

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6260544号
(P6260544)

(45) 発行日 平成30年1月17日(2018.1.17)

(24) 登録日 平成29年12月22日(2017.12.22)

| | |
|--------------------------------|----------------|
| (51) Int. Cl. | F 1 |
| B 6 O W 30/12 (2006.01) | B 6 O W 30/12 |
| G O 5 D 1/02 (2006.01) | G O 5 D 1/02 R |
| B 6 2 D 6/00 (2006.01) | B 6 2 D 6/00 |
| B 6 O W 30/16 (2012.01) | B 6 O W 30/16 |

請求項の数 3 (全 15 頁)

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|---------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2015-8139 (P2015-8139) | (73) 特許権者 | 000003207 |
| (22) 出願日 | 平成27年1月19日(2015.1.19) | | トヨタ自動車株式会社 |
| (65) 公開番号 | 特開2016-132351 (P2016-132351A) | | 愛知県豊田市トヨタ町1番地 |
| (43) 公開日 | 平成28年7月25日(2016.7.25) | (74) 代理人 | 100088155 |
| 審査請求日 | 平成28年5月26日(2016.5.26) | | 弁理士 長谷川 芳樹 |
| 前置審査 | | (74) 代理人 | 100113435 |
| | | | 弁理士 黒木 義樹 |
| | | (74) 代理人 | 100187311 |
| | | | 弁理士 小飛山 悟史 |
| | | (74) 代理人 | 100161425 |
| | | | 弁理士 大森 鉄平 |
| | | (72) 発明者 | 山岡 正明 |
| | | | 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自動運転装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両の自動運転を行うとともに、前記自動運転中における前記車両の運転者によるステアリング操作に応じた第1の値が第1閾値以上である場合には実行中の前記自動運転を手動運転に切り替える自動運転装置であって、

前記自動運転中における前記ステアリング操作に応じた値を取得する取得部と、
前記自動運転を行うとともに、前記自動運転と前記手動運転との切り替えを制御する制御部と、
を備え、

前記制御部は、
前記取得部により取得された前記ステアリング操作に応じた第1の値が前記第1閾値以上であり、かつ、実行中の前記自動運転を前記手動運転に切り替える前に前記取得部により取得された前記ステアリング操作に応じた第2の値が第2閾値以上である場合には、前記車両を減速させるとともに実行中の前記自動運転を前記手動運転に切り替え、

目標車速と現在車速との比が予め設定されており、
前記制御部は、前記現在車速と前記比とに基づいて前記目標車速を設定し、前記目標車速を用いて減速する、
自動運転装置。

【請求項2】

前記ステアリング操作に応じた前記第1の値と前記ステアリング操作に応じた前記第2

の値とは同じ値であり、前記第 2 閾値は前記第 1 閾値より大きな閾値である請求項 1 に記載の自動運転装置。

【請求項 3】

前記制御部は、前記取得部により取得された前記ステアリング操作に応じた第 1 の値が前記第 1 閾値以上であり、かつ、実行中の前記自動運転を手動運転に切り替える前に前記取得部により取得された前記ステアリング操作に応じた第 2 の値が第 2 閾値以上である場合には、前記車両の減速に加えてハザードランプの点灯又はブレーキランプの点灯を行う、請求項 1 又は 2 に記載の自動運転装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明の種々の側面は、自動運転装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、運転者による手動運転と車載コンピュータによる自動運転とを切替可能な車両が記載されている。この車両は、自動運転中において、ステアリングホイールに備わるタッチセンサの検出結果に基づいて、自動運転から手動運転へ切り換える。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

20

【特許文献 1】US 特許第 8 6 7 0 8 9 1 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、運転者は、例えば寄り道などの進路変更のために自動運転から手動運転への切り替えをすることを望む場合と、障害物などの緊急回避のために必要に迫られて自動運転から手動運転への切り替えを望む場合とがある。特許文献 1 記載の自動運転装置では、運転者が緊急回避のために必要に迫られてステアリング操作をした場合であっても、通常どおり自動運転から手動運転へ単に切り換えるだけであるので、緊急時という状況に対応できていない。

30

【0005】

本発明の種々の側面は、自動運転から手動運転へ切り換える場合に、緊急時の状況に対応することができる自動運転装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一側面に係る自動運転装置は、車両の自動運転を行うとともに、自動運転中における車両の運転者によるステアリング操作に応じた第 1 の値が第 1 閾値以上である場合には実行中の自動運転を手動運転に切り替える自動運転装置であって、自動運転中におけるステアリング操作に応じた値を取得する取得部と、自動運転を行うとともに、自動運転と手動運転との切り替えを制御する制御部と、を備え、制御部は、取得部により取得されたステアリング操作に応じた第 1 の値が第 1 閾値以上であり、かつ、実行中の自動運転を手動運転に切り替える前に取得部により取得されたステアリング操作に応じた第 2 の値が第 2 閾値以上である場合には、車両を減速させるとともに実行中の自動運転を手動運転に切り替える。

40

【0007】

本発明の一側面に係る自動運転装置では、取得部により取得されたステアリング操作に応じた第 1 の値が第 1 閾値以上であり、かつ、取得部により取得されたステアリング操作に応じた第 2 の値が第 1 閾値とは異なる第 2 閾値以上である場合には、制御部により、車両の速度が減速し、実行中の自動運転が手動運転に切り替えられる。このため、この自動運転装置によれば、運転者が自動運転時の車速よりも減速された状態から手動運転を開始

50

することができる。よって、この自動運転装置は、緊急時の状況に対応することができる。

【 0 0 0 8 】

一実施形態では、ステアリング操作に応じた第 1 の値とステアリング操作に応じた第 2 の値とは同じ値であって、第 2 閾値は第 1 閾値より大きな閾値であってもよい。このように構成することで、自動運転装置は、自動運転から手動運転へ切り替えるか否かと、自動運転から手動運転への切り替え時において車両の速度を減速させるか否かとを、1つのセンサ値のみから判定することができる。

【 発 明 の 効 果 】

【 0 0 0 9 】

本発明の種々の側面及び実施形態によれば、自動運転から手動運転へ切り換える場合に、緊急時の状況に対応することができる。

【 図 面 の 簡 単 な 説 明 】

【 0 0 1 0 】

【 図 1 】 図 1 は、第 1 実施形態に係る自動運転装置の構成を示すブロック図である。

【 図 2 】 図 2 は、運転者のステアリング操作に基づいて車両の自動運転を終了させるシーンの一例を説明する図である。

【 図 3 】 図 3 は、ハンドルタッチセンサの検出値の一例を示すグラフである。

【 図 4 】 図 4 は、第 1 実施形態に係る自動運転装置の自動運転終了時の処理を説明するフローチャートである。

【 図 5 】 図 5 は、ハンドルタッチセンサの検出値の一例を示すグラフである。

【 発 明 を 実 施 す る た め の 形 態 】

【 0 0 1 1 】

以下、図面を参照して、本発明の実施形態について説明する。なお、以下の説明において、同一又は相当要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。

【 0 0 1 2 】

[第 1 実 施 形 態]

図 1 は、第 1 実施形態に係る自動運転装置を搭載した車両の構成を示すブロック図である。図 1 に示す車両制御 ECU (Electronic Control Unit) 1 (自動運転装置の一例) は、例えば乗用車などの車両 2 に搭載され、車両 2 の走行を制御する。車両制御 ECU 1 は、車両 2 の自動運転を行う。自動運転の詳細については後述する。

【 0 0 1 3 】

車両制御 ECU 1 は、CPU (Central Processing Unit)、ROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory) などからなる電子制御ユニットである。車両制御 ECU 1 では、ROM に記憶されているプログラムを RAM にロードし、CPU で実行することで、各種の車両制御を実行する。車両制御 ECU 1 は、複数の電子制御ユニットから構成されていてもよい。車両制御 ECU 1 は、後述するセンサ類、通信機器もしくはナビゲーションシステム、並びに、車両 2 のエンジン制御、ブレーキ制御もしくは操舵制御を行う後述する電子制御ユニットにそれぞれ接続されており、センサ類、通信機器又はナビゲーションシステムから取得した情報に基づいて、走行制御を行う電子制御ユニットへ制御信号を出力して、車両 2 の走行を制御する。

【 0 0 1 4 】

車両 2 は、例えば、通信部 20、ステレオカメラ 21、レーザレーダ 22、ナビゲーションシステム 23、アクセルペダルセンサ 24、ブレーキペダルセンサ 25、操舵センサ 26、ハンドルタッチセンサ 27、ドライバモニタカメラ 28、エンジン制御部 40、ブレーキ制御部 41、及び操舵制御部 42 を備えている。

【 0 0 1 5 】

通信部 20 は、無線通信網 (例えば携帯電話の通信網、VICS (Vehicle Information and Communication System) (登録商標) の通信網など) を介して各種の情報を取得する。通信部 20 は、例えば、交通情報を管理する情報管理センターなどの施設のコン

10

20

30

40

50

コンピュータとの路車間通信により、車両 2 の進路上の道路環境情報を取得する。路車間通信とは、例えば、道路脇に設けられた路側送受信機（例えば光ビーコン、ITS (Intelligent Transport Systems) スポットなど）を介した情報管理センターなどとの通信である。路車間通信には、上述した無線通信網を通じた情報管理センターなどとの通信も含まれる。また、通信部 20 は、車々間通信により他車両の情報を取得してもよい。通信部 20 は、例えば、車々間通信により、他車両の位置情報、他車両により検出された道路環境情報などを取得する。

【0016】

ステレオカメラ 21 は、例えば、車両 2 のフロントガラスの裏面に設けられた二つの撮像部を有している。二つの撮像部は、車両 2 の車幅方向に並んで配置されており、車両 2 の前方を撮像する。ステレオカメラ 21 は、車両前方の撮像情報を車両制御 ECU 1 へ送信する。なお、ステレオカメラ 21 に代えて単眼カメラを用いてもよい。

10

【0017】

レーザレーダ 22 は、例えば、車両 2 の前端に設けられ、レーザーを利用して車両前方の障害物を検出する。レーザレーダ 22 は、例えば、レーザーを車両前方に送信し、他車両などの障害物に反射したレーザーを受信することで障害物を検出する。レーザレーダ 22 は、検出した障害物に応じた信号を車両制御 ECU 1 へ出力する。なお、レーザレーダ 22 に代えて、ミリ波レーダなどを用いてもよい。

【0018】

ナビゲーションシステム 23 は、運転者によって設定された目的地まで車両 2 の運転者の案内を行う。ナビゲーションシステム 23 は、例えば、車両 2 の位置情報を測定するための GPS 受信部 23a と、地図情報を記憶した地図データベース 23b を有している。GPS 受信部 23a は、例えば、三個以上の GPS 衛星からの信号を受信することにより、車両 2 の位置情報（例えば緯度経度）を測定する。地図データベース 23b の地図情報には、例えば、道路の位置情報、道路の種別情報、道路形状の情報などが含まれる。

20

【0019】

ナビゲーションシステム 23 は、GPS 受信部 23a の測定した車両 2 の位置情報と地図データベース 23b の地図情報とに基づいて、車両 2 の走行する走行道路及び走行車線を認識する。ナビゲーションシステム 23 は、車両 2 の位置から目的地に至るまでの経路を演算し、ナビゲーション用ディスプレイの表示及び車両 2 のスピーカからの音声出力により運転者に対して当該経路の案内を行う。ナビゲーションシステム 23 は、例えば、車両 2 の位置情報、車両 2 の走行道路の情報、及び車両 2 の案内経路の情報を車両制御 ECU 1 へ送信する。

30

【0020】

アクセルペダルセンサ 24 は、例えば、車両 2 のアクセルペダルのシャフト部分に対して設けられ、アクセルペダルの踏込み量（アクセルペダルの位置）を検出する。アクセルペダルセンサ 24 は、検出したアクセルペダルの踏込み量に応じた信号を車両制御 ECU 1 へ出力する。

【0021】

ブレーキペダルセンサ 25 は、例えば、ブレーキペダルの部分に対して設けられ、ブレーキペダルの踏込み量（ブレーキペダルの位置）を検出する。ブレーキペダルセンサ 25 は、ブレーキペダルの操作力（ブレーキペダルに対する踏力やマスタシリンダの圧力など）を検出してもよい。ブレーキペダルセンサ 25 は、検出したブレーキペダルの踏込み量や操作力に応じた信号を車両制御 ECU 1 へ出力する。

40

【0022】

操舵センサ 26 は、例えば、車両 2 のステアリングシャフトに対して設けられ、運転者がステアリングホイールに与える操舵トルクを検出する。ハンドルタッチセンサ 27 は、例えば、車両 2 のステアリングホイールに設けられ、ステアリングホイールに対する運転者の接触及び運転者がステアリングホイールを握る圧力を検出する。操舵センサ 26 及びハンドルタッチセンサ 27 は、運転者のステアリング操作に応じた値を車両制御 ECU 1

50

へ送信する。

【 0 0 2 3 】

ドライバモニタカメラ 2 8 は、例えば、車両 2 のステアリングコラムのカバー上で運転者の正面の位置に設けられ、運転者の撮像を行う。ドライバモニタカメラ 2 8 は、運転者を複数方向から撮像するため、複数設けられていてもよい。ドライバモニタカメラ 2 8 は、運転者の撮像情報を車両制御 E C U 1 へ送信する。

【 0 0 2 4 】

エンジン制御部 4 0 は、車両 2 のエンジンを制御する電子制御ユニットである。エンジン制御部 4 0 は、例えば、エンジンに対する燃料の供給量及び空気の供給量をコントロールすることで車両 2 の駆動力を制御する。なお、エンジン制御部 4 0 は、車両 2 がハイブリッド車又は電気自動車である場合には、動力源として駆動するモータの制御を行うモータ制御部として機能する。エンジン制御部 4 0 は、車両制御 E C U 1 からの制御信号に応じて車両 2 の駆動力を制御する。

【 0 0 2 5 】

ブレーキ制御部 4 1 は、車両 2 のブレーキシステムを制御する電子制御ユニットである。ブレーキシステムとしては、例えば、液圧ブレーキシステムを用いることができる。ブレーキ制御部 4 1 は、液圧ブレーキシステムに付与する液圧を調整することで、車両 2 の車輪へ付与する制動力をコントロールする。ブレーキ制御部 4 1 は、車両制御 E C U 1 からの制御信号に応じて車輪への制動力を制御する。なお、ブレーキ制御部 4 1 は、車両 2 が回生ブレーキシステムを備えている場合、液圧ブレーキシステム及び回生ブレーキシステムの両方を制御してもよい。

【 0 0 2 6 】

操舵制御部 4 2 は、車両 2 の電動パワーステアリングシステム (E P S : Electric Power Steering) を制御する電子制御ユニットである。操舵制御部 4 2 は、電動パワーステアリングシステムのうち、車両 2 の操舵トルクをコントロールするアシストモータを駆動させることにより、車両 2 の操舵トルクを制御する。操舵制御部 4 2 は、車両制御 E C U 1 からの制御信号に応じて操舵トルクを制御する。

【 0 0 2 7 】

車両制御 E C U 1 は、取得部 3 0 及び制御部 3 1 を備えている。取得部 3 0 は、車両制御 E C U 1 が演算するために必要な情報を入力する。取得部 3 0 は、通信部 2 0 、ステレオカメラ 2 1 、レーザレーダ 2 2 、ナビゲーションシステム 2 3 、アクセルペダルセンサ 2 4 、ブレーキペダルセンサ 2 5 、操舵センサ 2 6 、ハンドルタッチセンサ 2 7 又はドライバモニタカメラ 2 8 から情報を取得する。取得部 3 0 は、取得した情報を制御部 3 1 へ出力する。

【 0 0 2 8 】

制御部 3 1 は、自動運転制御部 3 1 0 、第 1 判定部 3 1 1 および第 2 判定部 3 1 2 を備えている。自動運転制御部 3 1 0 は、取得部 3 0 により取得された情報に基づいて、エンジン制御部 4 0 、ブレーキ制御部 4 1 及び操舵制御部 4 2 へ制御信号を出力し、車両 2 の自動運転を行う。

【 0 0 2 9 】

自動運転とは、運転者が主体となって運転操作をすることなく、車載機器によって走行することをいう。例えば、自動運転は、車両 2 の走行する道路に沿って自動で車両 2 を走行させる運転状態である。自動運転には、例えば、予め設定された目的地に向かって自動で車両 2 を走行させる運転状態が含まれる。

【 0 0 3 0 】

自動運転は、自動操舵 (操舵の自動運転) 及び自動速度調整 (速度の自動運転) で実現される。自動操舵とは、車両 2 の操舵を自動で制御する運転状態である。例えば、自動操舵は、走行車線から逸脱しないように自動で車両 2 の操舵を行う運転状態である。自動操舵は、自動運転制御部 3 1 0 により出力された制御信号に基づいて操舵制御部 4 2 が動作することで実現される。自動操舵により、運転者がステアリング操作をしない場合であっ

10

20

30

40

50

ても、走行車線に沿って自動で車両2の操舵が行なわれる。自動速度調整とは、車両2の速度を自動で制御する運転状態である。例えば、自動速度調整は、車両2の前方に先行車が存在しない場合は予め設定された設定速度で車両2を定速走行させる定速制御を行い、車両2の前方に先行車が存在する場合には先行車との車間距離に応じて車両2の車速を調整する追従制御を行う運転状態である。自動速度調整は、自動運転制御部310により出力された制御信号に基づいてエンジン制御部40及びブレーキ制御部41が動作することで実現される。自動速度調整により、運転者がアクセル操作（例えばアクセルペダルの操作）又はブレーキ操作（例えばブレーキペダルの操作）をしない場合であっても、自動で車両2の速度調整が行なわれる。

【0031】

自動運転制御部310は、運転者が自動運転開始の操作を行なった場合に、自動運転を開始する。自動運転開始の操作とは、自動運転を車載機器に開始させるための操作である。例えば、自動運転開始の操作は、ステアリングホイールに設けられた自動運転開始のスイッチを押す操作である。

【0032】

そして、自動運転制御部310は、予め定められた条件を満たした場合、自動運転を終了（解除）する。例えば、自動運転制御部310は、自動運転中の車両2が予め定められた自動運転の終了位置に至ったと判定した場合に、自動運転を終了する。あるいは、運転者がステアリングホイールに手を添えていることを自動運転継続の条件であると設定されている場合において、自動運転中の所定の期間、運転者がステアリングホイールから手を離した場合には、自動運転が解除されてもよい。あるいは、自動運転制御部310は、運転者が自動運転解除の操作を行なった場合に、自動運転を終了してもよい。自動運転解除の操作とは、自動運転を車載機器に終了させるための操作である。自動運転解除の操作は、例えば、ステアリングホイールに設けられた自動運転キャンセルのスイッチを押す操作である。

【0033】

上述した自動運転解除の操作は、運転操作であってもよい。例えば、自動運転制御部310は、所定の操作量を超える操作量の運転操作が行なわれた場合に、自動運転を終了させようとする運転者の意図があるとして、自動運転を終了する。運転操作にはブレーキペダル操作又はアクセルペダル操作も含まれ得るが、本実施形態では、運転操作がステアリング操作である場合を例に説明する。

【0034】

制御部31は、上述した自動運転解除のステアリング操作を判定するために、第1判定部311を備えている。第1判定部311は、取得部30により取得された運転者のステアリング操作に応じた値に基づいて、自動運転中における車両2の運転者によるステアリング操作に応じた第1の値が第1閾値以上であるか否かを判定する。運転者によるステアリング操作に応じた第1の値とは、運転者のステアリング操作に関連して変化する値である。第1の値には、運転者がステアリングホイールに与える操舵トルク、操舵角、圧力、又は、これらの値から導出される値（例えば操舵トルクの変化量、操舵角の変化量又は圧力の変化量）が含まれる。第1閾値とは、自動運転を終了させるか否かを判定するために、すなわち自動運転を手動運転に切り替えるか否かを判定するために、ステアリング操作に応じた第1の値の種類ごとに予め定められた閾値である。つまり、第1閾値は、自動運転終了の運転者の意図があるとみなすか否かを判定するために用いられる閾値ともいえる。例えば第1閾値としては、自動運転中に許容される第1の値の最大値が用いられる。第1閾値は、例えば被験者データを用いた統計処理又はシミュレーションなどにより定められる。第1判定部311は、判定結果を自動運転制御部310へ出力する。

【0035】

自動運転制御部310は、第1判定部311により自動運転中における車両2の運転者によるステアリング操作に応じた第1の値が第1閾値以上であると判定された場合には、実行中の自動運転を手動運転に切り替える。実行中の自動運転を手動運転に切り替えると

10

20

30

40

50

は、自動運転の終了（解除）を意味する。このように、運転者のステアリング操作に基づいて、車両2の運転状態が自動運転から手動運転へ切り換えられる。

【0036】

手動運転とは、運転者の運転操作を主体として車両2を走行させる運転状態である。例えば、手動運転には、運転者の運転操作のみに基づいて車両2を走行させる運転状態が含まれる。さらに、手動運転には、運転者の運転操作を主体としながら、運転者の運転操作を支援する運転操作支援制御が行なわれる運転状態が含まれてもよい。運転操作支援制御とは、運転者の運転操作をアシストする制御である。例えば、運転操作支援制御は、車両2のカーブ走行時に運転者の操舵が適切な操舵量となるように、カーブの曲率に基づいて操舵トルクをアシストする制御である。運転操作支援制御には、例えばステアリングホイールにトルクを付与することにより、運転者の操舵方向が適切な操舵方向となるように誘導する誘導制御も含まれる。運転操作支援制御は、運転者のアクセル操作（例えばアクセルペダルの操作）又はブレーキ操作（例えばブレーキペダルの操作）を支援する制御であってもよい。ただし、運転操作支援制御には、運転者の運転操作に強制的に介入して、車両2を自動で走行させる制御は含まれない。運転操作支援制御は、車両制御ECU1により行われてもよいし、他の電子制御ユニットにより実行されてもよい。

10

【0037】

ここで、自動運転解除のステアリング操作が行われるシーンの一例を説明する。図2は、運転者のステアリング操作に基づいて車両2の自動運転を終了させるシーンの一例を説明する図である。図2では、2つのシーンを説明するが、何れの場合も車両2の自動運転が終了する。

20

【0038】

図2の(a)に示すシーンは、通常進路変更シーンである。通常進路変更は、運転者に緊急の意図がない場合における進路変更又は車線変更などのシーンである。図2の(a)では、車両2は、自動車専用道路を自動運転で目的地へ向けて走行している。図中の破線の矢印は、自動運転時の車両2の予定進路を示している。つまり、自動運転中の車両2は、パーキングエリアを通過する予定である。ここで、運転者には、パーキングエリアに立ち寄る意図があるとするとする。このような通常進路変更シーンでは、運転者は、パーキングエリアへ進路方向するためにステアリング操作を行う。このときのステアリング操作は、自動運転の微調整を超えた運転操作、つまり自動運転中に許容される範囲を超えた操作となる。すなわち、このときのステアリング操作に応じた操作量（第1の値）は、第1閾値以上となる。このため、自動運転制御部310は、車両2の自動運転を終了する。そして、車両2は、図中の実線の矢印で示すように、手動運転でパーキングエリアへ進入する。

30

【0039】

図2の(b)に示すシーンは、緊急回避シーンである。緊急回避シーンは、運転者に緊急回避の意図がある場合における進路変更又は車線変更などのシーンであり、例えば障害物回避のシーンである。図2の(b)では、車両2は、自動車専用道路を自動運転で目的地へ向けて走行している。車両2は、片側二車線の道路の左側のレーンを走行している。図中の破線の矢印は、自動運転時の車両2の予定進路を示している。つまり、自動運転中の車両2は、左レーンを直進する予定である。ここで、車両2の前方に障害物Pが存在し、車両2が障害物Pに近接したときに運転者が障害物Pの存在に気が付いたとするとする。このような緊急回避シーンでは、運転者は、障害物Pとの接触を回避するために、右レーンへ車線変更するためのステアリング操作を咄嗟に行う。このときのステアリング操作は、自動運転の微調整を超えた運転操作、つまり自動運転中に許容される範囲を超えた操作となる。すなわち、このときのステアリング操作に応じた操作量（第1の値）は、第1閾値以上となる。このため、自動運転制御部310は、車両2の自動運転を終了する。そして、車両2は、図中の実線の矢印で示すように、手動運転で車線変更される。

40

【0040】

このように、自動運転制御部310は、自動運転中における車両2の運転者によるステアリング操作に応じた第1の値が第1閾値以上である場合には、運転者の自動運転の終了

50

の意図があるとし、実行中の自動運転を手動運転に切り替えることで、運転者の意図に沿った運転状態を実現することができる。

【0041】

制御部31は、上述した通常進路変更シーンと緊急回避シーンとを区別して車両制御するために、第2判定部312を備えている。第2判定部は、上述した自動運転制御部310の運転状態の切り換え処理の前に、取得部30により取得された運転者のステアリング操作に応じた第2の値に基づいて、自動運転中における車両2の運転者によるステアリング操作に応じた第2の値が第2閾値以上であるか否かを判定する。ステアリング操作に応じた第2の値とは、運転者のステアリング操作に関連して変化する値である。第2の値には、運転者がステアリングホイールに与える操舵トルク、操舵角、圧力、又は、これらの値から導出される値（例えば操舵トルクの変化量、操舵角の変化量もしくは圧力の変化量）が含まれる。本実施形態の第2の値は、第1の値と種類（単位）が異なる。例えば、第1の値が操舵トルク（ $N \cdot m$ ）であれば、第2の値は、操舵角（ rad ）、圧力（ Pa ）、操舵トルクの変化量（ $N \cdot m / s$ ）、操舵角の変化量（ rad / s ）、又は、圧力の変化量（ Pa / s ）とすることができる。第2閾値は、実行中の自動運転を手動運転に切り替える際に車両2を減速させるか否かを判定するために、ステアリング操作に応じた第2の値の種類ごとに予め定められた閾値である。つまり、第2閾値は、緊急事態回避の運転者の意図があるときみなすか否かを判定するために用いられる閾値ともいえる。第2閾値は、例えば被験者データを用いた統計処理又はシミュレーションなどにより定められる。

10

【0042】

自動運転制御部310は、第1判定部311の判定結果及び第2判定部312の判定結果に基づいて、ステアリング操作に応じた第1の値が第1閾値以上であり、かつ、実行中の自動運転を手動運転に切り替える前にステアリング操作に応じた第2の値が第2閾値以上である場合には、車両2を減速させるとともに実行中の自動運転を手動運転に切り替える。つまり、自動運転制御部310は、運転者のステアリング操作に応じた第1の値及び第1閾値を用いて、自動運転を終了させるか否かを判定するとともに、運転者のステアリング操作に応じた第2の値及び第2閾値に基づいて、自動運転の終了時に車両2を減速させるか否かを判定する。これにより、自動運転終了の運転者の意図があるときみなせる場合には自動運転の終了が決定し、さらに自動運転終了の運転者の意図だけでなく緊急事態を回避する運転者の意図があるときみなせる場合には、自動運転の終了時に車両2が減速する。

20

30

【0043】

ステアリング操作に応じた第1の値及び第2の値について、詳細を説明する。以下では、第1の値の一例が圧力であり、第2の値の一例が圧力変化である場合を説明する。図3は、ハンドルタッチセンサ27の検出値の一例を示すグラフである。図3の(a)は、第1の値の一例である圧力の検出結果を時系列で示すグラフである。グラフL1は、運転者が寄り道などの進路変更のために自動運転を解除した場合の圧力を示すグラフであり、図2の(a)に示す通常進路変更シーンに対応している。グラフL2は、運転者が咄嗟にステアリングホイールを握って操作した場合の圧力を示すグラフであり、図2の(b)に示す緊急回避シーンに対応している。グラフL3は、例えば、運転者が運転の意図がないままステアリングホイールに触れた場合、運転者がステアリングホイールに手を添えている場合、又は、微調整のためにステアリングホイールを操作した場合の圧力を示すグラフである。

40

【0044】

図2の(a)、(b)に示すシーンでは、運転者に自動運転解除の意図があるため、自動運転中の進路から外れるようなステアリング操作が行われる(グラフL1, グラフL2)。一方、運転者がステアリングホイールに瞬間的に触れた場合、運転者がステアリングホイールに手を添えている場合、又は、微調整のためにステアリングホイールを操作する場合には、自動運転中の進路から外れるようなステアリング操作が行われない(グラフL3)。第1閾値M1は、グラフL1, L2とグラフL3とを区別可能に設定されている。

50

このため、第1判定部311は、第1の値および第1閾値M1を用いることにより、運転者の自動運転解除の意図を判定することができる。

【0045】

図3の(b)は、図3の(a)に示すグラフL1、グラフL2及びグラフL3の圧力変化(第2の値の一例)を時系列で示すグラフである。つまり、グラフL10はグラフL1の時間微分値、グラフL20はグラフL2の時間微分値、グラフL30はグラフL3の時間微分値である。

【0046】

図2の(b)に示す緊急回避シーンでは、図2の(a)に示す通常進路変更シーンと比べて、車両2の自動運転をより早く解除したいという運転者の意図がある。このため、図2の(b)に示す緊急回避シーンでは、図2の(a)に示す通常進路変更シーンと比べて、運転者は咄嗟にステアリングホイールを握って操作する傾向にある。このため、図2の(b)に示す緊急回避シーンで検出される圧力変化(グラフL20)は、図2の(a)に示す通常進路変更シーンで検出される圧力変化(グラフL10)に比べて大きくなる傾向にある。第2閾値M2は、通常進路変更シーン(グラフL10)と緊急回避シーン(グラフL20)とを区別可能に設定されている。このため、第2判定部312は、第2の値および第2閾値M2を用いることにより、運転者の緊急回避の意図を判定することができる。

【0047】

次に、車両制御ECU1の動作について説明する。図4は、車両制御ECU1によって行われる自動運転終了時の処理を説明するフローチャートである。車両制御ECU1は、例えば、車両2の自動運転を開始した場合に、図4に示すフローチャートの制御を開始し、自動運転中において所定のタイミングで繰り返し実行する。つまり、図4のフローチャートは、自動運転中であることが前提である。以下では、第1の値の一例が圧力であり、第2の値の一例が圧力変化である場合を説明する。

【0048】

図4に示すように、車両制御ECU1の取得部30は、ステップS10として、情報取得処理を行う。取得部30は、運転者のステアリング操作に応じた値として、ハンドルタッチセンサ27から圧力を取得する。取得部30は、取得した情報を第1判定部311及び第2判定部312へ出力する。その後、車両制御ECU1は、第1判定処理(ステップS12)を行う。

【0049】

車両制御ECU1の第1判定部311は、ステップS12として、取得部30により取得された圧力が第1閾値M1以上であるか否かを判定する。例えば、図2の(a)に示す通常進路変更シーンでは、図3の(a)に示すように、時刻T2経過後には、取得部30により取得された圧力が第1閾値M1以上となる。同様に、例えば、図2の(b)に示す緊急回避シーンでは、図3の(a)に示すように、時刻T1経過後には、取得部30により取得された圧力が第1閾値M1以上となる。これらのような場合、運転者のステアリング操作から手動運転の意図があるみなすことができるため、以降の処理において少なくとも自動運転から手動運転への切り換えを行うことになる。第1判定部311が圧力は第1閾値M1以上であると判定した場合(S12:YES)には、車両制御ECU1は、第2判定処理(ステップS14)を行う。

【0050】

車両制御ECU1の第2判定部312は、ステップS14として、取得部30により取得された圧力の時間変化が第2閾値M2以上であるか否かを判定する。図2の(b)に示す緊急回避シーンでは、図3の(b)に示すように、時刻T1において、取得部30により取得された圧力の時間変化が第2閾値M2以上となる。この場合、運転者のステアリング操作から緊急回避の意図があるみなすことができる。圧力の時間変化は第2閾値M2以上であると第2判定部312が判定した場合(S14:YES)には、車両制御ECU1は、減速処理(ステップS16)を行う。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 1 】

車両制御 ECU 1 の自動運転制御部 310 は、ステップ S16 として、車両 2 の減速を行う。自動運転制御部 310 は、例えば予め設定された減速度で減速してもよいし、目標車速と現在車速との比を予め設定しておき、現在車速と設定された比とに基づいて目標車速を設定して減速してもよい。これにより、図 2 の (b) に示す緊急回避シーンにおいて、車両 2 が自動運転中に減速する。車両 2 の減速が終了すると、車両制御 ECU 1 は、切り換え処理 (ステップ S18) を行う。

【 0 0 5 2 】

車両制御 ECU 1 の自動運転制御部 310 は、ステップ S18 として、自動運転から手動運転への切り換えを行う。これにより、運転者の操作が主体となる運転状態となる。ステップ S18 が終了すると、図 4 に示す制御処理を終了する。

10

【 0 0 5 3 】

一方、ステップ S12 にて、取得部 30 により取得された圧力は第 1 閾値 M1 以上でないと第 1 判定部 311 が判定した場合 (S12 : No)、図 4 に示す処理を終了する。つまり、自動運転が継続されることになる。例えば、図 3 の (a) に示すグラフ L3 のように、運転者がステアリングホイールに単に触れている場合などでは、取得部 30 により取得された圧力が第 1 閾値 M1 以上とはならないため、自動運転が継続されることになる。

【 0 0 5 4 】

一方、ステップ S14 にて、取得部 30 により取得された圧力の時間変化が第 2 閾値 M2 以上でないと第 2 判定部 312 が判定した場合 (S14 : No)、切り換え処理 (ステップ S18) へ移行する。例えば、図 2 の (a) に示す通常進路変更シーンでは、図 3 の (a) に示すように、時刻 T1 において、取得部 30 により取得された圧力の時間変化が第 2 閾値 M2 以下となる。この場合、運転者のステアリング操作から緊急回避の意図がないとみなすことができるため、減速処理 (ステップ S16) を行うことなく、切り換え処理 (ステップ S18) が行われる。

20

【 0 0 5 5 】

以上で図 4 に示す制御処理を終了する。図 4 に示す制御処理を実行することで、運転者に緊急回避の意図がある場合には、車両 2 が減速されるため、緊急時の状況に対応することができる。

【 0 0 5 6 】

上述したとおり、本実施形態に係る車両制御 ECU 1 では、取得部 30 により取得されたステアリング操作に応じた第 1 の値 (例えば圧力) が第 1 閾値 M1 以上であり、かつ、取得部 30 により取得されたステアリング操作に応じた第 2 の値 (例えば圧力の時間変化) が第 1 閾値 M1 とは異なる第 2 閾値 M2 以上である場合には、制御部 31 により、車両 2 の速度が減速し、実行中の自動運転が手動運転に切り替えられる。このため、この車両制御 ECU 1 によれば、運転者が自動運転時の車速よりも減速された状態から手動運転を開始することができる。よって、この車両制御 ECU 1 は、緊急時の状況に対応することができる。

30

【 0 0 5 7 】

[第 2 実施形態]

次に、第 2 実施形態に係る車両制御装置 (車両制御 ECU) について説明する。本実施形態に係る車両制御装置は、第 1 実施形態に係る車両制御 ECU 1 と比べて、上述した通常進路変更シーンと緊急回避シーンを区別するための入力情報が相違する。より詳細には、ステアリング操作に応じた第 1 の値とステアリング操作に応じた第 2 の値とが同じ値である点が相違する。これに伴い、第 2 判定部及び自動運転制御部の一部機能が車両制御 ECU 1 と相違する。その他の機能は、車両制御 ECU 1 と同一である。また、本実施形態に係る車両制御装置が搭載される車両の構成は、第 1 実施形態と同一である。このため、以下では、第 1 実施形態で説明した内容と相違する点を中心に説明し、重複する部分は説明を省略する。

40

【 0 0 5 8 】

50

本実施形態に係る車両制御 ECU の第 1 判定部は、ステアリング操作に応じた第 1 の値として、第 1 実施形態と同一の値を採用する。つまり、第 1 の値には、運転者がステアリングホイールに与える操舵トルク、操舵角、圧力、又は、これらの値から導出される値（例えば操舵トルクの変化量、操舵角の変化量もしくは圧力の変化量）が含まれる。また、第 1 閾値についても第 1 実施形態と同様に採用することができる。

【 0 0 5 9 】

本実施形態に係る車両制御 ECU の第 2 判定部は、ステアリング操作に応じた第 2 の値として、第 1 の値と同一の値を採用する。つまり、第 2 の値は、第 1 の値と種類（単位）が同一である。例えば、第 1 の値が圧力（Pa）であれば、第 2 の値には圧力（Pa）が採用され、第 1 の値が操舵トルク（N・m）であれば、第 2 の値には操舵トルク（N・m）が採用される。第 1 の値及び第 2 の値は、互いに同一の単位（次元）である。このため、第 1 閾値と第 2 閾値には大小関係がある。一般的に、緊急回避シーンにおけるステアリング操作の操作量は、通常進路変更シーンにおけるステアリング操作の操作量よりも大きい傾向にある。このため、第 2 閾値 M2 は、第 1 閾値 M1 より大きな閾値が設定される。

【 0 0 6 0 】

第 2 判定部は、取得部により取得されたステアリング操作に応じた圧力（第 1 の値）が第 1 閾値 M1 以上であると第 1 判定部により判定された後の所定期間 T において、取得部により取得されたステアリング操作に応じた圧力（第 2 の値）が第 2 閾値 M2 以上であるか否かを判定する。所定期間 T は、第 2 判定部がステアリング操作に応じた値に基づいて判定するための期間である。所定期間 T を設けることで、第 1 判定部によってステアリング操作に応じた値が第 1 閾値 M1 以上であると判定されたタイミングの直後に、自動運転から手動運転へ切り替わり、その後、ステアリング操作に応じた値が第 2 閾値 M2 以上に到達してしまう状況を回避できる。所定期間 T は、被験者データを用いた統計処理又はシミュレーションなどにより定められる。

【 0 0 6 1 】

図 5 は、ハンドルタッチセンサの検出値の一例を示すグラフである。図 5 に示すグラフは、図 3 に示すグラフと同一である。つまり、グラフ L1 は通常進路変更シーンに対応し、グラフ L2 は緊急回避シーンに対応している。

【 0 0 6 2 】

第 1 判定部は、取得部により取得されたステアリング操作に応じた圧力（第 1 の値）が第 1 閾値 M1 以上であるか否かを判定する。通常進路変更シーンのグラフ L1 では、第 1 判定部は、時刻 T3 においてステアリング操作に応じた圧力が第 1 閾値 M1 以上であると判定する。第 2 判定部は、第 1 判定部により判定された時刻 T3 から所定期間 T 経過する時刻 T5 において、取得部により取得されたステアリング操作に応じた圧力（第 2 の値）が第 2 閾値 M2 以上であるか否かを判定する。グラフ L1 の圧力の例では、時刻 T5 において、第 2 判定部は、ステアリング操作に応じた圧力（第 2 の値）が第 2 閾値 M2 以上ではない。つまり、グラフ L1 に示すステアリング操作に応じた圧力が検出される通常進路変更シーンの場合には、自動運転制御部は、車両 2 の車速を変更することなく、手動運転へ切り換える。

【 0 0 6 3 】

一方、緊急回避シーンのグラフ L2 では、第 1 判定部は、時刻 T1 においてステアリング操作に応じた圧力が第 1 閾値 M1 以上であると判定する。第 2 判定部は、第 1 判定部により判定された時刻 T1 から所定期間 T 経過する時刻 T4 において、取得部により取得されたステアリング操作に応じた圧力（第 2 の値）が第 2 閾値 M2 以上であるか否かを判定する。グラフ L2 の圧力の例では、時刻 T4 において、第 2 判定部は、ステアリング操作に応じた圧力（第 2 の値）が第 2 閾値 M2 以上である。つまり、グラフ L2 に示すステアリング操作に応じた圧力が検出される緊急回避シーンの場合には、自動運転制御部は、車両 2 の減速を行った後に、手動運転へ切り換える。なお、所定期間 T は、被験者データを用いた統計処理又はシミュレーションなどにより、時刻 T1（圧力が第 1 閾値 M1 に到達した時間）から時刻 T2（圧力が第 2 閾値 M2 に到達した時間）までの期間よりも長い期

10

20

30

40

50

間が設定される。

【0064】

以上、第2実施形態に係る車両制御ECUでは、第1実施形態に係る車両制御ECU1と同様に、取得部により取得されたステアリング操作に応じた第1の値（例えば圧力）が第1閾値M1以上であり、かつ、取得部により取得されたステアリング操作に応じた第2の値（例えば圧力の時間変化）が第1閾値M1とは異なる第2閾値M2以上である場合には、制御部により、車両2の速度が減速し、実行中の自動運転が手動運転に切り替えられる。このため、この車両制御ECUによれば、運転者が自動運転時の車速よりも減速された状態から手動運転を開始することができる。よって、この車両制御ECUは、緊急時の状況に対応することができる。また、第2実施形態に係る車両制御ECUは、自動運転から手動運転へ切り替えるか否かと、自動運転から手動運転への切り替え時において車両の速度を減速させるか否かとを、1つのセンサ値のみから判定することができる。

10

【0065】

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は、上述した実施形態に限られない。本発明は、上述した実施形態を始めとして、当業者の知識に基づいて種々の変更、改良を施した様々な形態で実施することができる。

【0066】

例えば、第1実施形態において、図4では、第1判定処理（ステップS12）の後に、第2判定処理（ステップS14）を実行する例を説明したが、第1判定処理及び第2判定処理は、同時に処理されてもよいし、第2判定処理のあとに第1判定処理が行われてもよい。

20

【0067】

また、第1実施形態においては、ステアリングに応じた第1の値を圧力、ステアリングに応じた第2の値を圧力の時間変化として説明し、第2実施形態においては、ステアリングに応じた第1の値を圧力、ステアリングに応じた第2の値も圧力として説明したが、第1の値及び第2の値の組み合わせは特に限定されず、実施形態において説明した第1の値及び第2の値を適宜採用することができる。

【0068】

また、上述した第1実施形態及び第2実施形態においては、運転者に緊急回避の意図がある場合には、車両2の減速を行う例を説明したが、運転者に緊急回避の意図がある場合には、車両2の減速に加えてハザードランプの点灯又はブレーキランプの点灯なども行ってもよい。これにより、運転者の緊急回避の意図を後続車両へ報知することができるため、後続車両からの接触を回避することに寄与することができる。

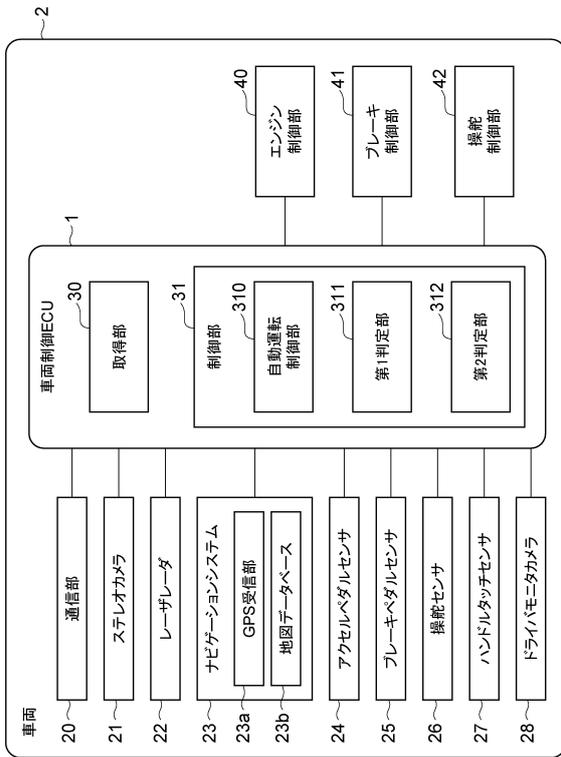
30

【符号の説明】

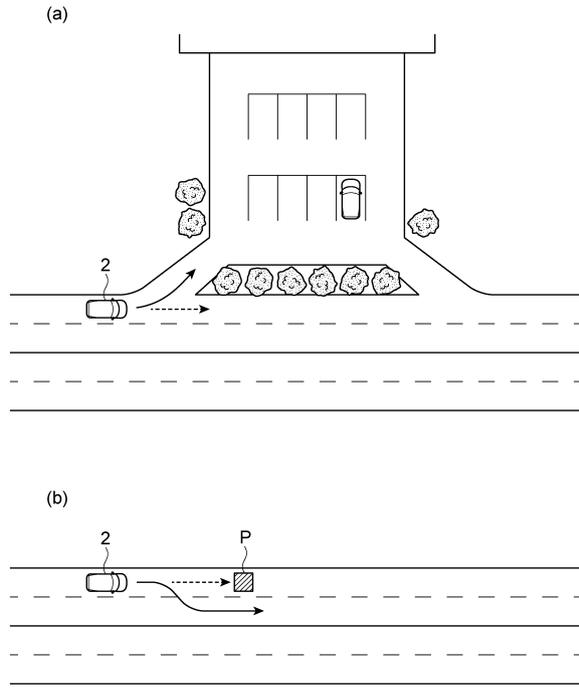
【0069】

1...車両制御ECU、2...車両、30...取得部、31...制御部、310...自動運転制御部（制御部）、311...第1判定部（制御部）、312...第2判定部（制御部）。

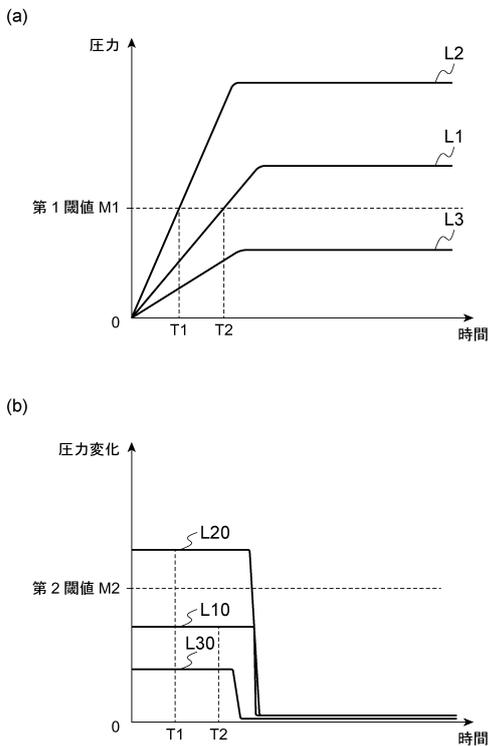
【図1】



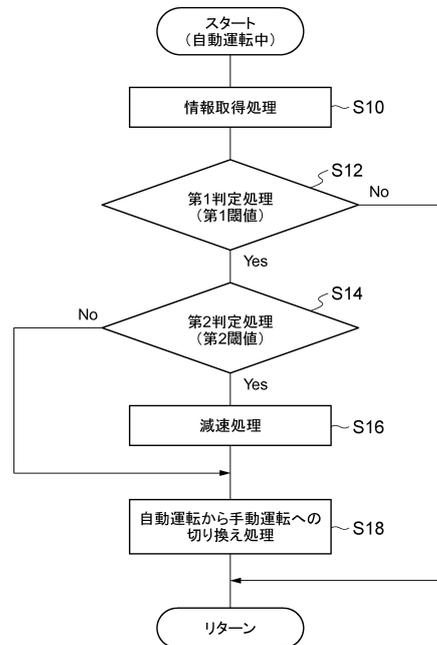
【図2】



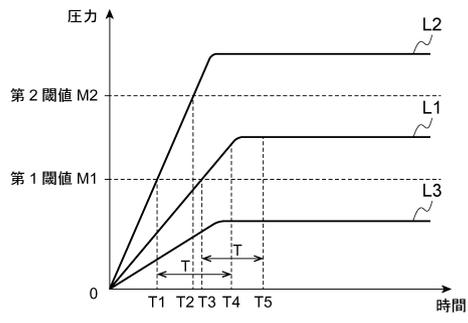
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

- (72)発明者 加藤 康之
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 竹内 栄司
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 栗山 智行
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 佐藤 光
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 塩澤 正和

- (56)参考文献 国際公開第2014/165681(WO, A1)
特開2009-123127(JP, A)
特開平08-034326(JP, A)
特開2008-024297(JP, A)
特開2007-199939(JP, A)
特開2001-039325(JP, A)
特開2012-051441(JP, A)
特開2000-306194(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

| | | | |
|------|-------|---|-------|
| B60W | 10/00 | - | 10/30 |
| B60W | 30/00 | - | 50/16 |
| B62D | 6/00 | | |
| G05D | 1/02 | | |