

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
5. Oktober 2017 (05.10.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2017/167528 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

**B61L 23/04** (2006.01) **G06K 9/00** (2006.01)  
**B61L 27/00** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/054757

(22) Internationales Anmeldedatum:  
1. März 2017 (01.03.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2016 205 392.2 31. März 2016 (31.03.2016) DE

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Werner-von-Siemens-Straße 1, 80333 München (DE).

(72) Erfinder: **BRABAND, Jens**; Dürerstr. 1, 38106 Braunschweig (DE). **EVERS, Bernhard**; Cuppelhuth 18, 38116 Braunschweig (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (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).

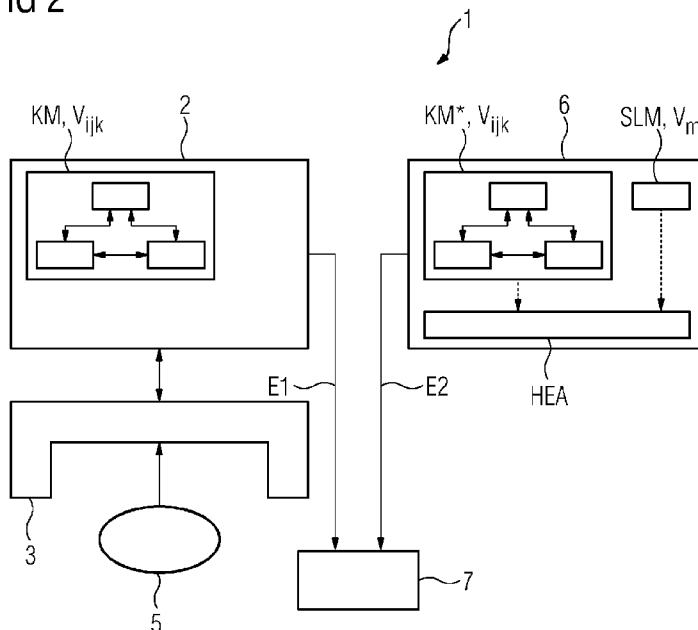
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR VALIDATING AN OBSTACLE IDENTIFICATION SYSTEM

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND SYSTEM ZUR VALIDIERUNG EINES HINDERNISERKENNUNGSSYSTEMS

FIG 2



(57) Abstract: The invention relates to a method for validating an obstacle identification system. In order to be able to demonstrate that obstacles are identified by an obstacle identification system at least as reliably as by a driver, it is provided that, in order to form driving scenarios, stochastic combinations ( $KV_{ijk}$ ) of prespecified distributions ( $V_i, V_j, V_k$ ) of submodules (SM, WUM, HM) are provided, the provided combinations ( $KV_{ijk}$ ) are subjected firstly, for carrying out a simulation study, to simulation by a simulator (2, 3) and secondly to automatic processing by an obstacle identification algorithm (HEA) of the obstacle identification system, and a result (E1) of a simulation study, which is carried out by means of the simulator (2, 3), and a result (E2) of the automatic processing are automatically tested for agreement. The invention also relates to a system for validating an obstacle identification system.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Validierung eines Hinderniserkennungssystems. Um

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2017/167528 A1



---

nachweisen zu können, dass Hindernisse durch ein Hinderniserkennungssystem mindestens so sicher erkannt werden wie durch einen Fahrer, ist vorgesehen, dass zur Bildung von Fahrscenen stochastische Kombinationen ( $KV_{ijk}$ ) vorgegebener Verteilungen ( $V_i, V_j, V_k$ ) von Submodellen (SM, WUM, HM) bereitgestellt werden, die bereitgestellten Kombinationen ( $KV_{ijk}$ ) einerseits für die Durchführung einer Simulationsstudie einer Simulation durch einen Simulator (2, 3) und andererseits einer automatischen Verarbeitung durch einen Hinderniserkennungsalgorithmus (HEA) des Hinderniserkennungssystems unterzogen werden und ein Ergebnis (E1) einer mittels des Simulators (2,3) durchgeführten Simulationsstudie und ein Ergebnis (E2) der automatischen Verarbeitung automatisch auf Übereinstimmung getestet werden. Die Erfindung betrifft auch ein System zur Validierung eines Hinderniserkennungssystems.

Beschreibung

Verfahren und System zur Validierung eines Hinderniserkennungssystems

5

Beim autonomen Fahren auf durch Mischverkehr geprägten Strecken, die von Güterzügen und Hochgeschwindigkeitszügen befahren werden (Hauptstrecken), kommt der Hinderniserkennung eine wichtige Bedeutung zu.

10

Bekannt sind Hinderniserkennungssysteme mit fahrzeugseitiger Hinderniserkennungsanordnung und/oder streckenseitiger Hinderniserkennungsanordnung.

15

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein System zur Validierung eines Hinderniserkennungssystems und ihr liegt die Aufgabe zu Grunde diese derart auszubilden, dass ein Nachweis geführt werden kann, dass durch ein Hinderniserkennungssystem Hindernisse mindestens so sicher erkannt werden wie durch einen Fahrer.

20

Gelöst wird diese Aufgabe mit einem Verfahren nach Anspruch 1, bei dem zur Bildung von Fahrscenen stochastische Kombinationen vorgegebener Verteilungen von Submodellen bereitgestellt werden, die bereitgestellten Kombinationen einerseits für die Durchführung einer Simulationsstudie einer Simulation durch einen Simulator und andererseits einer automatischen Verarbeitung durch einen Hinderniserkennungsalgorithmus des Hinderniserkennungssystems unterzogen werden und ein Ergebnis einer mittels des Simulators durchgeführten Simulationsstudie und ein Ergebnis der automatischen Verarbeitung automatisch auf Übereinstimmung getestet werden.

25

30

35

Gelöst wird diese Aufgabe auch durch ein System nach Anspruch 9, welches geeignet ausgebildet ist, zur Bildung von Fahrscenen stochastische Kombinationen vorgegebener Verteilungen von Submodellen bereitzustellen, die bereitgestellten Kombinationen einerseits für die Durchführung einer Simulationsstudie

einer Simulation durch einen Simulator und andererseits einer automatischen Verarbeitung durch einen Hinderniserkennungsalgorithmus des Hinderniserkennungssystems zu unterziehen und ein Ergebnis einer mittels des Simulators durchgeführten Simulationsstudie und ein Ergebnis der automatischen Verarbeitung automatisch auf Übereinstimmung zu testen.

Der Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens und das erfindungsgemäße System besteht in der Automatisierung der Validierung durch die Kombination der verschiedenen Submodelle sowie dem automatischen Abgleich des Ergebnisses der Simulationsstudie mit dem Ergebnis der automatischen Verarbeitung durch den Hinderniserkennungsalgorithmus (also mit einem technischen Validierungsergebnis bzw. bei notwendigen Verbesserungen des Hinderniserkennungsalgorithmus mit weiteren technischen Validierungsergebnissen). Dies erlaubt eine erhebliche Verkürzung der Validierung bzw. eine erhebliche Verringerung des Aufwandes der Validierung.

Verfahrensgemäß wird es als vorteilhaft angesehen, wenn die Submodelle in einem kombinierten Modell stochastisch kombiniert und die stochastischen Kombinationen von dem kombinierten Modell bereitgestellt werden. - Es ist also vorteilhaft, ein kombiniertes Modell vorzusehen, in dem die Submodelle stochastisch kombiniert sind und welches geeignet ausgebildet ist, die stochastischen Kombinationen bereitzustellen.

Verfahrensgemäß wird es weiterhin als vorteilhaft angesehen, wenn bei der Simulation die Fahrscenen durch den Simulator grafisch, insbesondere als virtuelle Realität, dargestellt werden. Entsprechend ist es systemgemäß vorteilhaft, wenn der Simulator geeignet ausgebildet ist, bei der Simulation die Fahrscenen grafisch, insbesondere als virtuelle Realität, darzustellen.

Verfahrensgemäß wird es außerdem als vorteilhaft angesehen, wenn als Ergebnis der Simulationsstudie, bei welcher die Submodelle und/oder das kombinierte Modell mittels an dem Simu-

lator von Testpersonen, insbesondere Triebfahrzeugführern, durchgeführten Simulationsfahrten validiert und angewendet werden, ein die Hinderniserkennungsfähigkeit der Testpersonen repräsentierendes erstes Ergebnis ausgegeben wird - wenn also  
5 das System geeignet ausgebildet ist, als Ergebnis der Simulationsstudie, bei welcher die Submodelle und/oder das kombinierte Modell mittels an dem Simulator von Testpersonen, insbesondere Triebfahrzeugführern, durchgeführten Simulationsfahrten validiert und angewendet werden, ein die Hinderniserkennungsfähigkeit der Testpersonen repräsentierendes erstes  
10 Ergebnis auszugeben.

Ferner wird es verfahrensgemäß als vorteilhaft angesehen, wenn als Ergebnis der automatischen Verarbeitung ein die Hinderniserkennungsfähigkeit des Hinderniserkennungsalgorithmus repräsentierendes zweites Ergebnis ausgegeben wird - wenn also das System geeignet ausgebildet ist, als Ergebnis der automatischen Verarbeitung ein die Hinderniserkennungsfähigkeit des Hinderniserkennungsalgorithmus repräsentierendes zweites  
15 Ergebnis auszugeben.  
20

Vorzugsweise kommen als Submodelle ein Streckenmodell, ein Wetter- und Umgebungsmodell und ein Hindernismodell zum Einsatz.  
25

Darüber hinaus ist es vorteilhaft, wenn weitere vorgegebene Verteilungen eines weiteren Submodells der automatischen Verarbeitung durch den Hinderniserkennungsalgorithmus unterzogen werden. Als das weitere Submodell kann ein Modell für die  
30 Leistungsfähigkeit von Sensoren des Hinderniserkennungssystems zum Einsatz kommen.

Die Erfindung wird im Weiteren anhand der Figuren näher erläutert. Dabei zeigen die  
35

Figur 1 ein kombiniertes Modell, in dem Submodelle stochastisch kombiniert sind und die

Figur 2 ein erfindungsgemäßes System zur Validierung eines Hinderniserkennungssystems mit einem Simulator und mit einer Validierungseinrichtung, die einen zu validierenden Hinderniserkennungsalgorithmus des Hinderniserkennungssystems bereitstellt.

Gemäß Figur 1 wird ein kombiniertes Modell KM bereitgestellt, in welchem drei Submodelle SM, WUM und HM stochastisch kombiniert sind.

10

Das kombinierte Modell KM stellt zur Bildung von Fahrscenen stochastische Kombinationen  $KV_{ijk}$  von vorgegebenen Verteilungen  $V_i$ ,  $V_j$ ,  $V_k$  der Submodelle SM, WUM und HM bereit.

Bei den Submodellen handelt es sich um ein Streckenmodell SM mit den vorgegebenen Verteilungen  $V_i$ , ein Wetter- und Umgebungsmodell WUM mit den vorgegebenen Verteilungen  $V_j$  und ein Hindernismodell HM mit den vorgegebenen Verteilungen  $V_k$ .

Das Streckenmodell SM entspricht einem Musterstreckenmodell heute bekannter fortschrittlicher - also hochkomplexer quasi der Natur nahe kommender - Simulatoren.

In dem Wetter- und Umgebungsmodell WUM werden glaubwürdige aber ansonsten eher schwierige Kombinationen von Tageszeit, Wetter etc. definiert, aber auch Kombinationen temporärer betrieblicher Umstände wie beispielsweise Langsamfahrstellen.

Das Hindernismodell HM besteht aus Modellen aller realistisch anzunehmenden Hindernisse, wie beispielsweise Bäume, Tiere oder Menschen.

Gemäß Figur 2 wird neben dem kombinierten Modell KM auch ein weiteres Submodell SLM für die Leistungsfähigkeit von Sensoren des Hinderniserkennungssystems, welches im Weiteren auch als Sensorleistungsfähigkeitsmodell oder kurz Sensormodell bezeichnet ist, bereitgestellt.

Das kombinierte Modell KM bildet mit seinen Kombinationen  $KV_{ijk}$  der vorgegebenen Verteilungen  $V_i$ ,  $V_j$ ,  $V_k$  der Submodelle SM, WUM, HM bei dem erfindungsgemäßen System 1 das Simulationsmodell eines Simulators 2, der mit einer Benutzeroberfläche 3 versehen ist. Der Simulator 2 stellt anhand von Berechnungen am kombinierten Modell KM die Fahrscenen grafisch als Computergrafik bzw. als Virtuelle Realität dar. Die Virtuelle Realität erlaubt dabei über die Benutzeroberfläche 3 des Simulators 2 eine Interaktion einer Testperson 5 mit den simulierten Fahrscenen. Somit können an dem Simulator im Rahmen einer Simulationsstudie von verschiedenen Testpersonen, insbesondere von verschiedenen geschulten Triebfahrzeugführern (Fahrer), Testfahrten am Simulator 2, 3 durchgeführt werden. Diese Testfahrten werden durchgeführt, um die Submodelle SM, WUM, HM und/oder das kombinierte Modell KM zu validieren und dann anzuwenden und um dann durch den Simulator 2, 3 als Ergebnis der Simulationsstudie ein zu Testzwecken vorgesehenes erstes Ergebnis zu generieren und auszugeben, das die Hinderniserkennungsfähigkeit der Testperson 5 repräsentiert.

Das erfindungsgemäße System weist zusätzlich zu dem Simulator 2 mit seiner Benutzeroberfläche 3 auch eine Validierungseinrichtung 6 auf. Die Validierungseinrichtung 6 stellt neben einer datentechnisch umgerechneten Form  $KM^*$  des kombinierten Modells KM und dem weiteren Submodell SLM mit seinen Verteilungen  $V_m$  auch einen zu validierenden Hinderniserkennungsalgorithmus HEA des Hinderniserkennungssystems bereit.

Die bereitgestellten Kombinationen  $KV_{ijk}$  des kombinierten Modells KM bzw. der umgerechneten Form  $KM^*$  des kombinierten Modells, die im Weiteren auch als feste Kombinationen bezeichnet sind, werden also einerseits für die Durchführung der Simulationsstudie der Simulation durch den Simulator 2, 3 und andererseits in der Validierungseinrichtung einer automatischen Verarbeitung durch den Hinderniserkennungsalgorithmus HEA des Hinderniserkennungssystems unterzogen.

Neben dem Ergebnis der Simulationsstudie, das als das die Hinderniserkennungsfähigkeit der Testpersonen 5 repräsentierendes erstes Ergebnis E1 von dem Simulator 2, 3 ausgegeben wird, wird durch die Validierungseinrichtung 6 als Ergebnis 5 der automatischen Verarbeitung das die Hinderniserkennungsfähigkeit des Hinderniserkennungsalgorithmus HEA repräsentierendes zweites Ergebnis E2 ausgegeben.

Darüber hinaus umfasst das erfindungsgemäße System eine Test- 10 einrichtung 7, die mit dem Simulator 2, 3 und mit der Validierungseinrichtung 6 verbunden ist und mittels derer das Ergebnis der mittels des Simulators 2, 3 durchgeführten Simulationsstudie und das Ergebnis der mittels der Validierungseinrichtung 6 durchgeführten automatischen Verarbeitung automa- 15 tisch auf Übereinstimmung getestet werden.

Mit anderen Worten werden also im kombinierten Modell KM die Submodelle SM, WUM, HM stochastisch kombiniert, d. h. konkrete Simulationsbedingungen werden aufgrund der vorgegebenen 20 Verteilungen ermittelt. Zur Validierung der Modelle wird eine statistisch repräsentative und signifikante Stichprobe von Testpersonen (Triebfahrzeugführern) zu Simulationsfahrten herangezogen. Dabei werden sie insbesondere Ausnahmesituationen mit Hindernissen oder ungewöhnlichen Umständen unterzo- 25 gen, die aber aus den festen Verteilungen ausgewählt werden.

Als erstes Ergebnis E1 erhält man statistische Verteilungen für die Hinderniserkennungsfähigkeit der Fahrer, gemittelt über alle festen Verteilungen. Es ist zu erwarten, dass diese 30 Ergebnisse besser als in der Realität ausfallen, da die Fahrer wissen, dass sie häufiger als in der Realität Hindernisse erkennen müssen.

Zur Validierung des technischen Hinderniserkennungssystems 35 werden die Modelle SM, WUM und HM bzw. das kombinierte Modell KM nicht für einen Simulator verwendet, sondern sie werden datentechnisch zu der Form KM\* so umgerechnet, dass der Hinderniserkennungsalgorithmus HEA direkt auf den errechneten

Fahrscenen arbeiten kann. Dabei wird das Modell SLM für die Leistungsfähigkeit der Sensoren (z. B. Leistungsfähigkeit hinsichtlich Auflösung, Reichweite etc.) verwendet.

5 Dies bedeutet, dass man insbesondere den Hinderniserkennungs-  
algorithmus HEA automatisch testen kann und man erhält für  
den Hinderniserkennungsalgorithmus HEA in Kombination mit den  
Verteilungen des Sensormodells SLM ebenso statistische Ver-  
teilungen für die Hinderniserkennungsfähigkeit des Hindernis-  
10 erkennungsalgorithmus HEA.

Mittels der Testeinrichtung 7 wird dann, insbesondere anhand  
bekannter statistischen Verfahren wie beispielsweise dem  
Kolmogorov-Smirnov-Test, getestet, ob die technische Hinder-  
15 niserkennung - also insbesondere der Hinderniserkennungsalgo-  
rithmus HEA mindestens genauso sicher ist, wie der menschl-  
ichen Fahrer.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Validierung eines Hinderniserkennungssystems, bei dem
  - 5 - zur Bildung von Fahrscenen stochastische Kombinationen ( $KV_{ijk}$ ) vorgegebener Verteilungen ( $V_i, V_j, V_k$ ) von Submodellen (SM, WUM, HM) bereitgestellt werden,
  - die bereitgestellten Kombinationen ( $KV_{ijk}$ ) einerseits für die Durchführung einer Simulationsstudie einer Simulation
  - 10 durch einen Simulator (2,3) und andererseits einer automatischen Verarbeitung durch einen Hinderniserkennungsalgorithmus (HEA) des Hinderniserkennungssystems unterzogen werden und
  - ein Ergebnis (E1) einer mittels des Simulators (2,3)
  - 15 durchgeführten Simulationsstudie und ein Ergebnis (E2) der automatischen Verarbeitung automatisch auf Übereinstimmung getestet werden.
  
2. Verfahren nach Anspruch 1,
  - 20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s die Submodelle (SM, WUM, HM) in einem kombinierten Modell (KM) stochastisch kombiniert und die stochastischen Kombinationen ( $KV_{ijk}$ ) von dem kombinierten Modell (KM) bereitstellt werden.
  - 25
  
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
  - d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s bei der Simulation die Fahrscenen durch den Simulator (2,3) grafisch, insbesondere als virtuelle Realität, dargestellt werden.
  - 30
  
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
  - d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s als Ergebnis der Simulationsstudie, bei welcher die Submodelle (SM, WUM, HM) und/oder das kombinierte Modell (KM)
  - 35 mittels an dem Simulator (2,3) von Testpersonen (5), insbesondere Triebfahrzeugführern, durchgeführten Simulationsfahrten validiert und angewendet werden, ein die Hin-

derniserkennungsfähigkeit der Testpersonen (5) repräsentierendes erstes Ergebnis (E1) ausgegeben wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s  
als Ergebnis der automatischen Verarbeitung ein die Hinderniserkennungsfähigkeit des Hinderniserkennungsalgorithmus (HEA) repräsentierendes zweites Ergebnis (E2) ausgegeben wird.
- 10
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s  
als Submodelle ein Streckenmodell (SM), ein Wetter- und Umgebungsmodell (WUM) und ein Hindernismodell (HM) verwendet werden.
- 15
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s  
weitere vorgegebene Verteilungen ( $V_m$ ) eines weiteren Submodells (SLM) der automatischen Verarbeitung durch den  
20 Hinderniserkennungsalgorithmus (HEA) unterzogen werden.
8. Verfahren nach Anspruch 7  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s  
25 als das weitere Submodell ein Modell (SLM) für die Leistungsfähigkeit von Sensoren des Hinderniserkennungssystems verwendet wird.
9. System (1) zur Validierung eines Hinderniserkennungssystems, welches geeignet ausgebildet ist,  
30 - zur Bildung von Fahrscenen stochastische Kombinationen ( $KV_{ijk}$ ) vorgegebener Verteilungen ( $V_i, V_j, V_k$ ) von Submodellen (SM, WUM, HM) bereitzustellen,  
- die bereitgestellten Kombinationen ( $KV_{ijk}$ ) einerseits für  
35 die Durchführung einer Simulationsstudie einer Simulation durch einen Simulator (2, 3) und andererseits einer automatischen Verarbeitung durch einen Hinderniserkennungs-

gorithmus (HEA) des Hinderniserkennungssystems zu unterziehen und

- ein Ergebnis (E1) einer mittels des Simulators (2, 3) durchgeführten Simulationsstudie und ein Ergebnis (E2) der automatischen Verarbeitung automatisch auf Übereinstimmung zu testen.

10. System (1) nach Anspruch 9,

g e k e n n z e i c h n e t d u r c h

ein kombiniertes Modell (KM), in dem die Submodelle (SM, WUM, HM) stochastisch kombiniert sind und welches geeignet ausgebildet ist, die stochastischen Kombinationen ( $KV_{ijk}$ ) bereitzustellen.

11. System (1) nach einem der Ansprüche 9 oder 10,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s der Simulator (2, 3) geeignet ausgebildet ist, bei der Simulation die Fahrscenen grafisch, insbesondere als virtuelle Realität, darzustellen.

12. System (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 11,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s es geeignet ausgebildet ist, als Ergebnis der Simulationsstudie, bei welcher die Submodelle (SM, WUM, HM) und/oder das kombinierte Modell (KM) mittels an dem Simulator (2, 3) von Testpersonen (5), insbesondere Triebfahrzeugführern, durchgeführten Simulationsfahrten validiert und angewendet werden, ein die Hinderniserkennungsfähigkeit der Testpersonen (5) repräsentierendes erstes Ergebnis (E1) auszugeben.

13. System (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 12,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s es geeignet ausgebildet ist, als Ergebnis der automatischen Verarbeitung ein die Hinderniserkennungsfähigkeit des Hinderniserkennungsalgorithmus (HEA) repräsentierendes zweites Ergebnis (E2) auszugeben.

14. System (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 13,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
es als Submodelle ein Streckenmodell (SM), ein Wetter- und  
Umgebungsmodell (WUM) und ein Hindernismodell (HM).

5

15. System (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 14  
dadurch gekennzeichnet, dass  
es geeignet ausgebildet ist, weitere vorgegebene Vertei-  
lungen ( $V_m$ ) eines weiteren Submodells (SLM) der automati-  
schen Verarbeitung durch den Hinderniserkennungsalgorithmus  
(HEA) zu unterziehen.

10

16. System (1) nach Anspruch 15  
dadurch gekennzeichnet, dass  
das weitere Submodell als ein Modell (SLM) für die Leis-  
tungsfähigkeit von Sensoren bereitgestellt ist.

15

FIG 1

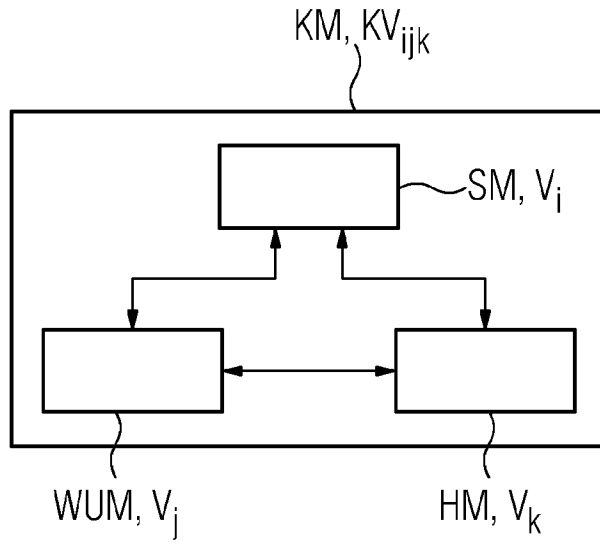
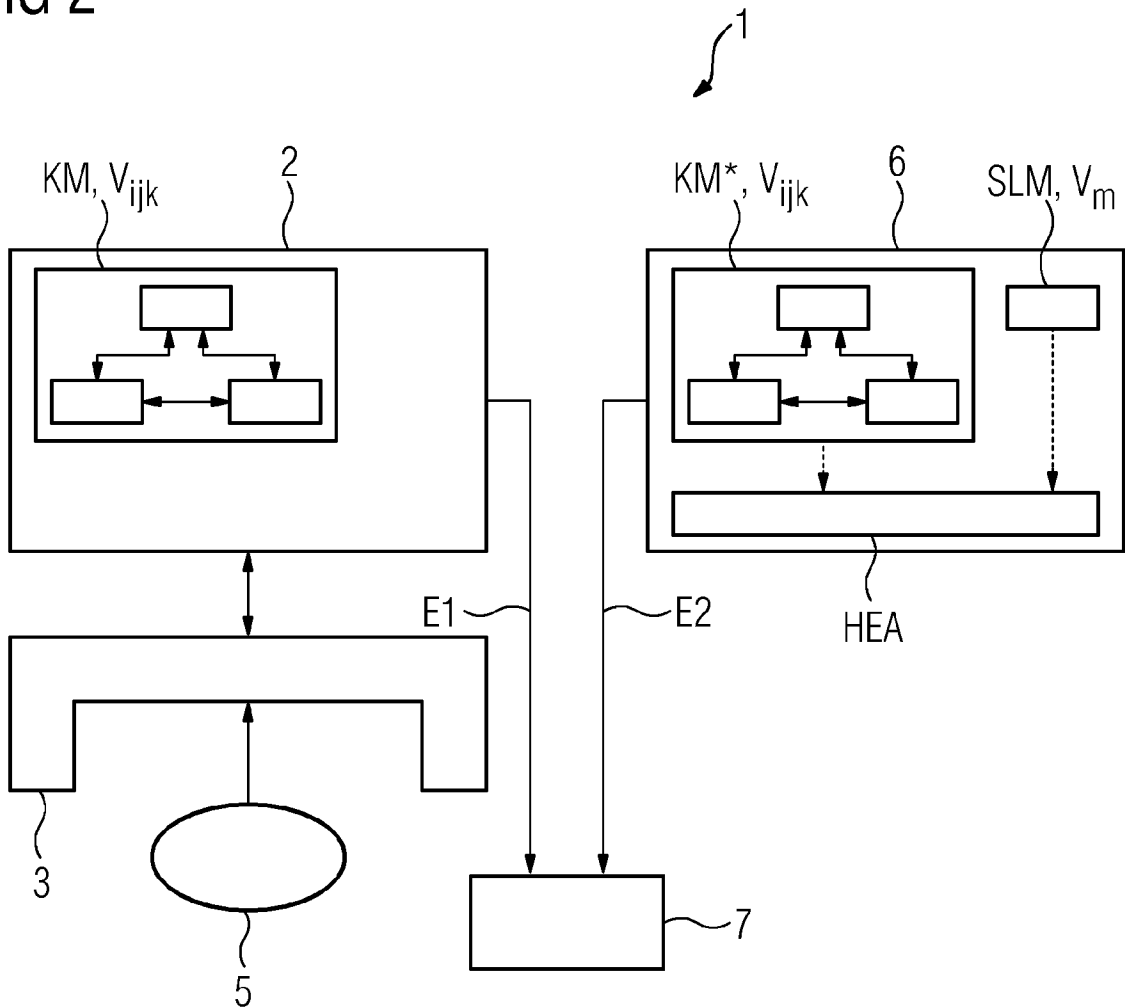


FIG 2



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/EP2017/054757

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. B61L23/04 B61L27/00 G06K9/00  
ADD.  
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)  
B61L G06K G06F  
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 2 546 778 A2 (AUDI AG [DE]) 16 January 2013 (2013-01-16) paragraphs [0001], [0012] - [0012], [0024], [0027], [0034] - [0051]; figure 1	1-16
A	----- WO 2014/183948 A2 (SIEMENS AG [DE]) 20 November 2014 (2014-11-20) page 5, line 12 - page 8, line 15 page 26, line 17 - page 27, line 34 figures 1-5	1-16
A	----- DE 10 2008 001256 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 22 October 2009 (2009-10-22) paragraphs [0003] - [0006], [0029] - [0036]; figures 1-5 ----- -/--	1-16

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	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"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
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search <b>30 June 2017</b>	Date of mailing of the international search report <b>13/07/2017</b>
--	---

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer <b>Massalski, Matthias</b>
--	--

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2017/054757

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2015/015494 A1 (KATZ ELEN JOSEF [IL]; ISBI YUVAL [IL]; HANIA SHAHAR [IL]; TEICH NOAM []) 5 February 2015 (2015-02-05) paragraphs [0001] - [0010], [0033] - [0039]; figures 1,2 -----	1-16
A	WO 2004/028881 A1 (SIEMENS AG [DE]; BAUER JOCHEN [DE]; CHRISTMANN MARK [DE]; FEITEN WENDE) 8 April 2004 (2004-04-08) page 3, line 14 - page 5, line 2 page 11, line 14 - page 16, line 34 figures 1-3 -----	1,9
A	EP 1 868 051 A1 (SNCF [FR]) 19 December 2007 (2007-12-19) paragraphs [0009] - [0015], [0019] - [0029], [0034] - [0038], [0053], [0102] - [0106]; figures 1-7 -----	1,9

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2017/054757
---

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
EP 2546778	A2	16-01-2013	CN 103021061 A	03-04-2013
			DE 102011107458 A1	17-01-2013
			EP 2546778 A2	16-01-2013
			US 2013016216 A1	17-01-2013
-----				
WO 2014183948	A2	20-11-2014	DE 102013212710 A1	20-11-2014
			DE 102013213807 A1	20-11-2014
			DE 102013215032 A1	20-11-2014
			DE 102013215115 A1	20-11-2014
			DE 102013218678 A1	20-11-2014
			WO 2014183944 A1	20-11-2014
			WO 2014183945 A1	20-11-2014
			WO 2014183948 A2	20-11-2014
			WO 2014183949 A1	20-11-2014
			WO 2014183953 A1	20-11-2014
-----				
DE 102008001256	A1	22-10-2009	DE 102008001256 A1	22-10-2009
			EP 2266073 A1	29-12-2010
			US 2011184895 A1	28-07-2011
			WO 2009127271 A1	22-10-2009
-----				
WO 2015015494	A1	05-02-2015	CN 105636853 A	01-06-2016
			EP 3027482 A1	08-06-2016
			JP 2016525487 A	25-08-2016
			US 2016152253 A1	02-06-2016
			WO 2015015494 A1	05-02-2015
-----				
WO 2004028881	A1	08-04-2004	AU 2003270142 A1	19-04-2004
			DE 10244127 A1	08-04-2004
			EP 1542893 A1	22-06-2005
			TW 200424823 A	16-11-2004
			WO 2004028881 A1	08-04-2004
-----				
EP 1868051	A1	19-12-2007	CN 101506746 A	12-08-2009
			EP 1868051 A1	19-12-2007
			JP 2009539694 A	19-11-2009
			MA 30573 B1	01-07-2009
			RU 2008150003 A	27-06-2010
			UA 96601 C2	25-11-2011
			WO 2007144513 A2	21-12-2007
-----				

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B61L23/04 B61L27/00 G06K9/00 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B61L G06K G06F		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 2 546 778 A2 (AUDI AG [DE]) 16. Januar 2013 (2013-01-16) Absätze [0001], [0012] - [0012], [0024], [0027], [0034] - [0051]; Abbildung 1 -----	1-16
A	WO 2014/183948 A2 (SIEMENS AG [DE]) 20. November 2014 (2014-11-20) Seite 5, Zeile 12 - Seite 8, Zeile 15 Seite 26, Zeile 17 - Seite 27, Zeile 34 Abbildungen 1-5 -----	1-16
A	DE 10 2008 001256 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 22. Oktober 2009 (2009-10-22) Absätze [0003] - [0006], [0029] - [0036]; Abbildungen 1-5 ----- -/--	1-16
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts	
30. Juni 2017	13/07/2017	
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Massalski, Matthias	

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2015/015494 A1 (KATZ ELEN JOSEF [IL]; ISBI YUVAL [IL]; HANIA SHAHAR [IL]; TEICH NOAM [ ]) 5. Februar 2015 (2015-02-05) Absätze [0001] - [0010], [0033] - [0039]; Abbildungen 1,2 -----	1-16
A	WO 2004/028881 A1 (SIEMENS AG [DE]; BAUER JOCHEN [DE]; CHRISTMANN MARK [DE]; FEITEN WENDE) 8. April 2004 (2004-04-08) Seite 3, Zeile 14 - Seite 5, Zeile 2 Seite 11, Zeile 14 - Seite 16, Zeile 34 Abbildungen 1-3 -----	1,9
A	EP 1 868 051 A1 (SNCF [FR]) 19. Dezember 2007 (2007-12-19) Absätze [0009] - [0015], [0019] - [0029], [0034] - [0038], [0053], [0102] - [0106]; Abbildungen 1-7 -----	1,9

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/054757

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2546778	A2	16-01-2013	CN 103021061 A 03-04-2013
			DE 102011107458 A1 17-01-2013
			EP 2546778 A2 16-01-2013
			US 2013016216 A1 17-01-2013
-----			
WO 2014183948	A2	20-11-2014	DE 102013212710 A1 20-11-2014
			DE 102013213807 A1 20-11-2014
			DE 102013215032 A1 20-11-2014
			DE 102013215115 A1 20-11-2014
			DE 102013218678 A1 20-11-2014
			WO 2014183944 A1 20-11-2014
			WO 2014183945 A1 20-11-2014
			WO 2014183948 A2 20-11-2014
			WO 2014183949 A1 20-11-2014
			WO 2014183953 A1 20-11-2014
-----			
DE 102008001256	A1	22-10-2009	DE 102008001256 A1 22-10-2009
			EP 2266073 A1 29-12-2010
			US 2011184895 A1 28-07-2011
			WO 2009127271 A1 22-10-2009
-----			
WO 2015015494	A1	05-02-2015	CN 105636853 A 01-06-2016
			EP 3027482 A1 08-06-2016
			JP 2016525487 A 25-08-2016
			US 2016152253 A1 02-06-2016
			WO 2015015494 A1 05-02-2015
-----			
WO 2004028881	A1	08-04-2004	AU 2003270142 A1 19-04-2004
			DE 10244127 A1 08-04-2004
			EP 1542893 A1 22-06-2005
			TW 200424823 A 16-11-2004
			WO 2004028881 A1 08-04-2004
-----			
EP 1868051	A1	19-12-2007	CN 101506746 A 12-08-2009
			EP 1868051 A1 19-12-2007
			JP 2009539694 A 19-11-2009
			MA 30573 B1 01-07-2009
			RU 2008150003 A 27-06-2010
			UA 96601 C2 25-11-2011
			WO 2007144513 A2 21-12-2007
-----			