



(10) **DE 10 2020 202 986 A1** 2021.09.16

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2020 202 986.5**

(22) Anmeldetag: **10.03.2020**

(43) Offenlegungstag: **16.09.2021**

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

B60W 30/08 (2012.01)

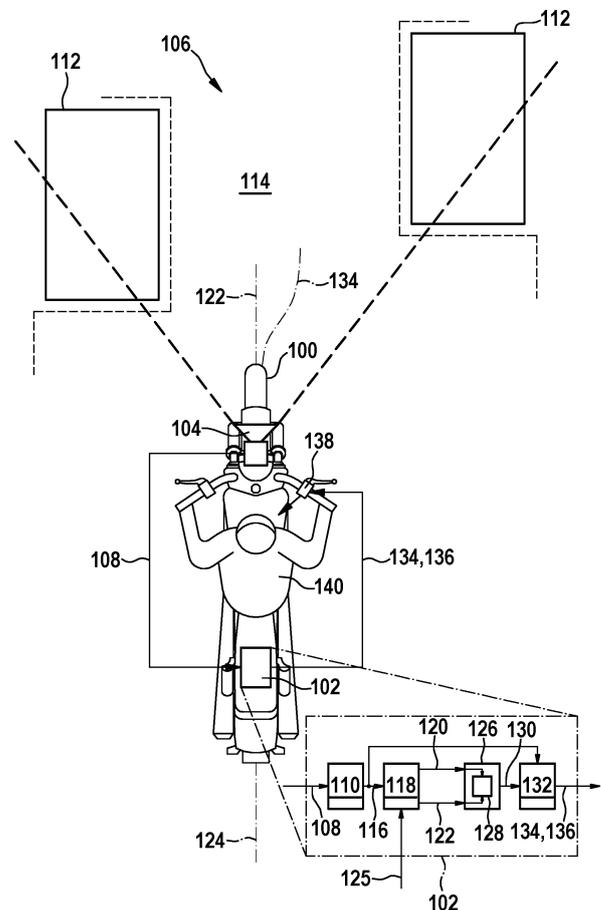
(71) Anmelder:
**Robert Bosch Gesellschaft mit beschränkter
Haftung, 70469 Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:
**Hack, Almut, 70327 Stuttgart, DE; Schulz, Udo,
71665 Vaihingen, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zum Betreiben eines Motorrads**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Betreiben eines Motorrads (100), wobei ein Umfeld (106) des Motorrads (100) erfasst wird und für das Motorrad (100) nutzbare Freiflächen (114) im Umfeld (106) erkannt werden, wobei eine Veränderung der Freiflächen (114) und eine Trajektorie (122) des Motorrads (100) prognostiziert und auf Konflikte (128) ausgewertet werden, wobei in einem Konfliktfall (130) eine konfliktfreie Alternativtrajektorie (134) für das Motorrad (100) ermittelt und einem Fahrer (140) des Motorrads (100) kommuniziert wird.



Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben eines Motorrads.

Stand der Technik

[0002] In einem PKW können unterschiedliche Fahrerassistenzsysteme zur Entlastung eines Fahrers vorhanden sein. Dazu kann der PKW verschiedene Sensoren zum Erfassen eines Fahrzeugumfelds aufweisen. Die Fahrerassistenzsysteme können auf Daten der Sensoren zugreifen und eine aktuelle Fahrsituation erkennen und analysieren. Aus der Analyse können Fahranweisungen für den Fahrer generiert werden. Im PKW können die Fahranweisungen über unterschiedliche Anzeigesysteme für den Fahrer bereitgestellt werden.

[0003] Bei einem Motorrad fehlen im Allgemeinen sowohl die Sensoren als auch die Anzeigesysteme. Ein Fahrer des Motorrads erfasst das Umfeld des Motorrads mit seinen Augen und reagiert auf seine Eindrücke. Das Motorrad wird von seinem Fahrer rein manuell gesteuert.

Offenbarung der Erfindung

[0004] Vor diesem Hintergrund werden mit dem hier vorgestellten Ansatz ein Verfahren zum Betreiben eines Motorrads und eine Vorrichtung zum Betreiben eines Motorrads, sowie schließlich ein entsprechendes Computerprogrammprodukt und ein maschinenlesbares Speichermedium gemäß den unabhängigen Ansprüchen vorgestellt. Vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des hier vorgestellten Ansatzes ergeben sich aus der Beschreibung und sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

Vorteile der Erfindung

[0005] Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung können in vorteilhafter Weise ermöglichen, eine Wahrnehmung eines Fahrers eines Motorrads zu unterstützen. Insbesondere in typischen Motorrad-Fahrsituationen, wie beispielsweise dem Gassenfahren, können Gefahrensituationen erkannt werden und der Fahrer gewarnt werden.

[0006] Es wird ein Verfahren zum Betreiben eines Motorrads vorgeschlagen, wobei ein Umfeld des Motorrads erfasst wird und in einer Umfeldinformation abgebildet wird, wobei unter Verwendung der Umfeldinformation für das Motorrad nutzbare Freiflächen im Umfeld erkannt und in einer Freiflächeninformation abgebildet werden, wobei eine Veränderung der Freiflächen unter Verwendung der Freiflächeninformation prognostiziert wird und eine Trajektorie des

Motorrads unter Verwendung von Sensordaten des Motorrads prognostiziert wird und die Veränderung der Freiflächen und die Trajektorie auf Konflikte ausgewertet werden, wobei in einem Konfliktfall unter Verwendung der Veränderung eine konfliktfreie Alternativtrajektorie für das Motorrad ermittelt und als Trajektorieninformation einem Fahrer des Motorrads kommuniziert wird.

[0007] Ideen zu Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung können unter anderem als auf den nachfolgend beschriebenen Gedanken und Erkenntnissen beruhend angesehen werden.

[0008] Unter einem Motorrad kann ein motorisiertes Zweirad verstanden werden. Das Motorrad ist ein Einspurfahrzeug und kann wie ein Fahrrad durch Stabilisierungsbewegungen seines Fahrers, minimale Lenkbewegungen und ab einer bestimmten Geschwindigkeit durch Kreiselkräfte seiner Räder im Gleichgewicht gehalten werden. Das Gleichgewicht ist dabei instabil beziehungsweise labil. Ohne die Stabilisierungsbewegungen, Lenkbewegungen und/oder Kreiselkräfte kann das Motorrad zur Seite kippen und umfallen.

[0009] Als Umfeld des Motorrads kann ein Bereich insbesondere vor dem Motorrad bezeichnet werden. Das Umfeld kann aber auch Bereiche seitlich des Motorrads und/oder hinter dem Motorrad umfassen. Das Umfeld kann beispielsweise durch zumindest eine Kamera erfasst werden. Die Kamera kann dabei fest am Motorrad verbaut sein oder aber auch beispielsweise als Helmkamera oder Körperkamera am Fahrer angeordnet sein. In Bildinformationen der Kamera können Objekte und Freiflächen durch maschinelles Sehen, wie beispielsweise Verfahren der „semantischen Segmentierung“ erkannt werden.

[0010] Alternativ oder ergänzend kann das Umfeld auch mit Ultraschallsensoren oder zumindest einem Radarsensor erfasst werden. Auch in Ultraschalldaten und Radardaten können Objekte erkannt werden.

[0011] Freiliegende Bereiche einer Fahrbahn zwischen begrenzenden Objekten können als Freiflächen bezeichnet werden. Eine seitlich zwischen zwei Fahrzeugen liegende Freifläche kann als Gasse bezeichnet werden. Wenn eine Gasse breiter ist als das Motorrad, kann das Motorrad kollisionsfrei durch diese Gasse gelenkt werden. Ein notwendiger Abstand zu den Fahrzeugen kann dabei beispielsweise von einem Fahrkönnen des Fahrers und/oder einer aktuellen Geschwindigkeit abhängig sein.

[0012] Die Freiflächen können sich durch Bewegungen der Objekte und insbesondere der anderen Fahrzeuge verändern, also größer oder kleiner werden. Die Freiflächen können länger und/oder breiter werden, wenn sich die begrenzenden Objekte vonein-

ander entfernen. Die Freiflächen können kürzer und/oder schmaler werden, wenn sich die begrenzenden Objekte aneinander annähern. Diese Veränderung kann für einen begrenzten Zeithorizont vorausschauend vorhergesagt werden, indem beispielsweise Bewegungen der Objekte extrapoliert werden.

[0013] Eine Trajektorie des Motorrads kann aus Sensorwerten des Motorrads bestimmt werden. Beispielsweise können ein Lenkwinkel des Motorrads, eine Geschwindigkeit des Motorrads und ein Neigungswinkel des Motorrads erfasst werden um einen aktuellen Kurvenradius des Motorrads zu bestimmen. Die Trajektorie kann ebenfalls bis zu einem begrenzten Zeithorizont extrapoliert werden. Der Zeithorizont kann geschwindigkeitsabhängig sein.

[0014] In einem Konfliktfall liegt ein Konflikt zwischen der Trajektorie und Grenzen der Freiflächen vor. Der Konfliktfall kann erkannt werden, wenn die Trajektorie innerhalb des Zeithorizonts zumindest ein die Freifläche begrenzendes Objekt berühren wird. Ein Konflikt wird ebenfalls festgestellt, wenn eine Freifläche entlang der Trajektorie wahrscheinlich um weniger als den Sicherheitsabstand schmaler als das Motorrad werden wird.

[0015] Eine Alternativtrajektorie führt das Motorrad an einem Ort des Konflikts vorbei ohne die Grenze der Freifläche zu verletzen oder den Sicherheitsabstand zu unterschreiten. Um auf die Alternativtrajektorie zu gelangen ist zumindest ein aktiver Eingriff in eine Dynamik des Motorrads erforderlich. Beispielsweise können ein Beschleunigungsvorgang, ein Bremsvorgang und/oder zumindest ein Lenkvorgang erforderlich sein, um das Motorrad auf die Alternativtrajektorie zu bewegen.

[0016] Die Alternativtrajektorie kann an den Fahrer des Motorrads beispielsweise über eine Richtungsempfehlung kommuniziert werden. Die Richtungsempfehlung kann dabei entweder nach rechts oder links weisen. Alternativ oder ergänzend kann die Alternativtrajektorie an den Fahrer über eine Bremsempfehlung beziehungsweise Beschleunigungsempfehlung kommuniziert werden. Die Empfehlungen können beispielsweise optisch, haptisch und/oder akustisch bereitgestellt werden.

[0017] Wenn das Motorrad entsprechende Aktoren aufweist kann dem Fahrer die Richtungsempfehlung als haptischer Hinweis durch eine Lenkunterstützung in die richtige Richtung kommuniziert werden. Ebenso kann das Bremssystem des Motorrads beispielsweise für einen Bremsruck angesteuert werden, um dem Fahrer die Bremsempfehlung für die Alternativtrajektorie zu kommunizieren. Weiterhin kann eine Motorsteuerung des Motorrads beispielsweise für einen Beschleunigungsruck angesteuert werden, um

dem Fahrer die Beschleunigungsempfehlung für die Alternativtrajektorie zu kommunizieren.

[0018] Zum Prognostizieren der Veränderung der Freiflächen und alternativ oder ergänzend zum Prognostizieren der Trajektorie kann eine charakteristische Eigenbewegung des Motorrads berücksichtigt werden. Zur Stabilisierung der Fahrlage fährt der Fahrer bei Geradeausfahrt als charakteristische Eigenbewegung insbesondere bei niedriger Geschwindigkeit eine Schlangenlinie. Durch die Schlangenlinie kann eine Verbindungslinie zwischen einem Aufstandspunkt des Hinterrads und einem Aufstandspunkt des Vorderrads jeweils rechts und links von einem Schwerpunkt des Motorrads versetzt werden um das Gleichgewicht zu halten. Diese Schlangenlinie kann umso ausgeprägter sein, je langsamer das Motorrad fährt.

[0019] Zum Einleiten einer Kurvenfahrt bewirkt der Fahrer als charakteristische Eigenbewegung im Allgemeinen zuerst einen Gegenimpuls entgegen der gewünschten Kurvenrichtung, um das Motorrad in die Kurve anzukippen beziehungsweise den Schwerpunkt in Richtung Kurveninnenseite zu verlagern. Anschließend lenkt der Fahrer das Motorrad in Schräglage durch die Kurve. Am Ende der Kurve erfolgt eine Aufrichtbewegung durch eine stärkere Lenkbewegung in Kurvenrichtung, um den Schwerpunkt wieder über die Verbindungslinie zu bringen. Diese charakteristische Eigenbewegung weist einen Platzbedarf auf, der größer ist, als eine Projektion des Motorrads auf den Boden beziehungsweise in die Ebene. Diesem vergrößerten Platzbedarf des Motorrads kann so Rechnung getragen werden.

[0020] Eine Fahrbarkeit der Alternativtrajektorie kann unter Verwendung eines mathematischen Einspurmodells des Motorrads ermittelt werden. Dabei kann eine dynamische Stabilität des Motorrads unter Verwendung des Einspurmodells abgesichert werden. Wenn eine Alternativtrajektorie als fahrbar klassifiziert wird, kann das Motorrad ohne radikale Richtungsänderung und/oder Geschwindigkeitsänderung sicher auf die Alternativtrajektorie gelenkt werden. Das Einspurmodell kann ein dynamisches Verhalten des Motorrads in einem Algorithmus abbilden. Unter Verwendung des Einspurmodells kann beispielsweise überprüft werden, ob ein Kurvenradius der Alternativtrajektorie mit der gegenwärtigen Geschwindigkeit gefahren werden kann. Ebenso kann ein aufrichtendes Moment beim Bremsen berücksichtigt werden, falls in einer Kurve der Alternativtrajektorie gebremst werden soll. Durch die Betrachtung der Fahrbarkeit kann auch ein weniger geübter Fahrer das Motorrad sicher auf der Alternativtrajektorie führen.

[0021] Zum Prognostizieren der Veränderung der Freiflächen kann eine Bewegungsprognose anderer Verkehrsteilnehmer ausgeführt werden. Eine Bewe-

gungsprognose kann mögliche und/oder wahrscheinliche Bewegungen und/oder Trajektorien der Verkehrsteilnehmer mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit prognostizieren. Aktuelle Bewegungen und/oder Trajektorien der anderen Verkehrsteilnehmer im Umfeld des Motorrads können in Sensordaten erkannt und ausgewertet werden. Die Bewegungen und/oder Trajektorien können für die Bewegungsprognose innerhalb des Zeithorizonts extrapoliert werden.

[0022] Die Bewegungsprognose kann unter Verwendung von Trajektorieninformationen der anderen Verkehrsteilnehmer erstellt werden. Zumindest ein anderer Verkehrsteilnehmer kann über einen beispielsweise digitalen Kommunikationskanal Trajektorieninformationen über seine bisher gefahrene Trajektorie bereitstellen. Beispielsweise können Informationen über eine Geschwindigkeit des Verkehrsteilnehmers, eine Beschleunigung des Verkehrsteilnehmers, eine Fahrtrichtung des Verkehrsteilnehmers oder einen Lenkwinkel des Verkehrsteilnehmers in den Trajektorieninformationen enthalten sein. Die Trajektorieninformationen können auch direkt eine geplante zukünftige Trajektorie des Verkehrsteilnehmers abbilden. Durch Trajektorieninformationen kann die Bewegungsprognose mit einer hohen Genauigkeit ausgeführt werden. Die Trajektorieninformationen sind unabhängig vom Sichtfeld der Sensoren des Motorrads, wodurch sich ein größerer Sichtbereich ergibt.

[0023] Beim Erfassen des Umfelds können Lichtsignale der anderen Verkehrsteilnehmer erfasst werden. Die Bewegungsprognose kann unter Verwendung der Lichtsignale erstellt werden. Lichtsignale können beispielsweise durch Blinkleuchten, Bremsleuchten und/oder Rückfahrscheinwerfer der anderen Verkehrsteilnehmer bereitgestellt werden. Eine blinkende Blinkleuchte kann dabei einen bevorstehenden Spurwechsel ankündigen. Eine aufleuchtende Bremsleuchte kann einen Bremsvorgang anzeigen. Lichtsignale können erkannt werden, bevor eine Bewegung erkannt werden kann. Dadurch können die Veränderungen der Freiflächen besser beziehungsweise vorausschauender prognostiziert werden.

[0024] Im Konfliktfall können Warnsignale an die anderen Verkehrsteilnehmer gesendet werden. Die Warnsignale können automatisch und ohne Zutun des Fahrers gesendet werden. Warnsignale können optisch und/oder akustisch gesendet werden. Beispielsweise kann ein Scheinwerfer des Motorrads als Lichthupe verwendet werden. Ebenso können Blinkleuchten des Motorrads als Warnblinkleuchten aktiviert werden. Alternativ oder ergänzend kann ein Signalhorn des Motorrads aktiviert werden. Die Warnsignale können eine Abfolge von Impulsen aufweisen, die als künstlich erzeugt erkennbar sind. Beispielsweise können die Impulse in schneller Abfolge ge-

sendet werden. Alternativ oder ergänzend können die Impulse als auffälliges Muster gesendet werden.

[0025] Die Alternativtrajektorie kann unter Verwendung von haptischen Signalen an den Fahrer kommuniziert werden. Haptische Signale können über Kontaktpunkte des Fahrers zum Motorrad übertragen werden. Die Kontaktpunkte können beispielsweise die Lenkgriffe, das Sitzpolster, die Fußrasten und/oder Anlageflächen für die Knie sein. Die Kontaktpunkte können beispielsweise in Vibration versetzt werden. Die Vibration kann durch Impulse ergänzt oder ersetzt werden. Die haptischen Signale können als charakteristische Signalmuster bereitgestellt werden.

[0026] Die Alternativtrajektorie kann unter Verwendung von akustischen Signalen an den Fahrer kommuniziert werden. Akustische Signale können über Tonerzeuger am Motorrad bereitgestellt werden. Ebenso können akustische Signale über Lautsprecher im Helm bereitgestellt werden. Akustische Signale können Warnungen und/oder Anweisungen sein. Beispielsweise kann der Fahrer durch eine Warnung auf eine Gefahrensituation hingewiesen werden. Ebenso kann der Fahrer durch eine Anweisung zum Handeln entsprechend der Alternativtrajektorie aufgefordert werden. Haptische Signale können akustisch untermalt werden, um ihre Wirkung zu verstärken.

[0027] Die Alternativtrajektorie kann optisch an den Fahrer kommuniziert werden. Dabei kann die Alternativtrajektorie in ein Sichtfeld des Fahrers eingeblendet werden. Optische Signale können beispielsweise über Warnlampen und/oder Signallampen bereitgestellt werden. Die Warnlampen und/oder Signallampen können Teil eines Cockpits des Motorrads sein. Beispielsweise können Richtungsanzeiger des Cockpits zum Anzeigen einer Ausweichrichtung verwendet werden. Die Warnlampen und/oder Signallampen können auch zusätzlich im Cockpit angeordnet sein. Ebenso können die Warnlampen und/oder Signallampen am Helm angeordnet sein.

[0028] Die optischen Signale können ebenfalls grafisch über ein Display bereitgestellt werden. Das Display kann Teil des Cockpits sein. Ebenso kann das Display am Helm angeordnet sein oder Teil eines separaten Geräts sein. Das Display kann beispielsweise im Normalfall zur Anzeige von Navigationsinformationen verwendet werden.

[0029] Die Alternativtrajektorie kann unter Verwendung von Karteninformationen des Umfelds ermittelt werden. Die Alternativtrajektorie kann vorausliegende Gefahrenstellen berücksichtigen. Beispielsweise kann ein Kurvenradius einer vorausliegenden Kurve berücksichtigt werden und beispielsweise ein Bremsvorgang anstatt eines theoretisch möglichen

Beschleunigungsvorgangs als Teil der Ausweichtrajektorie verwendet werden

[0030] Das Motorrad kann dazu angesteuert werden der Alternativtrajektorie zu folgen, wenn der Fahrer innerhalb eines Reaktionszeitraums keine Reaktion auf die Kommunikation zeigt. Ein Ansteuern des Motorrads kann einen Beschleunigungsvorgang oder Bremsvorgang und/oder einen Lenkvorgang ansteuern. Der Lenkvorgang kann dabei durch einen Lenkaktor angesteuert werden, über den ein Lenkwinkel des Vorderrads eingestellt werden kann. Der Bremsvorgang kann am Bremssystem des Motorrads angesteuert werden. Der Beschleunigungsvorgang kann über die Motorsteuerung des Motorrads angesteuert werden. Während des Reaktionszeitraums kann die Alternativtrajektorie fortlaufend aktualisiert werden, um auf die Veränderungen der Freifläche sicher reagieren zu können. Wenn der Fahrer selbst die Kontrolle übernimmt kann das Ansteuern abgebrochen werden. Die Kommunikation kann jedoch über alle möglichen Kommunikationswege aufrecht gehalten werden, um den Fahrer weiterhin auf die Alternativtrajektorie hinzuweisen.

[0031] Das Verfahren kann beispielsweise in Software oder Hardware oder in einer Mischform aus Software und Hardware beispielsweise in einem Steuergerät implementiert sein.

[0032] Der hier vorgestellte Ansatz schafft ferner eine Vorrichtung, die dazu ausgebildet ist, um die Schritte einer Variante des hier vorgestellten Verfahrens in entsprechenden Einrichtungen durchzuführen, anzusteuern bzw. umzusetzen.

[0033] Die Vorrichtung kann ein elektrisches Gerät mit zumindest einer Recheneinheit zum Verarbeiten von Signalen oder Daten, zumindest einer Speichereinheit zum Speichern von Signalen oder Daten, und zumindest einer Schnittstelle und/oder einer Kommunikationsschnittstelle zum Einlesen oder Ausgeben von Daten, die in ein Kommunikationsprotokoll eingebettet sind, sein. Die Recheneinheit kann beispielsweise ein Signalprozessor, ein sogenannter System-ASIC oder ein Mikrocontroller zum Verarbeiten von Sensorsignalen und Ausgeben von Datensignalen in Abhängigkeit von den Sensorsignalen sein. Die Speichereinheit kann beispielsweise ein Flash-Speicher, ein EPROM oder eine magnetische Speichereinheit sein. Die Schnittstelle kann als Sensorschnittstelle zum Einlesen der Sensorsignale von einem Sensor und/oder als Aktorschnittstelle zum Ausgeben der Datensignale und/oder Steuersignale an einen Aktor ausgebildet sein. Die Kommunikationsschnittstelle kann dazu ausgebildet sein, die Daten drahtlos und/oder leitungsgebunden einzulesen oder auszugeben. Die Schnittstellen können auch Softwaremodule sein, die beispielsweise auf einem Mikrocontroller neben anderen Softwaremodulen vorhanden sind.

[0034] Von Vorteil ist auch ein Computerprogrammprodukt oder Computerprogramm mit Programmcode, der auf einem maschinenlesbaren Träger oder Speichermedium wie einem Halbleiterspeicher, einem Festplattenspeicher oder einem optischen Speicher gespeichert sein kann und zur Durchführung, Umsetzung und/oder Ansteuerung der Schritte des Verfahrens nach einer der vorstehend beschriebenen Ausführungsformen verwendet wird, insbesondere wenn das Programmprodukt oder Programm auf einem Computer oder einer Vorrichtung ausgeführt wird.

[0035] Es wird darauf hingewiesen, dass einige der möglichen Merkmale und Vorteile der Erfindung hierin mit Bezug auf unterschiedliche Ausführungsformen beschrieben sind. Ein Fachmann erkennt, dass die Merkmale der Vorrichtung und des Verfahrens in geeigneter Weise kombiniert, angepasst oder ausgetauscht werden können, um zu weiteren Ausführungsformen der Erfindung zu gelangen.

Figurenliste

[0036] Nachfolgend werden Ausführungsformen der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben, wobei weder die Zeichnungen noch die Beschreibung als die Erfindung einschränkend auszulegen sind.

Fig. 1 zeigt eine Darstellung eines Motorrads mit einer Vorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel;

Fig. 2 zeigt eine Darstellung eines Motorrads mit einer Vorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel in einer Gasse zwischen anderen Fahrzeugen;

Fig. 3 zeigt eine Darstellung eines Motorrads mit einer Vorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel in einer Gasse mit einem in die Gasse einscherenenden Fahrzeug; und

Fig. 4 zeigt eine Darstellung eines Motorrads mit einer Vorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel auf einer in der Vorrichtung ermittelten Ausweichtrajektorie.

[0037] Die Figuren sind lediglich schematisch und nicht maßstabsgetreu. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen in den Figuren gleiche oder gleichwirkende Merkmale.

Ausführungsformen der Erfindung

[0038] **Fig. 1** zeigt eine Darstellung eines Motorrads **100** mit einer Vorrichtung **102** gemäß einem Ausführungsbeispiel. Das Motorrad **100** weist hier eine nach vorne ausgerichtete Kamera **104** auf. Die Kamera **104** erfasst einen Ausschnitt eines Umfelds **106** des Motorrads **100** und bildet ihn in einer Umfeldinforma-

tion **108** ab. Die Vorrichtung **102** liest die Umfeldinformation **108** ein und wertet diese in einer Auswerteeinrichtung **110** der Vorrichtung **102** aus. Dabei werden unter Verwendung von Algorithmen des maschinellen Sehens Objekte **112** im Umfeld **106** erkannt.

[0039] Unter Verwendung der erkannten Objekte werden nutzbare Freiflächen **114** zwischen den Objekten **112** erkannt und in einer Freiflächeninformation **116** abgebildet. Aus einer Veränderung der Freiflächen **114** in einem zurückliegenden Zeitraum, also aus zumindest zwei mit einem Zeitversatz zueinander erstellten Freiflächeninformationen **116**, prognostiziert eine Prognoseeinrichtung **118** der Vorrichtung **102** eine wahrscheinliche zukünftige Veränderung **120** der Freiflächen **114** in einem zukünftigen Zeitraum. Die Zeiträume können dabei beispielsweise wenige Sekunden umfassen.

[0040] Die Prognoseeinrichtung **118** prognostiziert weiterhin eine wahrscheinliche zukünftige Trajektorie **122** des Motorrads **100** in dem zukünftigen Zeitraum unter Verwendung einer beispielsweise in dem zurückliegenden Zeitraum erfassten aktuellen Trajektorie **124** des Motorrads **100**. Die aktuelle Trajektorie **124** kann beispielsweise über Sensoren am Motorrad **100** erfasst werden.

[0041] In einer Auswerteeinrichtung **126** der Vorrichtung **102** werden die Veränderung **120** und die zukünftige Trajektorie **122** auf Konflikte **128** ausgewertet. Die Auswerteeinrichtung **126** zeigt den Konflikt **128** als Konfliktfall **130** an. Im Konfliktfall **130** wird in einer Ermittlungseinrichtung **132** der Vorrichtung **102** unter Verwendung der Freiflächeninformation **116** zumindest eine konfliktfreie Alternativtrajektorie **134** für das Motorrad **100** ermittelt. Die Alternativtrajektorie **134** wird in einer Trajektorieninformation **136** abgebildet und über ein Kommunikationssystem **138** der Vorrichtung **102** beziehungsweise des Motorrads **100** an einen Fahrer **140** des Motorrads **100** kommuniziert.

[0042] In einem Ausführungsbeispiel ist die Kamera **104** als Helmkamera des Fahrers **140** ausgeführt. Die Helmkamera erfasst ebenso einen Ausschnitt des Umfelds **106** in der Umfeldinformation. Dabei ist jedoch der Ausschnitt variabel, also abhängig von einer Kopfstellung des Fahrers **140**.

[0043] In einem Ausführungsbeispiel ist das Kommunikationssystem **138** dazu ausgebildet, als ein Kommunikationsweg haptische Signale für den Fahrer **140** bereitzustellen. Dazu sind an mindestens zwei Kontaktpunkten zwischen dem Fahrer **140** und dem Motorrad **100** Geber für Vibrationen und/oder Impulse angeordnet. Beispielsweise sind Geber des Kommunikationssystems **138** an beiden Lenkergriffen des Motorrads **100** angeordnet. Alternativ oder ergänzend können Geber paarweise an den Fußras-

ten und/oder seitlich am Tank angeordnet sein. Über Vibrationen und/oder Impulse am rechten oder linken Geber kann eine Richtung der Alternativtrajektorie **134** kommuniziert werden. Warnungen können an beiden Gebern gleichzeitig ausgegeben werden. Auch eine Sitzfläche des Motorrads kann über einen oder mehrere Geber Impulse und/oder Vibrationen auf den Fahrer übertragen. Die Vibrationen und/oder Impulse können beispielsweise so lange ausgegeben werden, bis der Fahrer **140** auf der Alternativtrajektorie **134** fährt.

[0044] In einem Ausführungsbeispiel ist das Kommunikationssystem **138** dazu ausgebildet, als ein Kommunikationsweg akustische Signale für den Fahrer **140** bereitzustellen. Dazu kann das Motorrad **100** beispielsweise einen auf den Fahrer **140** ausgerichteten Lautsprecher aufweisen. Ebenso können die akustischen Signale über Kopfhörer im Helm des Fahrers **140** bereitgestellt werden. Dazu kann beispielsweise ein Kopfhörerkabel des Helms am Motorrad **100** angesteckt werden. Vorteilhafterweise können die akustischen Signale drahtlos an den Kopfhörer übertragen werden. Die akustischen Signale können Töne oder Tonfolgen sein. Ebenso können die akustischen Signale gesprochene Anweisungen beziehungsweise Warnungen sein. Die akustischen Signale können in Kombination mit haptischen und/oder optischen Signalen bereitgestellt werden.

[0045] In einem Ausführungsbeispiel ist das Kommunikationssystem **138** dazu ausgebildet, als ein Kommunikationsweg optische Signale für den Fahrer **140** bereitzustellen. Beispielsweise ist in einem Cockpit des Motorrads **100** zumindest eine Signalleuchte angeordnet. Die Signalleuchte kann aufleuchten, blinken und/oder die Farbe wechseln. Bei paarweise links und rechts verbauten Signalleuchten kann eine Richtung der Alternativtrajektorie **134** angezeigt werden. Die Signalleuchten können auch im oder am Helm des Fahrers **140** angeordnet sein. Analog zu den Kopfhörern können die Signalleuchten kabelgebunden oder kabellos angesteuert werden.

[0046] In einem Ausführungsbeispiel weist das Kommunikationssystem **138** ein Display zum Anzeigen der Trajektorieninformation **136** auf. Die Trajektorieninformation **136** und weitere Informationen können auf dem Display grafisch dargestellt werden. Das Display kann dabei fest in das Cockpit integriert sein und auch als Head-Up Display ausgeführt sein. Ebenso kann als Display ein externes Gerät, wie ein im Blickfeld des Fahrers **140** angeordnetes Navigationsgerät verwendet werden. Das Display kann aber auch in den Helm integriert sein.

[0047] In einem Ausführungsbeispiel weist das Motorrad eine weitere Kamera auf, die auf den Fahrer **140** gerichtet ist. Über diese Kamera wird eine Blickrichtung des Fahrers **140** erfasst. So kann ermittelt

werden, ob der Fahrer **140** die Trajektorieninformation **136** registriert hat beziehungsweise den Konflikt **128** erkannt hat. Wenn der Fahrer **140** die Trajektorieninformation **136** und/oder den bevorstehenden Konflikt nicht erkannt hat, kann die Trajektorieninformation **136** mit einer höheren Dringlichkeit kommuniziert werden. Beispielsweise kann die Trajektorieninformation **136** zeitgleich auf mehreren der oben genannten Kommunikationswege kommuniziert werden.

[0048] In einem Ausführungsbeispiel wird zum prognostizieren der Trajektorie **122** eine charakteristische Eigenbewegung des Motorrads **100** berücksichtigt. Durch die Eigenbewegung kann ein Raumbedarf des Motorrads **100** auf der Trajektorie **122** so prognostiziert werden, dass bei der Konfliktbetrachtung in der Auswerteeinrichtung **126** ausreichend Sicherheitsabstand zu den erkannten Objekten **112** eingehalten werden kann.

[0049] In einem Ausführungsbeispiel wird die Alternativtrajektorie **134** unter Verwendung eines mathematischen Einspurmodells des Motorrads **100** auf ihre Fahrbarkeit überprüft. So kann sichergestellt werden, dass das Motorrad **100** die Alternativtrajektorie **134** ohne radikale Geschwindigkeitsänderungen und/oder radikale Richtungsänderungen und ohne Stabilitätsverlust befahren kann. Wenn die Fahrbarkeit unter einem Schwellenwert liegt, wird die Alternativtrajektorie verworfen und nicht an den Fahrer **140** kommuniziert. Dann wird eine andere Alternativtrajektorie **134** ermittelt, überprüft und kommuniziert.

[0050] **Fig. 2** zeigt eine Darstellung eines Motorrads **100** mit einer Vorrichtung **102** gemäß einem Ausführungsbeispiel in einer Gasse **200** zwischen anderen Fahrzeugen **202**. Das Motorrad **100** entspricht dabei im Wesentlichen dem Motorrad in **Fig. 1**. Das Motorrad **100** fährt auf einer Richtungsfahrbahn mit zumindest zwei Fahrstreifen in der Gasse **200** zwischen zwei Kolonnen **204** Fahrzeuge **202**. Die Fahrzeuge **202** werden von der Vorrichtung **102** als Objekte erkannt, während die Gasse **200** als Freifläche zwischen den Objekten erkannt wird. Das Motorrad **100** fährt mit einer geringfügig höheren Geschwindigkeit als die Fahrzeuge **202** durch die Gasse **200**.

[0051] Die Vorrichtung **102** führt eine Bewegungsprognose für die Fahrzeuge **202** im Erfassungsbereich der Kamera durch. Dabei wird aus Trajektorieninformationen der Fahrzeuge **202**, also einer aktuellen Bewegungsrichtung beziehungsweise Änderung der Bewegungsrichtung und einer aktuellen Geschwindigkeit beziehungsweise einer aktuellen Änderung der Geschwindigkeit der Fahrzeuge **202** auf eine zukünftige Bewegungsrichtung und zukünftige Geschwindigkeit der Fahrzeuge **202** geschlossen. So kann eine Entwicklung der Abstände zwischen den Fahrzeugen **202** prognostiziert werden.

[0052] **Fig. 3** zeigt eine Darstellung eines Motorrads **100** mit einer Vorrichtung **102** gemäß einem Ausführungsbeispiel in einer Gasse **200** mit einem in die Gasse **200** einscharenden Fahrzeug **202**. Die Darstellung entspricht im Wesentlichen der Darstellung in **Fig. 2**. Hier schert ein Fahrzeug **202** aus der linken Kolonne **204** vor dem Motorrad **100** in die Gasse **200**. Die Vorrichtung **102** erkennt den bevorstehenden Konflikt **128** und ermittelt Alternativtrajektorien **134**. Dabei besteht die Möglichkeit zu beschleunigen und so noch an dem aus der Kolonne **204** ausscherenden Fahrzeug **202** vorbei zu kommen, abzubremsen und sich hinter dem ausscherenden Fahrzeug **202** einzureihen oder seitlich in Richtung der anderen Kolonne **204** auszuweichen. Die Möglichkeit des Ausweichens ergibt sich dadurch, dass sich in der rechten Kolonne **204** gerade eine Lücke **300** rechts neben dem Motorrad **100** öffnet, da ein Fahrzeug **202** in der rechten Kolonne **204** seinen Abstand zum Vordermann vergrößert.

[0053] **Fig. 4** zeigt eine Darstellung eines Motorrads **100** mit einer Vorrichtung **102** gemäß einem Ausführungsbeispiel auf einer in der Vorrichtung **102** ermittelten Ausweichtrajektorie. Die Darstellung entspricht dabei im Wesentlichen der Darstellung in **Fig. 3**. Hier ist das Fahrzeug **202** in die Gasse **200** eingeschert und blockiert die Gasse **200**.

[0054] In einem Ausführungsbeispiel hat die Vorrichtung **102** den Fahrer aufgefordert zu bremsen. Dadurch fährt das Motorrad **100** jetzt hinter dem eingescherten Fahrzeug **202**.

[0055] In einem Ausführungsbeispiel hat die Vorrichtung **102** den Fahrer aufgefordert, nach rechts in Lücke **300** auszuweichen. Dadurch hat sich der Fahrer in die rechte Kolonne **204** eingereiht. Alternativ kann der Fahrer auch durch die Lücke **300** fahren, um auf die rechte Seite der rechten Kolonne **204** zu gelangen und seine Fahrt dort fortzusetzen.

[0056] Mit anderen Worten zeigen die **Fig. 1** bis **Fig. 4** einen vorausschauenden Two-Wheeler Assistent zur Kollisionsvermeidung bei Fahrtrichtungswechseln von beteiligten Verkehrsteilnehmern.

[0057] Motorräder sind agiler, schmaler, haben variablere und vielfältigere Trajektorien als Pkw und werden oft von Pkw-Fahrern nicht oder zu spät erkannt. Insbesondere das Gassenfahren und das Durchschlängeln in dichtem Verkehr birgt hohe Unfallrisiken, da rückwärtige Motorräder und deren Fahrer oft nicht oder zu spät von den Pkw-Fahrern wahrgenommen werden. Ähnlich riskant sind mehrspurige Straßen im Stadtverkehr. Hier fahren die Fahrzeuge oft mit ähnlicher Geschwindigkeit nebeneinander her. Oftmals hat es ein Pkw-Fahrer eilig und fährt auf der vermeintlich schnelleren linken Spur. Fließt der Verkehr auf der rechten Spur aber doch schneller,

gerät ein Motorrad-Fahrer leicht in den toten Winkel. Der gehetzte Pkw-Fahrer möchte die nächste Ausfahrt nehmen und übersieht das Motorrad. (Beispiel: B14 im Zentrum von Stuttgart.)

[0058] Durch den hier vorgestellten Ansatz können Unfälle von Motorrädern mit anderen Fahrzeugen im Straßenverkehr vermieden werden.

[0059] Dazu wird der Motorradfahrer vorausschauend und rechtzeitig vor in die zukünftige prognostizierte Trajektorie des Motorrads einschwerenden bzw. querenden Fahrzeugen gewarnt. Optional je nach Ausführungsbeispiel mit zusätzlichen unfallvermeidenden Systemeingriffen am Motorrad und/oder den beteiligten Fahrzeugen.

[0060] Der Vorteil des hier vorgestellten Ansatzes liegt in einer weiteren Verringerung von schweren Motorradunfällen und damit einem geringeren Verletzungsrisiko der Motorradfahrer.

[0061] Mittels nach vorn in Fahrtrichtung ausgerichteter Kamera und maschinellem Sehen (Verfahren und Algorithmen zur Merkmalsextraktion, Objekterkennung und Klassifikation) können Fahrzeuge, Fahrzeuglichtsignale, Verkehrszeichen / Ampeln und Fahrbahnmarkierungen, Infrastruktur (Gebäude, Brücken, Geländer, Fahrbahnen, Gehsteige, usw.), Personen usw. maschinell in Echtzeit erkannt werden.

[0062] Mit diesen Informationen ist eine Freiflächen-erkennung befahrbarer Bereiche z.B. in Fahrtrichtung möglich. In diese Bereiche kann ein Fahrzeug hineinfahren bzw. in diese Bereiche ausweichen, ohne mit anderen Objekten zu kollidieren. Hier ausgewertete Freiflächen beziehen Bereiche zwischen Fahrzeugen längs und quer der Fahrtrichtung bzw. prognostizierten Trajektorie des Motorrads mit ein.

[0063] In/auf diese Freiflächen können aus der jeweiligen Kinematik und Dynamik des Motorrads und der anderen Fahrzeuge diejenigen Trajektorien prognostiziert werden, die eine Wahrscheinlichkeit bzw. ein Risiko des Zusammentreffens von Fahrzeugen bzw. Überschneidens der Trajektorien aufzeigen.

[0064] Da insbesondere bei engen Fahrgassen (Gassenfahren) und/oder Fahrzeugabständen (Durchschlängeln) auch das nicht ausreichend für Motorrad und Fahrer sein kann, werden Indikatoren für wahrscheinlich bevorstehende Änderungen der Freiflächen und Änderungen der prognostizierten Trajektorien der anderen Fahrzeuge erkannt. Hierbei sind insbesondere wahrscheinliche Verringerungen der Fahrgassenbreite und/oder Verringerung der Fahrzeugabstände von Interesse.

[0065] Beispielsweise können spontane Änderungen in der Pose der Fahrzeuge auf eine Änderung

der prognostizierten Trajektorien der Fahrzeuge hindeuten. Die Änderungen können mittels maschinellem Sehen erkannt werden.

[0066] Werden bspw. aktive Blinker der Fahrzeuge entlang der prognostizierten Fahrgasse des Motorrads mittels maschinellem Sehen erfasst, so kann eine Änderung der prognostizierten Trajektorien der blinkenden Fahrzeuge in Blinkrichtung bevorstehen.

[0067] Aus den prognostizierten Freiflächen und der Trajektorie des Motorrads kann abgeleitet werden, ob ein komfortables und sicheres Befahren und/oder Beschleunigen und/oder Bremsen noch möglich ist. Wenn nicht können mittels automatisch aktivierter Licht und/oder Hupe des Motorrads die Fahrer der anderen Fahrzeuge entlang der prognostizierten Trajektorie des Motorrads gewarnt werden. Dem Fahrer des Motorrads kann die Freifläche nach vorn mindestens aber entlang der prognostizierten Trajektorie des Motorrads und eine komfortable und sichere Route angezeigt werden. Je nach Dynamik der Freiflächen-änderung kann eine Empfehlung auf Beschleunigen (die Freifläche reicht demnächst nicht aus ist aber bei höherer Geschwindigkeit noch passierbar) oder Bremsen (Freifläche ist nicht ausreichend) erfolgen.

[0068] Zudem können auch haptische und/oder visuelle und/oder akustische Signale den Motorradfahrer unterstützen. Ist bspw. ein Ausweichen des Motorrads nur noch nach links kollisionsfrei möglich so kann durch Vibrationen ein Hinweis erfolgen und/oder durch grüne LED links und/oder rote LED rechts der Motorradfahrer in einer schnellen Entscheidung unterstützt werden.

[0069] In einem Ausführungsbeispiel ist auf dem Motorrad eine Freiflächen-erkennung um das Motorrad herum implementiert (zusätzlich seitlich und nach hinten). Dadurch kann dem Motorradfahrer angezeigt werden, dass dieser spontaner lenken / ausweichen kann ohne erst in den Spiegel zu sehen / Schulterblick/ Umdrehen sich orientieren muss usw. um nicht mit dem Parallel und rückwärtigen Verkehr zu kollidieren (schnellere Reaktionszeiten).

[0070] Aus einer prädiktiven Trajektorien-schätzung und mittels maschinellem Sehen erkannter Verkehrszeichen und Fahrbahnmarkierungen usw. können auch beginnende Fahrspurwechsel und Richtungsänderungen von Fahrzeugen abgeschätzt werden auch ohne dass die Fahrzeuge blinken (z.B. Fahrer die nicht Blinken und nicht Schauen) und akustische und/oder Licht- Signale angewendet werden, um die jeweiligen Fahrer zu warnen.

[0071] Im Prinzip können alle seitlichen und rückwärts gerichteten abstandsmessenden und objekterkennenden Sensoren genutzt werden um die Freiflächen und Objekte um das Fahrzeug herum zu erken-

nen. So kann der nach hinten gerichtete Ultraschallsensor bzw. Radar den Abstand zum nächst hinteren Fahrzeug bestimmen und die seitlichen nach hinten gerichteten Kameras z.B. des Spiegelerersatzsystems und/oder des Surround View Systems (360°) einen seitlich von hinten kommendes Motorrad erkennen.

[0072] Ein zu enger Abstand zwischen den Fahrzeugen kann seitlich der Fahrzeuge außen angezeigt werden, so dass der Motorradfahrer erkennt, dass ein Hindurchschlängeln durch die Kolonne nicht möglich ist.

[0073] Ein seitlich von hinten herannahender Motorradfahrer kann dem Fahrer des Fahrzeugs im Spiegel und/oder den Anzeigen im Fahrzeug angezeigt bzw. signalisiert werden, sodass dieser gewarnt bzw. aufmerksam ist, wenn er in die Fahrgasse bzw. prognostizierte Trajektorie des Motorrades fahren will.

[0074] Verfügt das Fahrzeug über eine Driver Monitoring Kamera, so kann noch erkannt werden ob der Fahrer die Warnungen gesehen und wahrgenommen hat und/oder im Spiegel oder rückwärtige und/oder seitliche Videos gesehen und wahrgenommen hat. Vorteilhaft sind Driver Monitoring Kameras die eine 360° Innensicht auf den Fahrer abdecken, wodurch ein Fahrerblick bzw. Kopfrichtung bzw. Blickrichtung dann auch seitlich und nach hinten gut zu detektieren wäre (Schulterblick). Hat der Fahrer den Motorradfahrer nicht wahrgenommen, so kann dies seitlich der Fahrzeuge angezeigt werden, so dass der seitlich von hinten kommende Motorradfahrer gewarnt ist.

[0075] Existiert eine V2V Kommunikation zwischen Motorrad und Fahrzeug(en), so können Positionen, Posen, prognostizierte Trajektorien, geplante Routen, Abstände, Annäherungsgeschwindigkeiten, Treffzeiten usw. untereinander ausgetauscht werden. Die äußeren sichtbaren Signalisierungen können zumindest für die vernetzten Fahrzeuge und Motorräder entfallen.

[0076] Weiterführend ist auch eine Kommunikation über eine Cloud denkbar, in der alle Informationen in einer Karte fusioniert werden können. Diese fusionierte Karte ist dann allen Nutzern zugänglich. Aus den in der Cloud auf Basis der fusionierten Informationen prognostizierten Trajektorien und Freiflächen können dann die Warnungen an die nutzenden Motorradfahrer und/oder Fahrzeugfahrer gesendet werden. Die Anzeige kann dabei je nach verwendeter Anzeigetechnologie durch Warnlampen bis zur Darstellung der Freifläche auf einem Display und/oder Smart Glasses oder „Smart Visier“ (transparente holographische Anzeige im Visier des Helms) mit farblich markierten Gefahrenbereichen und/oder Trajektorien und/oder „Augmented Reality“ (überlagerten Symbolen und/oder Hervorhebungen und/oder Markierungen usw.) erfolgen.

[0077] Verfügt auch das Motorrad bzw. der Helm bzw. die Brille des Motorradfahrers über eine Driver Monitoring Kamera, so kann noch erkannt werden ob der Motorradfahrer die Warnungen gesehen und wahrgenommen hat und/oder im Spiegel oder rückwärtige und/oder seitliche Videos gesehen und wahrgenommen hat. Vorteilhaft sind Driver Monitoring Kameras die im Helm bzw. Brille wodurch ein Fahrerblick bzw. Kopfrichtung bzw. Blickrichtung dann auch seitlich und nach hinten gut zu detektieren wäre (Schulterblick). Hat der Motorradfahrer den Fahrzeugfahrer nicht wahrgenommen, so kann dies außen am Motorrad angezeigt werden, so dass die anderen Verkehrsteilnehmer z.B. ein die Fahrtrichtung bzw. Fahrspur ändernder Fahrzeugfahrer gewarnt sind.

[0078] Wenn durch das Motorrad z.B. eine leichte Drift des Fahrzeugs nach links erkannt wird und die prognostizierte Trajektorie des Fahrzeugs die Trajektorie des Motorrades zukünftig kollidiert aber die Routenplanung und/oder Richtungsanzeige / Blinker rechts aktiv ist und der elektronische Horizont zu dieser prognostizierten Trajektorie des Fahrzeugs eine Fahrtrichtungsänderung aber nach rechts vorher sagt, dann kann die Warnung unterbleiben solange bis eine deutlichere Änderung der Trajektorie nach links erfolgt (Fahren entgegen der Planung und/oder Blinkens) und/oder die Fahrgasse / Freifläche keinen ausreichend Platz für das Motorrad aufweist und/oder ein notwendiger Bremsweg droht unterschritten zu werden.

[0079] Die aktuellen und prädizierten Informationen von drohenden Kollisionen, Überschneidungen von Trajektorien, nicht ausreichenden Freiflächen (Fahrgassen, Fahrzeuglücken) usw. können auch dazu genutzt werden, um Bremsvorgänge und/oder Lenkvorgänge einzuleiten bzw. zu verstärken.

[0080] Ist bspw. ein Ausweichen des Motorrads in Freiflächen nur noch nach links kollisionsfrei möglich so kann durch größere Lenkwiderstände nach rechts der Motorradfahrer in einer schnellen Entscheidung (spontanes und schnelles Lenken bzw. Ausweichen) unterstützt werden.

[0081] Ist bspw. ein eingeleiteter Bremsvorgang prognostiziert nicht ausreichend um eine Kollision zu verhindern, so kann autonom die Bremskraft verstärkt werden.

[0082] Die Fahrtrichtungsanzeigen / Blinker können automatisch gesetzt werden.

[0083] Die Hupe kann als akustisches Warnsignal automatisch ausgelöst werden, ggf. durch einen bestimmten Rhythmus, der nicht manuell erzeugt werden kann, z. B. schnell aufeinanderfolgende kurze

Töne. Somit kann das automatische Hupen vom manuellen unterschieden werden.

[0084] Der hier vorgestellte Ansatz hilft insbesondere beim zuvor durch den Fahrer des Fahrzeugs nicht orientierten und nicht angezeigten Hinüberziehen in die Trajektorie / Freifläche des Motorrades potentielle Unfälle zu vermeiden (Unfälle durch „Rüberziehen“, „Davorsetzen“, „Schneiden“, „Lückenschließen“ usw.)

[0085] Abschließend ist darauf hinzuweisen, dass Begriffe wie „aufweisend“, „umfassend“, etc. keine anderen Elemente oder Schritte ausschließen und Begriffe wie „eine“ oder „ein“ keine Vielzahl ausschließen. Bezugszeichen in den Ansprüchen sind nicht als Einschränkung anzusehen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Motorrades (100), wobei ein Umfeld (106) des Motorrades (100) erfasst wird und für das Motorrad (100) nutzbare Freiflächen (114) im Umfeld (106) erkannt werden, wobei eine Veränderung der Freiflächen (114) und eine Trajektorie (122) des Motorrades (100) prognostiziert und auf Konflikte (128) ausgewertet werden, wobei in einem Konfliktfall (130) eine konfliktfreie Alternativtrajektorie (134) für das Motorrad (100) ermittelt und einem Fahrer (140) des Motorrades (100) kommuniziert wird.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, bei dem zum Prognostizieren der Veränderung der Freiflächen (114) und/oder zum Prognostizieren der Trajektorie (122) eine charakteristische Eigenbewegung des Motorrades (100) berücksichtigt wird.

3. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem eine Fahrbarkeit der Alternativtrajektorie (134) unter Verwendung eines mathematischen Einspurmodells des Motorrades ermittelt wird.

4. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem zum Prognostizieren der Veränderung der Freiflächen (114) eine Bewegungsprognose anderer Verkehrsteilnehmer ausgeführt wird.

5. Verfahren gemäß Anspruch 4, bei dem die Bewegungsprognose unter Verwendung von Trajektorieninformationen der anderen Verkehrsteilnehmer erstellt wird.

6. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 4 bis 5, bei dem beim Erfassen des Umfelds (106) Lichtsignale der anderen Verkehrsteilnehmer erfasst werden und die Bewegungsprognose unter Verwendung der Lichtsignale erstellt wird.

7. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem im Konfliktfall Warnsignale an die anderen Verkehrsteilnehmer gesendet werden.

8. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Alternativtrajektorie (134) unter Verwendung von haptischen Signalen an den Fahrer (140) kommuniziert wird.

9. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Alternativtrajektorie (134) optisch an den Fahrer (140) kommuniziert wird.

10. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Alternativtrajektorie (134) unter Verwendung von Karteninformationen des Umfelds (106) ermittelt wird.

11. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Motorrad (100) dazu angesteuert wird der Alternativtrajektorie (134) zu folgen, wenn der Fahrer (140) innerhalb eines Reaktionszeitraums keine Reaktion auf die Kommunikation zeigt.

12. Vorrichtung (102), wobei die Vorrichtung (102) dazu ausgebildet ist, das Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche in entsprechenden Einrichtungen auszuführen, umzusetzen und/oder anzusteuern.

13. Computerprogrammprodukt, das dazu eingerichtet ist, einen Prozessor bei Ausführung des Computerprogrammprodukts dazu anzuleiten, das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11 auszuführen, umzusetzen und/oder anzusteuern.

14. Maschinenlesbares Speichermedium, auf dem das Computerprogrammprodukt gemäß Anspruch 13 gespeichert ist.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

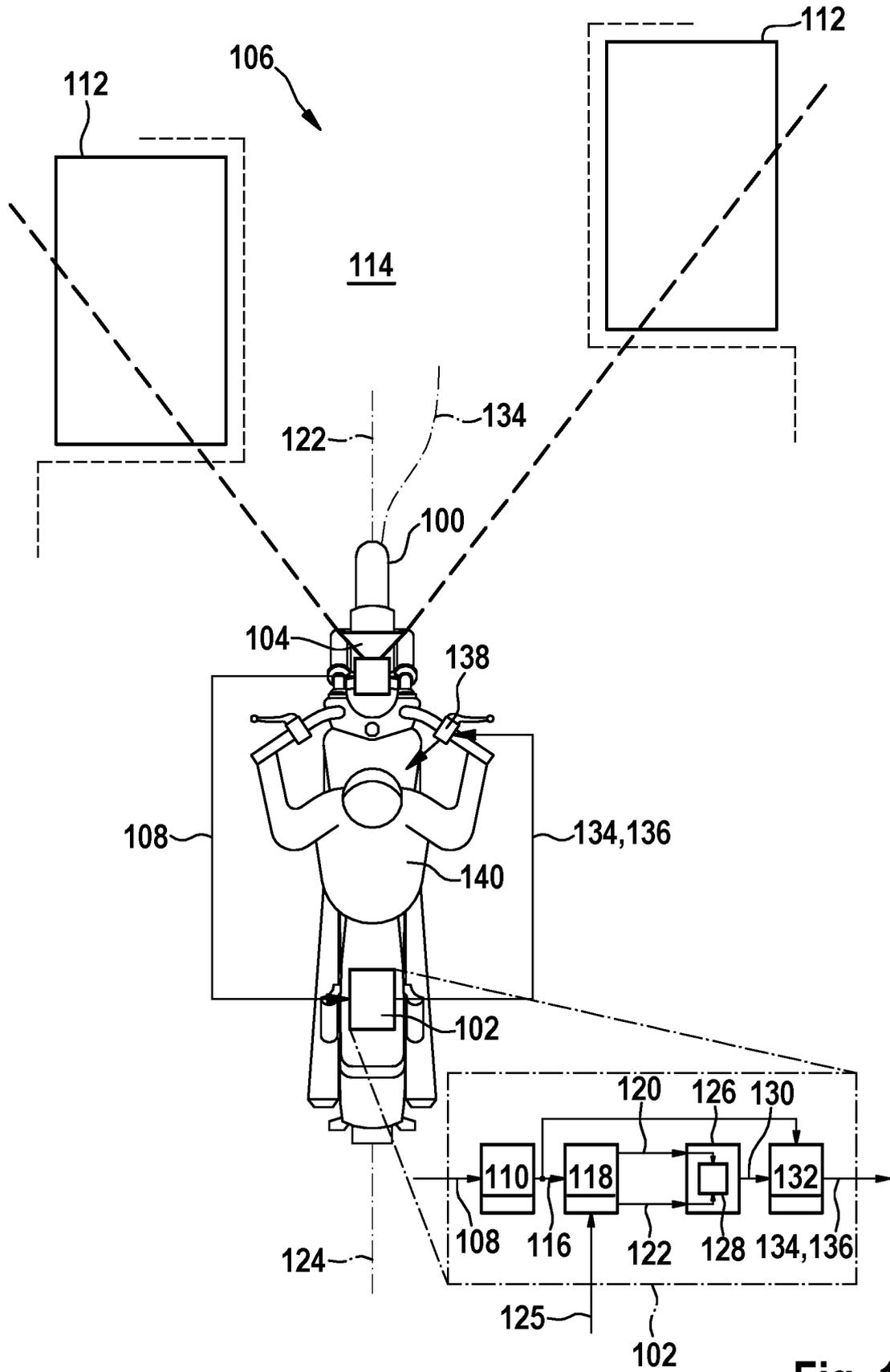


Fig. 1

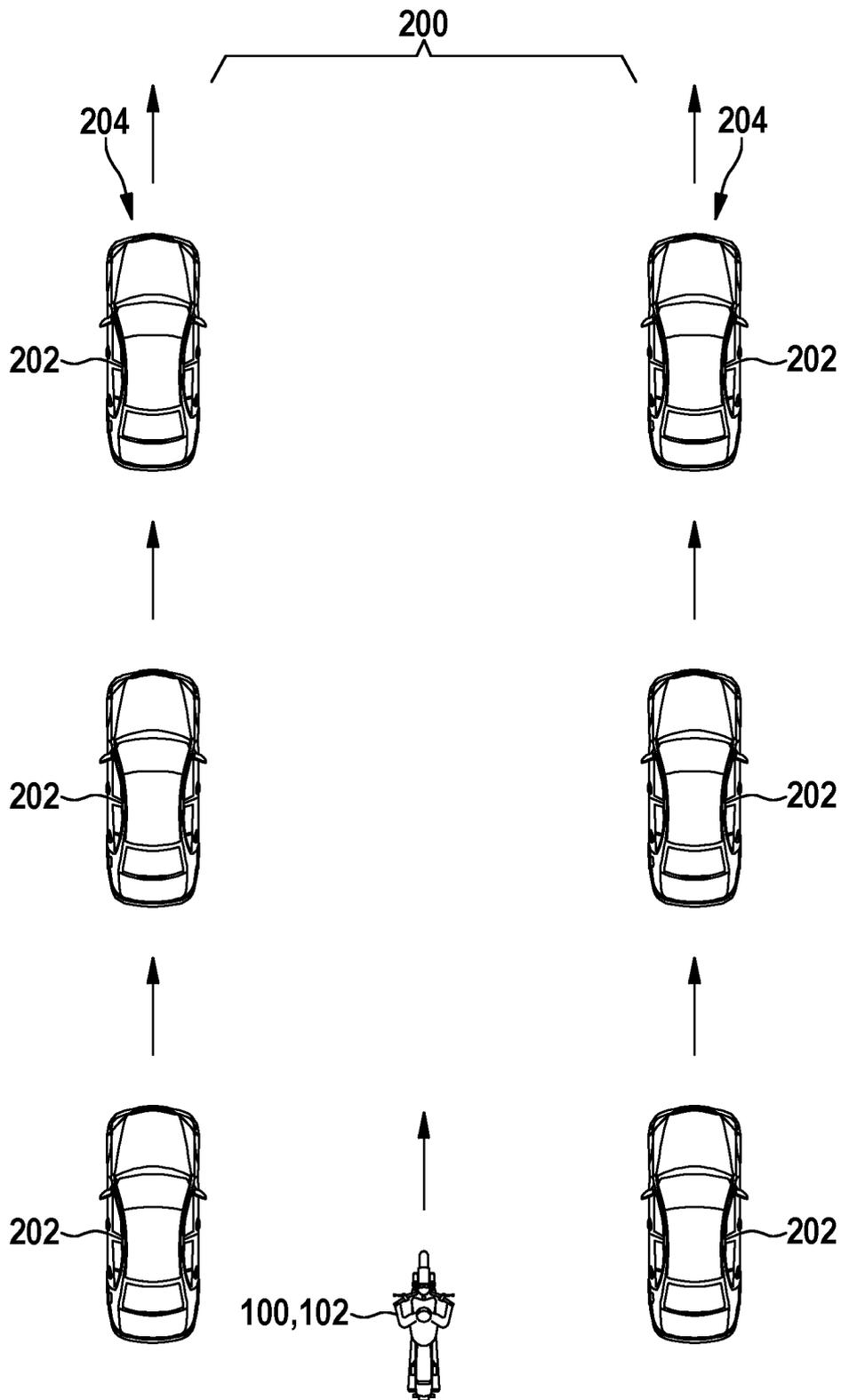


Fig. 2

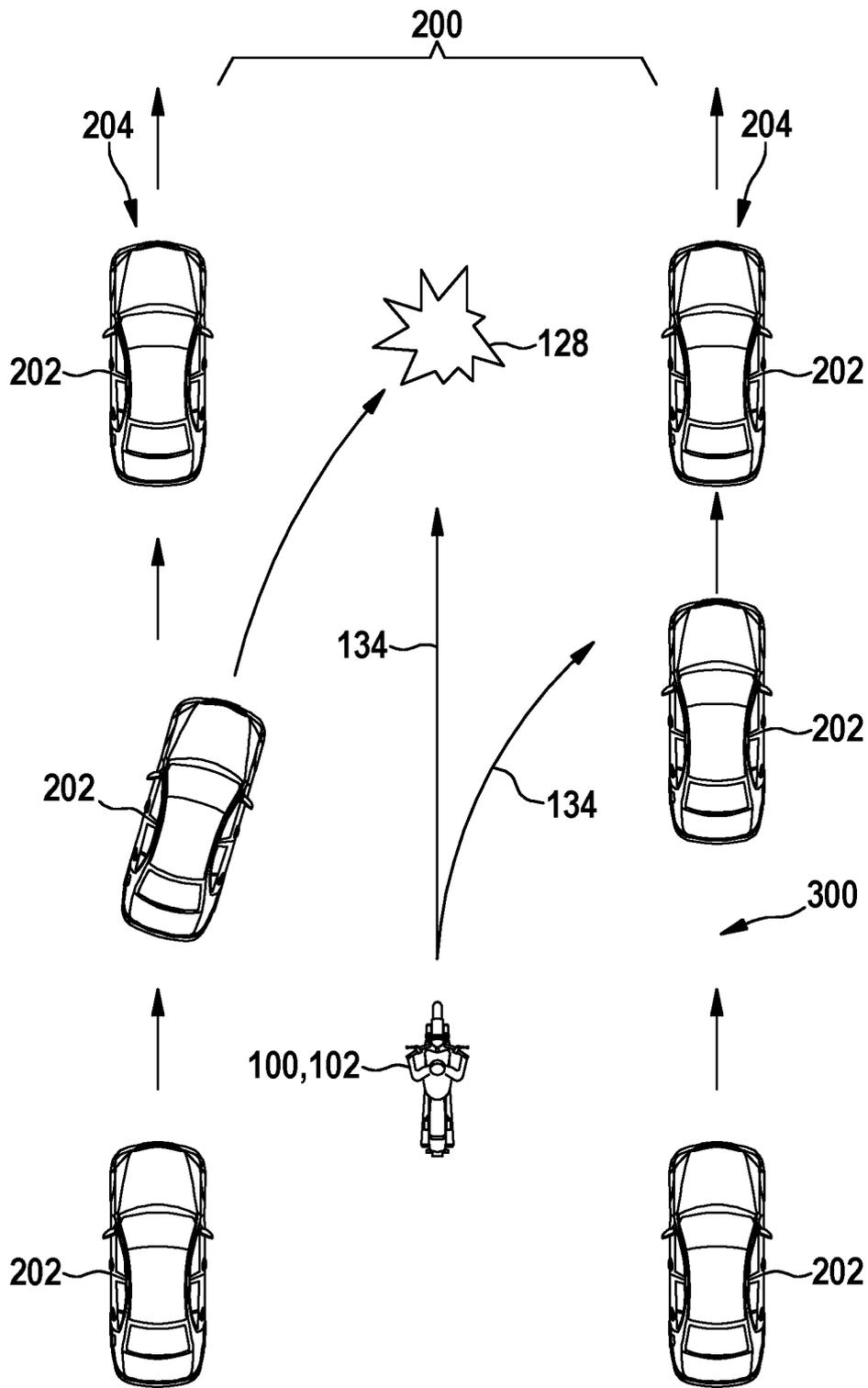


Fig. 3

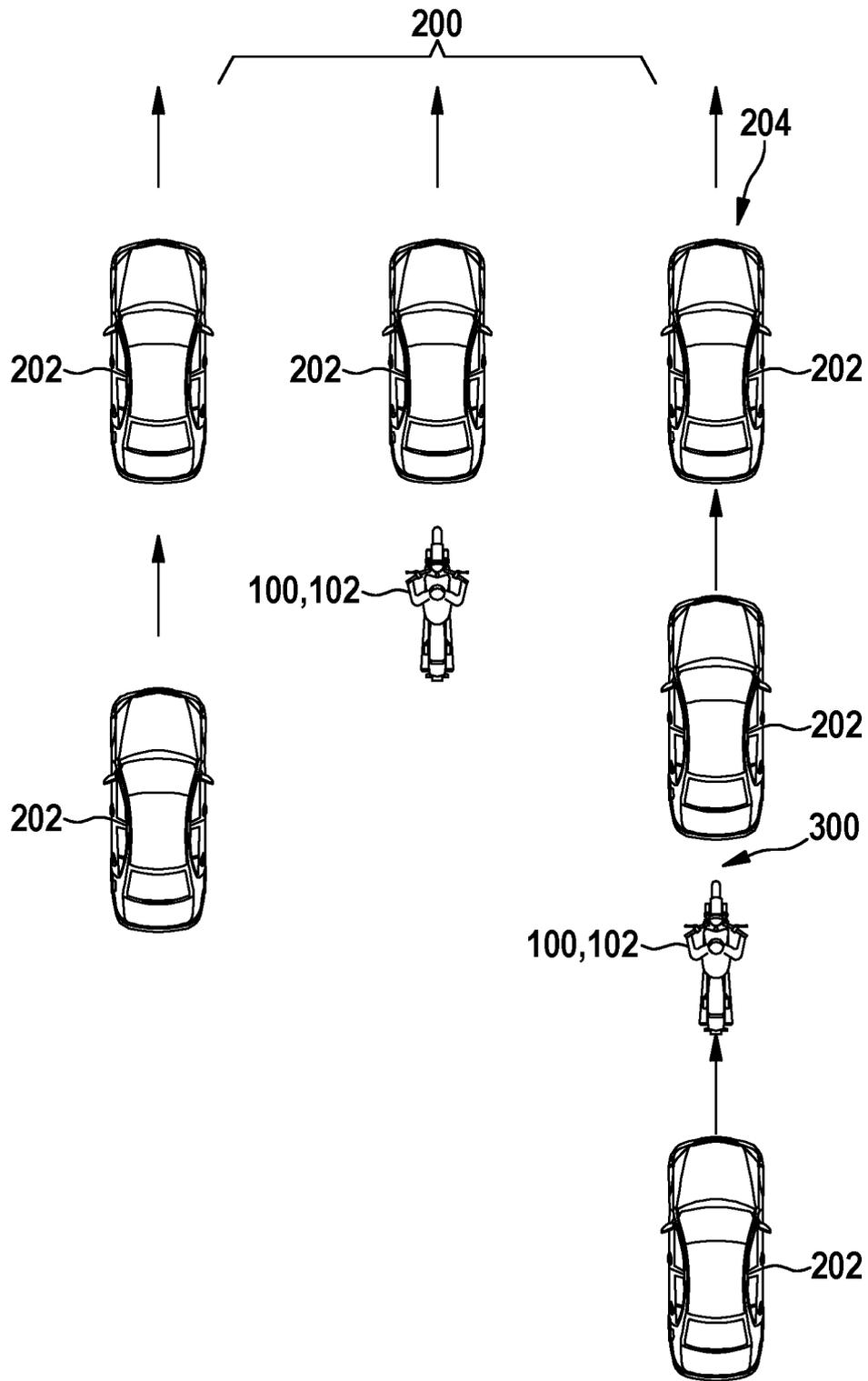


Fig. 4