

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6213282号
(P6213282)

(45) 発行日 平成29年10月18日(2017.10.18)

(24) 登録日 平成29年9月29日(2017.9.29)

(51) Int.Cl.		F I			
G08G	1/16	(2006.01)	G08G	1/16	C
B6OR	21/00	(2006.01)	G08G	1/16	F
B6OW	50/14	(2012.01)	B6OR	21/00	624G
B6OW	40/08	(2012.01)	B6OW	50/14	
			B6OW	40/08	

請求項の数 5 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2014-24949 (P2014-24949)	(73) 特許権者	000004260 株式会社デンソー
(22) 出願日	平成26年2月12日 (2014.2.12)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(65) 公開番号	特開2015-153048 (P2015-153048A)	(74) 代理人	100111970 弁理士 三林 大介
(43) 公開日	平成27年8月24日 (2015.8.24)	(72) 発明者	大見 拓寛 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
審査請求日	平成28年10月13日 (2016.10.13)	審査官	大内 俊彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 運転支援装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

加減速操作、制動操作、操舵操作のそれぞれの運転操作を運転者が手動で行う手動運転状態と、前記運転操作の少なくとも一つが自動で行われる自動運転状態とに切換可能な車両(1)に搭載されて、該車両の運転者の状態を検出することによって、該運転者の運転支援を行う運転支援装置(10)であって、

前記運転者の状態として、該運転者の漫然状態を検出する運転者状態検出手段(120)と、

前記運転者が漫然状態にあることが検出された場合には、該運転者に対して注意喚起する注意喚起手段(140)と、

前記運転操作のために前記運転者によって操作される運転操作部(500)と、

前記車両が前記自動運転状態にある時に前記運転者によって前記運転操作部が操作されたことを検出すると、該自動運転状態にある前記運転操作の少なくとも一つを前記手動運転状態に切り換える運転状態切換手段(130)と

を備え、

前記運転者状態検出手段は、前記運転状態切換手段によって前記自動運転状態にある前記運転操作の少なくとも一つが前記手動運転状態に切り換えられた場合には、前記運転者の状態として、該運転者の興奮状態を検出する手段であり、

前記注意喚起手段は、前記運転者が興奮状態にあることが検出された場合には、該運転者に注意喚起する手段である運転支援装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の運転支援装置であって、

前記運転者状態検出手段は、前記運転状態切換手段によって前記自動運転状態にある前記運転操作の少なくとも一つが前記手動運転状態に切り換えられると、前記運転者の興奮状態を所定時間に亘って検出する手段である運転支援装置。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の運転支援装置であって、

前記注意喚起手段は、前記運転者が興奮状態にあることが検出された場合には、該運転者が漫然状態にあることが検出された場合とは異なる態様で、前記注意喚起する手段である運転支援装置。

10

【請求項 4】

請求項 1 ないし請求項 3 の何れか一項に記載の運転支援装置であって、

前記自動運転状態で前記車両を運転することができない自動運転不可領域が、該車両の進行方向前方に存在することを検出する運転領域検出手段（150）を備え、

前記運転者状態検出手段は、前記自動運転不可領域が検出されている場合には、前記運転状態切換手段によって前記自動運転状態にある前記運転操作の少なくとも一つが前記手動運転状態に切り換えられた場合でも、前記運転者の興奮状態ではなく漫然状態を検出する手段である運転支援装置。

【請求項 5】

加減速操作、制動操作、操舵操作のそれぞれの運転操作を運転者が手動で行う手動運転状態と、前記運転操作の少なくとも一つが自動で行われる自動運転状態とに切換可能な車両（1）に搭載されて、該車両の運転者の状態を検出することによって、該運転者の運転支援を行う運転支援方法であって、

20

前記運転者の状態として、該運転者の漫然状態を検出する運転者状態検出工程（S122、S224）と、

前記運転者が漫然状態にあることが検出された場合には、該運転者に対して注意喚起する注意喚起工程（S124、S226）と、

前記運転操作のために前記運転者によって操作される運転操作部（500）が、前記自動運転状態で該運転者によって操作されたことを検出すると、該自動運転状態にある前記運転操作の少なくとも一つを前記手動運転状態に切り換える運転状態切換工程（S118、S218）と

30

を備え、

前記運転者状態検出工程は、前記運転状態切換工程によって前記自動運転状態にある前記運転操作の少なくとも一つが前記手動運転状態に切り換えられた場合には、前記運転者の状態として、該運転者の興奮状態を検出する工程であり、

前記注意喚起工程は、前記運転者が興奮状態にあることが検出された場合には、該運転者に注意喚起する工程である運転支援方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

40

本発明は、自動運転状態と手動運転状態とに運転状態を切換可能な車両に搭載されて、運転者の状態を検出することによって、運転支援を行う技術に関する。

【背景技術】

【0002】

運転者の視線の向きや生体情報（顔の挙動や心拍数など）から運転者状態を検出し、運転者が漫然状態にあった場合には注意喚起することによって、安全な走行を確保する技術が開発されて既に実用化されている。更に近年では、運転者の運転負担を軽減するために、「走る」、「曲がる」、「止まる」といった運転操作の一部を運転者に代わって自動で行う車両が出現している。また、加速や、操舵、制動を全て自動車がを行い、緊急時には運転者が運転可能とするような自動運転も、ほどなく実用化されるものと考えられる。

50

ここで、自動運転は運転者の運転負担を軽減することが目的の一つとなっている。このため、運転者は、自動運転に対する信頼が増して行くに従って、少しずつリスクを取って運転操作を自動運転に任せるようになると考えられ、その結果、運転者がリラックスして漫然状態となることが懸念される。このように、自動運転時に運転者が漫然状態となって、緊急時の対応ができなくなったのでは、いざというときの安全が確保できなくなる。そこで、運転者の運転負担の軽減と、安全な走行の確保とを両立させるために、自動運転中も運転者状態を監視しておき、許容できない程度の漫然状態になったら運転者に注意喚起する技術が提案されている（特許文献1、特許文献2）。また、自動運転中に許容する漫然状態の程度は、安全な走行を確保する観点からは手動運転中と大きく変わらない程度に設定した方が望ましいが、これでは自動運転の利点を減じかねない。そこで、これら提案の技術では、自動運転中の運転者に対して、どの程度の漫然状態までを許容するかという点について、様々な検討がなされている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2006-318446号公報

【特許文献2】特開2013-041524号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

20

しかし、提案されている技術では、運転者に対して許容する漫然状態の程度をどのように設定したところで、安全な走行を確保することは困難であると考えられる。これは次のような理由による。確かに、自動運転中は手動運転中に比べて漫然状態になり易いので、運転者に許容する漫然状態の程度を適切に設定することは、安全な走行の確保のためには重要と考えられる。その一方で、自動運転中の運転者は、安全な走行の確保が困難になるような、それでいながら従来の手動運転では想定されていなかったような運転者状態となる可能性がある。この点については、従来から提案されている技術では何ら考慮されておらず、従って、このような自動運転に特有の危険な運転者状態になった場合には、安全な走行を確保することが困難となるためである。

【0005】

30

この発明は、上述した問題に鑑みてなされたものであり、自動運転中に運転者状態を検出することによって安全な走行を確保することを可能とする技術の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上述した問題を解決するために、本発明の運転支援装置および運転支援方法は、車両が自動運転状態の時に、運転者によって運転操作部が操作されたことを検出すると、自動運転状態にある前記運転操作の少なくとも一つを手動運転状態に切り換えると共に、運転者の興奮状態を検出する。そして、運転者が興奮状態にあった場合には、運転者に注意喚起する。

【0007】

40

一般には、自動運転状態では運転者が漫然状態になり易いと考えられているが、自動運転では、運転者による手動運転と比べて、如何なる場合でも交通法規を遵守して運転される傾向があるので、自動運転状態が長時間に亘って継続されると、運転者がストレスを感じる場合がある。そして、ストレスが大きくなると、そのストレスから解放されようとして、自動運転状態であるにも拘わらず運転者が運転操作部を操作することによって、自動運転状態にある運転操作の少なくとも一つを手動運転状態に切り換えようとする場合がある。このような場合の運転者は、一種の興奮状態にあると考えられるので、運転者の興奮状態を検出して、運転者が興奮状態にあった場合には、注意喚起を行う。こうすれば、運転者が自動運転に特有の危険な運転者状態になった場合でも、運転者を落ち着かせることができるので、安全な走行を確保することが可能となる。

50

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本実施例の運転支援装置の構成を示す説明図である。

【図2】運転者状態を検出するために用いる基礎計測値を例示した説明図である。

【図3】本実施例の運転支援処理のフローチャートである。

【図4】車両の走行中に運転者の心理状態が変化する様子を概念的に示した説明図である。

【図5】変形例の運転支援処理のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0009】

10

以下では、上述した本願発明の内容を明確にするために実施例について説明する。

A. 装置構成 :

図1(a)には、本実施例の運転支援装置10を搭載した車両1が示されている。図示されるように車両1には、本実施例の運転支援装置10の主要部分を形成する制御装置100や、車両1を自動運転するための自動運転装置400や、カーナビゲーションシステム(以下、カーナビ402)などが搭載されている。

手動運転中には、運転者はステアリングハンドル500を操舵したり、図示しないアクセルペダルやブレーキペダルなどを操作したりすることによって車両1を運転する。また、運転状態が自動運転状態に切り換わると、運転者に代わって自動運転装置400が、ステアリングハンドル500や、アクセルペダルや、ブレーキペダルなどを操作する。ステアリングハンドル500のシャフトには、アクチュエーター502が取り付けられており、アクチュエーター502には操舵角センサーが内蔵されている。自動運転装置400は、操舵角センサーの出力が目的値となるようにアクチュエーター502を駆動することによって、ステアリングハンドル500を操舵する。また、同様にアクセルペダルやブレーキペダルなどについても、図示しないアクチュエーターが搭載されており、これらアクチュエーターには、アクセルやブレーキの操作量を検出するセンサーが内蔵されている。自動運転装置400は、これらセンサーの出力からアクセルやブレーキの操作量を検出してアクチュエーターを駆動することにより、アクセルやブレーキを操作する。

20

【0010】

尚、本実施例の自動運転装置400は、アクセル操作による車両1の加減速操作や、ブレーキ操作による車両1の制動操作や、ステアリングハンドル500による車両1の操舵操作の全ての運転操作を、運転者に代わって自動で実行するものとして説明する。しかし、自動運転装置400は、これらの運転操作の一部の操作だけを自動で実行するような装置であっても構わない。

30

【0011】

また、車両1には、運転者の顔を撮影する運転者カメラ200が搭載されており、運転者カメラ200で撮影した画像は制御装置100に入力される。運転者の顔の画像を撮影する際には、主に近赤外領域の波長の光が用いられる。更に、本実施例では、運転者が心電センサー210や血圧センサー220を装着するようになっており、運転者の心拍数や血圧などのデータが、無線で制御装置100に入力される。

40

制御装置100は、運転者の顔の画像のデータや、心拍数、血圧などのデータに基づいて、運転者の状態を検出する。その結果、例えば運転者が漫然状態にあると判断した場合には、スピーカー300から各種の音声や効果音などを出力することにより、あるいは、運転席のシートに内蔵されたシート振動装置320を駆動することによって、運転者に注意喚起を行う。また、本実施例の制御装置100は、自動運転装置400や、カーナビ402ともデータをやり取りすることが可能となっている。このため、詳細には後述するが、運転者の状態が、自動運転中に特有に生じる危険な状態になった場合でも、そのことを運転者に注意喚起して、安全な走行を確保することが可能である。

【0012】

図1(b)には、制御装置100の大まかな内部構成が示されている。図示されるよう

50

に、本実施例の制御装置100は、「センサー通信部110」、「運転者状態検出部120」、「運転状態切換部130」、「注意喚起部140」、「運転領域検出部150」などを備えている。尚、これら5つの「部」は、制御装置100が運転者の状態を検出して注意喚起する機能に着目して、制御装置100の内部を便宜的に分類した抽象的な概念である。従って、制御装置100の内部が、物理的に区分可能な5つの「部」を備えることを意味するわけではない。これらそれぞれの「部」は、コンピュータプログラムによってソフトウェア的に実現することもできるし、LSIなどの集積回路を用いてハードウェア的に実現することもできる。もちろん、これらを組み合わせることも可能である。

【0013】

センサー通信部110は、心電センサー210や血圧センサー220と無線（あるいは有線）で通信することにより、運転者の心電図や脈拍などのデータを取得して、運転者状態検出部120に出力する。

また、運転者カメラ200で撮影された運転者の顔の画像のデータ（顔画像データ）は、センサー通信部110を介さずに運転者状態検出部120に入力されて、運転者状態検出部120に内蔵された「顔画像解析部122」で解析される。顔画像解析部122は、顔画像から、運転者の「顔の向き」や「瞬きの頻度」、「開眼度」を検出する。

尚、こうして得られた「顔の向き」や、「瞬きの頻度」、「開眼度」のデータや、心電図や脈拍などから得られる心拍数、血圧などのデータは、運転者状態（例えば、漫然状態）を検出するための基礎データとして用いられる計測値である。従って、以下ではこれらのデータを、「基礎計測値」と呼ぶことにする。基礎計測値の詳細については、別図を用いて後ほどまとめて説明する。

【0014】

運転者状態検出部120は、上述した基礎計測値に基づいて、漫然状態などの運転者状態を検出する。運転者状態の検出は、基礎計測値と、運転者状態検出用の基準値（以下、検出基準値）とを比較することによって行う。検出基準値は、運転者状態検出部120内の記憶部124に予め設定されている。

その結果、運転者が例えば漫然状態になっていることが検出されたら、運転者状態検出部120はその旨を注意喚起部140に出力する。そして、注意喚起部140は、予め記憶しておいた音声や効果音をスピーカー300から出力したり、あるいはシート振動装置320を用いて運転者のシートを振動させたりすることによって、運転者に注意喚起を行う。尚、運転者に対する注意喚起は、音声などの出力や、シートの振動に限られるものではなく、例えば、図示しない空調装置を用いて運転者に向けて冷風を吹きかけたりしても良い。

【0015】

また、制御装置100には、運転状態切換部130も設けられている。この運転状態切換部130は、自動運転装置400とデータをやり取りしており、車両1が自動運転状態にあることや、自動運転装置400が車両1を自動運転するための制御目標値などの情報を認識することができる。更に、運転状態切換部130は、ステアリングハンドル500のアクチュエーター502に内蔵された操舵角センサーにも接続されている。

そして、自動運転状態中に操舵角センサーの出力が、自動運転装置400による制御目標値から大きく変化した場合には、自動運転中にステアリングハンドル500が運転者によって操舵されたものと判断して、ステアリングハンドル500による運転操作（操舵操作）を自動運転状態から手動運転状態に切り換える旨の信号を自動運転装置400に出力する。また、自動運転中にアクセルペダルやブレーキペダルの操作量が、自動運転装置400による制御目標値から大きく変化した場合にも、アクセルペダルやブレーキペダルによる運転操作（加減速操作、あるいは制動操作）を、自動運転状態から手動運転状態に切り換える旨の信号を自動運転装置400に出力する。

尚、自動運転中に、ステアリングハンドル500や、アクセルペダル、ブレーキペダルなどが運転者によって操作された結果として、正規の切換手順を踏まずに、自動運転状態

10

20

30

40

50

にある運転操作が一時的に（あるいは所定時間の間）手動運転状態に切り換わる事態は、一般に「オーバーライド」と呼ばれている。

【0016】

更に、本実施例の制御装置100には、運転領域検出部150も設けられている。この運転領域検出部150はカーナビ402に接続されている。このため、現在走行している区間が、自動運転が許可された区間であるか否かに関する情報を、カーナビ402から取得することができる。例えば、市街地では、自動運転が許可されていない区間が多く設定されているのに対し、高速道路や自動車専用道路ではほとんどの区間が自動運転可能に設定されている。カーナビ402にはほとんどの道路の全ての区間について、自動運転が許可されているか否かに関する情報が予め記憶されており、運転領域検出部150はカーナビ402と通信することによって、これらの情報を取得する。

10

また、カーナビ402に走行経路が設定されている場合には、現在走行中の区間が自動運転可能であるか否かだけでなく、走行方向の前方に自動運転が許可されていない区間（自動運転不許可区間）が存在するか否か、存在する場合には、自動運転不許可区間までの距離がどれくらいであるかに関する情報も取得することができる。

尚、本実施例では、自動運転が許可された区間であるか否かに関する情報は、カーナビ402に予め記憶されているものとして説明するが、車両1が図示しない無線通信手段を用いて、車外のデータベースからこれらの情報を取得するようにしても良いし、道路標識などを車両が認識することによって取得しても良い。あるいは、複雑に立体交差するループ線などカーナビだけでは判断が困難な区間を含めて、車両挙動に基づいて、自動運転が許可された区間であるか否か判定しても良い。

20

【0017】

尚、本実施例では、運転者状態検出部120が本発明における「運転者状態検出手段」に対応し、運転状態切換部130が「運転状態切換手段」に対応し、注意喚起部140が「注意喚起手段」に対応し、運転領域検出部150が「運転領域検出手段」に対応する。また、ステアリングハンドル500が本発明における「運転操作部」に対応する。

【0018】

図2には、本実施例の運転者状態検出部120が運転者状態を検出するために用いるデータ（基礎計測値）の概要が示されている。前述したように基礎計測値としては、「顔の向き」、「瞬きの頻度」、「開眼度」、「心拍数」、「血圧」などを使用する。

30

このうち、「顔の向き」については、顔画像から検出された顔の向きと、操舵角センサー（図示省略）で検出された車両1の進行方向とが一致していない状態で経過した時間を検出する。運転者は漫然状態になると、進行方向を注視することを怠ったり、覚醒度が低下して頭部の姿勢が傾いたりするので、顔の向きと車両の進行方向とが一致していない状態で経過した時間を検出し、その時間が所定時間を超えた場合に、漫然状態になっていると判断することができる。

尚、顔画像から顔の向きを検出するには、周知の方法を用いることができ、たとえば、顔画像上で目頭や目尻、鼻、口などの顔部品の特徴点を抽出し、それら特徴点の位置関係に基づいて顔の向きを検出する。

【0019】

40

「瞬きの頻度」については、所定の周期（例えば30msec）で撮影された顔画像を解析することで瞼の挙動を検出し、その瞼の挙動に基づいて、1分間当たりの瞬きの回数を検出する。

また、「開眼度」については、瞼（上瞼）の挙動に基づいて、1分間当たりに眼が開いている割合を検出する。運転者は漫然状態になると、「瞬きの頻度」や「開眼度」が低下する傾向があるので、これらの値が所定の下限值に達した場合に、漫然状態になっていると判断することができる。

「心拍数」については、1分間当たりの心拍数を検出し、「血圧」については、最大血圧および最小血圧を検出する。「心拍数」や「血圧」についても、漫然状態になると低下する傾向があるので、これらの値が所定の下限值に達した場合に、漫然状態になっている

50

と判断することができる。もちろん、これに限らず、他の周知な方法で漫然状態を検出して
ても良い。

【0020】

尚、上述した説明では、運転者が漫然状態になっている場合を例に用いたが、運転者が
疲労している場合は、体調不良の場合などに対しても、同様にして運転者状態を検出する
ことができる。

また、基礎計測値として検出する項目は、上述した項目に限られるものではなく、たと
えば、脈拍や、脳波、呼吸、体動、体温などを検出することとしてもよい。この場合、運
転者状態検出部120は、脈拍センサーや、脳波センサー、呼吸センサー、体動センサ
ー、体温計などを用いて、これらの基礎計測値を検出する。

10

【0021】

B. 運転支援処理 :

図3には、本実施例の制御装置100が実施する運転支援処理のフローチャートが示さ
れている。この運転支援処理は、車両1のエンジンが起動されたら開始され、車両1が手
動運転状態にあるか、自動運転状態にあるかに拘わらず実施される。そして、後ほど詳し
く説明するが、運転者状態を検出するための検出基準値を、手動運転状態または自動運転
状態の状態であるかに応じて適切に設定することで、自動運転に特有の危険な運転者状態
が生じた場合でも、安全な走行を確保することが可能となる。

【0022】

図示されるように運転支援処理では、先ず始めに、運転者カメラ200で撮影された運
転者の顔画像データを受け取るとともに、心電センサー210から心拍数に関する信号を
受信し、また、血圧センサー220から血圧に関する信号を受信する(S100)。そし
て、運転者状態検出部120は、これらのデータを解析することによって基礎計測値を検
出する(S102)。

20

【0023】

こうして、エンジンの起動後に最初に(あるいは起動後の所定期間に)検出された基礎
計測値は、運転者状態を検出するための「検出基準値」を算出するために使用される。こ
こで、本実施例では、「検出基準値」として、手動運転状態で運転者の漫然状態を検出す
るための検出基準値Aと、自動運転状態で運転者の漫然状態を検出するための検出基準値
Bと、自動運転状態で運転者の興奮状態を検出するための検出基準値Cの3種類を設定す
る。また、これらの3つの検出基準値には個人差がある可能性を考慮して、S102で検
出された基礎計測値を基準に、車両1の運転者に応じた検出基準値を算出する(S104
)。

30

尚、起動後の所定期間に検出した基礎計測値を用いて検出基準値を算出することとすれ
ば、何らかの理由で正確に基礎計測値を検出することができない場合があっても、検出基
準値を適切に算出することができる。

以下では、3つの検出基準値について概要を説明した後、個人差を考慮して、それら3
つの検出基準値を算出する方法について説明する。

【0024】

手動運転状態で運転者の漫然状態を検出するための検出基準値Aとは、次のようなもの
である。一般に、運転者が漫然状態になると、「瞬きの頻度」が低下することが知られて
いる。「開眼度」や、「心拍数」、「血圧」についても同様に、運転者が漫然状態にな
ると低下することが知られている。また、「顔の向き」については、運転者が漫然状態にな
ると進行方向を注視することが困難になるので、進行方向とは異なる方向を向いている時
間(脇見時間)が増加する。あるいは、運転者が漫然状態になると、周辺環境を把握する
ための安全確認挙動が低下するため、「顔の向き」が停留する傾向にある。

40

従って、「瞬きの頻度」や、「開眼度」、「心拍数」、「血圧」については、これらの
計測値が低下したこと、「顔の向き」については、脇見時間の増加や停留時間の増加を検
出することで、運転者が漫然状態になったことを検出することができる。

検出基準値Aとは、このようにして、手動運転状態での運転者の漫然状態を検出するた

50

めに用いられる基準値である。

【 0 0 2 5 】

また、手動運転中は、運転者が少し漫然状態となるだけで車両1が危険な状態になり得るが、自動運転中は、運転者に代わって自動運転装置400が車両1を運転するので、運転者が多少の漫然状態になることは許容されるべきである。その一方で、運転者がたとえば緊急時の回避行動などが即座にできない程の極度の漫然状態になってしまうと、いざという時に、自動運転から手動運転に切り換えて危険を回避することができなくなる。このため、自動運転中は、手動運転中よりも強い漫然状態を検出するべきと考えられる。

検出基準値Bとは、このようにして、自動運転中の運転者の漫然状態を検出するために用いられる基準値である。自動運転中は、手動運転中よりも強い漫然状態を検出するから、「瞬きの頻度」や、「開眼度」、「心拍数」、「血圧」については、検出基準値Aよりも検出基準値Bの方が小さな値に設定される。また、「顔の向き」については、検出基準値Aよりも検出基準値Bの方が大きな値に設定される。

10

【 0 0 2 6 】

更に、自動運転中は、手動運転中とは異なって、運転者が興奮状態になる可能性も考慮しておく必要がある。これは次のような理由による。まず、自動運転は、交通規則を遵守するだけでなく、更に安全運転となるように制御されることが一般的である。このため、運転者が何らかの理由で急いでいたりイライラしていたりした場合には、自動運転に対してストレスを感じる事態が生じ得る。たとえば、前方車両に追従して自動運転している場合、前方車両との車間距離が広めに確保されるので他車両に頻りに割り込まれる事態が生じ得る。このような場合には、急いでいる運転者はストレスを感じて、イライラする結果、一種の興奮状態になると考えられる。

20

運転者が興奮状態になった場合には、漫然状態の場合とは逆に、「瞬きの頻度」や、「開眼度」、「心拍数」、「血圧」が増加すると考えられる。また、「顔の向き」については、周囲の状況を確認する気持ちの余裕が無くなるので、車両1の進行方向ばかりを注視することとなる結果、進行方向以外の方向を見ている時間（いわば、脇見時間）や顔の向きの停留時間が極端に短くなると考えられる。従って、「瞬きの頻度」や、「開眼度」、「心拍数」、「血圧」の増加や、「顔の向き」が示す脇見時間あるいは停留時間の減少を検出すれば、運転者が興奮状態になったことを検出することができると考えられる。

検出基準値Cとは、このようにして、自動運転中に運転者が興奮状態になったことを検出するために用いられる基準値である。

30

【 0 0 2 7 】

また、これら3つの検出基準値A～Cには、運転者の個人差があることが予想される。そこで、図3のS104では、次のようにして、3つの検出基準値A～Cを決定する。

まず始めに、検出基準値Aについては、S102で検出した基礎計測値に基づいて算出する。すなわち、「瞬きの頻度」や、「開眼度」、「心拍数」、「血圧」についての検出基準値Aは、S102で検出した基礎計測値から、予め設定しておいた値を減算して、得られた値を、それぞれ「瞬きの頻度」や、「開眼度」、「心拍数」、「血圧」についての検出基準値Aとする。こうすれば、個人差を考慮して適切な検出基準値Aを決定することができる。また、「顔の向き」については、個人差とは関係なく一律に決まるものと考えられるので、予め設定された値（例えば3秒）を検出基準値Aとする。

40

【 0 0 2 8 】

検出基準値Bおよび検出基準値Cについては、検出基準値Aに基づいて算出する。すなわち、「瞬きの頻度」や、「開眼度」、「心拍数」、「血圧」の検出基準値Bは、対応する検出基準値Aから、予め設定しておいた所定値を更に減算して、得られた値を、それぞれの検出基準値Bとする。逆に、検出基準値Cについては、「瞬きの頻度」や、「開眼度」、「心拍数」、「血圧」の検出基準値Aに、予め設定しておいた所定値を加算して、得られた値を、それぞれの検出基準値Cとする。

また、「顔の向き」の検出基準値Bは、「顔の向き」の検出基準値Aに対して、予め設定しておいた所定値を加算した値を検出基準値Bとする。逆に、「顔の向き」の検出基準

50

値Cは、「顔の向き」の検出基準値Aから、予め設定しておいた所定値を減算した値を検出基準値Cとする。

【0029】

図3のS104では、以上のようにして3つの検出基準値A～Cを算出すると、運転者状態検出部120の記憶部124に記憶する。

続いて、図3の運転支援処理では、再び、運転者の顔画像データや、心拍数、血圧に関する信号を受信して(S106)、図2に示した基礎計測値を検出する(S108)。

【0030】

次に、車両1が自動運転状態であるか否かを判断する(S110)。図1(b)に示した運転状態切換部130は自動運転装置400とデータをやり取りしており、このため制御装置100は、車両1が自動運転状態であるか否かを判断することができる。

その結果、車両1が自動運転状態ではないと判断された場合は(S110: no)、車両1は手動運転状態と考えられるので、運転者状態検出部120は、S104で算出した3つの検出基準値の中から検出基準値Aを選択する(S112)。上述したように、S104で算出して3つの検出基準値は、記憶部124に記憶されている。

【0031】

これに対して、車両1が自動運転状態であった場合は(S110: yes)、運転者状態検出部120は、記憶部124に記憶されている3つの検出基準値の中から検出基準値Bを選択する(S114)。

続いて、制御装置100は、オーバーライドが検出されたか否かを判断する(S116)。前述したようにオーバーライドとは、自動運転中に運転者がステアリングハンドル500などを操作することによって、自動運転状態にある運転操作が手動運転状態に切り換わることをいう。図1(b)を用いて前述したように、運転状態切換部130は、自動運転装置400の制御目標値と、アクチュエーター502に内蔵された操舵角センサーの出力とを比較することによって、運転者がオーバーライドしたことを検出することができる。

尚、オーバーライドは自動運転中に発生するものであるから、オーバーライドが検出されたか否かの判断(S116)は、手動運転状態用の検出基準値Aを選択(S112)した後には行われず、自動運転状態用の検出基準値Bを選択(S114)した後に行われる。

【0032】

その結果、オーバーライドを検出した場合は(S116: yes)、自動運転状態にある運転操作を一時的に(あるいは一定時間だけ)切り換える旨の自動運転切換信号を、運転状態切換部130から自動運転装置400に送信する(S118)。この結果、自動運転状態にある運転操作が手動運転状態に切り換わる。尚、運転操作を手動運転状態に切り換えるに際しては、自動運転状態にある全ての運転操作を手動運転状態に切り換えても良いし、運転者による操作が検出された運転操作だけを手動運転状態に切り換えても良い。

そして、このようにオーバーライドを検出して(S116: yes)自動運転状態を切り換えた場合(S118)には、運転者状態検出部120は、記憶部124に記憶されている3つの検出基準値の中から検出基準値Cを選択する(S120)。すなわち、S114で選択されていた検出基準値Bが、オーバーライドが検出されると、検出基準値Cに変更されることになる。尚、前述したように検出基準値Cとは、自動運転中に運転者が興奮状態になったことを検出するために用いられる検出基準値である。

一方、オーバーライドを検出していない場合は(S116: no)、自動運転装置400に向かって自動運転切換信号を出力したり(S118)、検出基準値Cを選択したり(S120)する処理は行わない。

【0033】

以上のようにして、S104で算出した3つの検出基準値A～Cの何れかを選択したら(S112、S114、S120)、先にS108で検出した基礎計測値が、選択した検出基準値に達したか否かを判断する(S122)。

例えば、検出基準値 A あるいは検出基準値 B が選択されている場合、「瞬きの頻度」や、「開眼度」、「心拍数」、「血圧」についての基礎計測値は、検出基準値として設定されている値よりも大きいと考えられるから、S 1 2 2 では、これら何れかの基礎計測値が検出基準値まで低下したか否かを判断する。また、「顔の向き」についての基礎計測値は、検出基準値として設定されている値よりも短いと考えられるから、S 1 2 2 では、この基礎計測値が検出基準値まで増加したか否かを判断する。

一方、検出基準値 C が選択されている場合、「瞬きの頻度」や、「開眼度」、「心拍数」、「血圧」についての基礎計測値は、検出基準値 C として設定されている値よりも小さいと考えられるから、S 1 2 2 では、これら何れかの基礎計測値が検出基準値まで増加したか否かを判断する。また、「顔の向き」についての基礎計測値は、検出基準値 C として設定されている値よりも長いと考えられるから、S 1 2 2 では、この基礎計測値が検出基準値まで低下したか否かを判断する。

【 0 0 3 4 】

尚、ここでは、「瞬きの頻度」や、「開眼度」、「心拍数」、「血圧」、「顔の向き」の何れかの基礎計測値が検査基準値に達したら、漫然状態あるいは興奮状態にあるものとしているが、複数の基礎計測値についての判断結果に基づいて、漫然状態あるいは興奮状態にあることを検出しても良い。

例えば、これらの基礎計測値の中で、検査基準値に達した基礎計測値の数が所定個数に達したら、漫然状態あるいは興奮状態にあると判断しても良い。あるいは、ある特定の複数の基礎計測値（例えば心拍数および血圧）が何れも検査基準値に達していた場合に、漫然状態あるいは興奮状態にあると判断しても良い。こうすれば、運転者が漫然状態あるいは興奮状態にあることを、より確実に判断することができる。

【 0 0 3 5 】

以上のように、基礎計測値と検査基準値とを比較した結果、何れの基礎計測値も検出基準値に達していなかった場合は（S 1 2 2 : n o）、そのまま S 1 0 6 に戻って、新たな顔画像データや、心拍数、血圧などに関する信号を受信する。そして、それらに基づいて新たな基礎計測値を検出した後（S 1 0 8）、上述した続く一連の処理を実行する。

【 0 0 3 6 】

これに対して、何れかの基礎計測値が検出基準値に達していた場合は（S 1 2 2 : y e s）、検出基準値に応じた態様で運転者に対して注意喚起を行う（S 1 2 4）。

たとえば、選択された検出基準値が、検出基準値 A であった場合は、運転者の漫然状態を解消するために、スピーカー 3 0 0 を用いて警告音を発生したり、図示しない空調装置から運転者に向けて冷風を放出したりする。あるいは、シート振動装置 3 2 0 を用いて運転席を振動させたりする。

また、選択された検出基準値が、検出基準値 B であった場合は、運転状態が自動運転状態と考えられるので、検出基準値 A の場合よりも、警告音や冷風や振動は穏やかな態様とする。

あるいは、選択された検出基準値が、検出基準値 C であった場合は、運転者が興奮状態になっていると考えられる。そこで、運転者をリラックスさせる効果音や、優しい口調で注意喚起する音声をスピーカー 3 0 0 から出力する。また、空調装置からは、運転者が頭を冷やすことができるように、他の場合よりも低温の冷風を放出する。

【 0 0 3 7 】

このような態様で運転者に注意喚起すれば、運転者が漫然状態になっている場合は運転者の意識を覚醒させ、運転者がイライラして興奮状態になっている場合は、運転者を落ち着かせることができる。

そして、注意喚起を行った後は（S 1 2 4）、S 1 0 6 の処理に戻り、上述した一連の処理を繰り返す。

【 0 0 3 8 】

以上に説明した本実施例の運転支援処理を実行することにより、運転者の心理状態を制御して、安全な走行を確保することができる。以下、この点について詳しく説明する。

10

20

30

40

50

図4(a)には、車両1の走行中に運転者の心理状態が変化の様子が概念的に示されている。手動運転区間では、運転者は、周囲の状況を確認しながら自らハンドル操作やブレーキ操作、アクセル操作を行って運転しなければならない。従って、長時間に亘って運転していると、気持ちが弛緩してくるので漫然状態となる。漫然状態の程度が大きくなると走行の安全に支障をきたすので、図4(a)の時刻t1に示されるように、ある程度の漫然状態(軽度)になったことを検出したら注意喚起を行う。この結果、運転者の心理は弛緩した状態から脱して、正常な状態に復帰する。

【0039】

一方、自動運転が可能な区間(自動運転可能区間)に入って自動運転状態になると、自動運転装置400が運転者に代わって運転してくれるので、運転者の心理は弛緩する。その結果、運転者が漫然状態となり易くなる。もっとも、自動運転は運転者の負担を軽減するために行われるものであるから、ある程度の漫然状態は許容されるべきと考えられる。しかし、例えば運転者が、突然の危険状態に対して適切な回避行動を取れないような極端な漫然状態になると、いざというときに自動運転から手動運転に切り換えても、安全の確保が困難となる。そこで、自動運転中は、手動運転中に注意喚起するような軽度の漫然状態では注意喚起しないが、図4(a)の時刻t2に示されるように、より程度の重い漫然状態(重度)となったら注意喚起を行う。

この結果、自動運転中の運転者の心理は、ある程度の弛緩した状態でありながら、いざというときには手動運転に切り換えて走行の安全を確保可能な程度の漫然状態に保たれている(図4(a)参照)。

【0040】

ところが、自動運転は手動運転に比べて、より交通法規を遵守して運転されるので、長時間に亘って自動運転を継続していると、自動運転にストレスを感じるようになることがある。たとえば、自動運転では、前方車両との車間距離が広めに確保されるので他車両に割り込まれ易くなり、こうしたことにストレスを感じるようになる。こうなると、当初は弛緩していた運転者の心理は、ストレスによって逆に緊張を強いられた状態となる。また、こうした傾向は、何らかの理由で運転者が急いでいたりイライラしたりしている場合に、より一層顕著に現れる。

【0041】

図4(b)には、自動運転状態が長時間に亘って継続された結果、運転者が感じるストレスによって、運転者の心理が弛緩側から緊張側に振れていく様子が概念的に表されている。そして、緊張がある一定以上に高まると、運転者はストレスから解放されようとしてオーバーライドするものと考えられる。この時の運転者は、それまで自動運転状態で検出していた漫然状態とは対極の興奮状態になっているものと考えられ、ステアリングハンドル500やアクセルペダルなどの運転操作が乱暴になる可能性が高い。あるいは、周囲の安全確認を怠って、無謀な運転操作を行う可能性が高い。

【0042】

そこで、図4(b)の時刻t3に示したように、自動運転中に運転者がオーバーライドした場合には、運転者の興奮状態を検出する。そして、運転者が興奮状態になっていた場合には、例えば「少しイライラしていませんか」といった音声を出力するなどの態様で注意喚起を行う。こうすることで、図4(b)に示したように、運転者の心理を落ち着かせて、危険な運転が行われることを抑制することが可能となる。

【0043】

また、S116でオーバーライドされたと判断した後は(S116:yes)、所定時間が経過するまで、運転者の興奮状態を検出する。こうすれば、一度の注意喚起で運転者の興奮が収まらなかった場合に、再度の注意喚起を行うことが可能となる。また、オーバーライドの直後の興奮状態は注意喚起するほどではなかったが、その後に運転者の興奮度合いが増大して注意喚起が必要な程度の興奮状態となった場合にも、注意喚起を行って運転者を落ち着かせることができる。更に、オーバーライド直後の興奮状態が、何らかの理由で正しく検出できなかった場合でも、オーバーライドから所定時間が経過するまでは興

10

20

30

40

50

奮状態を検出しておけば、運転者の興奮状態を検出して注意喚起することが可能となる。

【0044】

尚、上述した本実施例では、運転者がオーバーライドしたことを契機として、運転者の興奮状態を検出している。しかし、オーバーライドは、運転者がストレスを感じて興奮状態となったために行われるのであるから、オーバーライドする前から運転者の興奮状態を検出しても良さそうなものである。それにもかかわらず、本実施例では運転者がオーバーライドしたことを契機として興奮状態を検出しているのは、次のようなことを考慮したためである。

先ず、オーバーライドされると言うことは、それまでは自動運転されていたことになる。そして、運転状態が自動運転状態にある限りは、たとえ、運転者が強いストレスを感じているとしても、直ちに走行の安全が脅かされるわけではない。言ってみれば、走行の安全確保が潜在的に脅かされているに過ぎない。

10

しかし、オーバーライドされると自動運転状態にあった運転操作が手動運転状態に切り換わるので、走行の安全が脅かされる可能性が急激に増大することになる。本実施例では、このようなことに着目した結果、オーバーライドされたことを契機として興奮状態を検出し、運転者が興奮状態にあった場合に、安全を確保するための処置（注意喚起）を行うこととしている。

もちろん、オーバーライドされる前に興奮状態を検出して、注意喚起してはいけない訳ではない。例えば、運転者が強い興奮状態にあることが検出された場合には、オーバーライドが行われる前であっても予防的に注意喚起することも可能である。

20

【0045】

C. 変形例 :

上述した実施例では、自動運転中にオーバーライドされた場合、必ず、興奮状態を検出するものとして説明した。しかし、自動運転中にオーバーライドされた場合でも、所定の条件下では興奮状態を検出しないこととしてもよい。以下では、このような変形例について、上述した本実施例との相違点を中心として簡単に説明する。尚、以下に説明する変形例においては、上述した実施例と同様の構成については同じ符号を付すこととして、詳細な説明は省略する。

【0046】

図5には、変形例の運転支援処理のフローチャートが示されている。変形例の制御装置100においても上述した実施例の場合と同様に、運転支援処理を開始すると、運転者カメラ200で撮影された運転者の顔画像データや、心電センサー210から心拍数に関する信号や、血圧センサー220から血圧に関する信号を受信する(S200)。そして、これらのデータを解析することによって基礎計測値を検出する(S202)。

30

続いて、前述した3つの検出基準値A~Cを算出する(S204)。検出基準値A~Cの内容、およびこれらの算出方法については、前述した本実施例と同様であるため、説明は省略する。また、算出した検出基準値A~Cは、記憶部124に記憶しておく。

続いて、再び、運転者の顔画像データや、心拍数、血圧に関する信号を受信して(S206)、これらに基づいて新たな基礎計測値を検出する(S208)。

【0047】

40

そして、車両1が自動運転状態であるか否かを判断し(S210)、自動運転状態ではなかった場合は(S210: no)、手動運転状態用の検出基準値である検出基準値Aを選択する(S212)。

これに対して、車両1が自動運転状態であった場合は(S210: yes)、自動運転状態用の検出基準値である検出基準値Bを選択する(S214)。

【0048】

その後、制御装置100は、オーバーライドが検出されたか否かを判断する(S216)。その結果、オーバーライドを検出した場合は(S216: yes)、自動運転状態にある運転操作を手動運転状態に切り換える旨の自動運転切換信号を、運転状態切換部130から自動運転装置400に送信する(S218)。この結果、自動運転状態にあった運

50

転操作が手動運転状態に切り換わる。

【0049】

変形例の運転支援処理では、こうして自動運転切換信号を送信する(S218)と、自動運転が許可された区間(自動運転可能区間)が間もなく終了するか否かを判断する(S220)。図1(b)に示したように、制御装置100に設けられた運転領域検出部150はカーナビ402と通信して、現在走行している区間が、自動運転が許可された区間であるか否かに関する情報や、走行方向の前方に自動運転が許可されていない区間(自動運転不許可区間)が存在するか否か、存在する場合には、自動運転不許可区間までの距離がどれくらいであるかに関する情報も取得することができる。S220では、これらの情報に基づいて、自動運転可能区間が間もなく(例えば2km前方で)終了するか否かを判断する。

10

【0050】

その結果、自動運転可能区間が間もなく終了することはない(継続する)と判断した場合は(S220: no)、前述した本実施例と同様に、運転者の興奮状態を検出するための検出基準値Cを選択する(S222)。

これに対して、自動運転可能区間が間もなく終了すると判断した場合は(S220: yes)、自動運転中に運転者がオーバーライドしたにも拘わらず、運転者の興奮状態を検出する検出基準値Cではなく、漫然状態を検出する検出基準値Aを選択する(S212)。これは、次のような理由による。

【0051】

20

まず、自動運転可能区間が間もなく終了する状況では、運転者も当然、このことを認識しており、そろそろ手動運転に切り換える必要があると考えているものと思われる。そして、自動運転中にオーバーライドすると自動運転状態にある運転操作が手動運転状態に切り換わることを運転者が知っていた場合には、自動運転状態を終了させて手動運転状態に切り換えるための正規の手順を踏む代わりに、オーバーライドすることによって手動運転状態に切り換える可能性がある。

あるいは、自動運転中に運転者が漫然状態となっていたために、自動運転可能区間の終了が迫っていることに気付くのが遅れて、慌てた運転者が思わず、ステアリングハンドル500を操舵したり、ブレーキペダルを踏んだりすることも起こり得る。

このように、自動運転可能区間が間もなく終了する場合には、たとえ自動運転中に運転者がオーバーライドした場合でも、運転者が強いストレスを感じたためにオーバーライドしたとは限らない。そこで、変形例の運転支援処理では、自動運転中にオーバーライドされた場合でも(S216: yes)、自動運転可能区間が間もなく終了すると判断された場合には(S220: yes)、オーバーライドによって運転状態が手動運転に切り換わることに対応して、手動運転状態用の検出基準値である検出基準値Aを選択することとしている。

30

【0052】

以上のようにして、検出基準値A~Cの何れかを選択したら(S212、S214、S222)、先にS208で検出した基礎計測値が、選択した検出基準値に達したか否かを判断する(S224)。そして、検出した基礎計測値が、選択した検出基準値に達していたら(S224: yes)、検出基準値に応じた態様で運転者に対して注意喚起を行う(S226)。注意喚起については、前述した本実施例と同様であるため、説明は省略する。

40

また、基礎計測値が検出基準値に達していなかった場合は(S224: no)、そのままS206に戻って、新たな顔画像データや、心拍数、血圧などに関する信号を受信し、それらに基づいて新たな基礎計測値を検出した後(S208)、上述した続く一連の処理を実行する。

【0053】

以上に説明した変形例では、自動運転中にオーバーライドされた場合でも、そのオーバーライドの原因が運転者のストレスによるものではないと考えられる場合には、運転者の

50

興奮状態を検出することはない。このため、運転者が興奮していると誤って判断して、たとえば「イライラしていませんか」などの注意喚起をして、運転者に不快な思いをさせることを回避することができる。

【0054】

尚、上述した変形例では、自動運転中にオーバーライドされても、運転者の興奮状態を検出しない例として、自動運転区間が間もなく終了する場合について説明した。もちろん、その他の場合でも、オーバーライドの原因が運転者のストレスによるものではないと考えられる場合には、運転者の興奮状態を検出しないようにすることができる。

例えば、高速道路のサービスエリアやパーキングエリアが近付いている場合には、運転者がサービスエリアやパーキングエリアに寄るために、オーバーライドすることが考えられる。従って、このような場合にも、運転者の興奮状態を検出しないようにすることができる。

【符号の説明】

【0055】

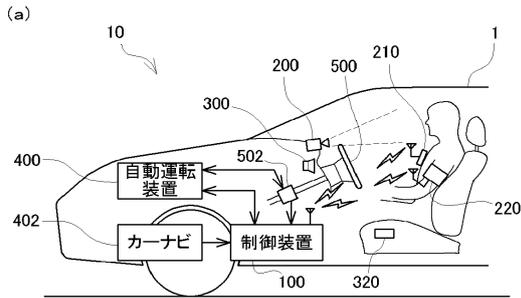
- 1 ... 車両、
- 10 ... 運転支援装置、
- 100 ... 制御装置、
- 120 ... 運転者状態検出部、
- 130 ... 運転状態切換部、
- 140 ... 注意喚起部、
- 150 ... 運転領域検出部、
- 200 ... 運転者カメラ、
- 210 ... 心電センサー、
- 220 ... 血圧センサー、
- 300 ... スピーカー、
- 320 ... シート振動装置、
- 400 ... 自動運転装置、
- 402 ... カーナビ、
- 500 ... ステアリングハンドル、
- 502 ... アクチュエーター。

10

20

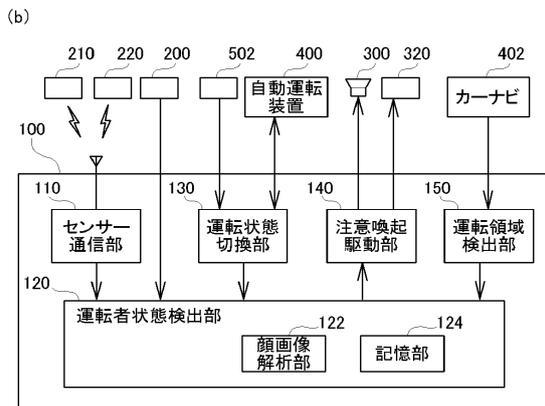
【図1】

【図2】

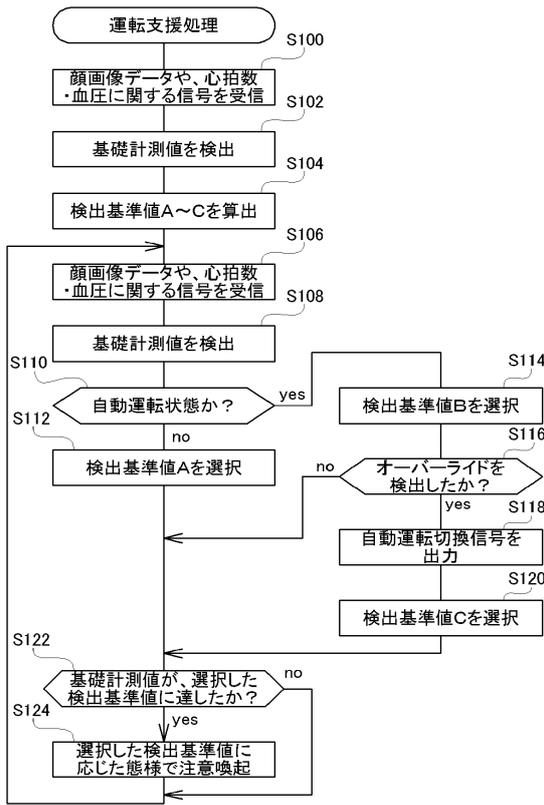


基礎計測値

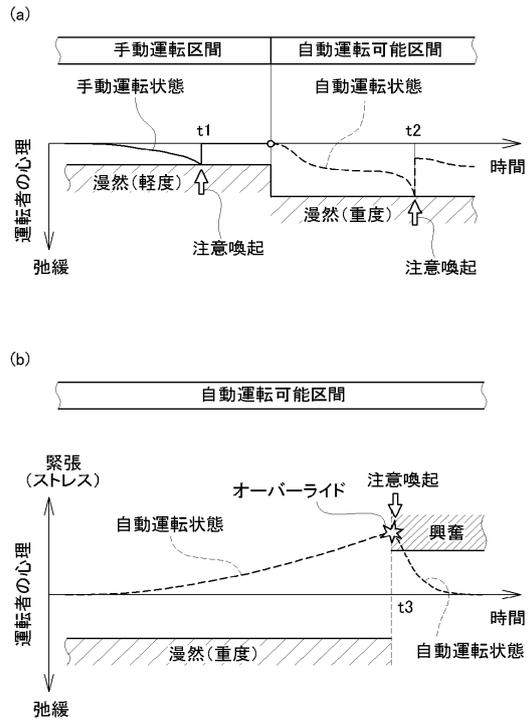
検出項目	検出内容
顔の向き	脇見時間および停留時間
瞬きの頻度	1分間当たりの瞬きの回数
開眼度	1分間当たりに、眼が開いている割合
心拍数	1分間当たりの心拍数
血圧	最大血圧および最小血圧



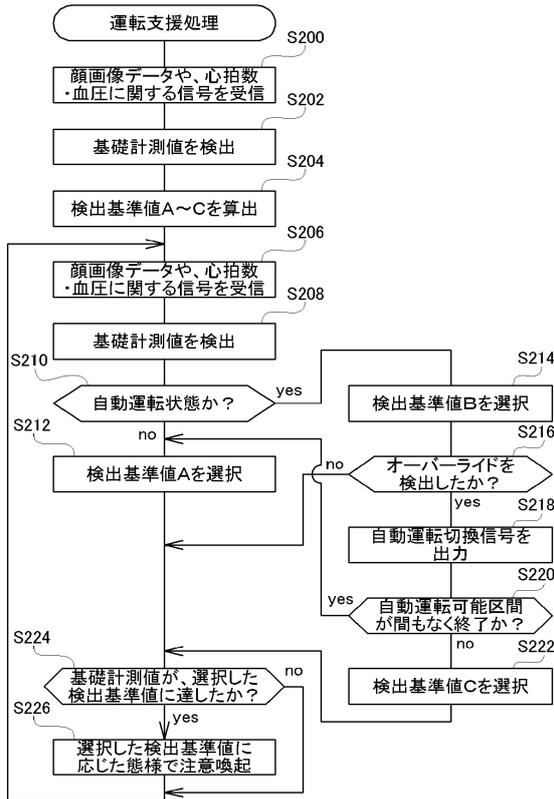
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2007/077867(WO, A1)
特開2010-256943(JP, A)
特開2011-207314(JP, A)
特開2013-97677(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G08G 1/00 - 99/00
B60R 21/00 - 21/13
21/34 - 21/38
B60W 30/00 - 50/16