

(19)



(11)

EP 2 926 329 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
29.06.2016 Patentblatt 2016/26

(51) Int Cl.:
G08G 1/16^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13783853.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2013/003242

(22) Anmeldetag: **29.10.2013**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2014/082698 (05.06.2014 Gazette 2014/23)

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ABSICHERN EINES SPURWECHSELS

METHOD AND DEVICE FOR SAFEGUARDING A LANE CHANGE

PROCÉDÉ ET DISPOSITIF POUR SÉCURISER UN CHANGEMENT DE VOIE

(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

- **KRATZSCH, Claudia**
85057 Ingolstadt (DE)
- **RÖSSLER, Hendrik**
85051 Ingolstadt (DE)

(30) Priorität: **28.11.2012 DE 102012023361**

(74) Vertreter: **Thielmann, Frank**
AUDI AG
Patentabteilung
85045 Ingolstadt (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.10.2015 Patentblatt 2015/41

(73) Patentinhaber: **Audi AG**
85045 Ingolstadt (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1-102010 052 406 US-A1- 2003 025 597

(72) Erfinder:
• **ENGEL, Sebastian**
85051 Ingolstadt (DE)

EP 2 926 329 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Absichern eines Spurwechsels, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst: Erkennen einer Spurwechselabsicht eines ersten Fahrzeugs von einer ersten Fahrspur in eine Zielspur und Melden der Spurwechselabsicht an mindestens ein zweites Fahrzeug mittels einer ersten Car2Car-Kommunikation, Antworten des zweiten Fahrzeugs an das erste Fahrzeug mittels einer zweiten Car2Car-Kommunikation und Ausführen einer Maßnahme in dem ersten Fahrzeug, die einen Spurwechsel des ersten Fahrzeugs abbricht oder zumindest zu vermeiden hilft, in Abhängigkeit eines Inhalts der Antwort des zweiten Fahrzeugs. Mit dem Antworten des zweiten Fahrzeugs auf das Melden des ersten Fahrzeugs wird mindestens ein Zustands- und/oder Umgebungsdatum des zweiten Fahrzeugs an das erste Fahrzeug übermittelt, wobei nach dem Antworten des zweiten Fahrzeugs in dem ersten Fahrzeug folgender Schritt durchgeführt wird: zweites Beurteilen eines Gefährdungspotentials des von dem ersten Fahrzeug geplanten Spurwechsels unter Berücksichtigung der Antwort des zweiten Fahrzeugs.

[0002] Außerdem betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zum Absichern eines Spurwechsels.

[0003] Darüberhinaus betrifft die Erfindung ein Fahrzeug mit einer Vorrichtung zum Absichern eines Spurwechsels.

[0004] In der Fahrzeugtechnik sind Systeme bekannt, die ihr Umfeld mit Sensoren erfassen und so ein Abbild des Verkehrsumfeldes des eigenen Fahrzeugs herstellen können. Diese Systeme arbeiten beispielsweise mit Ultraschallsensoren, Radar, Lidar und/oder einer Kamera. Die Sensoren liefern Informationen über andere Fahrzeuge und Fußgänger, die sich relativ zum Fahrzeug aufhalten und bewegen. Die genannten Sensoren haben den Nachteil einer beschränkten Reichweite, welche je nach Sensor maximal 200 m beträgt. Jedoch kann in Kurven die vorausliegende Strecke nicht ermittelt werden, weil die Sensoren die erforderlichen Merkmale (z. B. Spurmarkierung) in einer Kurve nicht mehr extrahieren können. Bisher in den Fahrzeugen verbaute Sensoren sind vor allem nach vorne oder hinten gerichtet und nicht zur Seite oder haben zur Seite nur eine beschränkte Reichweite. Dadurch werden seitliche Annäherungen von zwei Fahrzeugen in der Regel nicht detektiert. Außerdem sind Systeme bekannt, die auf Basis dieser Sensorinformationen komplexe Fahrzeugfunktionen realisieren. So sind beispielsweise das ACC (*Adaptive Cruise Control*), welches den Abstand zum vorausfahrenden Verkehr auf Basis von Radar- und Kamerainformationen regelt, und der LKA (*Lane Keeping Assistant*) bekannt, der ein unbeabsichtigtes Verlassen der Fahrspur verhindert.

[0005] Darüberhinaus gibt es Systeme, die Fahrzeuginformationen, wie die GPS-Position, Geschwindigkeit und Fahrtrichtung über den Funkkanal übermitteln und

anderen Fahrzeugen zur Verfügung stellen. In der Fahrzeugtechnik spricht man hier von der Car2X- oder Car2Car-Technologie. Durch das Übermitteln von Fahrzeugdaten von und zu anderen Fahrzeugen, die sich in ihrer jeweiligen Umgebung befinden, erhalten die Fahrzeuge ein Abbild ihres jeweiligen Fahrzeugumfelds, entsprechend dem Abbild der Umfeldsensoren. Im Gegensatz zu Umfeldsensoren, die einen gerichteten Öffnungswinkel, beispielsweise nach vorne oder zur Seite aufweisen, eine beschränkte Reichweite besitzen und direkten Sichtkontakt (*LOS: line-of-sight*) benötigen, können mittels der Car2X-Technologie auch verdeckte Verkehrsteilnehmer über größere Reichweiten mit einem virtuellen 360°-Rundumblick erfasst werden.

[0006] Durch die Kenntnis der eigenen GPS-Position, Geschwindigkeit sowie weiterer Bewegungsdaten und durch den Empfang der Daten der anderen Fahrzeuge kann jedem Fahrzeug, welches am Kommunikationsverfahren teilnimmt, die relative Position und Geschwindigkeit gegenüber anderen Verkehrsteilnehmern bekannt gemacht werden. Diese Relativpositionen können z.B. durch eine Transformation der GPS-Daten in eine Ebene realisiert werden. Die kann z.B. über eine Transformation in UTM-Koordinaten (*UTM=Universal Transverse Mercator*) oder die Transformation auf eine lokale tangentielle Ebene (*LTP - Local Tangential Plane*) geschehen. Werden zusätzlich die übermittelten Geschwindigkeiten und Fahrrichtungen betrachtet, so können zudem Relativgeschwindigkeiten errechnet werden. Somit ist zu jedem Zeitpunkt ein Abbild des Verkehrsumfelds in Echtzeit gegeben.

[0007] Die DE 10 2010 013 402 A1 beschreibt eine Ansicht einer Grafik in einem Head-up-Display, wenn ein Einfädelmanöver eines zweiten Fahrzeugs unmittelbar bevorsteht. Hierbei wird ein Spurwechselsignal (Anforderung zum Einfädeln) des einfädelnden Fahrzeugs (entspricht dem ersten Fahrzeug der vorliegenden Erfindung) durch das Hostfahrzeug (entspricht dem zweiten Fahrzeug der vorliegenden Erfindung) überwacht. In einem autonomen Betrieb wird die durch das einfädelnde Fahrzeug gestellte Anforderung zum Einfädeln automatisch zugelassen oder abgelehnt.

[0008] Die DE 10 2010 011 497 A1 beschreibt ein Verfahren zur Vermeidung oder Abschwächung einer Kollision zwischen einem auf einer ersten Fahrspur fahrenden ersten Fahrzeug (das dem zweiten Fahrzeug der vorliegenden Erfindung entspricht) und einem auf einer zweiten Fahrspur fahrenden zweiten Fahrzeug (das dem ersten Fahrzeug der vorliegenden Erfindung entspricht) bei einem Spurwechsel des zweiten Fahrzeugs von der zweiten Fahrspur auf die erste Fahrspur. Dazu wird in einem Schritt ein erster Abstand des zweiten Fahrzeugs zu dem ersten Fahrzeug mittels zumindest einer zweiten Ermittlungsvorrichtung des ersten Fahrzeugs ermittelt. Falls der Abstand kleiner als ein erster vorbestimmter Schwellenwert ist, wird von dem ersten Fahrzeug automatisch eine Warnmeldung an das zweite Fahrzeug (das dem ersten Fahrzeug der vorliegenden Erfindung ent-

spricht) ausgegeben.

[0009] Die DE 103 34 203 A1 beschreibt einen funktionalen Gesamtzusammenhang eines Unfallverhütungssystems, in dem mindestens zwei Verkehrsteilnehmer über die aktuelle Bewegung des jeweils anderen automatisch gegenseitig in direkter Interkommunikation informiert werden und die Information aus jeweiliger Sicht mit den ermittelten Daten automatisch bewertet wird, wobei in Folge einer automatisch ermittelten gefährlichen Situation ein automatischer Eingriff auf den Fahrbetrieb im jeweiligen Fahrzeug erfolgt.

[0010] Die DE 101 49 206 A1 beschreibt ein Verfahren zum Ausschließen von Unfällen durch Erkennung, wenn Fahrzeuge ihren jeweiligen aktuellen Korridor verlassen. Mittels Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation wird ein zweites Fahrzeug über Ausweichmanöver eines ersten Fahrzeugs informiert. Wenn ein Fahrzeug eine Fahrbahn wechseln möchte, wird eine Nachricht an andere Fahrzeuge übertragen, die daraufhin ihre Fahrgeschwindigkeit verringern, um dem Fahrzeug, das die Fahrbahn wechseln möchte, den Wechsel der Fahrspur zu ermöglichen.

[0011] Die DE 101 34 367 A1 beschreibt ein Verfahren für einen Fahrspurwechsel, in welchem eine Erreichbarkeit möglicher Einscherlücken graphisch und/oder akustisch angezeigt wird.

[0012] Die DE 10 2006 033 743 A1 beschreibt ein Verfahren zur Umgebungserfassung eines Fahrzeugs, in dem Informationen anderer Verkehrsteilnehmer über Fahrzeuggeschwindigkeit und Lenkwinkel über Funk übertragen werden und an ein Lenkungs-Steuergerät weitergeleitet werden und in dem in Abhängigkeit von den Informationen eine Fahrtrichtungskorrektur zur Kollisionsvermeidung oder optimierten Kollisionsbegegnung durchgeführt wird.

[0013] Die DE 10 2011 018 159 A1 beschreibt eine Fahrerassistenzvorrichtung mit einem Umgebungssensor zum Überwachen eines seitlich vom Kraftfahrzeug gelegenen Überwachungsraums und mit einer Auswerteeinheit zum Einschätzen einer möglichen Gefährdung des Kraftfahrzeugs durch ein Objekt, das sich einer Fahrspur nähert, die von dem Fahrzeug zu befahren ist.

[0014] Die DE 10 2005 036 714 A1 beschreibt einen Spurwechselassistenten, der Fahrspuren erkennt, indem mittels eines Kamerasystems Bilder eines Straßenabschnitts aufgenommen werden und mittels einer Bildverarbeitung Fahrspurmarkierungen aus den aufgenommenen Bildern extrahiert werden.

[0015] Die US 2003/025597 A1 beschreibt ein Verfahren zur Kollisionsvermeidung zwischen zwei Fahrzeugen bei Spurwechsel. Unter anderem wird vorgeschlagen, bei Kollisionsgefahr mit einem anderen Fahrzeug eine Sicherheitswarnung über einen drahtlosen Übertragungskanal zu dem anderen Fahrzeug zu senden.

[0016] Die DE 10 2010 052 406 A1 beschreibt ein Verfahren zur Vermeidung oder Verminderung der Folgen einer Fahrzeugkollision. Bei einem identifizierten beabsichtigten Fahrspurwechsel eines ersten Fahrzeugs wird

eine Fahrspurwechselinformation über WLAN an ein zweites Fahrzeug übertragen, das sich auf einer Fahrspur befindet, auf welche das erste Fahrzeug zu wechseln beabsichtigt. Dadurch wird das zweite Fahrzeug selbsttätig beschleunigt oder kurz abgebremst, um eine Kollision mit dem ersten Fahrzeug zu vermeiden oder zumindest Folgen der Kollision zu vermindern. Der beabsichtigte Fahrspurwechsel wird durch eine Betätigung eines Blinkerhebels des ersten Fahrzeugs oder durch eine Lenkbewegung des ersten Fahrzeugs identifiziert.

[0017] Obwohl das aus DE 10 2010 052 406 A1 bekannte Verfahren den Vorteil hat, dass das zweite Fahrzeug aktiv in die Kollisionsvermeidung einbezogen wird, ist es fraglich, ob damit ein Sicherheitsgewinn erzielt werden kann. Denn das selbsttätige Anpassen des zweiten Fahrzeugs an das Verhalten des ersten Fahrzeugs kann den Fahrer des ersten Fahrzeugs zu einer rücksichtslosen Fahrweise anstacheln. Dies ist kontraproduktiv für das vorgebliche Ziel, eine Straßenverkehrssicherheit zu verbessern.

[0018] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Absichern eines Spurwechsels bereitzustellen, das niemanden zu einer rücksichtslosen Fahrweise animiert. Außerdem ist es eine Aufgabe der Erfindung eine Vorrichtung und ein Fahrzeug mit einer Vorrichtung zum Absichern eines Spurwechsels bereitzustellen, die beziehungsweise das niemanden zu einer rücksichtslosen Fahrweise animiert.

[0019] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren gemäß Patentanspruch 1, durch eine Vorrichtung gemäß Patentanspruch 9 oder ein Fahrzeug gemäß Anspruch 10 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der vorliegenden Erfindungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0020] Erfindungsgemäß umfasst ein Verfahren zum Absichern eines Spurwechsels folgende Schritte: Erkennen einer Spurwechselabsicht eines ersten Fahrzeugs von einer ersten Fahrspur in eine Zielspur, Melden der Spurwechselabsicht an mindestens ein zweites Fahrzeug mittels einer ersten Car2Car-Kommunikation. Außerdem umfasst das Verfahren folgende Schritte: Antworten des zweiten Fahrzeugs an das erste Fahrzeug mittels einer zweiten Car2Car-Kommunikation. In Abhängigkeit eines Inhalts der Antwort des zweiten Fahrzeugs wird eine Maßnahme in dem ersten Fahrzeug ausgeführt, die einen Spurwechsels des ersten Fahrzeugs abbricht oder zumindest vermeiden hilft. Mit dem Antworten des zweiten Fahrzeugs auf das Melden des ersten Fahrzeugs wird mindestens ein Zustands- und/oder Umgebungsdatum des zweiten Fahrzeugs an das erste Fahrzeug übermittelt, wobei nach dem Antworten des zweiten Fahrzeugs in dem ersten Fahrzeug folgender Schritt durchgeführt wird: zweites Beurteilen eines Gefährdungspotentials des von dem ersten Fahrzeug geplanten Spurwechsels unter Berücksichtigung der Antwort des zweiten Fahrzeugs. Beim ersten Beurteilen des Gefährdungspotentials vor dem Antworten des zweiten Fahrzeugs wird auch eine Spurwechselabsicht des zwei-

ten Fahrzeugs berücksichtigt, sofern eine solche Spurwechselabsicht vorliegt.

[0021] Dadurch, dass je nach Antwort des zweiten Fahrzeugs eine Maßnahme durchgeführt wird, die zu einem Abbruch oder zumindest zu einer Vermeidung eines Spurwechsels des ersten Fahrzeugs führt, statt dass die Spurwechselabsicht des ersten Fahrzeugs einen Abbruch oder eine Vermeidung eines Spurwechsels des zweiten Fahrzeugs veranlasst, werden Spurwechsel abgesichert, ohne dass dadurch einer der Fahrer zu einer rücksichtslosen Fahrweise animiert wird.

[0022] In Bezug auf die Vorrichtung zum Absichern eines Spurwechsels wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass die Vorrichtung dazu vorbereitet ist, das erfindungsgemäße Verfahren durchzuführen.

[0023] In Bezug auf das Fahrzeug mit der Vorrichtung zum Absichern eines Spurwechsels wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass die Vorrichtung des Fahrzeugs dazu vorbereitet ist, das erfindungsgemäße Verfahren durchzuführen.

[0024] Die Antwort des zweiten Fahrzeugs kann eine Information über einen Zustand des zweiten Fahrzeugs beinhalten. Zu dem Zustand eines (ersten oder zweiten) Fahrzeugs kann beispielsweise eine echte oder unechte Teilmenge folgender Daten gehören:

- Beschreibung der Spurwechselabsicht des Fahrzeugs,
- absolute oder relative Position des Fahrzeugs,
- Kennung der Straße, auf dem sich das Fahrzeug befindet,
- absolute oder relative Kennung der ersten Fahrspur,
- Kennung der Zielspur,
- absolute oder relative Fahrzeuggeschwindigkeit,
- absolute oder relative Fahrzeugbeschleunigung,
- Lenkwinkel,
- Gierwinkel,
- Gierrate,
- Schwimmwinkel,
- Beschleunigungsvermögen
- ein oder mehrere andere Merkmale des jeweiligen Fahrzeugs.

[0025] Die Information über die relative Fahrzeugposition kann eine Relativposition des ersten Fahrzeugs in Bezug auf eine Position des zweiten Fahrzeugs und/oder eine Relativposition des zweiten Fahrzeugs in Bezug auf das erste Fahrzeug umfassen. Alternativ oder zusätzlich kann die Information über eine relative Fahrzeuggeschwindigkeit eine Relativgeschwindigkeit des ersten Fahrzeugs in Bezug auf eine Geschwindigkeit des zweiten Fahrzeugs und/oder eine Relativgeschwindigkeit des zweiten Fahrzeugs in Bezug auf eine Geschwindigkeit des ersten Fahrzeugs umfassen. Alternativ oder zusätzlich kann die Information über die relative Fahrzeugbeschleunigung eine Relativbeschleunigung des ersten Fahrzeugs in Bezug auf eine Beschleunigung des zweiten Fahrzeugs und/oder eine Relativbeschleunigung des

zweiten Fahrzeugs in Bezug auf eine Beschleunigung des ersten Fahrzeugs umfassen.

[0026] Eine Weiterbildung sieht vor, dass in dem Schritt des ersten Beurteilens des Gefährdungspotentials ein Gefährdungspotential des von dem ersten Fahrzeug geplanten Spurwechsels beurteilt wird, wobei mit der Antwort ein Ergebnis des ersten Beurteilens des Gefährdungspotentials an das erste Fahrzeug übermittelt wird. Hierdurch kann zumindest ein Teil der Daten, die bei dem zweiten Fahrzeug erfasst werden und zur Beurteilung des Gefährdungspotentials nützlich sind, schon in dem zweiten Fahrzeug verarbeitet oder vorverarbeitet werden und brauchen nicht zu dem ersten Fahrzeug übertragen werden. Hierdurch können Übertragungsressourcen eingespart werden und eine Reaktionsgeschwindigkeit des Systems zur Absicherung eines Spurwechsels verbessert werden.

[0027] Mit dem Antworten des zweiten Fahrzeugs wird mindestens ein Zustands- und/oder Umgebungsdatum des zweiten Fahrzeugs an das erste Fahrzeug übermittelt, wobei nach dem Antworten des zweiten Fahrzeugs in dem ersten Fahrzeug folgender Schritt durchgeführt wird: zweites Beurteilen eines Gefährdungspotentials des von dem ersten Fahrzeug geplanten Spurwechsels unter Berücksichtigung der Antwort des zweiten Fahrzeugs. Hierdurch wird das erste Fahrzeug in die Lage versetzt, eine eigene Beurteilung des Gefährdungspotentials unter Berücksichtigung von Daten durchzuführen, die teilweise von dem zweiten Fahrzeug und teilweise von ihm selbst erfasst werden.

[0028] Beim ersten Beurteilen des Gefährdungspotentials wird vor dem Antworten auch eine Spurwechselabsicht des zweiten Fahrzeugs berücksichtigt, sofern eine solche Spurwechselabsicht vorliegt. Hierdurch kann das zweite Fahrzeug in die Bewertung des Gefährdungspotentials auch eine eigene Spurwechselabsicht einbeziehen, sofern eine solche vorliegt. Besonders bevorzugt ist, wenn beim zweiten Beurteilen des Gefährdungspotentials auch eine eigene Spurwechselabsicht einbezogen wird, sofern eine solche vorliegt. Besonders bevorzugt ist, wenn beim zweiten Beurteilen des Gefährdungspotentials nach dem Antworten auch eine Spurwechselabsicht des zweiten Fahrzeugs berücksichtigt wird, sofern eine solche Spurwechselabsicht vorliegt. Hierdurch kann das erste Fahrzeug in die Bewertung des Gefährdungspotentials auch eine Spurwechselabsicht des zweiten Fahrzeugs einbeziehen, sofern eine solche Spurwechselabsicht vorliegt.

[0029] Ausgestaltungen sehen vor, dass das Melden der Spurwechselabsicht an das zweite Fahrzeug mittels einer Radar- oder Lidar-Übertragung, mittels WLAN und/oder mittels einer anderen Art von Funkübertragung erfolgt und/oder dass das Antworten des zweiten Fahrzeugs an das erste Fahrzeug mittels einer Radar- oder Lidar-Übertragung, mittels WLAN und/oder mittels einer anderen Art von Funkübertragung erfolgt. In zukünftigen Fahrzeugen ist ohnehin eine dieser Arten von Car2Car-Kommunikation vorgesehen, so dass sie für das Verfah-

ren zur Absicherung eines Spurwechsels mitgenutzt werden kann.

[0030] Eine bevorzugte Weiterbildung sieht vor, dass das Erkennen der Spurwechselabsicht des ersten und/oder des zweiten Fahrzeugs unter Nutzung eines kameragestützten Spurerkennungssystems erfolgt und/oder dass die Spurwechselabsicht des ersten und/oder des zweiten Fahrzeugs unter Berücksichtigung einer Differenz eines Lenkwinkels abzüglich einer Krümmung der jeweiligen Fahrspur, eines Gierwinkels abzüglich einer Krümmung der jeweiligen Fahrspur, einer Blinkerstellung des Fahrzeugs und/oder einer Fahrtempfehlung eines Navigationssystems des Fahrzeugs erkannt wird. Zusätzlich kann auch eine Gierrate und/oder eine Nummer der Fahrspur zur Berechnung der Situation hinzugezogen werden, um das Gefährdungspotential des Spurwechsels des Fahrzeugs möglichst schnell zu erkennen. Die Methoden zur Erkennung der Spurwechselabsicht, die sich nicht auf eine Blinkerstellung stützen, haben den Vorteil, dass ein Spurwechsel auch dann erkannt wird, wenn der Fahrer vergisst, den Fahrtrichtungsanzeiger bei einem Spurwechsel zu betätigen.

[0031] Es ist auch von Vorteil, wenn beim Melden der Spurwechselabsicht eine Spurwechselbeschreibung vom ersten Fahrzeug zum zweiten Fahrzeug übertragen wird, die eine Spurwechselrichtungsangabe, eine Kennzeichnung der Zielspur und/oder eine Information über einen Fahrzeugzustand des ersten Fahrzeugs enthält. Hierdurch kann das zweite Fahrzeug in die erste Bewertung des Gefährdungspotentials auch eine Spurwechselrichtungsangabe, eine Kennzeichnung der Zielspur und/oder eine Information über einen Fahrzeugzustand des ersten Fahrzeugs einbeziehen.

[0032] Das Verfahren kann auch angewendet werden, wenn die erste Fahrspur mit einer zweiten Fahrspur identisch ist oder wenn die Zielspur eine Fahrspur zwischen der ersten und einer zweiten Fahrspur ist und die erste oder die zweite Fahrspur eine Überholspur für die Zielspur ist. Der Fall, dass beide Fahrzeuge gleichzeitig auf eine selbe mittlere Spur fahren wollen, tritt beispielsweise dann auf, wenn das zweite Fahrzeug auf der zweiten Fahrspur (im Rechtsfahrssystem auf der linken Fahrspur) einen Überholvorgang beendet und das Fahrzeug auf der ersten Fahrspur (im Rechtsfahrssystem auf der rechten Fahrspur) mit einem Überholvorgang beginnen möchte.

[0033] Zielführend ist, wenn das Ausführen der Maßnahme zum Abbrechen oder Vermeiden eines Spurwechsels eine akustische, optische und/oder haptische Warnung an einen Fahrer des ersten Fahrzeugs und/oder einen selbsttätigen Lenkeingriff und/oder einen selbsttätigen Gaspedaleingriff im ersten Fahrzeug umfasst. Reagiert der Fahrer des ersten Fahrzeugs nicht, so kann im betreffenden Fahrzeug ein selbsttätiger Eingriff in die Fahrdynamik vorgenommen werden, beispielsweise ein Bremsen oder Beschleunigen oder ein Lenkeingriff, um die Situation zu entschärfen.

[0034] Die vorliegende Erfindung wird nun anhand der

beigefügten Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

Fig. 1 schematisch eine gefährliche Verkehrssituation auf einer vierspurigen Straße, in der zwei Fahrzeuge zunächst nebeneinander herfahren, wobei sich zwischen ihnen eine freie Fahrspur befindet, wobei die beiden Fahrzeuge gerade im Begriff sind, gleichzeitig auf dieselbe dazwischenliegende Fahrspur zu wechseln, und

Fig. 2 schematisch ein Nachrichtenaustauschdiagramm eines Verfahrens zur Absicherung eines Spurwechsels.

[0035] Die nachfolgend näher beschriebenen Ausführungsbeispiele stellen bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung dar.

[0036] Die Fig. 1 zeigt eine gefährliche Verkehrssituation auf einer vierspurigen Straße 30. Hier fahren zwei Fahrzeuge 10, 20 zunächst nebeneinander her, allerdings nicht auf Fahrspuren, die direkt nebeneinander liegen, sondern auf Fahrspuren 31, 33, die nur mittelbar nebeneinander liegen. Zwischen den beiden Fahrspuren 31, 33 befindet sich eine freie Fahrspur 32. Die gefährliche Verkehrssituation entsteht dadurch, dass beide Fahrzeuge 10, 20 gleichzeitig auf dieselbe dazwischenliegende Fahrspur 32 wechseln wollen.

[0037] Das in Fig. 2 dargestellte Nachrichtenaustauschdiagramm eines Verfahrens 100 zum Absichern eines Spurwechsels umfasst folgende Schritte. In einem ersten Schritt 110 wird eine Spurwechselabsicht eines ersten Fahrzeugs 10 von einer ersten Fahrspur 31 in eine Zielspur 32 erkannt. In einem zweiten Schritt 120 meldet das erste Fahrzeug 10 die Spurwechselabsicht an mindestens ein zweites Fahrzeug 20 mittels einer ersten Car2Car-Kommunikation. In einem dritten Schritt 130 antwortet das zweite Fahrzeug 20 an das erste Fahrzeug 10 mittels einer zweiten Car2Car-Kommunikation. In einem vierten Schritt 140 wird in Abhängigkeit eines Inhalts der Antwort des zweiten Fahrzeugs 20 eine Maßnahme in dem ersten Fahrzeug 10 ausgeführt, die einen Spurwechsel des ersten Fahrzeugs 10 abbricht oder zumindest zu vermeiden hilft. Es kann ein Rundsendemodus vorgesehen sein, mit dem die Spurwechselabsicht an die Allgemeinheit oder gleichzeitig an mehrere zweite Fahrzeuge (beispielsweise an Fahrzeuge eines selben Herstellers) adressiert wird, wodurch Übertragungsressourcen effizienter genutzt werden. Die begrenzte Funkreichweite von WLAN-Verbindungen begrenzt die Kommunikation in vorteilhafter Weise auf solche Fahrzeuge, die sich in der Umgebung des jeweiligen Fahrzeugs befinden.

[0038] Eine Weiterbildung des Verfahrens sieht vor, dass vor dem Antworten 130 des zweiten Fahrzeugs 20 in dem zweiten Fahrzeug 20 (in einem ersten Beurteilungsschritt 125) ein Gefährdungspotential des von dem ersten Fahrzeug 10 geplanten Spurwechsels beurteilt

wird, wobei mit der Antwort 130 ein Ergebnis des ersten Beurteilens 125 des Gefährdungspotentials an das erste Fahrzeug 10 übermittelt wird.

[0039] Eine weitere Weiterbildung des Verfahrens sieht vor, dass mit dem Antworten 130 des zweiten Fahrzeugs 20 mindestens ein Zustands- und/oder Umgebungsdatum des zweiten Fahrzeugs 20 an das erste Fahrzeug 10 übermittelt wird. Das Zustands- und/oder Umgebungsdatum kann dann nach dem Antworten 130 des zweiten Fahrzeugs 20 in dem ersten Fahrzeug 10 (in einem zweiten Beurteilungsschritt) dazu genutzt werden, ein Gefährdungspotential des von dem ersten Fahrzeug 10 geplanten Spurwechsels unter Berücksichtigung der Antwort des zweiten Fahrzeugs 20 zu beurteilen.

[0040] Optional wird beim ersten Beurteilen 125 des Gefährdungspotentials vor dem Antworten 130 auch eine Spurwechselabsicht des zweiten Fahrzeugs 20 berücksichtigt, sofern eine solche Spurwechselabsicht vorliegt. Unabhängig davon sieht eine weitere Option vor, dass beim zweiten Beurteilen 135 des Gefährdungspotentials nach dem Antworten 130 auch eine Spurwechselabsicht des zweiten Fahrzeugs 20 berücksichtigt wird, sofern eine solche Spurwechselabsicht vorliegt.

[0041] Eine weitere Option sieht vor, dass die Spurwechselabsicht an das zweite Fahrzeug 20 mittels einer Radar- oder Lidar-Übertragung, mittels WLAN und/oder mittels einer anderen Art von Funkübertragung gemeldet wird. Auch ist es möglich, dass das Antworten 130 des zweiten Fahrzeugs an das erste Fahrzeug mittels einer Radar- oder Lidar-Übertragung, mittels WLAN und/oder mittels einer anderen Art von Funkübertragung erfolgt.

[0042] Das Erkennen 110 der Spurwechselabsicht des ersten 10 und/oder des zweiten 20 Fahrzeugs kann beispielsweise unter Nutzung eines kameragestützten Spurerkennungssystems erfolgt. Alternativ oder zusätzlich ist es möglich, dass die Spurwechselabsicht des ersten 10 und/oder des zweiten 20 Fahrzeugs unter Berücksichtigung einer Differenz eines Lenkwinkels abzüglich einer Krümmung der jeweiligen Fahrspur 31, 32, eines Gierwinkels abzüglich einer Krümmung der jeweiligen Fahrspur 31, 32, einer Blinkerstellung des Fahrzeugs 10, 20 und/oder einer Fahrtempfehlung eines Navigationssystems des Fahrzeugs 10, 20 erkannt wird.

[0043] Weitere Optionen sehen vor, dass beim Melden der Spurwechselabsicht des ersten Fahrzeugs 10 eine Spurwechselbeschreibung vom ersten Fahrzeug 10 zum zweiten Fahrzeug 20 übertragen wird, die eine Spurwechselrichtungsangabe, eine Kennzeichnung der Zielspur und/oder eine Information über einen Fahrzeugzustand des ersten Fahrzeugs 10 enthält.

[0044] Die erste Fahrspur 31 kann mit der zweiten Fahrspur 33 identisch sein. Wie die Fig. 2 zeigt, ist es aber auch möglich, dass sich die Zielspur zwischen der ersten 31 und der zweiten 33 Fahrspur befindet und die erste 31 oder die zweite 33 Fahrspur für die Zielspur 32 eine Überholspur ist.

[0045] Das Ausführen 130 der Maßnahme zum Abbre-

chen oder Vermeiden eines Spurwechsels kann eine akustische, optische und/oder haptische Warnung an einen Fahrer des ersten Fahrzeugs 10 und/oder einen selbsttätigen Lenkeingriff und/oder einen selbsttätigen Gaspedaleingriff im ersten Fahrzeug 10 umfassen.

Patentansprüche

1. Verfahren (100) zum Absichern eines Spurwechsels, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:

- Erkennen (110) einer Spurwechselabsicht eines ersten Fahrzeugs (10) von einer ersten Fahrspur (31) in eine Zielspur (32);
- Melden (120) der Spurwechselabsicht an mindestens ein zweites Fahrzeug (20) mittels einer ersten Car2Car-Kommunikation;
- Antworten (130) des zweiten Fahrzeugs (20) an das erste Fahrzeug (10) mittels einer zweiten Car2Car-Kommunikation; und
- in Abhängigkeit eines Inhalts der Antwort des zweiten Fahrzeugs (20) Ausführen (140) einer Maßnahme in dem ersten Fahrzeug (10), die einen Spurwechsel des ersten Fahrzeugs (10) abbricht oder zumindest zu vermeiden hilft;

wobei mit dem Antworten (130) des zweiten Fahrzeugs (20) auf das Melden (120) des ersten Fahrzeugs (10) mindestens ein Zustands- und/oder Umgebungsdatum des zweiten Fahrzeugs (20) an das erste Fahrzeug (10) übermittelt wird, wobei nach dem Antworten (130) des zweiten Fahrzeugs (20) in dem ersten Fahrzeug (10) folgender Schritt durchgeführt wird: zweites Beurteilen (135) eines Gefährdungspotentials des von dem ersten Fahrzeug (10) geplanten Spurwechsels unter Berücksichtigung der Antwort (130) des zweiten Fahrzeugs (20); **dadurch gekennzeichnet, dass**

bei einem ersten Beurteilen (125) des Gefährdungspotentials vor dem Antworten (130) des zweiten Fahrzeugs (20) auch eine Spurwechselabsicht des zweiten Fahrzeugs (20) berücksichtigt wird, sofern eine solche Spurwechselabsicht vorliegt.

2. Verfahren (100) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Schritt des ersten Beurteilens (125) des Gefährdungspotentials ein Gefährdungspotential des von dem ersten Fahrzeug (10) geplanten Spurwechsels beurteilt wird, wobei mit der Antwort ein Ergebnis des ersten Beurteilens (125) des Gefährdungspotentials an das erste Fahrzeug (10) übermittelt wird.

3. Verfahren (100) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim zweiten Beurteilen (135) des Gefährdungspotentials nach dem Antworten (130) auch eine Spurwechselabsicht des zweiten

Fahrzeugs (20) berücksichtigt wird, sofern eine solche Spurwechselabsicht vorliegt.

4. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Melden (120) der Spurwechselabsicht an das zweite Fahrzeug (20) mittels einer Radar- oder Lidar-Übertragung, mittels WLAN und/oder mittels einer anderen Art von Funkübertragung erfolgt und/oder dass das Antworten (130) des zweiten Fahrzeugs an das erste Fahrzeug mittels einer Radar- oder Lidar-Übertragung, mittels WLAN und/oder mittels einer anderen Art von Funkübertragung erfolgt.
5. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Erkennen (110) der Spurwechselabsicht des ersten (10) und/oder zweiten (20) Fahrzeugs unter Nutzung eines kameragestützten Spurerkennungssystems erfolgt und/oder dass die Spurwechselabsicht des ersten (10) und/oder des zweiten (20) Fahrzeugs unter Berücksichtigung einer Differenz eines Lenkwinkels abzüglich einer Krümmung der jeweiligen Fahrspur (31, 33), eines Gierwinkels abzüglich einer Krümmung der jeweiligen Fahrspur (31, 33), einer Blinkerstellung des Fahrzeugs (10, 20) und/oder einer Fahrtempfehlung eines Navigationssystems des Fahrzeugs (10, 20) erkannt wird.
6. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Melden (120) der Spurwechselabsicht eine Spurwechselbeschreibung vom ersten Fahrzeug (10) zum zweiten Fahrzeug (20) übertragen wird, die eine Spurwechselrichtungsangabe, eine Kennzeichnung der Zielspur (32) und/oder eine Information über einen Fahrzeugzustand des ersten Fahrzeugs (10) enthält.
7. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Fahrspur (31) mit einer zweiten Fahrspur (33) identisch ist oder dass die Zielspur (32) eine Fahrspur zwischen der ersten (31) und einer zweiten (33) Fahrspur ist und die erste (31) oder die zweite (33) Fahrspur eine Überholspur für die Zielspur (32) ist.
8. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ausführen (130) der Maßnahme zum Abbrechen oder Vermeiden eines Spurwechsels eine akustische, optische und/oder haptische Warnung an einen Fahrer des ersten Fahrzeugs (10) und/oder einen selbsttätigen Lenkeingriff und/oder einen selbsttätigen Gaspedaleingriff im ersten Fahrzeug (10) umfasst.
9. Vorrichtung zum Absichern eines Spurwechsels eines Fahrzeugs.
dadurch gekennzeichnet, dass

die Vorrichtung dazu eingerichtet ist, das Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 durchzuführen.

- 5 10. Fahrzeug (10, 20),
dadurch gekennzeichnet, dass
das Fahrzeug (10, 20) eine Vorrichtung nach Anspruch 9 aufweist.

Claims

1. Method (100) for safeguarding a lane change, the method comprising the following steps:

- detection (110) of an intended lane change by a first vehicle (10) from a first lane (31) to a target lane (32);
- communication (120) of the intended lane change to at least one second vehicle (20) by means of a first Car2Car communication system;
- response (130) by the second vehicle (20) to the first vehicle (10) by means of a second Car2Car communication system; and
- depending on the content of the response from the second vehicle (20) performance (140) of an operation in the first vehicle (10) that aborts or at least helps to avoid the lane change by the first vehicle (10);

whereby the response (130) by the second vehicle (20) to the communication (120) by the first vehicle (10) comprises the transmission of at least one status and/or surroundings report by the second vehicle (20) to the first vehicle (10), wherein after the response (130) by the second vehicle (20) the following step is carried out in the first vehicle (10): a second analysis (135) of the potential danger of the intended lane change by the first vehicle (10) based on the response (130) from the second vehicle (20);

characterized in that

a first analysis (125) of the potential danger before the response (130) by the second vehicle (20) further takes into account an intended lane change by the second vehicle (20), if such a lane change is intended.

2. Method (100) according to claim 1, **characterized in that** the step of first analysis (125) of the potential danger comprises analysis of the potential danger of the intended lane change by the first vehicle (10), the response comprising the transmission of a result of the first analysis (125) of the potential danger to the first vehicle (10).
3. Method (100) according to claim 1 or 2, **characterized in that** the second analysis (135) of the potential

danger after the response (130) further takes into account an intended lane change by the second vehicle (20), if such a lane change is intended.

4. Method (100) according to any of claims 1 to 3, **characterized in that** the communication (120) of the intended lane change to the second vehicle (20) is performed by means of radar or Lidar transmission, by WLAN and/or by means of a different type of radio transmission and/or the response (130) from the second vehicle to the first vehicle is performed by means of radar or Lidar transmission, by WLAN and/or by means of a different type of radio transmission. 5
5. Method (100) according to any of claims 1 to 4, **characterized in that** the detection (110) of the intended lane change by the first (10) and/or second (20) vehicle is performed using a camera-based lane detection system, and/or the intended lane change by the first (10) and/or second (20) vehicle is detected by taking into account a difference in a steering angle after subtraction of a curvature of the respective lane (31, 33), a yaw angle after subtraction of the curvature of the respective lane (31, 33), an indicator status of the vehicle (10, 20) and/or a route recommendation of a navigation system of the vehicle (10, 20). 10 15 20 25
6. Method (100) according to any of claims 1 to 5, **characterized in that**, during the communication (120) of the intended lane change, a description of the lane change is transmitted from the first vehicle (10) to the second vehicle (20), the description including information as to the lane change direction, identification of the target lane (32) and/or information on the status of the first vehicle (10). 30 35
7. Method (100) according to any of claims 1 to 6, **characterized in that** the first lane (31) is identical to a second lane (33), or the target lane (32) is a lane between the first (31) and a second (33) lane and the first (31) or second (33) lane is an overtaking lane for the target lane (32). 40
8. Method (100) according to any of claims 1 to 7, **characterized in that** the carrying out (130) of the operation for aborting or avoiding a lane change comprises providing an acoustic, visual and/or haptic alert to a driver of the first vehicle (10) and/or an automatic steering adjustment and/or an automatic accelerator-pedal adjustment in the first vehicle (10). 45 50
9. Apparatus for safeguarding a lane change of a vehicle, **characterized in that** the apparatus is configured to carry out the method (100) according to any of claims 1 to 8. 55
10. Vehicle (10, 20),

characterized in that

the vehicle (10, 20) comprises an apparatus according to claim 9.

Revendications

1. Procédé (100) servant à sécuriser un changement de voie, le procédé comprenant les étapes qui suivent consistant à :

- identifier (110) une intention de changement de voie d'un premier véhicule (10) d'une première voie de circulation (31) vers une voie de destination (32) ;
- notifier (120) l'intention de changement de voie à au moins un deuxième véhicule (20) au moyen d'une première communication Car2Car ;
- envoyer la réponse (130) du deuxième véhicule (20) au premier véhicule (10) au moyen d'une deuxième communication Car2Car ; et
- en fonction d'un contenu de la réponse du deuxième véhicule (20), exécuter (140) une mesure dans le premier véhicule (10), qui interrompt un changement de voie du premier véhicule (10) ou du moins aide à l'éviter ;

au moins une donnée de statut et/ou une donnée d'environnement du deuxième véhicule (20) étant transférée au premier véhicule (10) avec la réponse (130) du deuxième véhicule (20) à la notification (120) du premier véhicule (10), une étape qui suit consistant à évaluer (135) une deuxième fois un danger potentiel lié au changement de voie planifié par le premier véhicule (10) en tenant compte de la réponse (130) du deuxième véhicule (20) étant mise en oeuvre après la réponse (130) du deuxième véhicule (20) dans le premier véhicule (10),

caractérisé en ce

que lors de la première évaluation (125) du danger potentiel, une intention de changement de voie du deuxième véhicule (20) est prise en compte avant la réponse (130) du deuxième véhicule (20) tant qu'une intention de changement de voie de ce type est de mise.

2. Procédé (100) selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'un** danger potentiel lié au changement de voie planifié par le premier véhicule (10) est évalué lors de l'étape de la première évaluation (125) du danger potentiel, un résultat de la première évaluation (125) du danger potentiel étant transféré au premier véhicule (10) avec la réponse.
3. Procédé (100) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** lors de la deuxième évaluation (135) du danger potentiel, une intention de changement de voie du deuxième véhicule (20) est égale-

ment prise en compte après l'envoi de la réponse (130) tant qu'une intention de changement de voie de ce type est de mise.

4. Procédé (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la notification (120) de l'intention de changement de voie au deuxième véhicule (20) a lieu au moyen d'une transmission radar ou lidar, au moyen d'un WLAN et/ou au moyen d'un autre type de transmission radio, et/ou en ce que l'envoi de la réponse (130) par le deuxième véhicule au premier véhicule est effectué au moyen d'une transmission radar ou lidar, au moyen d'un WLAN et/ou au moyen d'un autre type de transmission radio. 10

5. Procédé (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'identification (110) de l'intention de changement de voie du premier (10) et/ou du deuxième (20) véhicule est effectuée en utilisant un système d'identification de voie assisté par caméra, et/ou **en ce que** l'intention de changement de voie du premier (10) et/ou du deuxième (20) véhicule est identifiée en tenant compte d'une différence d'un angle de braquage moins une courbe de la voie de circulation (31, 33) respective, d'un angle d'embardée moins une courbe de la voie de circulation (31, 33) respective, d'une position de clignotant du véhicule (10, 20) et/ou d'une recommandation d'itinéraire d'un système de navigation du véhicule (10, 20). 20 25 30

6. Procédé (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** lors de la notification (120) de l'intention de changement de voie, une description du changement de voie est transmise du premier véhicule (10) au deuxième véhicule (20), laquelle comporte une indication de direction de changement de voie, une identification de la voie de destination (32) et/ou une information portant sur un statut de véhicule du premier véhicule (10). 35 40

7. Procédé (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** la première voie de circulation (31) est identique à une deuxième voie de circulation (33), ou **en ce que** la voie de destination (32) est une voie de circulation entre la première (31) et une deuxième (33) voie de circulation, et **en ce que** la première (31) ou la deuxième (33) voie de circulation est une voie pour doubler pour la voie de destination (32). 45 50

8. Procédé (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** l'exécution (130) de la mesure servant à interrompre ou servant à éviter un changement de voie inclut une alerte acoustique, optique et/ou haptique envoyée à un conducteur du premier véhicule (10) et/ou une inter- 55

vention autonome sur la direction et/ou une intervention autonome sur la pédale de frein dans le premier véhicule (10).

9. Dispositif servant à sécuriser un changement de voie d'un véhicule, **caractérisé en ce que** le dispositif est mis au point pour mettre en oeuvre le procédé (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8. 10

10. Véhicule (10, 20), **caractérisé en ce que** le véhicule (10, 20) présente un dispositif selon la revendication 9. 15

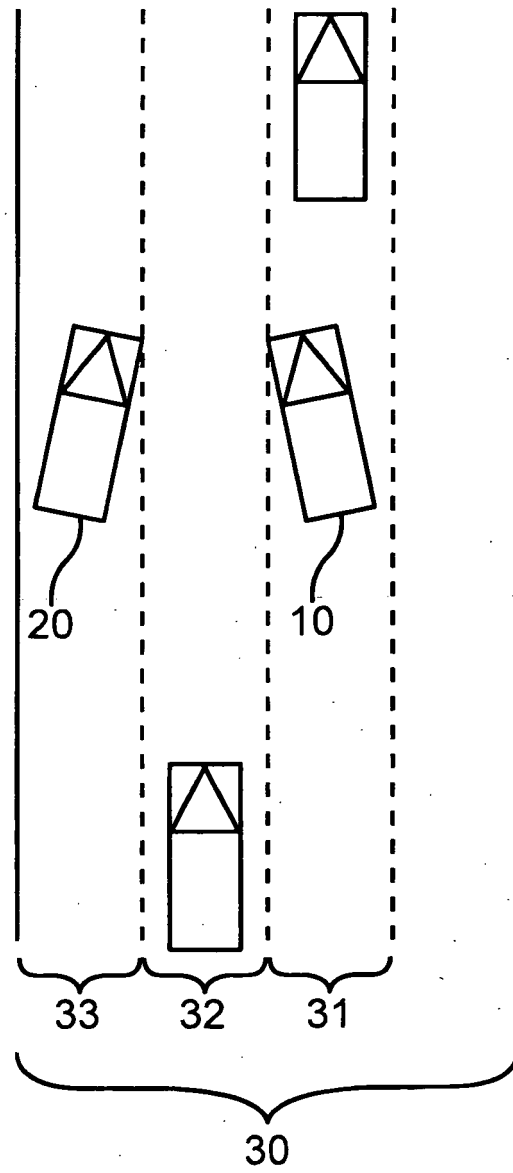


Fig.1

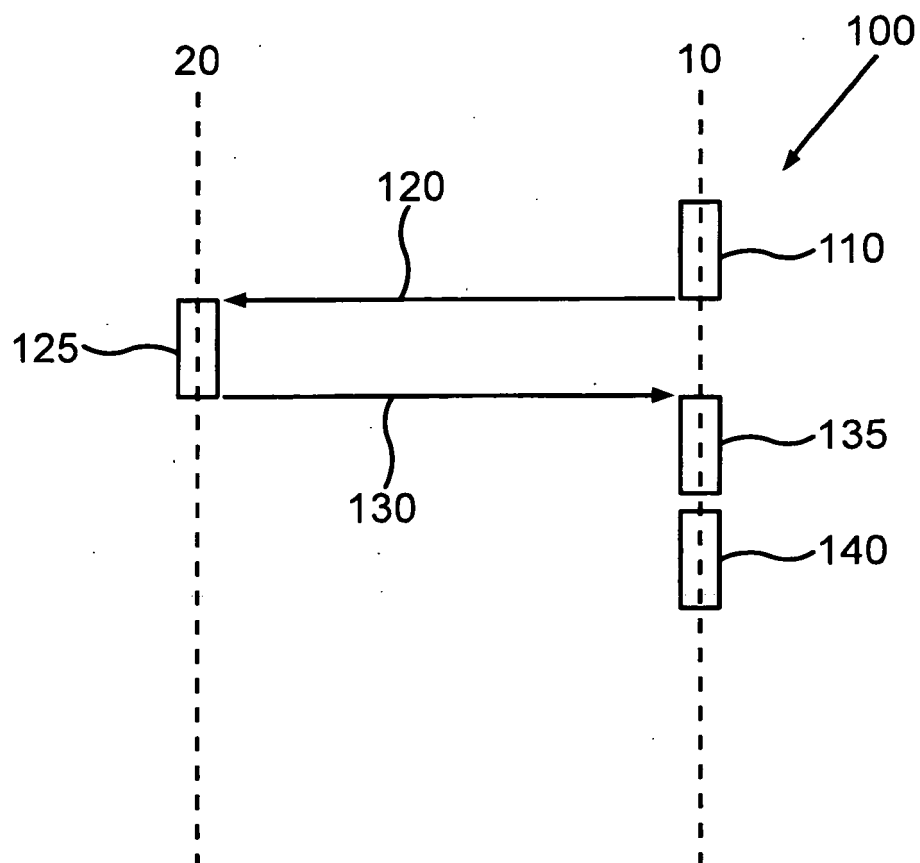


Fig.2

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

- DE 102010013402 A1 **[0007]**
- DE 102010011497 A1 **[0008]**
- DE 10334203 A1 **[0009]**
- DE 10149206 A1 **[0010]**
- DE 10134367 A1 **[0011]**
- DE 102006033743 A1 **[0012]**
- DE 102011018159 A1 **[0013]**
- DE 102005036714 A1 **[0014]**
- US 2003025597 A1 **[0015]**
- DE 102010052406 A1 **[0016] [0017]**