



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.06.2017 Patentblatt 2017/25

(51) Int Cl.:
G08G 1/087 (2006.01) **G08G 1/16** (2006.01)
G08G 1/01 (2006.01) **G08G 1/04** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16204615.5**

(22) Anmeldetag: **16.12.2016**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(71) Anmelder: **SWARCO Traffic Systems GmbH**
72669 Unterensingen (DE)

(72) Erfinder:
• **SINGH, Akshay**
72622 Nürtingen (DE)
• **JUNGHANS, Ralf**
73272 Neidlingen (DE)

(30) Priorität: **18.12.2015 DE 102015122212**

(74) Vertreter: **TBK**
Bavariaring 4-6
80336 München (DE)

(54) **STEUERVORRICHTUNG UND STEUERVERFAHREN ZUR ÜBERWACHUNG UND STEUERUNG EINES VERKEHRSABSCHNITTS**

(57) Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine Steuervorrichtung zur Überwachung eines Verkehrsabschnitts bereitgestellt, die eine Sensoreinrichtung, die den Verkehrsabschnitt abtastet, eine Empfangseinrichtung, die Verkehrsteilnehmerdaten von Verkehrsteilnehmern drahtlos empfängt, wobei die Verkehrsteilnehmerdaten eines jeweiligen Verkehrsteilnehmers Positionsdaten des jeweiligen Verkehrsteilnehmers und den Positionsdaten zugeordnete Informationen bezüglich eines Verkehrsteilnehmers umfassen, eine Zusammenführeinrichtung, die die

Positionsdaten des jeweiligen Verkehrsteilnehmers und Abtastinformationen der Sensoreinrichtung zu Fusionsdaten des jeweiligen Verkehrsteilnehmers zusammenführt, und eine Feststelleinrichtung aufweist, die basierend auf den Fusionsdaten der jeweiligen Verkehrsteilnehmer und den Informationen bezüglich des Verkehrsteilnehmers feststellt, ob eine Anomalie in einem Anwesenheitsverlauf eines Verkehrsteilnehmers eines vorbestimmten Verkehrsteilnehmers in dem Verkehrsabschnitt vorliegt.

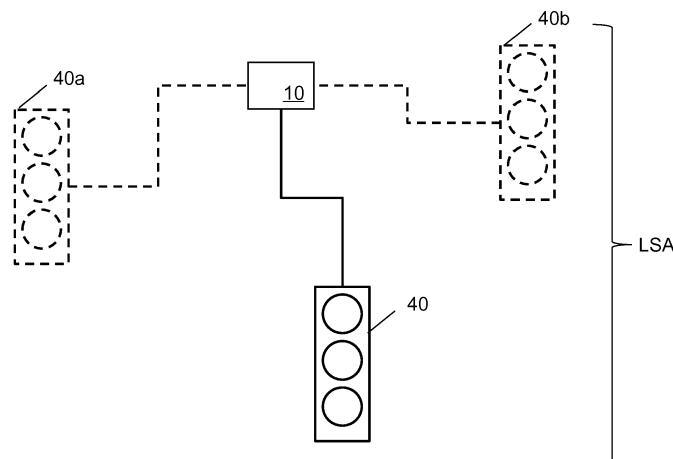


Fig. 4

Beschreibung

[0001] Im Automobilbereich gibt es Entwicklungen hin zu autonom und teilautonom gesteuerten Fahrzeugen und Fahrzeugen mit Elektroantrieb.

[0002] Eine Einführung und ein Betrieb solcher autonom und teilautonom gesteuerter Fahrzeuge oder Fahrzeuge mit Elektroantrieb insbesondere im urbanen Bereich werfen rechtliche und vor allem sicherheitsrelevante Probleme auf.

[0003] Insbesondere autonome Fahrzeuge (autonom gesteuerte Fahrzeuge) lassen keinerlei Eingriff von Passagieren in den Fahrbetrieb mehr zu. Die Verantwortlichkeit insbesondere in verkehrlichen Zonen beispielsweise innerhalb signalisierter Kreuzungen z.B. bei liegen gebliebenen oder in einen Verkehrsunfall verwickelten autonomen Fahrzeugen könnte sich hin zu Fahrzeugherstellern und Fahrzeugwerkstätten verschieben. Vergleichbares könnte für Fahrzeuge mit Elektroantrieb gelten. Bei Fahrzeugen mit Elektroantrieb rührt das besondere Gefährdungspotential insbesondere daher, dass der Umgang mit dem Ladezustand der fahrzeugeitigen Energiequelle (beispielsweise Füllstand eines Akkumulators/einer Batterie) für den Elektroantrieb nicht für jeden Fahrer einfach zu beherrschen ist. Es können Situationen auftreten, bei denen ein Fahrer eines Fahrzeugs mit Elektroantrieb aufgrund eines geringen Ladezustands der Energiequelle nach einer Lademöglichkeit sucht, während sich der Ladezustand weiter verringert, bis ein Betrieb des Elektroantriebs nicht mehr möglich ist. Tritt dieses Ereignis auf, bevor eine Lademöglichkeit gefunden ist, kann ein solches Fahrzeug mit Elektroantrieb ohne Neustartmöglichkeit liegenbleiben. Dies kann auch mit den nachstehend beschriebenen Nachteilen in verkehrlichen Zonen beispielsweise innerhalb signalisierter Kreuzungen auftreten.

[0004] Betreiber von Lichtsignalanlagen bzw. allgemein von Verkehrsleitanlagen sind rechtsnormativ (beispielsweise im Rahmen der Straßenverkehrsordnung (StVO) und Richtlinien für die Planung und Signalisierung von Kreuzungen bzw. Richtlinien für Lichtsignalanlagen (RiLSA)) verpflichtet, eine Signalisierung beispielsweise entsprechend festgelegter Zwischen- und Räumzeiten in einem Kreuzungsbereich konfliktfrei zu gewährleisten. Konfliktfrei heißt in diesem Zusammenhang, dass sich Verkehrsteilnehmer insofern auf die Richtigkeit bzw. Geeignetheit der Signalisierung verlassen können, und dass diese Signalisierung Unfälle verhindert und nicht verursacht.

[0005] Der Betreiber muss einen reibungslosen und effektiven Verkehrsablauf in einem Kreuzungsbereich sicherstellen.

[0006] Bei Einsatz von autonomen Fahrzeugen wird somit auch die Verantwortung für einen solchen Betreiber von Lichtsignalanlagen tangiert. Insbesondere kann sich diese vergrößern. Der Betreiber muss den reibungslosen und effektiven Verkehrsablauf nämlich auch mit einem Fahrzeugmix gewährleisten, der autonom oder

teilautonom gesteuerte Fahrzeuge und/oder Fahrzeuge mit Elektroantrieb umfasst.

[0007] Bei einem Fahrzeugmix ohne die genannten autonom oder teilautonom gesteuerten Fahrzeuge und Fahrzeuge mit Elektroantrieb wird davon ausgegangen, dass Fahrzeuge aus einer freigegebenen Richtung (beispielsweise eine Richtung mit anstehendem Grünsignal) einen Bereich einer Kreuzung (insbesondere einen Grundräumbereich) innerhalb von in einer Steuerung eingeplanten bzw. vorgesehenen Zwischenzeiten nach Ende der Freigabe (beispielsweise nach Ende des vorher anstehenden Grünsignals) bis zu einer Freigabe einer Konflikttrichtung (Beginn eines Grünsignals für eine Konflikttrichtung) räumen können.

[0008] Insbesondere sind die Zwischen- und Räumzeiten derart ausgelegt, dass diese Vorgabe erfüllt wird.

[0009] Autonome Fahrzeuge und auch Fahrzeuge mit Elektroantrieb können aber beispielsweise bei einem technischen Defekt nicht einfach aus dem Grundräumbereich (bzw. aus einem relevanten Bereich) entfernt werden und können insbesondere an Kreuzungen mit hohen Einfahrtsgeschwindigkeiten und/oder schlechter Einsehbarkeit ein erhöhtes Sicherheitsrisiko darstellen.

[0010] Es ist bekannt in Verkehrsbereichen Verkehrsteilnehmer (beispielsweise Fahrzeuge) zu erfassen.

[0011] Beispielsweise beschreibt die Patentschrift US 8 547 250 B1 ein Netzwerk von Sensoren zur Erfassung von Fahrzeugen und eine damit verbundene Steuerzentrale zur Verkehrssignalsteuerung. Die Steuerzentrale kann Fahrzeuge auf (gesetzliche) Verkehrsbeschränkungen im Bereich des Fahrzeugs hinweisen und kann ferner Verkehrsverstöße von Fahrzeugen selbständig erfassen und ahnden.

[0012] Der im Patentanspruch 1 angegebenen Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Verkehrssteuerung unter Berücksichtigung der verkehrssicherheitsrelevanten Herausforderungen des Einsatzes bzw. Betriebs von autonom und teilautonom gesteuerten Fahrzeugen oder Fahrzeugen mit Elektroantrieb bereitzustellen.

[0013] Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung wird die Aufgabe durch die im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst, insbesondere durch eine Steuervorrichtung zur Überwachung eines Verkehrsabschnitts mit einer Sensoreinrichtung, die den Verkehrsabschnitt abtastet, einer Empfangseinrichtung, die Verkehrsteilnehmerdaten von Verkehrsteilnehmern drahtlos empfängt, wobei die Verkehrsteilnehmerdaten eines jeweiligen Verkehrsteilnehmers Positionsdaten des jeweiligen Verkehrsteilnehmers und den Positionsdaten zugeordnete Informationen bezüglich eines Verkehrsteilnehmers des jeweiligen Verkehrsteilnehmers umfassen, einer Zusammenführeinrichtung, die die Positionsdaten des jeweiligen Verkehrsteilnehmers und Abtastinformationen der Sensoreinrichtung zu Fusionsdaten des jeweiligen Verkehrsteilnehmers zusammenführt, und einer Feststelleinrichtung, die basierend auf den Fusionsdaten der jeweiligen Verkehrsteilnehmer und den Informatio-

nen bezüglich des Verkehrsteilnehmertyps der jeweiligen Verkehrsteilnehmer feststellt, ob eine Anomalie in einem Anwesenheitsverlauf eines Verkehrsteilnehmers eines vorbestimmten Verkehrsteilnehmertyps in dem Verkehrsabschnitt vorliegt.

[0014] Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass Verkehrssicherheit verbessert bzw. auch unter Berücksichtigung von Fahrzeugmischen, die autonom bzw. teilautonom gesteuerte Fahrzeuge und/oder Fahrzeuge mit Elektroantrieb enthalten, nicht verschlechtert wird.

[0015] Insbesondere kann erst durch Kombination empfangener Koordinaten bzw. Positionsdaten und Ergebnissen einer sensorischen Erfassung eines Verkehrsteilnehmers in einem Verkehrsabschnitt eine tatsächliche Präsenz des Verkehrsteilnehmers sicher festgestellt werden und zusammen mit den Informationen zum Verkehrsteilnehmertyp auf ein jeweiliges von dem tatsächlich präsenten Verkehrsteilnehmer ausgehendes Gefährdungspotential geschlossen werden.

[0016] Es sei ergänzend angemerkt, dass die Verkehrsteilnehmerdaten eines jeweiligen Verkehrsteilnehmers nicht nur Positionsdaten des jeweiligen Verkehrsteilnehmers sondern weitere mit dessen Verkehrsteilnahme verknüpfte Daten wie beispielsweise Geschwindigkeitsdaten des jeweiligen Verkehrsteilnehmers, Beschleunigungsdaten des jeweiligen Verkehrsteilnehmers, und Fortbewegungsrichtungsdaten des jeweiligen Verkehrsteilnehmers umfassen können.

[0017] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung weist die Steuervorrichtung ferner eine Auslöseeinrichtung auf, die eine vorbestimmte Signalisierung auslöst, wenn eine Anomalie in einem Anwesenheitsverlauf eines Verkehrsteilnehmers eines vorbestimmten Verkehrsteilnehmertyps in dem Verkehrsabschnitt vorliegt.

[0018] Auf diese Weise kann effektiv auf ein erkanntes von einem tatsächlich präsenten Verkehrsteilnehmer ausgehendes Gefährdungspotential reagiert werden.

[0019] Das Auslösen der Signalisierung schließt dabei beispielsweise die Entscheidung über die Signalisierung, die Erzeugung von Steuersignalen und deren Übertragung ein.

[0020] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung weist die Steuervorrichtung ferner eine Protokolleinrichtung auf, die die Fusionsdaten der jeweiligen Verkehrsteilnehmer zu Trajektorien der jeweiligen Verkehrsteilnehmer protokolliert. Im Falle eines Vorliegens der Anomalie werden die Trajektorien von sich in dem Verkehrsabschnitt befindenden Verkehrsteilnehmern eines vorbestimmten Zeitabschnitts vor dem Vorliegen der Anomalie berücksichtigt. Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung werden die Trajektorien bei der Auslösung der vorbestimmten Signalisierung durch die Auslöseeinrichtung berücksichtigt.

[0021] Dadurch kann beispielsweise nicht nur aus dem Umstand, dass eine Anomalie besteht, beispielsweise dass ein bestimmtes Fahrzeug (z.B. ein autonom gesteu-

ertes Fahrzeug) eine Panne mitten in einem Grundräumbereich einer Kreuzung erleidet, sondern auch der zeitliche Verlauf des Fahrzeugs vor dem Auftreten der Anomalie berücksichtigt werden. Zudem können auch Bewegungsabläufe weiterer Verkehrsteilnehmer in Steuerentscheidungen einfließen. Auf diese Weise kann eine Signalisierung besonders lageangepasst ausgelöst werden.

[0022] Die protokollierten Fusionsdaten können ferner für Analysezwecke verwendet werden.

[0023] Die protokollierten Trajektorien der jeweiligen Verkehrsteilnehmer können ebenfalls beispielsweise Informationen bezüglich Geschwindigkeit, Beschleunigung und/oder Fortbewegungsrichtung der jeweiligen Verkehrsteilnehmer umfassen.

[0024] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist die vorbestimmte Signalisierung eines aus einem Blinken einer Lichtsignalanlage, einem Rotlicht der Lichtsignalanlage, einer infrastrukturseitigen Warnanzeige und einer Benachrichtigung mittels Car-to-Infrastructure-Technologie. Die vorbestimmte Signalisierung ist jedoch nicht darauf beschränkt und kann jegliche Maßnahmen umfassen, die die Kenntnis des erhöhten Gefahrenpotentials an Verkehrsteilnehmer und Verkehrsverwaltungs-/Verkehrssteuerkomponenten transportieren können.

[0025] Car-to-Infrastructure, auch mit C2I bezeichnet, ist dabei eine Technologie zum drahtlosen Austausch von Informationen und Daten zwischen Kraftfahrzeugen und Elementen einer Verkehrsinfrastruktur. Elemente einer Verkehrsinfrastruktur sind beispielsweise Leitpfosten, Straßenlampen, Lichtsignalanlagen und Steuerungsschaltkreise, sind jedoch nicht darauf beschränkt.

[0026] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist der vorbestimmte Verkehrsteilnehmertyp eines aus einem autonomen Kraftfahrzeug, einem automatisierten Kraftfahrzeug, einem elektrisch oder teilelektrisch angetriebenen Kraftfahrzeug, einem Fahrrad, und einem Fußgänger, ist jedoch nicht darauf beschränkt.

[0027] Jedem der genannten vorbestimmten Verkehrsteilnehmertypen kann ein bestimmtes Gefährdungspotential (für sich selbst oder für andere Verkehrsteilnehmer) zugeordnet werden. Beispielsweise birgt ein liegengebliebenes autonom gesteuertes Fahrzeug besondere Gefahren für einfahrende Fahrzeuge und deren Insassen. Im Gegensatz dazu ist ein Fußgänger, der sich noch auf einem Fußgängerüberweg befindet, insbesondere selbst gefährdet.

[0028] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist die Sensoreinrichtung eines aus einer Kamera, einem Radarsensor, einem Lidarsensor, und einem Ultraschallsensor, ist jedoch nicht darauf beschränkt.

[0029] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung empfängt die Empfangseinrichtung drahtlos mittels Car-to-X-Technologie.

[0030] Dies hat den Vorteil, dass in naher Zukunft die drahtlose Kommunikation zwischen beispielsweise

Lichtsignalanlage und Fahrzeugen (fast) lückenlos möglich sein wird. Durch Verwendung dieser Technologie kann also von einer zukünftigen hohen Verfügbarkeit profitiert werden.

[0031] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist der Verkehrsabschnitt eines aus einem Straßenkreuzungsbereich, einem Parkplatz, und einer Verkehrssicherheitszone, ist jedoch nicht darauf beschränkt.

[0032] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung liegt eine Anomalie in einem Anwesenheitsverlauf eines Verkehrsteilnehmers eines vorbestimmten Verkehrsteilnehmertyps in dem Verkehrsabschnitt vor, wenn ein autonomes Kraftfahrzeug, ein automatisiertes Kraftfahrzeug, oder ein elektrisch oder teilelektrisch angetriebenes Kraftfahrzeug nach Ablauf einer vorbestimmten Räumzeit innerhalb eines Grundbereichs eines Straßenkreuzungsbereichs anwesend ist.

[0033] Ferner liegt gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung eine Anomalie in einem Anwesenheitsverlauf eines Verkehrsteilnehmers eines vorbestimmten Verkehrsteilnehmertyps in dem Verkehrsabschnitt vor, wenn ein oder mehrere Fahrradfahrer nach Ablauf einer vorbestimmten Freigabezeit für eine Fahrradspur innerhalb der Fahrradspur eines Straßenkreuzungsbereichs anwesend sind.

[0034] Ferner liegt gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung eine Anomalie in einem Anwesenheitsverlauf eines Verkehrsteilnehmers eines vorbestimmten Verkehrsteilnehmertyps in dem Verkehrsabschnitt vor, wenn ein oder mehrere Fußgänger nach Ablauf einer vorbestimmten Freigabezeit für eine Fußgängerfurt innerhalb der Fußgängerfurt eines Straßenkreuzungsbereichs anwesend sind.

[0035] Das Vorliegen einer Anomalie gemäß der vorliegenden Erfindung ist jedoch nicht auf die oben genannten vorteilhaften Weiterbildungen beschränkt.

[0036] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung schließen die Fusionsdaten der jeweiligen Verkehrsteilnehmer Verlaufsdaten vergangener Zeitpunkte ein.

[0037] Dadurch kann beispielsweise nicht nur aus einer einzelnen Position zu einem bestimmten Zeitpunkt auf eine Anomalie geschlossen werden, beispielsweise dass ein bestimmtes Fahrzeug (z.B. ein autonom gesteuertes Fahrzeug) eine Panne mitten in einem Grundräumbereich einer Kreuzung erleidet, sondern auch der zeitliche Verlauf des Fahrzeugs zur Unterscheidung zwischen einer normalen Situation und einer aufgetretenen Anomalie berücksichtigt werden. Eine solche Unterscheidung kann also genauer vorgenommen werden.

[0038] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung weist die Steuervorrichtung ferner eine Vorhersageeinrichtung auf, die basierend auf den Verlaufsdaten der Fusionsdaten der jeweiligen Verkehrsteilnehmer zukünftige Positionsdaten der jeweiligen Verkehrsteilnehmer vorhersagt.

[0039] Dies hat den Vorteil, dass Schätzungen bezüg-

lich einem Auftreten bzw. Vorliegen einer Anomalie vorgenommen werden können. Beispielsweise kann anhand einer einzelnen Position zu einem bestimmten Zeitpunkt und von Positionen zu zurückliegenden Zeitpunkten darauf geschlossen werden, dass sich ein Verkehrsteilnehmer zwar noch in einem bestimmten Bereich befindet, eine rechtzeitige Räumung dieses Bereichs (und damit das Nichtvorliegen einer Anomalie) jedoch erwartet werden kann. Entscheidungen können also besonders lageangepasst getroffen werden.

[0040] Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung wird die Aufgabe durch die im Patentanspruch 14 angegebenen Merkmale gelöst, insbesondere durch ein Steuerverfahren zur Überwachung eines Verkehrsabschnitts, mit einem Abtasten des Verkehrsabschnitts, einem drahtlosen Empfangen von Verkehrsteilnehmerdaten von Verkehrsteilnehmern, wobei die Verkehrsteilnehmerdaten eines jeweiligen Verkehrsteilnehmers Positionsdaten des jeweiligen Verkehrsteilnehmers und den Positionsdaten zugeordnete Informationen bezüglich eines Verkehrsteilnehmertyps des jeweiligen Verkehrsteilnehmers umfassen, einem Zusammenführen der Positionsdaten des jeweiligen Verkehrsteilnehmers und von Abtastinformationen der Sensoreinrichtung zu Fusionsdaten des jeweiligen Verkehrsteilnehmers, und einem Feststellen, basierend auf den Fusionsdaten der jeweiligen Verkehrsteilnehmer und den Informationen bezüglich des Verkehrsteilnehmertyps der jeweiligen Verkehrsteilnehmer, ob eine Anomalie in einem Anwesenheitsverlauf eines Verkehrsteilnehmers eines vorbestimmten Verkehrsteilnehmertyps in dem Verkehrsabschnitt vorliegt.

[0041] Gemäß einem dritten Aspekt der Erfindung wird das vorstehend beschriebene Problem ebenfalls durch die im Patentanspruch 15 aufgeführten Merkmale gelöst, insbesondere durch eine Lichtsignalanlage mit einer Steuervorrichtung gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung.

[0042] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im Folgenden näher beschrieben.

Dabei zeigt

[0043]

Figur 1 schematisch eine Steuervorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung,

Figur 2 schematisch eine Steuervorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung,

Figur 3 schematisch ein Steuerverfahren gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, das durch die Steuervorrichtung der Figur 1 implementiert sein kann, und

Figur 4 zeigt schematisch eine Lichtsignalanlage mit der Steuervorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0044] Wie der Figur 1 zu entnehmen ist, die eine Steuervorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt, umfasst eine erfindungsgemäße Steuervorrichtung 10 eine Sensoreinrichtung 11, eine Empfangseinrichtung 12, eine Zusammenführeinrichtung 13, und eine Feststelleinrichtung 14.

[0045] Die Sensoreinrichtung 11 tastet den Verkehrsabschnitt ab. Die Empfangseinrichtung 12 empfängt Verkehrsteilnehmerdaten von Verkehrsteilnehmern drahtlos, wobei die Verkehrsteilnehmerdaten eines jeweiligen Verkehrsteilnehmers Positionsdaten des jeweiligen Verkehrsteilnehmers und den Positionsdaten zugeordnete Informationen bezüglich eines Verkehrsteilnehmertyps des jeweiligen Verkehrsteilnehmers umfassen. Die Zusammenführeinrichtung 13 führt die Positionsdaten des jeweiligen Verkehrsteilnehmers und Abtastinformationen der Sensoreinrichtung zu Fusionsdaten des jeweiligen Verkehrsteilnehmers zusammen. Die Feststelleinrichtung 14 stellt basierend auf den Fusionsdaten der jeweiligen Verkehrsteilnehmer und den Informationen bezüglich des Verkehrsteilnehmertyps der jeweiligen Verkehrsteilnehmer fest, ob eine Anomalie in einem Anwesenheitsverlauf eines Verkehrsteilnehmers eines vorbestimmten Verkehrsteilnehmertyps in dem Verkehrsabschnitt vorliegt.

[0046] Figur 3 zeigt ein Steuerverfahren für eine Verkehrssteueranlage mit einem Abtasten des Verkehrsabschnitts (S31), einem Drahtlosempfangen (S32) von Verkehrsteilnehmerdaten von Verkehrsteilnehmern, wobei die Verkehrsteilnehmerdaten eines jeweiligen Verkehrsteilnehmers Positionsdaten des jeweiligen Verkehrsteilnehmers und den Positionsdaten zugeordnete Informationen bezüglich eines Verkehrsteilnehmertyps des jeweiligen Verkehrsteilnehmers umfassen, einem Zusammenführen (S33) der Positionsdaten des jeweiligen Verkehrsteilnehmers und von Abtastinformationen der Sensoreinrichtung zu Fusionsdaten des jeweiligen Verkehrsteilnehmers, und mit einem Feststellen (S34), basierend auf den Fusionsdaten der jeweiligen Verkehrsteilnehmer und den Informationen bezüglich des Verkehrsteilnehmertyps der jeweiligen Verkehrsteilnehmer, ob eine Anomalie in einem Anwesenheitsverlauf eines Verkehrsteilnehmers eines vorbestimmten Verkehrsteilnehmertyps in dem Verkehrsabschnitt vorliegt.

[0047] Das Verfahren gemäß Figur 3 kann durch eine Vorrichtung gemäß Figur 1 durchgeführt werden, ist jedoch nicht darauf beschränkt. Die Vorrichtung gemäß Figur 1 kann das Verfahren gemäß Figur 3 durchführen, ist jedoch nicht darauf beschränkt.

[0048] Die erfindungsgemäße Steuervorrichtung 10 ist insbesondere nicht auf die in Figur 1 gezeigten Elemente beschränkt.

[0049] Gemäß einer Abwandlung kann die erfindungsgemäße Steuervorrichtung 10 zusätzlich eine Auslöse-

einrichtung 21, eine Protokolleinrichtung 22, und/oder eine Vorhersageeinrichtung 23 aufweisen, wie in Figur 2 schematisch dargestellt. Autonome Fahrzeuge werden schrittweise über die Teilautomatisierung in vielfältigen Bereichen eingeführt, beispielsweise als Robo-Taxis/Mini-Busse, autonome Fahrzeuge mit Elektroantrieb, sowie im Car-Sharing mit erweitertem Geschäftsmodell (beispielsweise Fahrzeuge, die sich autonom zu einem Besteller/Mieter des Fahrzeugs fortbewegen).

[0050] Die dieser Erfindung zugrunde liegende Aufgabe ist auch davon geprägt, dass aus dem neuen Fahrzeugmix mit autonom gesteuerten und/oder elektrisch angetriebenen Fahrzeugen rechtliche Änderungen insbesondere bezüglich der Verantwortlichkeit zu erwarten sind. Sollte ein solches Fahrzeug liegenbleiben, ist das erhöhte Unfallrisiko ein Kriterium für eine Überwachungs- und Warnungsreaktion bis hin zu einem Eingriff in dessen Steuerung. Dem Betreiber einer Lichtsignalanlage (LSA) und beispielsweise einem zuständigen Straßenbauamt/Tiefbauamt wird für diese Fahrzeugklassen (vor allem für autonome Fahrzeuge) gegenüber dem klassischen Fahrzeugbetrieb mit individueller Fahrerverantwortung eine erhöhte Teilverantwortung zukommen, nämlich den Verkehrsablauf sicher zu halten und auf Unregelmäßigkeiten adäquat zu reagieren. Diese Reaktion kann beispielsweise Warnen, Steuern, und/oder Melden umfassen.

[0051] Während die Räumzeiten an Kreuzungen (beispielsweise durch die RiLSA 2010 festgelegte/empfohlene Zeiten) ablaufen, und danach, werden im Abfluss der Fahrspuren (nach dem Haltebalken) üblicherweise keine Überprüfungen (z.B. basierend auf Sensoren) mit dem Zweck durchgeführt, festzustellen, ob sich noch Verkehrsteilnehmer nach Ablauf der Räumzeiten in den Bereichen aufhalten. Auch werden keine solchen Überprüfungen bezüglich schwacher Verkehrsteilnehmer, wie Radfahrer und Fußgänger, durchgeführt. D.h., auch diese Gruppen sind bei Einsatz autonomer/automatisierter Fahrzeuge komplexer (unter Umständen nicht oder nicht wie beabsichtigt funktionierender) Technik ausgesetzt.

[0052] Auch wenn die Betrachtungen bezüglich der vorliegenden Erfindungen auf Kreuzungen und deren Steuerung und insbesondere die Überprüfung von Flächen und Gebieten innerhalb von Kreuzungen gerichtet sind (z.B. Grundräumbereich), sind die erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiele nicht auf Kreuzungen beschränkt. Beispielsweise kann eine solche Überprüfung über die Räumzeitbetrachtung hinaus ausgeweitet werden auf freigegebene Furten/Spuren (Grünsignal) bzw. das Überwachen der in diesen Zeiträumen gesperrten Furten/Spuren (Rotsignal). Zudem können neben Kreuzungen erfindungsgemäß auch weitere verkehrsbezogenen Bereiche/Räume der erfindungsgemäßen Steuerung unterliegen, beispielsweise Parkplätze oder andere Sicherheitszonen wie etwa Schnellstraßenauffahrten.

[0053] Beispielhaft zeigt Figur 4 jedoch eine Lichtsignalanlage (LSA) mit mindestens einer Lichtsignaleinheit

40 (z.B. einer Ampel) und gegebenenfalls weiteren Lichtsignaleinheiten 40a, 40b (gestrichelt angedeutet) sowie mit der vorstehend beschriebenen Steuervorrichtung 10, die mit zumindest der Lichtsignaleinheit 40 verbunden ist.

[0054] Gemäß der vorliegenden Erfindung kann unter Nutzung von kooperativen Standards der C2X-Technologie und infrastrukturseitiger Sensorik die Sicherheit beispielsweise an signalisierten Kreuzungen für den beschriebenen Fahrzeugmix erhöht werden.

[0055] C2X ist ein Oberbegriff für Kommunikationstechniken in der Automobil- und Verkehrstechnik und umfasst beispielsweise Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation (C2C, Car-to-Car) und Fahrzeug-zu-Infrastruktur-Kommunikation (C2I, Car-to-Infrastructure).

[0056] Für C2X wird beispielsweise eine straßenseitige Einheit (RSU, Road Side Unit) an potentiellen Standorten (beispielsweise LSAs im urbanen Bereich, Streckenstationen im interurbanen Bereich) bereitgestellt, die bidirektionalen Datenverkehr mit Fahrzeugen unterstützt, und die Daten vor- und/oder nachverarbeiten kann und eine Kommunikation zu zentralen Diensten bzw. Steuerungszentralen ermöglicht.

[0057] Ferner können Funktionalitäten der Steuerung von LSAs genutzt werden, die beispielsweise eine lokale Signalzeitenvorhersage für Fahrzeuge bereitstellen. Verfolgungsdaten (Trackingdaten, beispielsweise sekundliche Globalpositionskoordinaten, z.B. GPS, GNSS, Galileo, GLONASS, Beidou) von Fahrzeugen können Steuerungszentralen und/oder den LSAs (beispielsweise zur Auswertung) bereitgestellt werden.

[0058] Dazu kann gemäß der vorliegenden Erfindung eine Steuereinheit einer Lichtsignalanlage (z.B. Steuervorrichtung 10) beispielsweise an einer Straßenkreuzung kontinuierlich die Fahrzeugkoordinaten (beispielsweise globalpositionssystembasiert, fahrzeugsensorbasiert) von Fahrzeugen (insbesondere von hochautomatisierten und/oder autonom gesteuerten Fahrzeugen und/oder elektrisch angetriebenen Fahrzeugen) innerhalb und außerhalb des signalisierten Kreuzungsbereichs über ein drahtloses Kommunikationsnetzwerk empfangen. Die Steuereinheit kann dann gegebenenfalls unter Berücksichtigung einer Spurzuordnung und/oder von Bewegungsmustern (Trajektorien) sowie einer im Kreuzungsbereich vorherrschenden Verkehrssituation den weiteren Fahrverlauf eines Fahrzeugs bis zum Verlassen des Kreuzungsbereichs (Ausfahren aus dem Kreuzungsbereich) schätzen. Dazu können neben Informationen zur Position von Verkehrsteilnehmern insbesondere auch beispielsweise Informationen bezüglich deren Geschwindigkeit, Beschleunigung und/oder Fortbewegungsrichtung herangezogen werden.

[0059] Bei der Schätzung können beispielsweise Übersättigungen an nachfolgenden Kreuzungen und sich daraus ergebende Rückstaus bis zur aktuellen (signalisierten) Kreuzung berücksichtigt werden.

[0060] Ferner kann gemäß der vorliegenden Erfindung infrastrukturseitige Sensorik (z.B. Sensoreinrichtung 11) mit einer Überwachungsfunktionalität bzw. Monitoring-

funktionalität in der Fläche (z.B. Kamera, Radar, oder Kombinationen solcher Technologien), die eine Detektion von Fahrzeugen beispielsweise im Grundräumbereich der Kreuzung ermöglicht, ebenfalls Bewegungsmuster und Präsenzaussagen zu den Fahrzeugen liefern.

[0061] Zur Überwachung von Objekten auf/in Flächen/Räumen kann eine Intelligenzfunktionalität bereitgestellt sein. Insbesondere kann es ein Algorithmus in einem verwendeten Sensor ermöglichen, Objekte zu verfolgen (z.B. Fahrzeuge, Fußgänger, Fahrradfahrer) und deren Stillstand bzw. deren (Weiter-)Bewegung festzustellen. Dafür verwendete Sensoren sind bevorzugt auf Radar-Technologie basierende Sensoren, die stationär bereitgestellt sind. Damit lassen sich auch Erfassungsbereiche virtuell konfigurieren. Ferner lassen sich Bereiche konfigurieren, die nicht erfasst bzw. berücksichtigt und/oder ausgeblendet werden sollen.

[0062] Zudem kann gemäß der vorliegenden Erfindung eine Fusionseinheit bzw. Berechnungs- und Fusionseinheit (z.B. Zusammenführeinrichtung 13) der Steuereinheit der Lichtsignalanlage die beiden Datenquellen, drahtloser Empfang von Fahrzeugkoordinaten und sensorische Detektion von Fahrzeugen, zur Fusion bringen.

[0063] Als Ergebnis kann abgeleitet werden, ob sich mit bestimmter Wahrscheinlichkeit ein autonom gesteuertes Fahrzeug (bzw. teilautonom gesteuertes Fahrzeug bzw. Fahrzeug mit elektrischem Antrieb) in diesem Grundräumbereich befindet.

[0064] Wird ein solches Fahrzeug nach Ende der vorgegebenen Raumzeit innerhalb des Grundräumbereichs detektiert (bzw. dessen Anwesenheit mit bestimmter Wahrscheinlichkeit abgeleitet), kann die Steuereinheit in der Lage sein, in Echtzeit ein entsprechendes (Sonder-)Signalbild für alle Verkehrsteilnehmer anzuzeigen (z.B. alle Signale stehen auf rot, oder alle Signale blinken gelb), um die Verkehrsteilnehmer auf die (ein bestimmtes bzw. erhöhtes Sicherheitsrisiko bergende) Sondersituation aufmerksam zu machen.

[0065] Ferner können erfindungsgemäß parallel spezielle Meldungen unter Verwendung der C2X-Technologie beispielsweise an andere Fahrzeuge und an Steuerungszentralen erzeugt und übermittelt werden.

[0066] Erfindungsgemäß können beispielsweise Trajektorieinformationen von Fahrzeugen auf einen Bereich (z.B. Grundräumbereich von Kreuzungen, Parkplätze, Sicherheitszonen) abgebildet bzw. zugeordnet (Mapping) werden, wenn dieser Bereich mit entsprechender Sensorik flächendeckend überwacht wird.

[0067] Fällt ein Fahrzeug beispielsweise aus (samt Bordsteuerung bzw. Fahrerassistenzsystem) und es ist keine C2X-Kommunikation mehr möglich, und das Fahrzeug befindet sich in einer sicherheitsrelevanten Zone wie dem Grundräumbereich einer Kreuzung (und weitere vorstehend beispielhaft angeführte Bereiche), dient eine LSA-seitige Steuerungsreaktion dazu, diesen Umstand anhand der historischen Trajektorien aus C2X und den Sensorikdaten der Bereichsüberwachung festzustellen

und dann die Fahrzeugposition mit einer C2X-Identifikation (z.B. Informationen bezüglich des Verkehrsteilnehmers, eindeutige Verkehrsteilnehmerinformationen) abzugleichen. Die ermittelte Position und das Störpotenzial führen dann zu einer Reaktion der Steuerung. Beispielsweise können Sondersignalbilder geschaltet werden, und der Umstand (bzw. die von diesem ausgehende Gefahr) kann über C2X an eine Steuerzentrale und/oder andere Verkehrsteilnehmer (in einem bestimmten Umkreis) gemeldet werden.

[0068] C2X muss sich dabei nicht allein auf fahrzeugbezogene Kommunikation beschränken, sondern kann auch beispielsweise personenbezogene Kommunikation (Fußgänger, Fahrradfahrer) einbeziehen. Dadurch können beispielsweise herannahende schwache Verkehrsteilnehmer (Fußgänger, Fahrradfahrer) priorisiert oder durch Sicherheitsschaltungen der LSA berücksichtigt werden. Ferner können dadurch für diese schwachen Verkehrsteilnehmer vorgesehene Verkehrsbereiche (z.B. Fußgängerfurt, Fahrradspuren) gemäß dem vorstehend beschriebenen Prinzip überwacht werden.

[0069] Der Grundidee der vorliegenden Erfindung folgend kann die Sicherheit in bestimmten verkehrlichen Zonen beispielsweise innerhalb signalisierter Kreuzungen auch dann erhöht werden, wenn Drahtloskommunikationsmittel kurzzeitig oder dauerhaft nicht oder nicht verlässlich zur Verfügung stehen.

[0070] Wird beispielsweise die Kommunikationsinfrastruktur von Mobilfunkanbietern (oder alternativ mobiles Internet) für die drahtlose Übertragung von Verkehrsteilnehmerdaten von Verkehrsteilnehmern verwendet (Fahrzeug-Zu-Infrastruktur-Kommunikation, z.B. Positionsdaten von Verkehrsteilnehmern zur Infrastruktur, Warnmeldungen von der Infrastruktur zu Verkehrsteilnehmern), führen Ausfälle bzw. Beeinträchtigungen dieser Kommunikationseinrichtungen und -wege gemäß der vorliegenden Erfindung nicht zu einem erhöhten Sicherheitsrisiko. Gemäß der vorliegenden Erfindung kann dazu beispielsweise eine Sicherheitsschicht vorgesehen sein, die einen solchen Ausfall erkennt und bei Erkennung geeignete Maßnahmen trifft. Geeignete Maßnahmen können beispielsweise umfassen, dass bei erkanntem Ausfall dieser Kommunikationseinrichtungen und -wege eine Warnung an umgebende Verkehrsteilnehmer und/oder eine Steuerungszentrale ausgegeben wird, und/oder dass bei erkanntem Ausfall dieser Kommunikationseinrichtungen und -wege die Feststellung eines Vorliegens einer Anomalie in einem Anwesenheitsverlauf eines Verkehrsteilnehmers eines vorbestimmten Verkehrsteilnehmers in dem Verkehrsabschnitt nur basierend auf Ergebnissen der Sensoreinrichtung und optional weiteren Hilfsdaten durchgeführt wird.

[0071] Im Übrigen lassen sich aus dem erfindungsgemäßen Ansatz auch Verbesserungen bezüglich der Sicherheit beispielsweise an signalisierten Kreuzungen auch bei einem Fahrzeugmix ohne autonome und/oder elektrisch angetriebene Fahrzeuge erzielen. Die Detektion von den Verkehrsablauf störenden und speziell von

liegen gebliebenen und/oder falschfahrenden Fahrzeugen im Grundbereich mittels infrastrukturseitiger Sensorik erhöht grundsätzlich die Sicherheit an signalisierten Kreuzungen bzw. allgemein in Verkehrsbereichen.

Patentansprüche

1. Steuervorrichtung zur Überwachung eines Verkehrsabschnitts, mit

einer Sensoreinrichtung, die den Verkehrsabschnitt abtastet,
einer Empfangseinrichtung, die Verkehrsteilnehmerdaten von Verkehrsteilnehmern drahtlos empfängt, wobei die Verkehrsteilnehmerdaten eines jeweiligen Verkehrsteilnehmers Positionsdaten des jeweiligen Verkehrsteilnehmers und den Positionsdaten zugeordnete Informationen bezüglich eines Verkehrsteilnehmers umfassen, einer Zusammenführeinrichtung, die die Positionsdaten des jeweiligen Verkehrsteilnehmers und Abtastinformationen der Sensoreinrichtung zu Fusionsdaten des jeweiligen Verkehrsteilnehmers zusammenführt, und
einer Feststelleinrichtung, die basierend auf den Fusionsdaten der jeweiligen Verkehrsteilnehmer und den Informationen bezüglich des Verkehrsteilnehmers der jeweiligen Verkehrsteilnehmer feststellt, ob eine Anomalie in einem Anwesenheitsverlauf eines Verkehrsteilnehmers eines vorbestimmten Verkehrsteilnehmers in dem Verkehrsabschnitt vorliegt.

2. Steuervorrichtung nach Anspruch 1, ferner mit

einer Auslöseeinrichtung, die eine vorbestimmte Signalisierung auslöst, wenn eine Anomalie in einem Anwesenheitsverlauf eines Verkehrsteilnehmers eines vorbestimmten Verkehrsteilnehmers in dem Verkehrsabschnitt vorliegt.

3. Steuervorrichtung nach Anspruch 2, ferner mit

einer Protokolleinrichtung, die die Fusionsdaten der jeweiligen Verkehrsteilnehmer zu Trajektorien der jeweiligen Verkehrsteilnehmer protokolliert, und wobei
im Falle eines Vorliegens der Anomalie die Trajektorien von sich in dem Verkehrsabschnitt befindenden Verkehrsteilnehmern eines vorbestimmten Zeitabschnitts vor dem Vorliegen der Anomalie berücksichtigt werden.

4. Steuervorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, wobei

die vorbestimmte Signalisierung eines aus ei-

- nem Blinken einer Lichtsignalanlage, einem Rotlicht der Lichtsignalanlage, einer infrastruktureitigen Warnanzeige und einer Benachrichtigung mittels Car-to-Infrastructure-Technologie ist. 5
- 5.** Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei
- der vorbestimmte Verkehrsteilnehmertyp eines aus einem autonomen Kraftfahrzeug, einem automatisierten Kraftfahrzeug, einem elektrisch oder teilelektrisch angetriebenen Kraftfahrzeug, einem Fahrrad, und einem Fußgänger ist. 10
- 6.** Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei
- die Sensoreinrichtung eines aus einer Kamera, einem Radarsensor, einem Lidarsensor, und einem Ultraschallsensor ist. 15
- 7.** Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei
- die Empfangseinrichtung drahtlos mittels Car-to-X-Technologie empfängt. 20
- 8.** Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei
- der Verkehrsabschnitt eines aus einem Straßenkreuzungsbereich, einem Parkplatz, und einer Verkehrssicherheitszone ist. 25
- 9.** Steuervorrichtung nach Anspruch 8, wobei
- eine Anomalie in einem Anwesenheitsverlauf eines Verkehrsteilnehmers eines vorbestimmten Verkehrsteilnehmertyps in dem Verkehrsabschnitt vorliegt, wenn ein autonomes Kraftfahrzeug, ein automatisiertes Kraftfahrzeug, oder ein elektrisch oder teilelektrisch angetriebenes Kraftfahrzeug nach Ablauf einer vorbestimmten Räumzeit innerhalb eines Grundbereichs eines Straßenkreuzungsbereichs anwesend ist. 30
- 10.** Steuervorrichtung nach Anspruch 8, wobei
- eine Anomalie in einem Anwesenheitsverlauf eines Verkehrsteilnehmers eines vorbestimmten Verkehrsteilnehmertyps in dem Verkehrsabschnitt vorliegt, wenn ein oder mehrere Fahrradfahrer nach Ablauf einer vorbestimmten Freigabezeit für eine Fahrradspur innerhalb der Fahrradspur eines Straßenkreuzungsbereichs anwesend sind. 35
- 11.** Steuervorrichtung nach Anspruch 8, wobei
- eine Anomalie in einem Anwesenheitsverlauf eines Verkehrsteilnehmers eines vorbestimmten Verkehrsteilnehmertyps in dem Verkehrsabschnitt vorliegt, wenn ein oder mehrere Fußgänger nach Ablauf einer vorbestimmten Freigabezeit für eine Fußgängerfurt innerhalb der Fußgängerfurt eines Straßenkreuzungsbereichs anwesend sind. 40
- 12.** Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei
- die Fusionsdaten der jeweiligen Verkehrsteilnehmer Verlaufsdaten vergangener Zeitpunkte einschließen. 45
- 13.** Steuervorrichtung nach Anspruch 12, ferner mit
- einer Vorhersageeinrichtung, die basierend auf den Verlaufsdaten der Fusionsdaten der jeweiligen Verkehrsteilnehmer zukünftige Positionsdaten der jeweiligen Verkehrsteilnehmer vorhersagt. 50
- 14.** Steuerverfahren zur Überwachung eines Verkehrsabschnitts, mit
- einem Abtasten des Verkehrsabschnitts, einem drahtlosen Empfangen von Verkehrsteilnehmerdaten von Verkehrsteilnehmern, wobei die Verkehrsteilnehmerdaten eines jeweiligen Verkehrsteilnehmers Positionsdaten des jeweiligen Verkehrsteilnehmers und den Positionsdaten zugeordnete Informationen bezüglich eines Verkehrsteilnehmertyps des jeweiligen Verkehrsteilnehmers umfassen, einem Zusammenführen der Positionsdaten des jeweiligen Verkehrsteilnehmers und von Abtastinformationen der Sensoreinrichtung zu Fusionsdaten des jeweiligen Verkehrsteilnehmers, und einem Feststellen, basierend auf den Fusionsdaten der jeweiligen Verkehrsteilnehmer und den Informationen bezüglich des Verkehrsteilnehmertyps der jeweiligen Verkehrsteilnehmer, ob eine Anomalie in einem Anwesenheitsverlauf eines Verkehrsteilnehmers eines vorbestimmten Verkehrsteilnehmertyps in dem Verkehrsabschnitt vorliegt. 55
- 15.** Lichtsignalanlage, mit
- einer Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13.

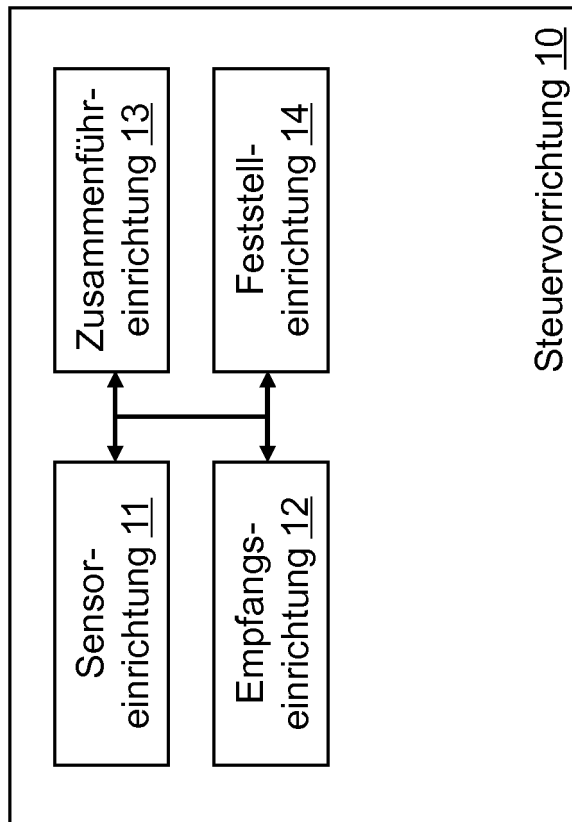


Fig. 1

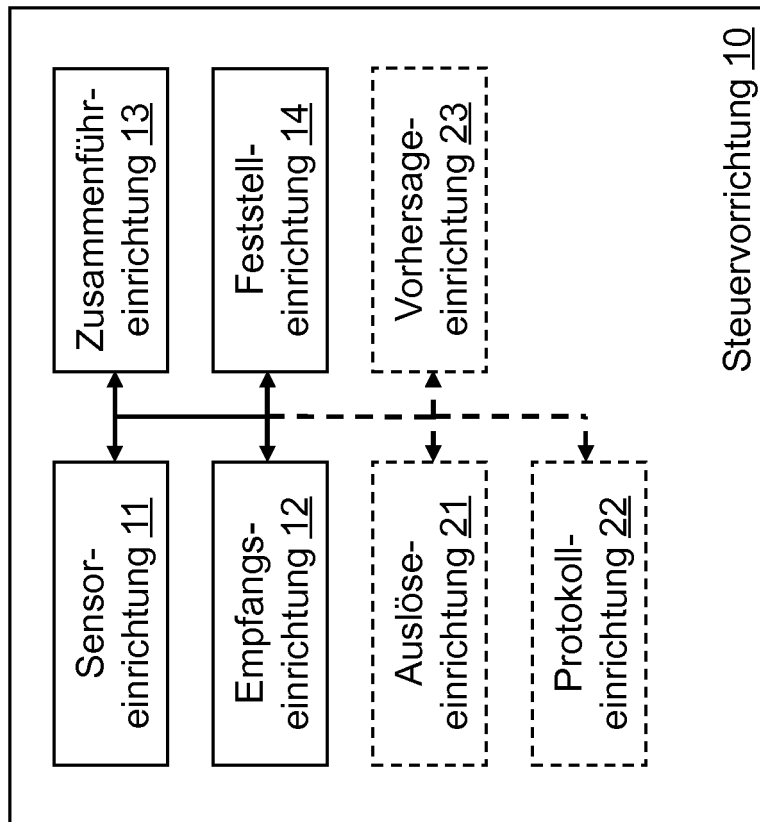


Fig. 2

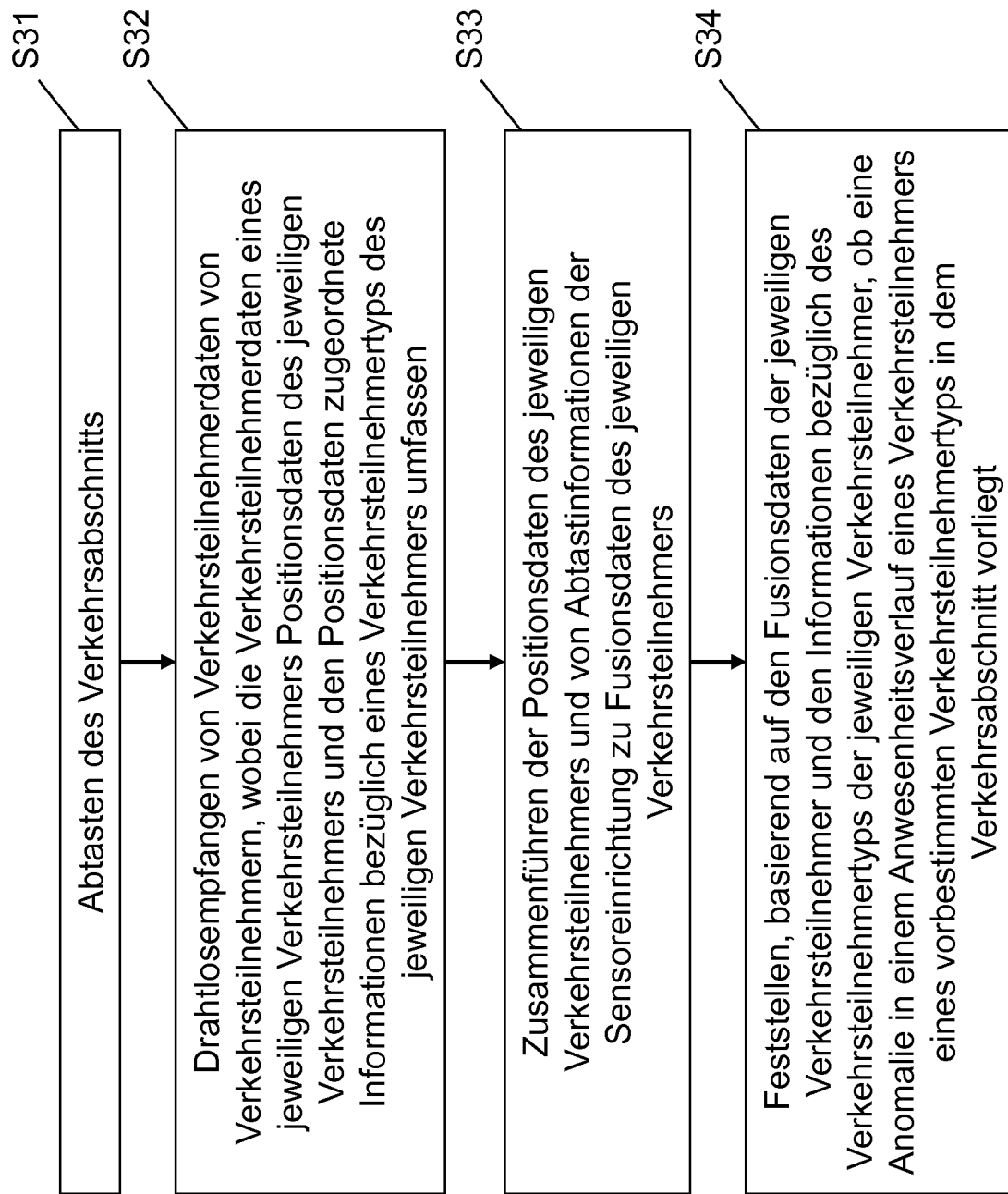


Fig. 3

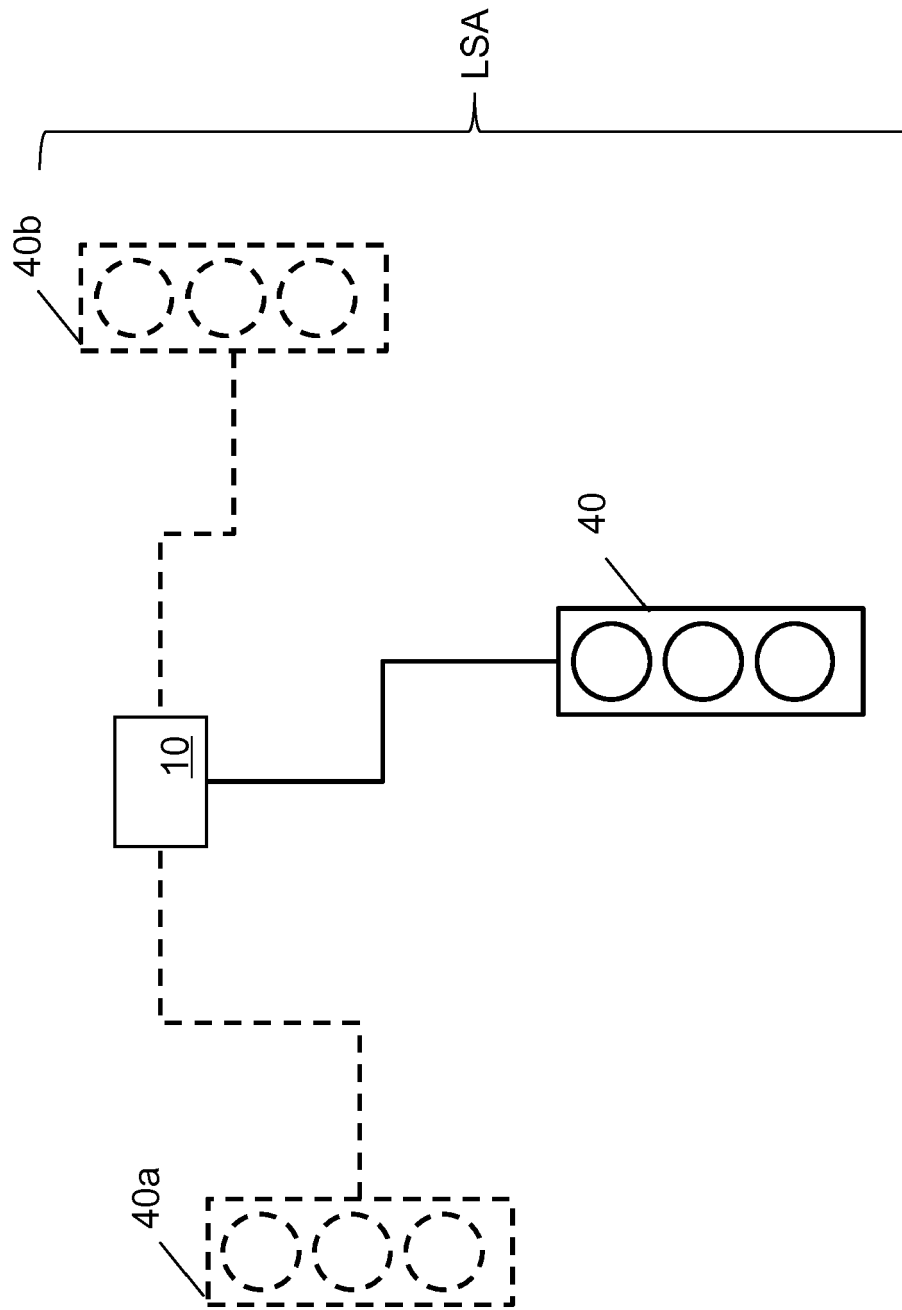


Fig. 4

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 8547250 B1 [0011]