

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-105453

(P2017-105453A)

(43) 公開日 平成29年6月15日(2017.6.15)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 6 O W 50/06 (2006.01)	B 6 O W 50/06	3 D 2 4 1
A 6 3 F 13/803 (2014.01)	A 6 3 F 13/803	
G O 9 B 9/04 (2006.01)	G O 9 B 9/04	A
G O 1 M 17/007 (2006.01)	G O 1 M 17/00	D

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L 外国語出願 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2016-238342 (P2016-238342)	(71) 出願人	390023711
(22) 出願日	平成28年12月8日 (2016.12.8)		ローベルト ボツシュ ゲゼルシャフト
(31) 優先権主張番号	10 2015 224 558.6		ミット ベシユレンクテル ハフツング
(32) 優先日	平成27年12月8日 (2015.12.8)		ROBERT BOSCH GMBH
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)		ドイツ連邦共和国 シュツツトガルト (
			番地なし)
			Stuttgart, Germany
		(74) 代理人	100114890
			弁理士 アインゼル・フェリックス＝ライ
			ンハルト
		(74) 代理人	100098501
			弁理士 森田 拓
		(74) 代理人	100116403
			弁理士 前川 純一

最終頁に続く

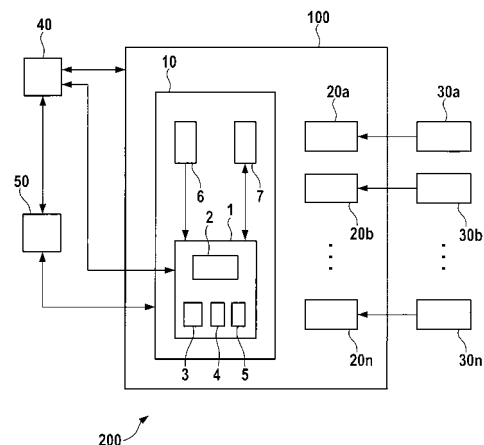
(54) 【発明の名称】 自動車の運転支援機能を検証する方法

(57) 【要約】

【課題】自動車の運転支援機能を検証するための改善された方法を提供する。

【解決手段】自動車の運転支援機能(2)を評価する方法において、車両モデル(1)と前記運転支援機能(2)とを有する自動走行の車両オブジェクト(10)を、電子的なゲーム環境(100)において運転し、前記自動走行の車両オブジェクト(10)を、前記ゲーム環境(100)において、人(30a・・・30n)によって制御される少なくとも1つの別の車両オブジェクト(20a・・・20n)と共に運転し、前記少なくとも1つの別の車両オブジェクト(20a・・・20n)の挙動にตอบสนองした、前記自動走行の車両オブジェクト(10)の挙動に基づいて、前記運転支援機能(2)を評価する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

自動車の運転支援機能(2)を検証する方法において、

- ・車両モデル(1)と前記運転支援機能(2)とを有する自動走行の車両オブジェクト(10)を、電子的なゲーム環境(100)において運転し、
 - ・前記自動走行の車両オブジェクト(10)を、前記ゲーム環境(100)において、人(30a・・・30n)によって制御される少なくとも1つの別の車両オブジェクト(20a・・・20n)と共に運転し、
 - ・前記少なくとも1つの別の車両オブジェクト(20a・・・20n)の挙動に応答した、前記自動走行の車両オブジェクト(10)の挙動に基づいて、前記運転支援機能(2)を評価する、
- ことを特徴とする方法。

10

【請求項 2】

前記自動走行の車両オブジェクト(10)の前記運転のシナリオを記録する、
請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記車両モデル(1)は、前記自動車の動的モデル(3)、前記自動車の液圧モデル(4)、環境モデル(5)のうちの少なくとも1つを含む、
請求項 1 又は 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記ゲーム環境(100)における前記少なくとも1つの別の車両オブジェクト(30a・・・30n)の挙動を、センサユニット(6)によって前記車両モデル(1)のためのセンサ入力に変換する、
請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の方法。

20

【請求項 5】

前記自動走行の車両オブジェクト(10)と前記ゲーム環境(100)との相互作用を、相互作用ユニット(7)を介して実施する、
請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 6】

前記自動走行の車両オブジェクト(10)の挙動を、監視ユニット(40)によって監視する、
請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の方法。

30

【請求項 7】

検証データを、前記運転支援機能(2)を設計するために使用されるデータベースに登録する、
請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記ゲーム環境(100)において、複数の自動走行の車両オブジェクト(10)を運転する、
請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の方法。

40

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載の自動車の運転支援機能(2)を検証する装置(200)において、前記装置(200)は、
・電子的なゲーム環境(100)と、
・前記ゲーム環境(100)において運転可能な、前記運転支援機能(2)を有する車両モデル(1)を備える自動走行の車両オブジェクト(10)と、
を有し、
・前記ゲーム環境(100)において、人によって制御可能な少なくとも1つの別の車両オブジェクト(30a・・・30n)を運転可能であり、
・前記装置(200)はさらに、前記ゲーム環境(100)における前記運転支援機能(

50

２）の挙動を監視可能な監視ユニット（４０）を有する、
ことを特徴とする装置（２００）。

【請求項１０】

前記装置（１００）はさらに、前記ゲーム環境（１００）のためのパラメータと、前記自動走行の車両オブジェクト（１０）のためのパラメータとを設定可能な設定ユニット（５０）を有する、
請求項９に記載の装置（１００）。

【請求項１１】

電子制御装置上で実行された場合、又は、コンピュータ可読のデータ担体に記憶されている場合に、請求項１乃至８のいずれか一項に記載の方法を実施するためのプログラムコード手段を有する、コンピュータプログラム製品。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、自動車の運転支援機能を検証する方法に関する。本発明はさらに、自動車の運転支援機能を検証する装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

従来技術

従来技術では、自動車の自動走行運転のための複数のコンセプトが知られている。例えば、アダプティブクルーズコントロール（英語：Adaptive Cruise Control, ACC）、車線維持支援システム、死角検出システム、自動緊急ブレーキシステム、駐車支援システム、渋滞支援システム等の公知のシステムは、自動車の縦方向制御や横方向制御等による半自動走行運転を実現するためのシステムである。さらには、縦方向制御に対して最高速度を設定して、自動車をそれ以上の速度まで加速することを不可能にする速度制限器が公知である。

20

【０００３】

自動走行では、自動車は、人による支援を受けずにもっぱらセンサだけを用いて環境を知覚し、運転者を安全に無事故で目標地点まで導くことが求められる。このために、自動車の環境を検出するために種々のセンサが使用される。

30

【０００４】

さらには、自動車の運転者の身体的又は生理学的な状態を監視及び把握する技術が知られている。これらの技術では、運転者を識別すること、運転者の注意力レベルを検出すること、運転者の健康状態を検出すること、及び、運転者の意図を検出すること等が可能である。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

従来の開発は、いわゆるＶモデルに基づいて実施されており、すなわち、複数の使用事例が含まれた技術的仕様から最悪の使用事例（英語：worst case）が導出される。しかしながら、Ｖモデルによって、道路交通において起こり得る全ての状況を網羅できるような詳細な仕様を作成することは不可能である。

40

【課題を解決するための手段】

【０００６】

発明の開示

従って、本発明の課題は、自動車の運転支援機能を検証するための改善された方法を提供することである。

【０００７】

上記の課題は、第１態様によれば、自動車の運転支援機能を検証する方法において、
・車両モデルと前記運転支援機能とを有する自動走行の車両オブジェクトを、電子的なゲ

50

ーム環境において運転し、

- ・前記自動走行の車両オブジェクトを、前記ゲーム環境において、人によって制御される少なくとも1つの別の車両オブジェクトと共に運転し、
 - ・前記少なくとも1つの別の車両オブジェクトの挙動に応答した、前記自動走行の車両オブジェクトの挙動に基づいて、前記運転支援機能を評価する、
- 方法によって解決される。

【0008】

上記の課題は、第2態様によれば、自動車の運転支援機能を検証する装置において、前記装置は、

- ・電子的なゲーム環境と、
 - ・前記ゲーム環境において運転可能な、前記運転支援機能を有する車両モデルを備える自動走行の車両オブジェクトと、
- を有し、
- ・前記ゲーム環境において、人によって制御可能な少なくとも1つの別の車両オブジェクトを運転可能であり、
 - ・前記装置はさらに、前記ゲーム環境における前記運転支援機能の挙動を監視可能な監視ユニットを有する、
- 装置によって解決される。

【0009】

このようにすると、運転支援機能を多岐にわたるゲームシナリオにおいて検証することが可能となり、このようにして有利には、運転支援機能の検証に人的要因が組み込まれる。有利には、このようなゲーム環境において、運転支援機能に対して特に極端な状況を提供することが可能である。なぜならプレイヤは、経験上このような環境では、現実の道路交通におけるよりも極端に挙動するからである。これによって収集可能な情報を用いて、運転支援機能の機能性を所期のように改善及び最適化することが可能となる。典型的な多数の被験者達によって、運転支援機能の検証のために相応の幅広いデータを提供することができる。

【0010】

本方法及び本装置の有利な発展形態は、従属請求項の対象である。

【0011】

本方法の有利な発展形態では、前記自動走行の車両オブジェクトの前記運転のシナリオが記録される。このようにすると、検証データに関する豊富なデータ材料を獲得することが可能となり、これらの検証データを、運転支援機能を最適化するために使用することが可能となる。

【0012】

本方法のさらなる有利な発展形態では、前記車両モデルは、前記自動車の動的モデル、前記自動車の液圧モデル、環境モデルのうちの少なくとも1つを含む。このようにすると、自動車及び環境をできるだけ細部に忠実に模擬することが可能となり、これによって運転支援機能は、自身がゲームのシミュレーションモード中に存在しているということを「認識しなく」なる。

【0013】

本方法の別の1つの有利な発展形態では、前記ゲーム環境における前記少なくとも1つの別の車両オブジェクトの挙動が、センサユニットによって前記車両モデルのためのセンサ入力に変換される。このようにすると、自動走行の車両オブジェクトに対して、別の道路利用者のできるだけ細部に忠実な挙動をシミュレートすることが可能となる。

【0014】

本方法の別の1つの有利な発展形態は、前記自動走行の車両オブジェクトと前記ゲーム環境との相互作用が、相互作用ユニットを介して実施されることを特徴とする。このようにすると、センサユニットと併せて、自動走行の車両オブジェクトと環境とのインタフェースを提供することが可能となる。この場合、ゲーム環境からの制御信号と、アクチュエ

10

20

30

40

50

ータへの制御信号とは、車両モデルにとって自身がゲームモードに存在していることが認識不可能となるように、処理される。

【 0 0 1 5 】

本方法の別の1つの有利な発展形態では、前記自動走行の車両オブジェクトの挙動が、監視ユニットによって監視される。このようにすると有利には、検証データを提供することが可能となる。有利にはこのようにして、運転支援機能が所与の仕様に一致しているかどうかを判別することができ、運転支援機能が何キロメータ、どのような状況下で動作されたかが識別される。

【 0 0 1 6 】

本方法の別の1つの有利な発展形態では、検証データが、前記運転支援機能を設計するために使用されるデータベースに登録される。このようにすると、検証用及び確認用のデータベースが提供され、このデータベースを用いて、ゲームモード中で収集された情報が現実モードでの運転支援機能の特徴に変換される。

【 0 0 1 7 】

本方法の別の1つの有利な発展形態では、前記ゲーム環境において、複数の自動走行の車両オブジェクトが運転される。このようにすると有利には、挙動の検査が複数のアルゴリズムによって互いに支援される。

【 0 0 1 8 】

以下では、本発明を、2つの図面に基づいてさらなる特徴及び利点と共に詳細に説明する。記載及び図示された全ての特徴は、単独でも任意の組み合わせでも、特許請求の範囲又はその引用関係における要約に関係なく、また、これらの特徴に関する明細書又は図面における文言又は図示に関係なく、本発明の対象を成している。図面は、特に本発明にとって本質的な原理を説明するために考えられている。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 9 】

【図1】本発明に係る装置の1つの実施形態の原理的なブロック図である。

【図2】本発明に係る方法の1つの実施形態の原理的なシーケンス図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 0 】

実施形態の説明

以下では「検証」なる用語は、ある製品が所定の特性を有するということを保証するために用いるべき証明プロセスのことであると理解される。

【 0 0 2 1 】

上述した欠点から、Vモデルの技術的な可能性は不十分であるので、運転支援機能の包括的な評価のためにVモデルを使用することは不可能である。自動走行をもっぱら走行試験のみによって保証しようとした場合には、約1億kmの桁数の走行距離が必要となる。これは、1億kmの走行距離ごとに致命的な事故が発生するという統計に基づいた仮定に拠る。

【 0 0 2 2 】

運転支援機能を検証するための別の1つの方法には、いわゆる「車両モデルインザループ (Vehicle-Model in the Loop)」方法がある。この方法は、あらゆる自動運転支援システムを有する自動車 (検証しようとする製品) を、当該自動車のセンサとアクチュエータとを含めて1つのソフトウェアモデルとして作成し、このソフトウェアモデルを、ソフトウェア技術的な環境モデルにおいて動作させるということであると理解される。

【 0 0 2 3 】

およそ21世紀の初頭から、いわゆる「大規模多人数同時参加型オンラインゲーム (Massively Multiplayer Online Games)」が知られている。このようなゲームでは多くの場合、プレイヤーに対して、インターネットを介してアクセス可能であり一般的に非常に細部に忠実に設計されたオープンワールドがシミュレートされる。シミュレーションゲームでは、あらゆる種類の車両や航空機のゲームが存在し、例えば車やバイクのレーシングシ

10

20

30

40

50

ュレーションも存在する。これらのシミュレーションに含まれている既存の地図（英語：Maps）は、現実のレーストラック又は現実のロードコースに触発されていることが多く、ゲーム内では環境状況（英語：Gaming Engine）を非常に現実的（視覚的、物理的、周囲挙動、環境挙動等）に模倣していることが多い。

【0024】

本発明によれば、運転支援システムをこのような環境において検証する方法が提案され、このことは、他の道路利用者をモデル化する必要がないという利点を有する。つまり、運転者モデルの代わりに、ゲーミフィケーションの原理に対応する現実の運転者が利用されるのである。

【0025】

図1は、上述したゲーム環境において自動車の運転支援機能2を評価するための装置200の概略原理図を示す。

【0026】

このために、ソフトウェア技術によって実現された環境モデルが、ゲーム環境100の形態で設けられており、このゲーム環境100では、種々異なる車両オブジェクト20a・・・20nがゲームモードで行動している。ゲーム環境100は、走行距離もその1つに含められる現実世界の物理的関係を、十分に精確にシミュレートすることが可能である。プレイヤー30a・・・30nによって、複数の車両オブジェクト20a・・・20nのうちのそれぞれ1つが手動で操作又は制御される。ゲーム環境100では、車両オブジェクト20a・・・20nに加えて、検証しようとする運転支援機能2を有する車両モデル1を含む自動走行の車両オブジェクト10が使用される。

【0027】

自動走行の車両オブジェクト10は、ゲーム環境100において、人30a・・・30nには自律運転の車両モデルであるとは分からないようになっている。シミュレーションでは、車両オブジェクト10は、プレイヤーによって操舵されているかのように移動する。この目的を達成するために、自動走行の車両オブジェクト10は、センサユニット6を含む。センサユニット6は、ゲーム環境100における当該自動走行の車両オブジェクト10の位置を、当該自動走行の車両オブジェクト10が理解可能なセンサ値の形態で生成する。

【0028】

車両モデル1はさらに、この目的のために相互作用ユニット7を含む。相互作用ユニット7は、センサユニット6と協働して、車両アクチュエータ（例えばブレーキ、駆動トルク等）を介した、ゲーム環境100のシミュレートされた環境状況と自動走行の車両オブジェクト10とのインタフェースを成している。ここでは、ゲーム環境100からのデータと、アクチュエータへの制御信号とは、車両モデル1にとって自身がシミュレーションモード又はゲームモード中に存在していることが認識されないように処理される。

【0029】

車両モデル1は、現実の自動運転車又は自律運転車に使用されているものと同じである。車両モデル1は、運転支援システム2、液圧モデル4、動的モデル3、及び、環境モデル5のような、このために必要な全てのコンポーネントを含む。しかしながら、車両モデル1の構成は、本検証方法にとって重要ではなく、ブラックボックスとして表すことも良好に可能である。

【0030】

設定ユニット50は、運転者の意思を表すものであり、この設定ユニット50により、自動走行の車両オブジェクト10に対して、例えば、どのように走行すべきか、また、どこへ走行すべきか、といった目標設定値が設定される。目標設定値は、この関連において、例えば、以下のパラメータとすることができる。

- ・走行区間、目標地点
- ・自動車運転の効率、燃費、エコノミー、エコロジー
- ・別の自動車に対する攻撃力、相互作用、

10

20

30

40

50

・別の道路利用者を妨害したり又は脅かしたりしないようにするための、衝突回避に対する安全規制値。

【0031】

さらには、ゲームアクションの履歴を記録し、安全規制値の準拠に関してチェックする監視ユニット40が設けられている。この目的のために監視ユニット40は、検証しようとする自動運転の車両モデル1へのインタフェースのみならず、ゲーム環境100へのインタフェースも有しており、ここで種々異なる車両同士の相互作用が記録され、評価される。

【0032】

プレイヤー30a・・・30nは、各自の車両オブジェクト20a・・・20n（アバター）を、標準インタフェースを介して制御装置（英語：Controller）を用いて制御し、例えばゲームパッド、すなわちタッチパッドのステアリングホイール（英語：steering wheel）等を用いて、又は、光学式認識を用いて、又は、ブラウザアプリケーションを用いて、又は、ローカルでインストールされたソフトウェアアプリケーションを用いて制御する。

【0033】

好ましくは、全てのゲームアクションが共に記録され、その後、これらのイベントがデータベース（図示せず）に組み込まれ、その後、このデータベースのデータを用いて運転支援機能2の改善又は最適化が実施される。

【0034】

図2は、本発明に係る方法の原理的なシーケンスを示す。

【0035】

ステップ300では、車両モデルと運転支援機能とを有する自動走行の車両オブジェクト10が、電子的なゲーム環境において運転される。

【0036】

ステップ310では、自動走行の車両オブジェクト10が、ゲーム環境100において、人によって制御される少なくとも1つの別の車両オブジェクト20a・・・20nと共に運転される。

【0037】

ステップ320では、少なくとも1つの別の車両オブジェクトの挙動に応答した、自動走行の車両オブジェクトの挙動に基づいて、運転支援機能2の評価が実施される。

【0038】

要約すると、本発明によれば、自動車の運転支援機能を検証又は確認する方法及び装置が提案され、これらの方法及び装置によれば、運転支援機能に対する非機能的な評価基準が有利に考慮される。シミュレートされたゲーム環境でゲームする多数の検証参加者によって幅広いデータ材料が作成され、これらのデータ材料によって、十分にテストされた運転支援機能を市場投入するまでの時間を格段に短縮することが可能となる。

【0039】

当業者は、本発明の複数の特徴を、本発明の本質から逸脱することなく適切な方法で変更及び/又は相互結合するであろう。

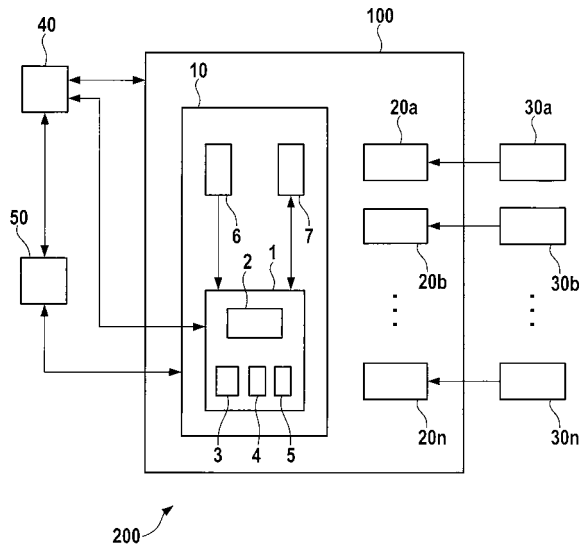
10

20

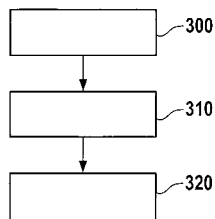
30

40

【図 1】



【図 2】



【手続補正書】

【提出日】平成29年3月22日(2017.3.22)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

自動車の運転支援機能(2)を検証する方法において、

- ・車両モデル(1)と前記運転支援機能(2)とを有する自動走行の車両オブジェクト(10)を、電子的なゲーム環境(100)において運転し、
 - ・前記自動走行の車両オブジェクト(10)を、前記ゲーム環境(100)において、人(30a・・・30n)によって制御される少なくとも1つの別の車両オブジェクト(20a・・・20n)と共に運転し、
 - ・前記少なくとも1つの別の車両オブジェクト(20a・・・20n)の挙動に応答した、前記自動走行の車両オブジェクト(10)の挙動に基づいて、前記運転支援機能(2)を評価する、
- ことを特徴とする方法。

【請求項 2】

前記自動走行の車両オブジェクト(10)の前記運転のシナリオを記録する、
請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記車両モデル(1)は、前記自動車の動的モデル(3)、前記自動車の液压モデル(4)、環境モデル(5)のうちの少なくとも1つを含む、

請求項 1 又は 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記ゲーム環境（100）における前記少なくとも 1 つの別の車両オブジェクト（20a・・・20n）の挙動を、センサユニット（6）によって前記車両モデル（1）のためのセンサ入力に変換する、

請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 5】

前記自動走行の車両オブジェクト（10）と前記ゲーム環境（100）との相互作用を、相互作用ユニット（7）を介して実施する、

請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 6】

前記自動走行の車両オブジェクト（10）の挙動を、監視ユニット（40）によって監視する、

請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 7】

検証データを、前記運転支援機能（2）を設計するために使用されるデータベースに登録する、

請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記ゲーム環境（100）において、複数の自動走行の車両オブジェクト（10）を運転する、

請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載の自動車の運転支援機能（2）を検証する方法を実施するための装置（200）において、前記装置（200）は、

- ・電子的なゲーム環境（100）と、
 - ・前記ゲーム環境（100）において運転可能な、前記運転支援機能（2）を有する車両モデル（1）を備える自動走行の車両オブジェクト（10）と、
- を有し、
- ・前記ゲーム環境（100）において、人によって制御可能な少なくとも 1 つの別の車両オブジェクト（20a・・・20n）を運転可能であり、
 - ・前記装置（200）はさらに、前記ゲーム環境（100）における前記運転支援機能（2）の挙動を監視可能な監視ユニット（40）を有する、
- ことを特徴とする装置（200）。

【請求項 10】

前記装置（200）はさらに、前記ゲーム環境（100）のためのパラメータと、前記自動走行の車両オブジェクト（10）のためのパラメータとを設定可能な設定ユニット（50）を有する、

請求項 9 に記載の装置（200）。

【請求項 11】

電子制御装置上で実行された場合に、請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載の方法を実施するためのプログラムコード手段を有する、コンピュータプログラム。

【請求項 12】

請求項 11 に記載のコンピュータプログラムが記憶されている、コンピュータ可読のデータ担体。

フロントページの続き

(74)代理人 100135633

弁理士 二宮 浩康

(74)代理人 100162880

弁理士 上島 類

(72)発明者 フランク キブレ

ドイツ連邦共和国 シュタインハイム・アン・デア・ムル ザントヴェーク 8 / 3

(72)発明者 ズィーモン ハウバー

ドイツ連邦共和国 フライブルク・アム・ネッカー フィンケンヴェーク 5

F ターム(参考) 3D241 BA31 BA44 CE09

【 外国語明細書 】

5 Beschreibung

Titel

Verfahren zum Validieren einer Fahrassistenzfunktion eines Kraftfahrzeugs

10 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Validieren einer Fahrassistenzfunktion eines Kraftfahrzeugs. Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung zum Validieren einer Fahrassistenzfunktion eines Kraftfahrzeugs.

Stand der Technik

15

Im Stand der Technik sind Konzepte für einen automatisierten Fahrbetrieb für Kraftfahrzeuge bekannt. Bekannte Systeme, wie zum Beispiel Abstandsregeltempomaten (engl. Adaptive Cruise Control, ACC), Spurhalteassistenten, Totwinkel-Erkennungssysteme, Automatische Notbremssysteme, Einpark-Assistent, Stau-Assistent, usw. sind Systeme zum Realisieren eines teilautonomen Fahrbetriebes mit Längsregler, Querführung, usw. des Kraftfahrzeugs. Weiterhin bekannt sind Geschwindigkeitsbegrenzer, mit denen es möglich ist, für die Längsregler Maximalgeschwindigkeiten einzustellen, damit das Kraftfahrzeug nicht auf höhere Geschwindigkeiten beschleunigt werden kann.

25

Beim automatisierten Fahren soll das Kraftfahrzeug frei von menschlicher Unterstützung und ausschließlich mithilfe von Sensoren die Umwelt wahrnehmen und den Fahrer sicher und unfallfrei an sein Ziel bringen. Dazu werden zu einer Erfassung des Umfelds des Kraftfahrzeugs verschiedene Sensoren benutzt.

30

Bekannt sind ferner Technologien, die einen physischen bzw. physiologischen Zustand des Fahrers des Kraftfahrzeugs überwachen und erkennen. Dabei kann vorgesehen sein, einen Fahrer zu identifizieren, seinen Grad an Aufmerksamkeit zu erkennen, seinen Gesundheitszustand und seine Absichten zu erkennen, usw.

35

Bisherige Entwicklungen werden entsprechend dem sogenannten V-Modell durchgeführt: aus einer technischen Spezifikation, die Anwendungsfälle enthält, werden schlechteste Anwendungsfälle (engl. worst cases) abgeleitet. Allerdings ist es mit dem V-Modell nicht möglich, eine derart detaillierte Spezifikation zu erstellen, dass alle möglichen Situationen im Straßenverkehr abgedeckt werden können.

Offenbarung der Erfindung

Eine Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein verbessertes Verfahren zum Validieren einer Fahrassistenzfunktion eines Kraftfahrzeugs bereit zu stellen.

Die Aufgabe wird gemäß einem ersten Aspekt gelöst mit einem Verfahren zum Validieren einer Fahrassistenzfunktion eines Kraftfahrzeugs, aufweisend die Schritte:

- Betreiben eines automatisierten Fahrzeugobjekts mit einem Fahrzeugmodell und der Fahrassistenzfunktion in einer elektronischen Spielumgebung; wobei
- das Fahrzeugobjekt in der Spielumgebung zusammen mit wenigstens einem anderen Fahrzeugobjekt betrieben wird, wobei das wenigstens eine andere Fahrzeugobjekt von einem Menschen gesteuert wird; und
- Bewerten der Fahrassistenzfunktion in Abhängigkeit vom Verhalten des automatisierten Fahrzeugobjekts in Reaktion auf das Verhalten des wenigstens einen anderen Fahrzeugobjekts.

Gemäß einem zweiten Aspekt wird die Aufgabe gelöst mit einer Vorrichtung zum Validieren einer Fahrassistenzfunktion eines Kraftfahrzeugs, aufweisend:

- eine elektronische Spielumgebung;
- ein automatisiertes Fahrzeugobjekt mit einem Fahrzeugmodell aufweisend die Fahrassistenzfunktion, wobei das automatisierte Fahrzeugobjekt in der Spielumgebung betreibbar ist;
- wobei in der Spielumgebung wenigstens ein weiteres Fahrzeugobjekt, das von einem Menschen steuerbar ist, betreibbar ist; und
- eine Überwachungseinheit, mittels der ein Verhalten der Fahrassistenzfunktion in der Spielumgebung überwachbar ist.

Auf diese Weise kann in vielfältigen Spielszenarien eine Validierung der Fahrassistentenfunktion durchgeführt werden, wobei auf diese Weise vorteilhaft ein Faktor Mensch in die Validierung der Fahrassistentenfunktion einfließt. Vorteilhaft können in einer derartigen Spieleumgebung besonders extreme Situationen für die Fahrassistentenfunktion bereitgestellt werden, weil sich Spieler erfahrungsgemäß in einer derartigen Umgebung extremer Verhalten als im realen Straßenverkehr. Mittels des damit erreichbaren Erkenntnisgewinns kann eine Funktionalität der Fahrassistentenfunktion gezielt verbessert und optimiert werden. Durch eine repräsentative Masse an testenden Personen können für die Validierung der Fahrassistentenfunktion entsprechend umfassende Daten bereitgestellt werden.

Vorteilhafte Weiterbildungen des Verfahrens und der Vorrichtung sind Gegenstände von abhängigen Ansprüchen.

Eine vorteilhafte Weiterbildung des Verfahrens sieht vor, dass die Szenarien des Betriebs des automatisierten Fahrzeugobjekts protokolliert werden. Auf diese Weise ist es möglich, ein reichhaltiges Datenmaterial an Validierungsdaten zu erhalten, die zur Optimierung der Fahrassistentenfunktion verwendet werden können.

Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung des Verfahrens sieht vor, dass das Fahrzeugmodell wenigstens eines aus Folgendem aufweist: dynamisches Modell des Kraftfahrzeugs, Hydraulikmodell des Kraftfahrzeugs, Umweltmodell. Auf diese Weise kann eine möglichst detailgetreue Nachbildung des Kraftfahrzeugs und der Umgebung vorgenommen werden, so dass die Fahrassistentenfunktion „nicht erkennt“, dass sie sich in einem spielerischen Simulationsbetrieb befindet.

Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung des Verfahrens sieht vor, dass ein Verhalten des wenigstens einen weiteren Fahrzeugobjekts in der Spielumgebung über eine Sensoreinheit in Sensoreingaben für das Fahrzeugmodell umgewandelt wird. Auf diese Weise lässt sich für das automatisierte Fahrzeugobjekt ein möglichst detailgetreues Verhalten von anderen Verkehrsteilnehmern simulieren.

Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass eine Interaktion des automatisierten Fahrzeugobjekts mit der Spielumgebung über eine Interaktionseinheit durchgeführt wird. Auf diese Weise kann ei-

ne Schnittstelle zusammen mit der Sensoreinheit eine Schnittstelle des automatisierten Fahrzeugobjekts mit der Umwelt bereitgestellt werden. Hier werden die Steuersignale aus der Spielumgebung und auch die Steuersignale an die Aktuatoren derart aufbereitet, dass für das Fahrzeugmodell nicht erkennbar ist, dass es sich in einem Spielbetrieb befindet.

Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung des Verfahrens sieht vor, dass mittels einer Überwachungseinheit ein Verhalten des automatisierten Fahrzeugobjekts überwacht wird. Auf diese Weise können vorteilhaft Validierungsdaten bereitgestellt werden. Vorteilhaft ist auf diese Weise erkennbar, ob die Fahrassistenzfunktion vorgegebenen Spezifikationen entspricht, wobei erfasst wird, wie viele Kilometer und unter welchen Umständen die Fahrassistenzfunktion betrieben wurde.

Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung des Verfahrens sieht vor, dass Validierungsdaten in eine Datenbasis eingetragen werden, die zum Auslegen der Fahrassistenzfunktion verwendet wird. Auf diese Weise wird eine Verifizierungs- und Validierungsdatenbasis bereitgestellt, mittels der ein Erkenntnisgewinn im Spielbetrieb in Merkmale der Fahrassistenzfunktion für einen Realbetrieb umgesetzt wird.

Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung des Verfahrens sieht vor, dass mehrere automatisierte Fahrzeugobjekte in der Spielumgebung betrieben werden. Auf diese Weise ist vorteilhaft eine Prüfung eines Verhaltens von mehreren Algorithmen zueinander unterstützt.

Die Erfindung wird im Folgenden mit weiteren Merkmalen und Vorteilen anhand zweier Figuren detailliert beschrieben. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung, sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung bzw. in den Figuren. Die Figuren sind vor allem dazu gedacht, die erfindungswesentlichen Prinzipien zu verdeutlichen.

In den Figuren zeigt:

Fig. 1 ein prinzipielles Blockschaltbild einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung; und

Fig. 2 einen prinzipiellen Ablauf einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Beschreibung von Ausführungsformen

Nachfolgend wird unter dem Begriff „Validierung“ ein Nachweisprozess verstanden, mit dem sichergestellt werden soll, dass ein Produkt die vorgesehenen Eigenschaften aufweist.

Aus den oben genannten Nachteilen ist es nicht möglich, das V-Modell zur umfassenden Evaluierung von Fahrassistenzfunktionen zu verwenden, weil dessen technische Möglichkeiten nicht ausreichen. Soll das automatisierte Fahren ausschließlich über Fahrversuche abgesichert werden, sind gefahrene Straßenkilometer in der Größenordnung von ca. 100 Millionen km erforderlich. Dies basiert auf der statistisch fundierten Annahme, dass pro 100 Millionen gefahrener Kilometer ein tödlicher Unfall eintritt.

Eine weitere Möglichkeit zur Validierung einer Fahrassistenzfunktion besteht in der Methode des sogenannten „Vehicle-Model in the Loop“. Darunter wird verstanden, dass das Kraftfahrzeug mit all seinen automatischen Assistenzsystemen (das zu validierende Produkt) als ein Software-Modell, inklusive seiner Sensoren und Aktoren erstellt wird, welches in einem softwaretechnischen Umweltmodell betrieben wird.

Ungefähr seit dem Beginn des 21. Jahrhunderts sind so genannte „Massively Multiplayer Online Games“ bekannt. In diesen Spielen wird den Spielern oftmals eine offene Welt simuliert, die über das Internet erreichbar und meist sehr detailgetreu gestaltet ist. Unter den Simulationsspielen befinden sich Fahrzeug- und Flugerätespiele aller Art, zum Beispiel aber auch Auto- und Motorrad-Rennsimulationen. Die in diesen Simulationen enthaltenen und vorhandenen Karten (engl Maps) sind meist von realen Rennstrecken oder Straßenverläufen inspiriert und bilden in den Spielen die Umweltsituation (engl. Gaming Engine) meist sehr realistisch (visuell, physikalisch, Umfeld-, Umweltverhalten, usw.) ab.

Erfindungsgemäß wird ein Verfahren zum Validieren eines Fahrassistenzsystems in einer derartigen Umgebung vorgeschlagen, was den Vorteil hat, dass andere Verkehrsteilnehmer nicht modelliert werden müssen. Das Fahrermodell wird nämlich durch einen realen Fahrer substituiert, was dem Prinzip des Gamification entspricht.

Fig. 1 zeigt ein prinzipielles Übersichtsschaltbild einer Vorrichtung 200 zum Evaluieren einer Fahrassistenzfunktion 2 eines Kraftfahrzeugs in einer oben genannten Spielumgebung.

Vorgesehen ist dazu ein softwaretechnisch realisiertes Umgebungsmodell in Form einer Spielumgebung 100, in dem verschiedene Fahrzeugobjekte 20a...20n in einem Spielbetrieb agieren. Die Spielumgebung 100 kann ausreichend genau physikalische Verhältnisse der realen Welt simulieren, wobei dazu auch eine Fahrstrecke zählt. Von Spielern 30a...30n wird jeweils eines der Fahrzeugobjekte 20a...20n manuell bedient bzw. gesteuert. Zusätzlich zu den Fahrzeugobjekten 20a...20n ist in der Spielumgebung 100 ein automatisiertes Fahrzeugobjekt 10 im Einsatz, welches ein Fahrzeugmodell 1 mit einer zu validierenden Fahrassistenzfunktion 2 umfasst.

Das automatisierte Fahrzeugobjekt 10 ist in der Spielumgebung 100 für die Personen 30a...30n nicht als ein autonomes Fahrzeugmodell ersichtlich. In der Simulation bewegt sich das Fahrzeugobjekt 10 so, als ob es von einem Spieler gelenkt würde. Um dieses Ziel zu erreichen, umfasst das automatisierte Fahrzeugobjekt 10 eine Sensoreinheit 6, die Positionen des automatisierten Fahrzeugobjekts 10 in der Spielumgebung 100 in verständliche Sensorwerte für das automatisierte Fahrzeugobjekt 10 generiert.

Ferner umfasst das Fahrzeugmodell 1 zu diesem Zweck eine Interaktionseinheit 7, die zusammen mit der Sensoreinheit 6 eine Schnittstelle des automatisierten Fahrzeugobjekts 10 über die Fahrzeugaktuatoren (z.B. Bremsen, Motormoment, usw.) mit der simulierten Umweltsituation der Spielumgebung 100 darstellt. Hier werden die Daten aus dem Spielumgebung 100 und auch die Steuersignale an die Aktuatoren derart aufbereitet, dass es für das Fahrzeugmodell 1 nicht ersichtlich ist, dass sich in einem Simulations- bzw. Spielebetrieb befindet.

Das Fahrzeugmodell 1 ist dasselbe, wie es in einem realen automatisierten bzw. autonomen Kraftfahrzeug zum Einsatz kommt. Es beinhaltet alle dazu erforderlichen Komponenten, wie das Fahrassistenzsystem 2, ein Hydraulikmodell 4, ein Dynamikmodell 3 und ein Umfeldmodell 5. Für das Verfahren zur Validierung ist die Zusammensetzung des Fahrzeugmodells 1 jedoch irrelevant, ebenso gut könnte es als eine Blackbox dargestellt sein.

Eine Vorgabeeinheit 50 repräsentiert einen Fahrerwillen, wobei mittels der Vorgabeeinheit 50 dem automatisierten Fahrzeugobjekt 10 Zielvorgaben, z.B. wie und wohin zu fahren ist, vorgegeben wird. Zielvorgaben können in diesem Zusammenhang beispielsweise folgende Parameter sein:

- Wegstrecke, Streckenziel
- Effizienz, Verbrauch, Ökonomie, Ökologie des Kraftfahrzeugbetriebs
- Aggressivität, Interaktion mit anderen Kraftfahrzeugen
- Sicherheitsvorgaben zu einer Kollisionsvermeidung, um nicht andere Verkehrsteilnehmer zu behindern oder zu gefährden.

Ferner ist eine Überwachungseinheit 40 vorgesehen, die einen Verlauf des Spielgeschehens aufzeichnet und auf Einhaltung von Sicherheitsvorgaben überprüft. Zu diesem Zweck besitzt die Überwachungseinheit 40 Schnittstellen in das zu validierende autonome Fahrzeugmodell 1 als auch in die Spielumgebung 100, wo die Interaktionen der verschiedenen Fahrzeuge aufgezeichnet und ausgewertet werden.

Die Mitspieler 30a...30n steuern ihre Fahrzeugobjekte 20a...20n (Avatare) über die üblichen Schnittstellen mittels einer Steuereinrichtung (engl. Controller), z.B. mittels eines Gamepads, eines Lenkrads (engl. steering wheel) eines Touchpads, mittels optischer Erkennungen, usw. mittels einer Browseranwendung oder mittels einer lokal installierten Software-Applikation.

Vorzugsweise wird das gesamte Spielgeschehen mitprotokolliert, wobei dann die Ergebnisse in eine Datenbank (nicht dargestellt) einfließen, mittels deren Daten

dann eine Verbesserung bzw. Optimierung der Fahrassistenzfunktion 2 durchgeführt wird.

Fig. 2 zeigt einen prinzipiellen Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens:

5

In einem Schritt 300 wird ein Betreiben eines automatisierten Fahrzeugobjekts 10 mit einem Fahrzeugmodell und der Fahrassistenzfunktion in einer elektronischen Spielumgebung durchgeführt.

10

In einem Schritt 310 wird das automatisierte Fahrzeugobjekt 10 in der Spielumgebung 100 zusammen mit wenigstens einem anderen Fahrzeugobjekt 20a...20n betrieben, wobei das wenigstens eine andere Fahrzeugobjekt 20a...20n von einem Menschen gesteuert wird.

15

In einem Schritt 320 wird ein Bewerten der Fahrassistenzfunktion 2 in Abhängigkeit vom Verhalten des automatisierten Fahrzeugobjekts in Reaktion auf das Verhalten des wenigstens einen anderen Fahrzeugobjekts durchgeführt.

20

Zusammenfassend werden mit der vorliegenden Erfindung ein Verfahren und eine Vorrichtung zu einem Validieren bzw. Verifizieren einer Fahrassistenzfunktion eines Kraftfahrzeugs vorgeschlagen, mit dem auf vorteilhafte Weise nichtfunktionale Bewertungskriterien für die Fahrassistenzfunktion herangezogen werden. Durch eine große Anzahl an spielenden Validierungs-Teilnehmern in einer simulierten Spielumgebung kann umfassendes Datenmaterial generiert werden, das

25 eine time-to-market einer ausreichend getesteten Fahrassistenzfunktion bedeutend verkürzen kann.

30

Der Fachmann wird die Merkmale der Erfindung in geeigneter Weise abändern und/oder miteinander kombinieren, ohne vom Kern der Erfindung abzuweichen.

5 Ansprüche

1. Verfahren zum Validieren einer Fahrassistenzfunktion (2) eines Kraftfahrzeugs, aufweisend die Schritte:
 - Betreiben eines automatisierten Fahrzeugobjekts (10) mit einem Fahrzeugmodell (1) und der Fahrassistenzfunktion (2) in einer elektronischen Spielumgebung (100); wobei
 - das automatisierte Fahrzeugobjekt (10) in der Spielumgebung (100) zusammen mit wenigstens einem anderen Fahrzeugobjekt (20a...20n) betrieben wird, wobei das wenigstens eine andere Fahrzeugobjekt (20a...20n) von einem Menschen (30a...30n) gesteuert wird; und
 - Bewerten der Fahrassistenzfunktion (2) in Abhängigkeit vom Verhalten des automatisierten Fahrzeugobjekts (10) in Reaktion auf das Verhalten des wenigstens einen anderen Fahrzeugobjekts (20a...20n).
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei Szenarien des Betriebs des automatisierten Fahrzeugobjekts (10) protokolliert werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Fahrzeugmodell (1) wenigstens eines aus Folgendem aufweist: dynamisches Modell (3) des Kraftfahrzeugs, Hydraulikmodell (4) des Kraftfahrzeugs, Umweltmodell (5).
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Verhalten des wenigstens einen weiteren Fahrzeugobjekts (30a...30n) in der Spielumgebung (100) über eine Sensoreinheit (6) in Sensoreingaben für das Fahrzeugmodell (1) umgewandelt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Interaktion des automatisierten Fahrzeugobjekts (10) mit der Spielumgebung (100) über eine Interaktionseinheit (7) durchgeführt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mittels einer Überwachungseinheit (40) ein Verhalten des automatisierten Fahrzeugobjekts (10) überwacht wird.
- 5 7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei Validierungsdaten in eine Datenbasis eingetragen werden, die zum Auslegen der Fahrassistenzfunktion (2) verwendet wird.
- 10 8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei mehrere automatisierte Fahrzeugobjekte (10) in der Spielumgebung (100) betrieben werden.
- 15 9. Vorrichtung (200) zum Validieren einer Fahrassistenzfunktion (2) eines Kraftfahrzeugs nach einem der Ansprüche 1 bis 8, aufweisend:
 - eine elektronische Spielumgebung (100);
 - 20 - ein automatisiertes Fahrzeugobjekt (10) mit einem Fahrzeugmodell (1) aufweisend die Fahrassistenzfunktion (2), wobei das automatisierte Fahrzeugobjekt (10) in der Spielumgebung (100) betreibbar ist;
 - wobei in der Spielumgebung (100) wenigstens ein weiteres Fahrzeugobjekt (30a...30n), das von einem Menschen steuerbar ist, betreibbar ist;
 - 25 und
 - eine Überwachungseinheit (40), mittels der ein Verhalten der Fahrassistenzfunktion (2) in der Spielumgebung (100) überwachbar ist.
- 30 10. Vorrichtung (100) nach Anspruch 9, weiterhin aufweisend eine Vorgabeeinheit (50), mittels der Parameter für die Spielumgebung (100) und das automatisierte Fahrzeugobjekt (10) vorgebbar sind.
11. Computerprogrammprodukt mit Programmcodemitteln zum Ausführen des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wenn es auf einer elektronischen Steuerungseinrichtung abläuft oder auf einem computerlesbaren Datenträger gespeichert ist.

5 Zusammenfassung

Verfahren zum Evaluieren einer Fahrassistenzfunktion (1) eines Kraftfahrzeugs, aufweisend die Schritte:

- 10 - Betreiben eines automatisierten Fahrzeugobjekts (10) mit einem Fahrzeugmodell (1) und der Fahrassistenzfunktion (2) in einer elektronischen Spielumgebung (100); wobei
- das automatisierte Fahrzeugobjekt (10) in der Spielumgebung (100) zusammen mit wenigstens einem anderen Fahrzeugobjekt (20a...20n) betrieben wird, wobei das wenigstens eine andere Fahrzeugobjekt
- 15 (20a...20n) von einem Menschen (30a...30n) gesteuert wird; und
- Bewerten der Fahrassistenzfunktion (2) in Abhängigkeit vom Verhalten des automatisierten Fahrzeugobjekts (10) in Reaktion auf das Verhalten des wenigstens einen anderen Fahrzeugobjekts (20a...20n).

20 (Fig. 1)

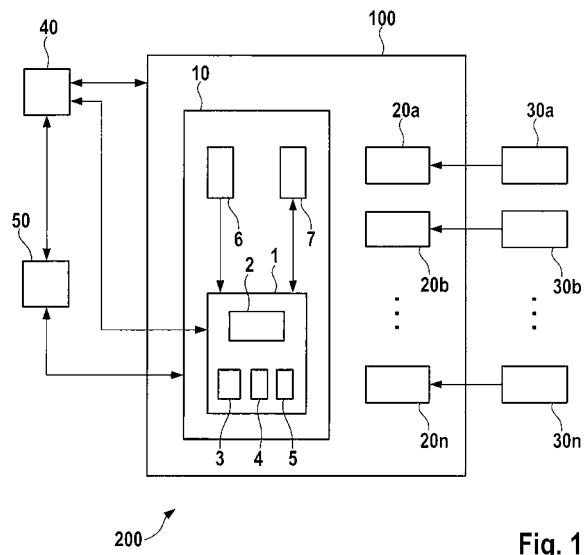


Fig. 1

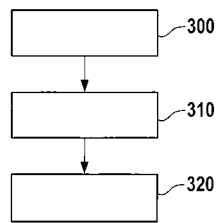


Fig. 2