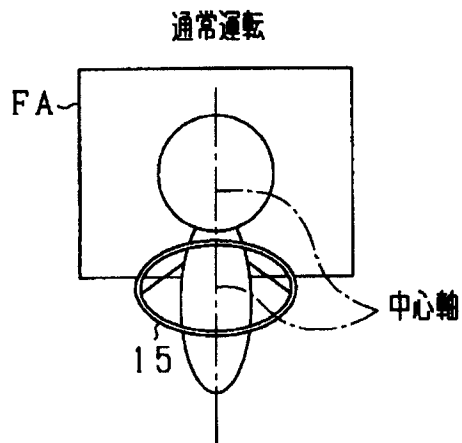
[図5C]



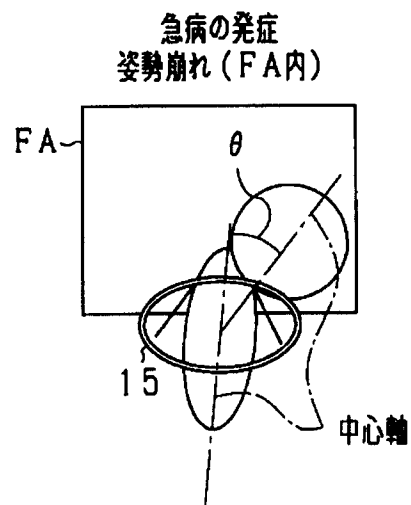
[図6]



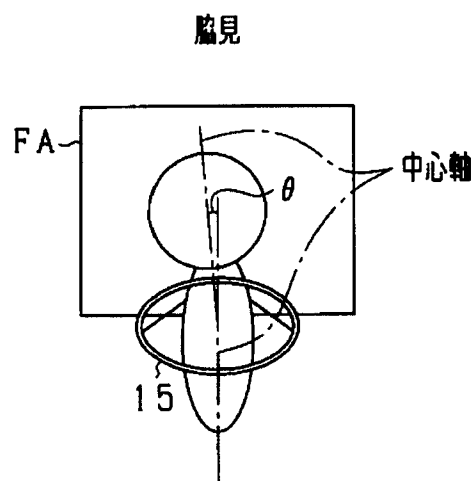
[図7A]



[図7B]

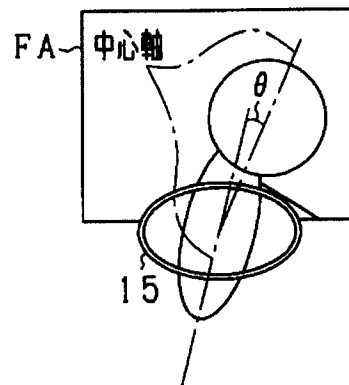


[図8]



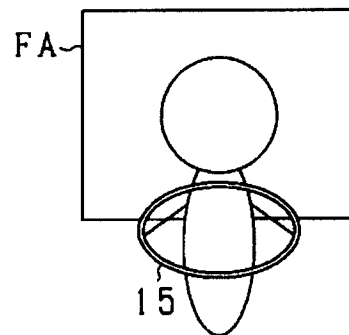
[図9]

ものを取る行為

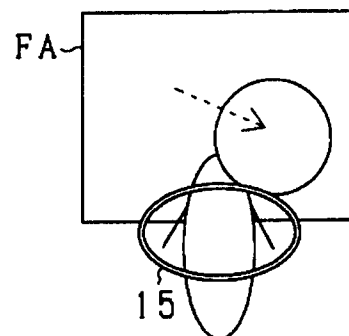


[図10A]

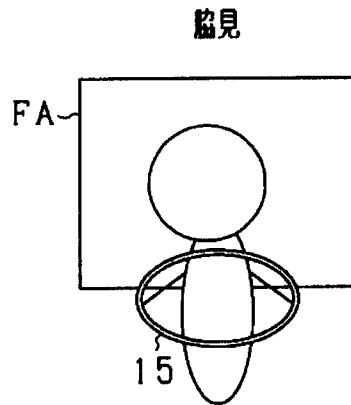
通常運転



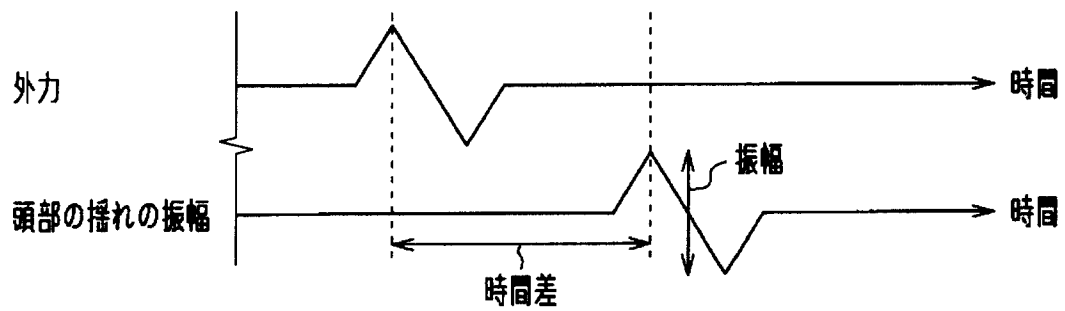
[図10B]

急病の発症
姿勢・顔向きの崩れ (FA内)

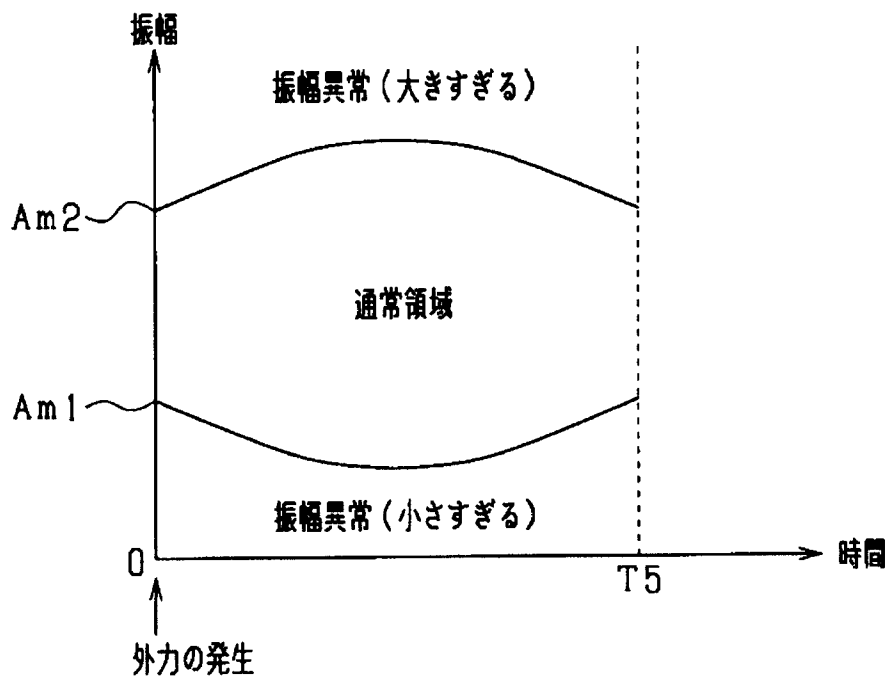
[図11]



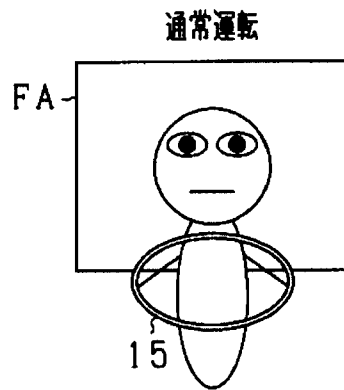
[図12]



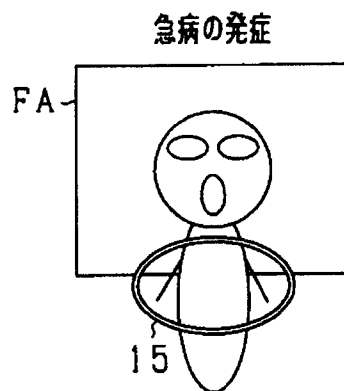
[図13]



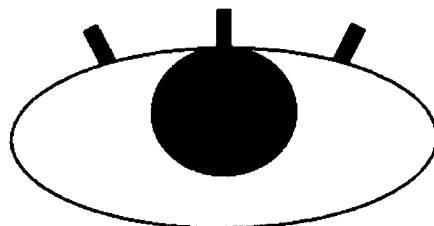
[図14A]



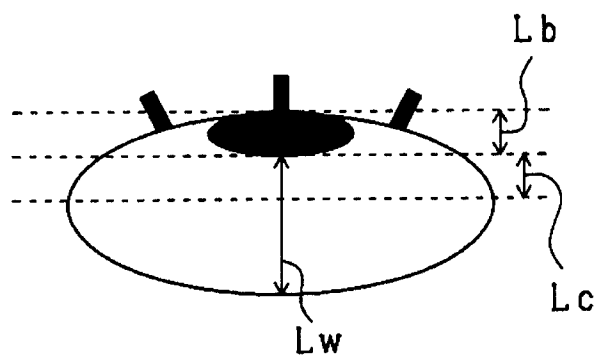
[図14B]



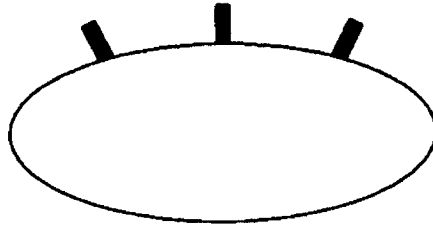
[図15A]



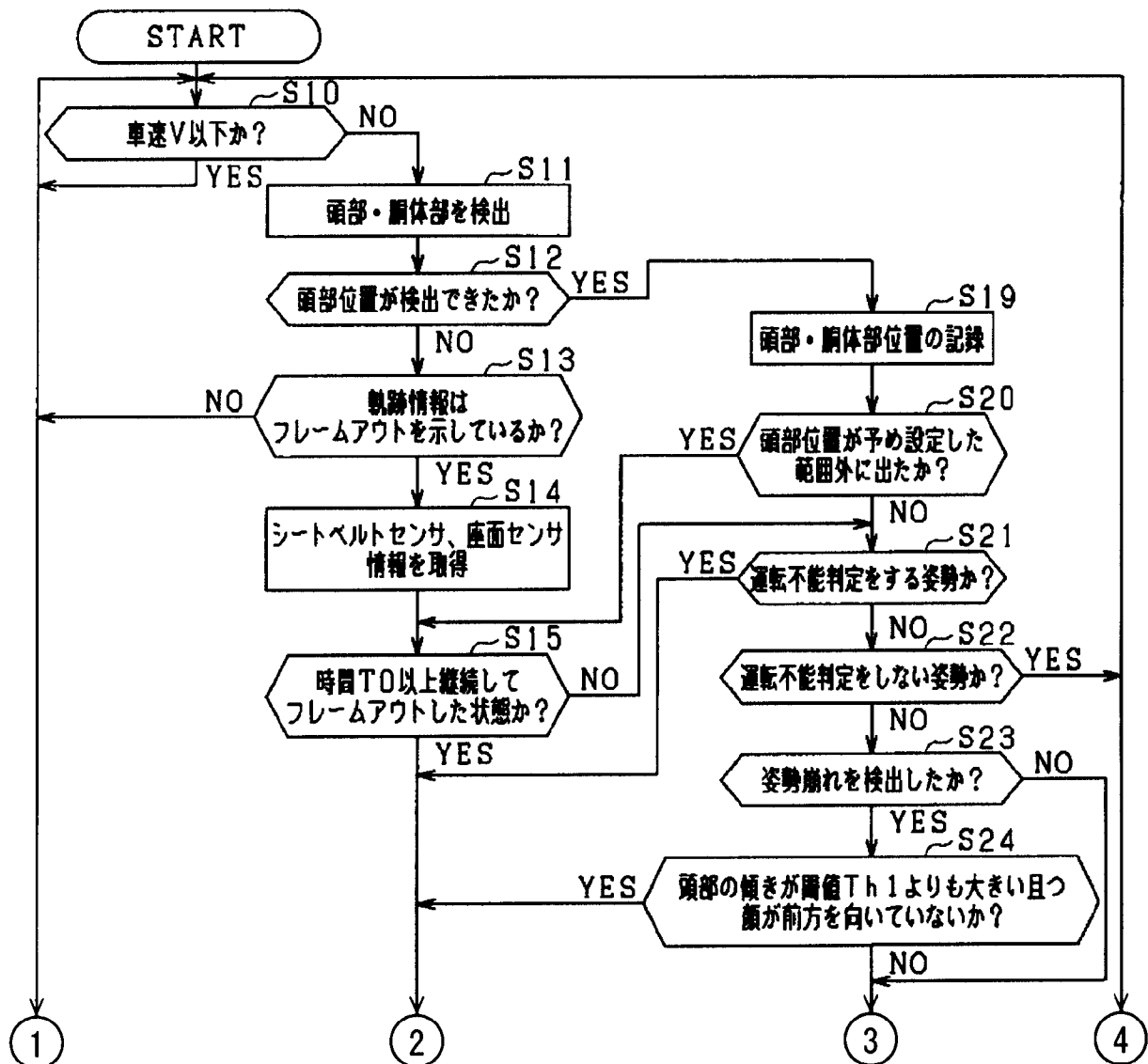
[図15B]



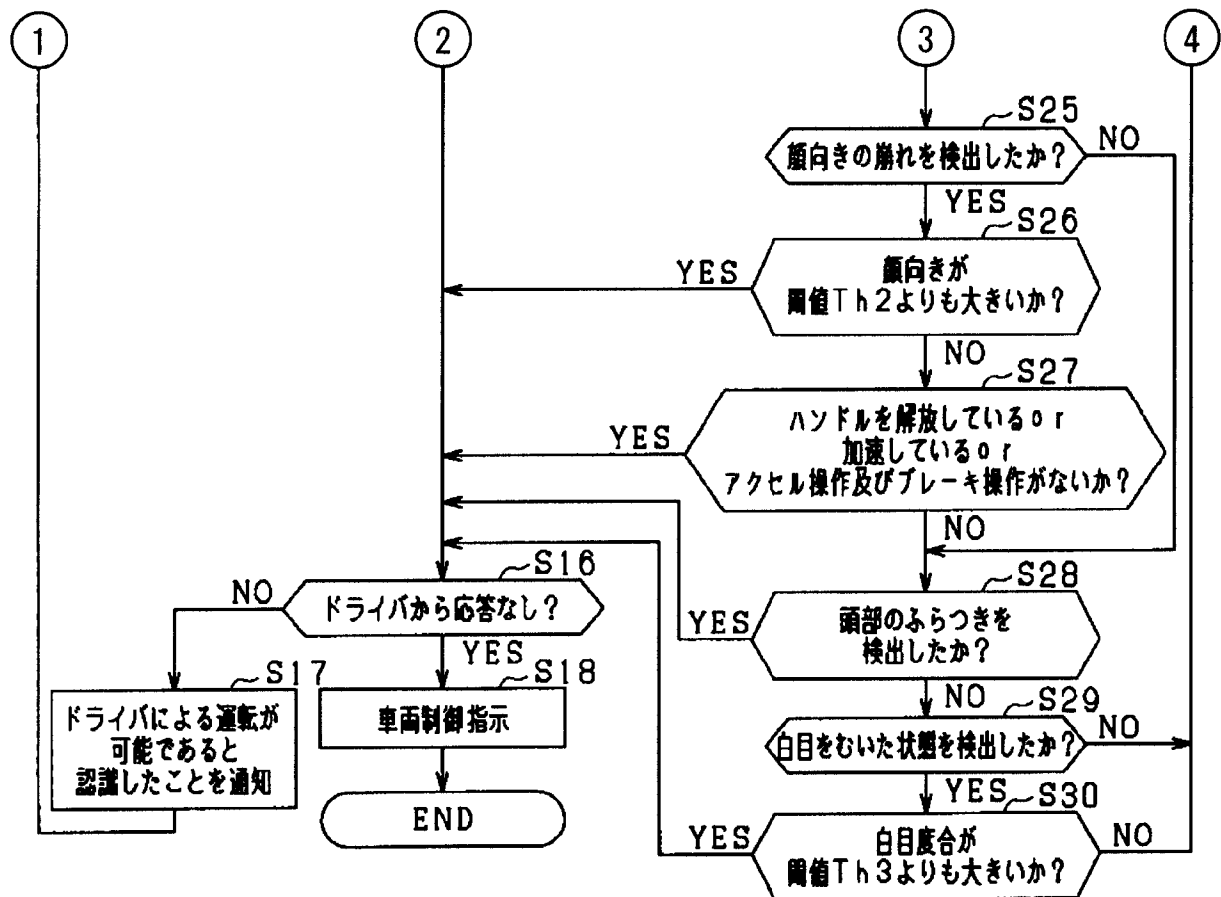
[図15C]



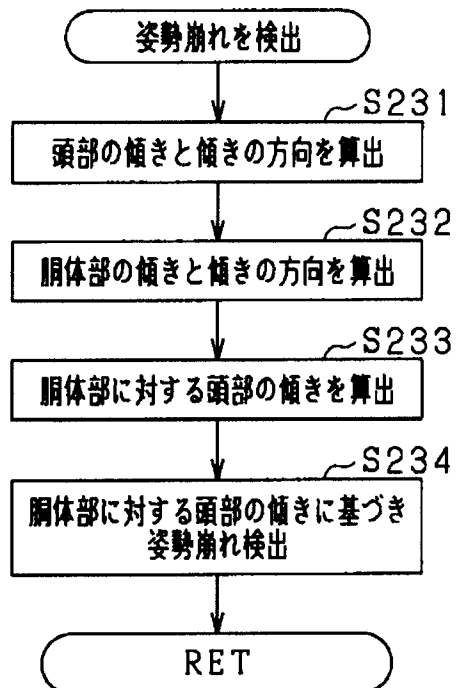
[図16A]



[図16B]



[図17]



[図18]

(a) 姿勢崩れレベル0



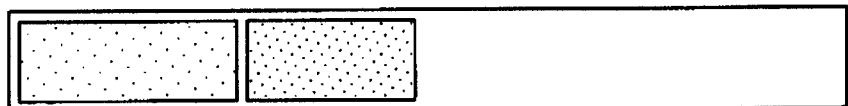
(b) 姿勢崩れレベル1



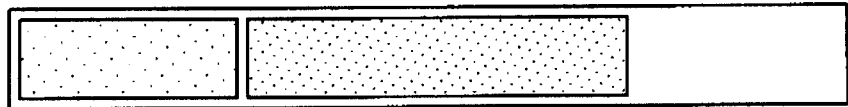
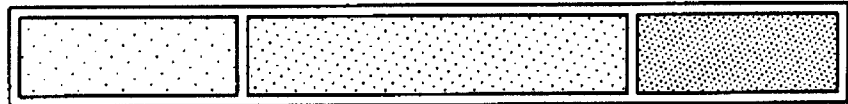
(c) 姿勢崩れレベル2



(d) 姿勢崩れレベル3



(e) 姿勢崩れレベル4

(f) 姿勢崩れレベル5
(運転不能)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/002863

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G08G1/16(2006.01)i, B60K28/06(2006.01)i, B60R11/04(2006.01)i, G06T7/60(2006.01)i

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)

G08G1/16, B60K28/06, B60R11/04, G06T7/60

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-65246 A (Denso Corp.), 11 April 2013 (11.04.2013), paragraph [0051] & US 2013/0073122 A1	1-26
A	JP 2009-39167 A (Toyota Motor Corp.), 26 February 2009 (26.02.2009), paragraph [0063] & US 2010/0234747 A1 & WO 2009/020074 A1 & EP 2174594 A1 & CN 101686816 A & KR 10-2010-0023021 A	1-26

☒ 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
13 August 2015 (13.08.15)

Date of mailing of the international search report
25 August 2015 (25.08.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/002863

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-526971 A (IEE International Electronics & Engineering S.A.), 08 September 2005 (08.09.2005), paragraphs [0029] to [0030] & US 2005/0232460 A1 & WO 2003/089277 A1 & EP 1497160 A & DE 50302813 D & AT 321689 T & AU 2003212211 A & LU 90912 A1	1-26
A	WO 2013/077096 A1 (Honda Motor Co., Ltd.), 30 May 2013 (30.05.2013), claim 3 & JP 2013-877096 A & US 2014/0285667 A1 & EP 2784763 A1 & CN 103946907 A	1-26
A	US 2011/0068934 A1 (WENG, Ming-Cong), 24 March 2011 (24.03.2011), paragraph [0022] & TW 201112180 A	1-26

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G08G1/16(2006.01)i, B60K28/06(2006.01)i, B60R11/04(2006.01)i, G06T7/60(2006.01)i

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（I P C））

Int.Cl. G08G1/16, B60K28/06, B60R11/04, G06T7/60

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2013-65246 A（株式会社デンソー）2013.04.11, 段落0051 & US 2013/0073122 A1	1-26
A	JP 2009-39167 A（トヨタ自動車株式会社）2009.02.26, 段落0063 & US 2010/0234747 A1 & WO 2009/020074 A1 & EP 2174594 A1 & CN 101686816 A & KR 10-2010-0023021 A	1-26

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

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

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

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

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

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

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 3 . 0 8 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 5 . 0 8 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

高田 基史

3 H

5 2 6 8

電話番号 03-3581-1101 内線 3316

C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2005-526971 A (アイイーイー インターナショナル エレクトロニクス アンド エンジニアリング エス. エイ.) 2005. 09. 08, 段落 0 0 2 9 - 0 0 3 0 & US 2005/0232460 A1 & WO 2003/089277 A1 & EP 1497160 A & DE 50302813 D & AT 321689 T & AU 2003212211 A & LU 90912 A1	1-26
A	WO 2013/077096 A1 (本田技研工業株式会社) 2013. 05. 30, 請求項 3 & JP 2013-877096 A & US 2014/0285667 A1 & EP 2784763 A1 & CN 103946907 A	1-26
A	US 2011/0068934 A1 (WENG, Ming-Cong) 2011. 03. 24, 段落 0 0 2 2 & TW 201112180 A	1-26