

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5036620号
(P5036620)

(45) 発行日 平成24年9月26日 (2012. 9. 26)

(24) 登録日 平成24年7月13日 (2012. 7. 13)

(51) Int. Cl.

F I

G O 8 G 1/16 (2006. 01)

B 6 O K 28/06 (2006. 01)

G O 8 B 21/06 (2006. 01)

B 6 O W 40/08 (2012. 01)

A 6 1 B 5/18 (2006. 01)

G O 8 G 1/16 F

B 6 O K 28/06 A

G O 8 B 21/06

B 6 O K 41/00 4 4 O

A 6 1 B 5/18

請求項の数 2 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2008-113924 (P2008-113924)	(73) 特許権者	000002967
(22) 出願日	平成20年4月24日 (2008. 4. 24)		ダイハツ工業株式会社
(65) 公開番号	特開2009-265892 (P2009-265892A)		大阪府池田市ダイハツ町 1 番 1 号
(43) 公開日	平成21年11月12日 (2009. 11. 12)	(74) 代理人	100105980
審査請求日	平成22年12月13日 (2010. 12. 13)		弁理士 梁瀬 右司
		(74) 代理人	100105935
			弁理士 振角 正一
		(72) 発明者	伊東 敏夫
			大阪府池田市桃園 2 丁目 1 番 1 号 ダイハツ工業株式会社内
		審査官	池田 貴俊
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 運転状態判定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

走行中の自車のドライバの運転状態を判定する運転状態判定装置であって、
自車の位置を検出する自車位置検出手段と、
ドライバの運転操作を検出する運転操作検出手段と、
前記自車位置検出手段の検出位置と前記運転操作検出手段の検出操作とに基づき、走行路に対して自車の位置を修正するドライバの運転操作の閉ループモデルの制御特性からドライバの運転操作特性をくり返し算出する特性算出手段と、
前記特性算出手段によりくり返し算出された運転操作特性の出現頻度の高い特性を通常の運転操作特性として書き換え自在に保持するデータ蓄積部と、
前記データ蓄積部により保持された通常時の運転操作特性と前記特性算出手段により算出された運転操作特性との差からドライバの運転状態を判定する判定手段とを備えたことを特徴とする運転状態判定装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載の運転状態判定装置において、
前記特性算出手段は、閉ループ部分空間同定法の一つである S S A R X 法、閉ループ系の同定に有効な予測誤差法等の同定法により伝達関数を同定して、ドライバの運転操作特性をくり返し算出し、
前記判定手段は、前記通常時の運転操作特性に対する前記特性算出手段により算出された最新の前記運転操作特性の共振周波数の高低からドライバの運転状態を判定することを

特徴とする運転状態判定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、ドライバの運転状態を判定する運転状態判定装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、高度道路交通システム（ITS：Intelligent Transport System）の研究・開発分野の1つとして、安全運転支援システムの分野がある。この安全運転支援システムの分野においては、走行中の車両（自車）のドライバに対する情報提供、注意喚起、警報、制御などの運転支援による事故低減の研究・開発が推し進められている。

10

【0003】

そして、ドライバの運転操作が肉体的・精神的な疲労等によって通常時の操作（正常操作）から緩急に変化することに着目し、運転操作の1つであるドライバのハンドル操作について、ハンドル操作をその舵角変化から検出し、検出した変化の低周波成分が通常時のサンプル値以上に増大していれば、居眠りの運転状態と判定することが提案されている（例えば、特許文献1参照）。また、前記舵角変化の高周波成分の一定時間の積分値が基準値を超えるか否かによって覚醒した運転状態か否かを判定することも提案されている（例えば、特許文献2参照）。

20

【特許文献1】特開平5-58192号公報（例えば、要約書、段落[0017]、[0018]、[0024] - [0025]、図1等）

【特許文献2】特開昭60-157927号公報（例えば、第5頁左上欄第5行～同頁右上欄第18行、第3図、第5図等）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

前記特許文献1、2に記載のように、ハンドル操作に伴うハンドル操作の舵角変化の低周波成分や高周波成分の変化から、居眠りの運転状態か否か（又は覚醒の運転状態か否か）を判定するのでは、単にドライバの運転操作（ハンドル操作）の増減変化からドライバの運転状態を判定することになる。

30

【0005】

この場合、走行路の状態等の走行環境やドライバの日頃の癖等によっては、運転状態の誤判定が生じる問題がある。例えば、長い直線の走行路や高速道路の走行中等においては、正常なハンドル操作であっても、その操作は緩やかで少なく、居眠り運転等の異常な運転状態と誤判定される可能性がある。また、ドライバの日頃の運転操作の癖によっては、正常なハンドル操作であっても機敏な操作に対して異常な運転状態と誤判定される可能性がある。そして、このような誤判定は、ハンドル操作だけでなく、ペダル操作等の他の運転操作についても生じる可能性がある。

【0006】

40

本発明は、走行路の状態等の走行環境やドライバの日頃の癖を考慮した運転状態の精度の高い判定が行えるようにすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記した目的を達成するために、本発明の運転状態判定装置は、走行中の自車のドライバの運転状態を判定する運転状態判定装置であって、自車の位置を検出する自車位置検出手段と、ドライバの運転操作を検出する運転操作検出手段と、前記自車位置検出手段の検出位置と前記運転操作検出手段の検出操作とに基づき、走行路に対して自車の位置を修正するドライバの運転操作の閉ループモデルの制御特性からドライバの運転操作特性をくり返し算出する特性算出手段と、前記特性算出手段によりくり返し算出された運転操作特性

50

の出現頻度の高い特性を通常の運転操作特性として書き換え自在に保持するデータ蓄積部と、前記データ蓄積部により保持された通常時の運転操作特性と前記特性算出手段により算出された運転操作特性との差からドライバの運転状態を判定する判定手段とを備えたことを特徴としている（請求項１）。

【０００８】

そして、前記特性算出手段は、閉ループ部分空間同定法の一つであるＳＳＡＲＸ法、閉ループ系の同定に有効な予測誤差法のいずれかにより伝達関数を同定して、ドライバの運転操作特性をくり返し算出し、前記判定手段は、前記通常時の運転操作特性に対する前記特性算出手段により算出された最新の前記運転操作特性の共振周波数の高低からドライバの運転状態を判定することが好ましい（請求項２）。

10

【発明の効果】

【０００９】

請求項１の発明の場合、走行路に対して自車の位置を修正するドライバの運転操作が閉ループモデル（フィードバック制御モデル）とみなせることに着目し、自車位置検出手段が検出する自車の位置と、運転操作検出手段が検出するドライバの運転操作とに基づき、特性算出手段により前記閉ループモデルの制御特性をドライバの運転操作特性として算出する。

【００１０】

この算出に基づいて得られる通常時の運転操作特性及び時々刻々の最新の運転操作特性は、いずれも走行路の状態等の走行環境やドライバの癖等を含む特性である。そのため、特性算出手段によりくり返し算出された運転操作特性の出現頻度の高い特性を通常の運転操作特性として書き換え自在に保持していくと、通常時の運転操作特性と特性算出手段により算出された最新の運転操作特性との差は走行環境の状態やドライバの日頃の癖等を除いたものとなる。

20

【００１１】

したがって、通常時の運転操作特性と最新の運転操作特性との差に基づき、判定手段によりドライバの運転状態を精度よく判定することができる。

【００１２】

ところで、前記閉ループモデルの制御特性から算出されるドライバの運転操作特性には共振周波数が存在し、この共振周波数がドライバの運転操作の特徴を最もよく表すことが判明した。

30

【００１３】

そして、請求項２の発明の場合、判定手段が通常時の運転操作特性に対する最新の運転操作特性の共振周波数の高低からドライバの運転状態を判定することにより、ドライバの運転状態の一層精度の高い判定が行える。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１４】

つぎに、本発明をより詳細に説明するため、一実施形態について、図１～図４を参照して詳述する。

【００１５】

40

図１は自車１に搭載された運転状態判定装置２のブロック構成を示し、図２はその判定処理部の閉ループモデルの模式図である。図３は図２のドライバモデルの周波数応答特性を示し、図４はドライバの運転状態に応じた図２のドライバモデルの周波数応答特性の変化を示す。

【００１６】

図１の運転状態判定装置２は、例えば撮影手段３及び車線認識処理部４が形成する車線認識システムを含み、走行路の車線（白線）に対する自車１の位置のずれを修正するハンドル操作からドライバの運転状態を判定する。

【００１７】

撮影手段３は、走行する自車１の少なくとも前方路面を撮影するモノクロ或いはカラー

50

のCCD単眼カメラからなり、時々刻々の撮影画像（フレーム画像又はフィールド画像）を車線認識処理部4に出力する。

【0018】

車線認識処理部4は、マイクロコンピュータにより画像処理を実行し、撮影手段3の時々刻々の撮影画像を微分して2値化処理し、その処理結果の2値画像の画像認識により、例えば、前記2値画像から予め定義された道路白線の特徴部分を切り出し、パターンマッチングの処理等から、時々刻々変化する自車走行車線の道路白線を検出して自車1の走行車線を認識する。

【0019】

そして、車線認識処理部4の走行車線の認識情報は、舵角センサ5、車速センサ6等の自車1の走行状態の各種センサの検出情報とともに判定処理部7に入力される。

10

【0020】

判定処理部7は、マイクロコンピュータのソフトウェア処理を実行して、本発明の自車位置検出手段、運転操作検出手段、特性算出手段及び、判定手段を形成する。

【0021】

自車位置検出手段は、舵角センサ5の検出舵角や車速センサ6の検出車速等から時々刻々の自車1の位置を検出する。

【0022】

運転操作検出手段は、舵角センサ5の検出舵角から、ドライバの時々刻々の運転操作（ハンドル操作）を検出する。

20

【0023】

特性算出手段は、走行路に対する自車位置検出手段の検出位置と、運転操作検出手段の検出操作とに基づき、走行路に対する自車1の位置ずれをドライバがハンドル操作で修正するという閉ループモデル（フィードバック制御モデル）の制御特性を求めてドライバの運転操作特性をくり返し算出（同定）する。

【0024】

すなわち、車線認識処理部4により認識される自車1の走行車線と、自車位置検出手段の検出位置とから、走行車線に対する自車1の走行位置を検出してデータ蓄積部8に収集し、通常時の自車1の位置（目標位置）を、例えば初期設定位置から最も出現頻度が高い走行位置に更新することをくり返す。

30

【0025】

さらに、前記目標位置に対する時々刻々の走行位置のずれ（誤差）を入力 u 、それを修正するドライバのハンドル操作、すなわち運転操作検出手段の検出舵角を出力 y とし、図2のいわゆる「人-自動車」の閉ループモデルの伝達関数を求めてドライバの運転操作特性（操舵特性）を算出（同定）する。

【0026】

図2において、 G はドライバの運転状態の伝達関数、 C は自車1の伝達関数、 r_1 は目標値、 r_2 は舵角 y のハンドル操作の出力信号に印加される癖等の雑音、 v は外乱、 H はその伝達関数である。

【0027】

そして、図2の閉ループモデルのような閉ループ系に対する同定では外部雑音と制御入力が相関をもつため、一般に開ループ系の同定手法をそのまま閉ループ系に適用することはできない。

40

【0028】

そこで、前記特性算出手段は、閉ループ部分空間同定法の一つであるSSARX法、閉ループ系の同定に有効である予測誤差法（PEM法）のいずれかを採用して伝達関数 G の同定を行う。

【0029】

そして、 r_1 を0、 r_2 を白色雑音として、前記のSSARX法、予測誤差法のシミュレーションにより、伝達関数 G を同定してボード線図を求めたところ、図3の周波数応答

50

特性が得られた。

【0030】

図3において、実線がSSARX法の特長、破線が予測誤差法の特長である。そして、図3から伝達関数G、すなわち、ドライバの運転状態には共振周波数があることが判明した。

【0031】

さらに、ドライバの運転状態による伝達関数Gの変化を検証するため、r1を0、r2を白色雑音とし、走行路に沿って自車1がまっすぐに走行するようにドライバがハンドル操作するものとして、ドライバが運転に集中している場合（通常時の運転状態相当）と、与えられた計算問題を解きながら運転操作する場合（軽度のわき見運転や居眠り運転等の軽度の異常な運転状態相当）とにつき、SSARX法、予測誤差法のシミュレーションにより、伝達関数Gを同定してボード線図を求めたところ、図4の周波数応答特性が得られた。図4の $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ は、SSARX法で同定した正常時、異常時の特性であり、同図の $\beta 1$ 、 $\beta 2$ は、予測誤差法で同定した正常時、異常時の特性である。

10

【0032】

そして、図4から明らかなように、前記の軽度の異常な運転状態の場合は、あわてて修正操作をすることから、通常時の正常な運転状態の場合より、共振周波数が高い方にずれることが判明した。なお、完全な居眠り運転等の重度の異常な運転状態になると、修正操作が緩慢になって遅れるようになり、共振周波数は低い方にずれる。

20

【0033】

そこで、判定手段は、特性算出手段が算出した伝達関数Gの特性に基づき、通常時の運転操作特性と最新の運転操作特性との差からドライバの運転状態を判定する。

【0034】

ところで、通常時の運転操作特性は、最初はデータ蓄積部8に保持された初期設定特性又は前回特性であり、走行するにしたがって、特性算出手段が算出する伝達関数Gの特性に基づく重み付けの補正処理や多数決処理等により出現頻度が高い特性に修正されてデータ蓄積部8に書き換え自在に保持される。

【0035】

そして、判定手段は通常時の運転操作特性と最新の運転操作特性との差として、データ蓄積部8の通常時の運転操作特性の共振周波数に対する特性算出手段が算出した最新の伝達関数Gの特性（最新の運転操作特性）の共振周波数の高低を検出し、その結果からドライバの運転状態を判定する。すなわち、最新の運転操作特性の共振周波数が通常時の運転操作特性の共振周波数より高くなると、軽度の異常な運転状態であると判定し、最新の運転操作特性の共振周波数が通常時の運転操作特性の共振周波数より低くなると、重度の異常な運転状態であると判定する。

30

【0036】

このとき、通常時の運転操作特性及び最新の運転操作特性は、いずれも走行路の状態等の走行環境やドライバの癖等を含む閉ループモデルの伝達関数Gの特性である。そのため、判定手段は走行環境やドライバの癖等の影響なくドライバの運転状態を精度よく判定することができる。

40

【0037】

そして、判定手段の判定結果に応じた判定処理部7の判定出力は運転認識状態判定装置2の後段の報知処理部9、運転規制部10に供給され、軽度の異常な運転状態であれば、報知処理部9により音や振動等によってドライバに注意を喚起する。また、重度の異常な運転状態であれば、さらに運転規制部10によりアクセルペダルの踏み込みに対するスロットルの弁開度を小さくしたり、ブレーキをかけたりする。

【0038】

したがって、本実施形態の場合、自車1の走行中に走行環境やドライバの日頃の癖を考慮した運転状態の精度の高い判定を行うことができ、この判定に基づき、ドライバの運転状態に応じた適切な報知や運転規制を行なって安全性を飛躍的に向上することができる。

50

【0039】

そして、本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない限りにおいて上述したもの以外に種々の変更を行なうことが可能であり、例えば、自車1がカーナビゲーションシステムを備える場合には、撮影手段3及び車線認識処理部4の車線認識システムを省き、カーナビゲーションシステムのGPSにより自車位置検出手段を形成し、カーナビゲーションシステムの地図情報、GPSの位置情報から、自車1の走行車線及び走行車線に対する自車1の位置を認識するようにしてもよい。

【0040】

また、特性算出手段により、SSARX法、予測誤差法以外の手法で伝達関数Gを同定してドライバの運転操作特性を算出してもよい。

10

【0041】

さらに、判定結果に基づく注意喚起の報知方法や運転規制の方法は、どのようなであってもよく、判定結果を自車1の他の制御等に用いてもよい。

【0042】

つぎに、ドライバの運転状態は、ブレーキペダル操作やアクセルペダル操作の状態であってもよく、この場合、運転操作検出手段はブレーキペダルやアクセルペダルの操作量を検出し、自車位置検出手段は走行路に対する自車1の走行方向（前後方向）の位置を検出すればよい。

【0043】

そして、本発明は、種々の車両のドライバの運転状態の判定に適用することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】本発明の一実施形態のブロック図である。

【図2】図1の判定処理部の閉ループモデルの模式図である。

【図3】図2のドライバモデルの周波数応答特性の一例の説明図である。

【図4】ドライバの運転状態に応じた図2のドライバモデルの周波数応答特性の変化の説明図である。

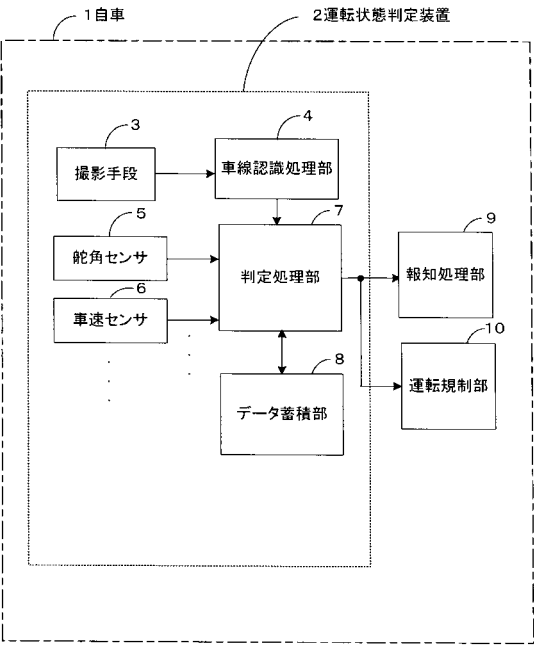
【符号の説明】

【0045】

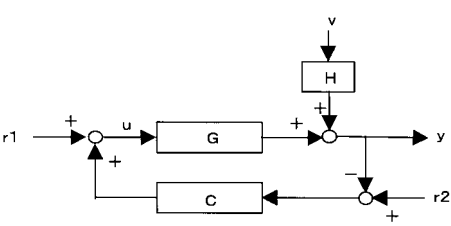
- 1 自車
- 2 運転状態判定装置
- 7 判定処理部

30

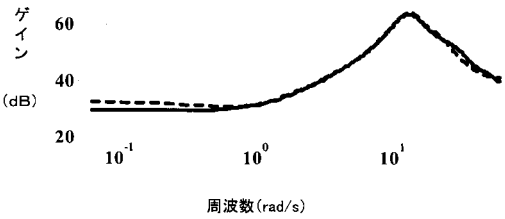
【図 1】



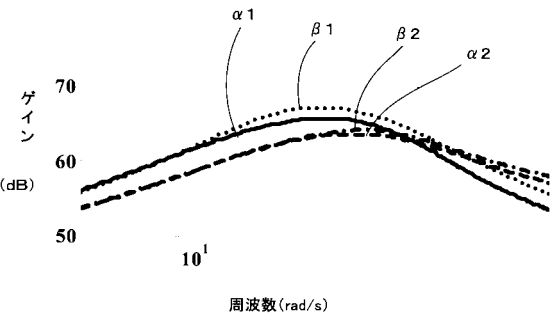
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平04-056632 (JP, A)
特開2005-173929 (JP, A)
特開2000-355230 (JP, A)
特開平07-266917 (JP, A)
特開平11-227490 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G08G 1/16
B60K 28/06
G08B 21/06
A61B 5/18