



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2023 201 371.1**

(22) Anmeldetag: **17.02.2023**

(43) Offenlegungstag: **22.08.2024**

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

(71) Anmelder:

**Robert Bosch Gesellschaft mit beschränkter
Haftung, 70469 Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:

**Ries-Mueller, Klaus, 74906 Bad Rappenau, DE;
Wienss, Andreas, 72800 Eningen, DE; Baeuerle,
Michael, 71735 Eberdingen, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

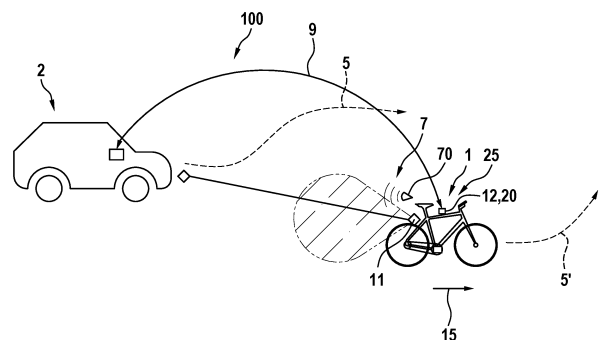
DE	10 2008 049 824	A1
DE	10 2015 014 026	A1
DE	10 2016 220 102	A1
DE	10 2021 107 972	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Abstandswarnung für ein Fahrrad**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Abstandswarnung für ein Fahrrad (1), umfassend die Schritte: Abschätzen von zumindest einer prognostizierten Trajektorie (5) für das Fahrrad (1) und/oder für einen weiteren Verkehrsteilnehmer (2), wobei die prognostizierte Trajektorie (5) einen zukünftigen Fahrtverlauf abbildet, Ermitteln eines prognostizierten minimalen Abstands (6) zwischen dem Fahrrad (1) und dem weiteren Verkehrsteilnehmer (2) mittels der zumindest einen prognostizierten Trajektorie (5), und Erzeugen einer Warnung (7), wenn der ermittelte prognostizierte minimale Abstand (6) kleiner als ein vorbestimmter Mindestabstand (60) ist.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Abstandswarnung für ein Fahrrad, ein Warnsystem für ein Fahrrad, sowie ein Fahrrad.

[0002] Zur Einhaltung der Radverkehrssicherheit sollen Fahrzeuge, die ein Fahrrad überholen, üblicherweise einen vorbestimmten Sicherheitsabstand, von beispielsweise mindestens 1,5 m, einhalten. Bekannt ist dabei beispielsweise, dass mittels Sensoren, wie beispielsweise Radarsensoren, an einem Fahrrad Abstände zu weiteren Verkehrsteilnehmern erfasst werden. Dabei kann ein Warnsignal ausgegeben werden, wenn sich ein anderes Fahrzeug dem Fahrrad annähert.

Offenbarung der Erfindung

[0003] Das erfindungsgemäße Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 zeichnet sich demgegenüber dadurch aus, dass auf einfache und kostengünstige Weise eine besonders zuverlässige Abstandswarnung für Fahrräder bereitgestellt werden kann. Dies wird erfindungsgemäß erreicht durch ein Verfahren zur Abstandswarnung für ein Fahrrad, umfassend die Schritte:

- Abschätzen von zumindest einer prognostizierten Trajektorie für das Fahrrad und/oder für einen weiteren Verkehrsteilnehmer, wobei die prognostizierte Trajektorie einen zukünftigen Fahrtverlauf, insbesondere des Fahrrads und/oder des weiteren Verkehrsteilnehmers, abbildet,
- Ermitteln einer momentanen relativen Position des Fahrrads und des weiteren Verkehrsteilnehmers,
- Ermitteln eines prognostizierten minimalen Abstands zwischen dem Fahrrad und dem weiteren Verkehrsteilnehmer basierend auf der zumindest einen prognostizierten Trajektorie und der ermittelten relativen Position, und
- Erzeugen einer Warnung, wenn der ermittelte prognostizierte minimale Abstand kleiner als ein vorbestimmter Mindestabstand ist.

[0004] Besonders bevorzugt werden sowohl für das Fahrrad, als auch den weiteren Verkehrsteilnehmer jeweils eine prognostizierte Trajektorie abgeschätzt, wobei das Ermitteln des prognostizierten minimalen Abstands zwischen dem Fahrrad und dem weiteren Verkehrsteilnehmer basierend auf den beiden prognostizierten Trajektorien und der ermittelten relativen Position erfolgt.

[0005] Der vorbestimmte Mindestabstand beträgt vorzugsweise maximal 2 m, bevorzugt minimal 0,5 m, besonders bevorzugt 1,5 m.

[0006] Mit anderen Worten wird bei dem Verfahren ein zukünftiger Fahrtverlauf für mindestens eines der beiden Fahrzeuge, nämlich das Fahrrad oder den weiteren Verkehrsteilnehmer abgeschätzt. Insbesondere wird dabei als Trajektorie eine Ortsinformation, und bevorzugt zusätzlich Bewegungsinformationen, wie eine Geschwindigkeit, der Fahrt des entsprechenden Fahrzeugs innerhalb eines vorbestimmten zukünftigen Zeitraums angesehen. Zusätzlich erfolgt, insbesondere gleichzeitig, ein Ermitteln der momentanen relativen Positionen von Fahrrad und weiterem Verkehrsteilnehmer zueinander. Vorzugsweise kann dabei ein Abstand und/oder eine Orientierung der beiden Verkehrsteilnehmer relativ zueinander ermittelt werden. Die abgeschätzte prognostizierte Trajektorie und die ermittelten momentanen relativen Positionen werden anschließend miteinander verknüpft und basierend darauf wird ermittelt, welcher minimale Abstand zwischen dem Fahrrad und dem weiteren Verkehrsteilnehmer, vorzugsweise innerhalb der vorbestimmten zukünftigen Zeitspanne, besonders bevorzugt während eines bevorstehenden Überholmanövers, vorliegen wird. Falls dieser ermittelte prognostizierte minimale Abstand kleiner als der vorbestimmte Mindestabstand ist, so wird eine Warnung erzeugt. Insbesondere kann dabei mittels der Warnung auf die voraussichtlich bevorstehende Unterschreitung des vorbestimmten Mindestabstands hingewiesen werden.

[0007] Als minimaler Abstand wird bevorzugt ein minimaler Abstand bezüglich einer Sichtweite zwischen Fahrrad und weiterem Verkehrsteilnehmer ermittelt. Alternativ kann beispielsweise als minimaler Abstand ein Abstand zwischen vorbestimmten Komponenten von Fahrrad und weiterem Verkehrsteilnehmer, wie beispielsweise zwischen jeweiligen Steuereinheiten, ermittelt werden. Somit kann mittels verschiedener Methoden auf einfache Weise der minimale Abstand abgeschätzt werden.

[0008] Besonders bevorzugt wird das Verfahren während eines Fahrbetriebs des Fahrrads und des weiteren Verkehrsteilnehmers durchgeführt, also wenn sich das Fahrrad und der weitere Verkehrsteilnehmer relativ zu einer Umgebung fortbewegen.

[0009] Als weiterer Verkehrsteilnehmer kann ein beliebiger Verkehrsteilnehmer eines Verkehrssystems angesehen werden, besonders bevorzugt ein Kraftfahrzeug, wie beispielsweise ein Pkw.

[0010] Das Verfahren bietet somit den Vorteil, dass besonders zuverlässig frühzeitig vor einer Unterschreitung des vorbestimmten Mindestabstands

gewarnt werden kann. Dadurch kann der Fahrer des Fahrrads und/oder der weitere Verkehrsteilnehmer frühzeitig vor einer potenziell gefährlichen Situation gewarnt werden, sodass beispielsweise Gegenmaßnahmen rechtzeitig ergriffen werden können.

[0011] Die Unteransprüche haben bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung zum Inhalt.

[0012] Bevorzugt erfolgt das Ermitteln der momentanen relativen Position mittels zumindest einer Umfeldsensorik, bevorzugt des Fahrrads. Alternativ oder zusätzlich kann das Ermitteln der momentanen relativen Position auch mit einer Umfeldsensorik des weiteren Verkehrsteilnehmers erfolgen. Besonders bevorzugt umfasst die Umfeldsensorik einen Radarsensor und/oder eine Kamera und/oder einen Lidar-Sensor. Dadurch kann auf besonders einfache Weise und mit hoher Präzision die relative Positionsbestimmung erfolgen, um auch den prognostizierten Abstand mit hoher Genauigkeit und einfach ermitteln zu können.

[0013] Besonders bevorzugt umfasst das Verfahren ferner den Schritt: Austauschen der zumindest einen prognostizierten Trajektorie zwischen dem Fahrrad und dem weiteren Verkehrsteilnehmer, vorzugsweise mittels einer V2X-Übertragung (V2X: kurz für vehicle-to-everything). Besonders bevorzugt kann dabei jeder Verkehrsteilnehmer, das heißt das Fahrrad und der weitere Verkehrsteilnehmer, selbst dessen jeweilige prognostizierte Trajektorie bestimmen und anschließend an den jeweils anderen Verkehrsteilnehmer übermitteln. Anschließend kann der empfangende Verkehrsteilnehmer, also das Fahrrad und/oder der weitere Verkehrsteilnehmer, die empfangene prognostizierte Trajektorie mit der, vorzugsweise mittels Umfeldsensorik, ermittelten momentanen relativen Position verknüpfen, um anschließend die prognostizierte Trajektorie und den prognostizierten minimalen Abstand auf einfache Weise und besonders präzise abschätzen zu können. Dabei kann beispielsweise auf eine Bestimmung von genauen absoluten Positionen der beiden Verkehrsteilnehmer verzichtet werden. Somit kann zudem eine einfache Datenübertragung zwischen den Teilnehmern auch über größere Distanzen hinweg und unabhängig von Hindernissen erfolgen. Zudem kann durch die zwischen Fahrrad und weiteren Verkehrsteilnehmer ausgetauschten Austauschinformationen auf besonders einfache Weise die prognostizierte Trajektorie und damit der prognostizierte minimale Abstand abgeschätzt werden.

[0014] Bevorzugt wird das Abschätzen der prognostizierten Trajektorie basierend auf einer Beobachtung des Fahrtverlaufs mittels einer Umfeldsensorik durchgeführt. Vorzugsweise umfasst das Fahrrad die Umfeldsensorik. Besonders bevorzugt umfasst die Umfeldsensorik einen Radarsensor und/oder

eine Kamera und/oder einen Lidar-Sensor. Insbesondere wird dabei der Fahrtverlauf des weiteren Fahrzeugs mittels der Umfeldsensorik beobachtet und vorzugsweise aufgezeichnet. Das heißt, der Fahrtverlauf wird beispielsweise mindestens über einen vorbestimmten Zeitraum beobachtet, sodass basierend auf dem bisherigen Fahrverhalten und Streckenverlauf auf einfache Weise die prognostizierte Trajektorie ermittelt werden kann.

[0015] Besonders bevorzugt umfasst das Verfahren ferner den Schritt: Verfolgen einer Ist-Trajektorie für mindestens einen vorbestimmten Zeitraum. Vorzugsweise erfolgt das Verfolgen der Ist-Trajektorie dabei nur, wenn ein basierend auf der ermittelten relativen Position ermittelter momentaner Abstand von Fahrrad und weiterem Verkehrsteilnehmer maximal einem vorbestimmten Erfassungs-Abstand entspricht. Das Abschätzen der prognostizierten Trajektorie wird dabei durch Extrapolieren der ermittelten Ist-Trajektorie durchgeführt. Das heißt, die prognostizierte Trajektorie wird basierend auf einem bisherigen Fahrtverlauf ermittelt. Bevorzugt wird dabei die Ist-Trajektorie nur verfolgt, wenn das entsprechende beobachtete Fahrzeug maximal den vorbestimmten Erfassungs-Abstand von dem aufzeichnenden Fahrzeug entfernt ist. Dadurch kann das Abschätzen der prognostizierten Trajektorie auf besonders einfache und effiziente Weise erfolgen.

[0016] Vorzugsweise umfasst das Verfahren ferner den Schritt: Ermitteln einer Differenz-Geschwindigkeit von Fahrrad und weiterem Verkehrsteilnehmer. Das Abschätzen der prognostizierten Trajektorie erfolgt dabei zusätzlich basierend auf der ermittelten Differenz-Geschwindigkeit. Beispielsweise kann die Differenz-Geschwindigkeit mittels einer Umfeldsensorik des Fahrrads ermittelt werden. Dadurch kann eine weitere besonders einfache Möglichkeit, basierend auf welcher unter anderem das Abschätzen der prognostizierten Trajektorie erfolgen kann, bereitgestellt werden.

[0017] Weiter bevorzugt wird das Abschätzen der prognostizierten Trajektorie zusätzlich basierend auf vorbekannten und/oder erfassten Streckenparametern durchgeführt. Als Streckenparameter werden insbesondere Parameter einer Umgebung, in der sich das Fahrrad und/oder der weitere Verkehrsteilnehmer fortbewegen, angesehen. Beispielsweise kann ein weiterer Streckenverlauf ausgehend von einer momentanen Position des Fahrrads und/oder des weiteren Verkehrsteilnehmers als Streckenparameter verwendet werden. Bevorzugt können die Streckenparameter aus einem Navigationssystem von zumindest einem der Fahrzeuge gewonnen werden. Dadurch kann auf besonders einfache und zuverlässige Weise das Abschätzen der prognostizierten Trajektorie erfolgen.

[0018] Bevorzugt umfasst das Verfahren ferner den Schritt: Ermitteln eines momentanen Abstands zwischen dem Fahrrad und dem weiteren Verkehrsteilnehmer. Das Abschätzen der prognostizierten Trajektorie wird dabei nur durchgeführt, wenn der ermittelte momentane Abstand mindestens einem vorbestimmten Warn-Abstand entspricht. Alternativ oder zusätzlich bevorzugt erfolgt das Erzeugen der Warnung nur, wenn der ermittelte momentane Abstand kleiner oder gleich dem vorbestimmten Warn-Abstand ist. Der Warn-Abstand kann beispielsweise maximal 200 m, bevorzugt maximal 100 m, vorzugsweise mindestens 20 m, betragen. Dadurch kann das Verfahren besonders einfach und effizient durchgeführt werden, da beispielsweise nur eine Überwachung innerhalb des vorbestimmten Warn-Abstands erforderlich ist.

[0019] Vorzugsweise wird der Warn-Abstand in Abhängigkeit einer ermittelten Differenz-Geschwindigkeit von Fahrrad und weiterem Verkehrsteilnehmer angepasst. Bevorzugt wird der Warn-Abstand erhöht bei hoher oder steigender Differenz-Geschwindigkeit. Vorzugsweise kann der Warn-Abstand verkleinert werden, wenn eine niedrige oder sinkende Differenz-Geschwindigkeit vorliegt. Alternativ oder zusätzlich kann der Warn-Abstand in Abhängigkeit eines nicht erkannten Überholsignals des weiteren Verkehrsteilnehmers erhöht werden. Das heißt, wenn eine hohe Differenz-Geschwindigkeit, und/oder beispielsweise ein nicht erkanntes Überholsignal ermittelt wird, kann der Warn-Abstand erhöht werden, sodass die Überwachung des Mindestabstands frühzeitiger erfolgen kann, um eine besonders zuverlässige und rechtzeitige Warnung zu ermöglichen.

[0020] Weiter bevorzugt erfolgt das Abschätzen der prognostizierten Trajektorie basierend auf Initialsensordaten und/oder Navigationsdaten, insbesondere des Fahrrads. Initialsensordaten umfassen bevorzugt Beschleunigungsdaten und/oder Drehratendaten, insbesondere einen Rollwinkel. Initialsensordaten können beispielsweise mittels einer Inertialsensorik erfasst werden. Vorzugsweise kann basierend auf den Initialsensordaten der Fahrtverlauf aufgezeichnet und beispielsweise eine momentane Fahrtrichtung und Fahrparameter ermittelt werden, sodass basierend darauf die zukünftige prognostizierte Trajektorie abgeschätzt werden kann. Anhand der Navigationsdaten kann beispielsweise unmittelbar die prognostizierte Trajektorie entnommen werden. Dadurch kann ebenfalls auf besonders einfache und effiziente Weise eine Durchführung des Verfahrens erfolgen.

[0021] Vorzugsweise wird als weiterer Verkehrsteilnehmer ein sich dem Fahrrad bezüglich einer Fahrtrichtung des Fahrrads von hinten nähernder Verkehrsteilnehmer angesehen. Insbesondere wird

dabei ein Verkehrsteilnehmer betrachtet, der einen Überholvorgang des Fahrrads durchführen wird. Alternativ oder zusätzlich bevorzugt wird als weiterer Verkehrsteilnehmer ein sich dem Fahrrad bezüglich der Fahrtrichtung des Fahrrads von vorne nähernder, das heißt insbesondere entgegenkommender, Verkehrsteilnehmer angesehen.

[0022] Weiter bevorzugt wird die Warnung akustisch und/oder optisch an einen Nutzer des Fahrrads ausgegeben. Insbesondere erfolgt die Ausgabe der Warnung dabei mittels einer Ausgabevorrichtung am Fahrrad und/oder beispielsweise mittels eines Nutzergeräts, wie zum Beispiel einem Smartphone. Alternativ oder zusätzlich bevorzugt wird die Warnung akustisch und/oder optisch an den weiteren Verkehrsteilnehmer ausgegeben. Beispielsweise kann hierbei ebenfalls am Fahrrad eine Ausgabevorrichtung vorgesehen sein, um den weiteren Verkehrsteilnehmer zu warnen. Alternativ oder zusätzlich bevorzugt kann eine Ausgabevorrichtung des weiteren Verkehrsteilnehmers betätigt werden, um die Warnung auszugeben. Dadurch kann auf einfache und eindeutige Weise signalisiert werden, dass ein Unterschreiten des vorbestimmten Mindestabstands bevorsteht, sodass der Nutzer des Fahrrads und/oder der weitere Verkehrsteilnehmer beispielsweise geeignete Maßnahmen ergreifen können.

[0023] Bevorzugt umfasst das Verfahren ferner den Schritt: Erfassen des weiteren Verkehrsteilnehmers, vorzugsweise während eines Überholvorgangs, insbesondere wenn ein bevorstehendes Unterschreiten des vorbestimmten Mindestabstands ermittelt wird. Bevorzugt erfolgt das Erfassen des weiteren Verkehrsteilnehmers optisch, beispielsweise mittels einer Kamera. Mit anderen Worten kann der weitere Verkehrsteilnehmer während eines Überholvorgangs, bei dem der vorbestimmte Mindestabstand unterschritten wird, aufgezeichnet werden.

[0024] Weiterhin führt die Erfindung zu einem Warnsystem für ein Fahrrad, umfassend eine Steuereinheit, welche eingerichtet ist das beschriebene Verfahren durchzuführen. Das Warnsystem umfasst bevorzugt ferner eine Umfeldsensorik, welche vorzugsweise einen Radar-Sensor und/oder eine Kamera umfasst. Mittels der Umfeldsensorik kann insbesondere eine Umgebung des Fahrrads überwacht werden, um sich nähernde weitere Verkehrsteilnehmer zu erfassen und Trajektorien und Mindestabstände zu prognostizieren. Alternativ oder zusätzlich bevorzugt umfasst das Warnsystem ferner ein Austausch-System, welches eingerichtet ist zum Austauschen von Austauschinformationen, vorzugsweise mittels einer V2X-Übertragung, mit zumindest einem weiteren Verkehrsteilnehmer.

[0025] Weiterhin betrifft die Erfindung ein Fahrrad, umfassend das beschriebene Warnsystem. Bevor-

zugt handelt es sich bei dem Fahrrad um ein Elektrofahrrad.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0026] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Figuren beschrieben. In den Figuren sind funktional gleiche Bauteile jeweils mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine vereinfachte schematische Ansicht eines Verfahrens zur Abstandswarnung für ein Fahrrad gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung, und

Fig. 2 eine weitere vereinfachte schematische Ansicht des Verfahrens gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung

[0027] **Fig. 1** zeigt eine vereinfachte schematische Ansicht eines Verfahrens zur Abstandswarnung für ein Fahrrad 1 gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung. In **Fig. 2** ist eine weitere vereinfachte schematische Ansicht des Verfahrens der **Fig. 1** dargestellt, zur Veranschaulichung von weiteren Details des Verfahrens.

[0028] Das Fahrrad 1 kann Teil eines vernetzten Verkehrssystems 100 sein, welches mindestens einen weiteren Verkehrsteilnehmer 2 umfasst. Im dargestellten Ausführungsbeispiel handelt es sich bei dem weiteren Verkehrsteilnehmer 2 um ein Kraftfahrzeug, im Detail einen Personenkraftwagen.

[0029] Während der Durchführung des Verfahrens bewegt sich das Fahrrad 1 entlang einer Fahrtrichtung 15 fort.

[0030] Das Fahrrad 1 umfasst eine Umfeldsensorik 11, welche einen Radar-Sensor und/oder eine Kamera umfasst. Die Umfeldsensorik 11 ist dabei entgegen der Fahrtrichtung 15 des Fahrrads 1 ausgerichtet, also derart, dass der sich von hinten nähernde Verkehrsteilnehmer 2 erfasst werden kann.

[0031] Mittels der Umfeldsensorik 11 wird kontinuierlich überwacht, ob sich der weitere Verkehrsteilnehmer 2 innerhalb eines vorbestimmten Warn-Abstands 63 ausgehend vom Fahrrad 1 hinter dem Fahrrad 1 befindet (vergleiche **Fig. 2**). Hierfür wird stets ein momentaner Abstand 8 zwischen dem Fahrrad 1 und dem weiteren Verkehrsteilnehmer 2 erfasst.

[0032] Sobald der erfasste momentane Abstand 8 einen vorbestimmten Warn-Abstand 63 unterschreitet, wird bei dem Verfahren ein Abschätzen einer

prognostizierten Trajektorie 5 für den weiteren Verkehrsteilnehmer 2 durchgeführt. Die prognostizierte Trajektorie 5 bildet dabei einen zukünftigen Fahrtverlauf des weiteren Verkehrsteilnehmers 2 ab.

[0033] Das Abschätzen der prognostizierten Trajektorie 5 erfolgt dabei anhand mehrerer verschiedener Daten und Methoden. Insbesondere wird das Abschätzen dabei von der Steuereinheit 20 des Warnsystems 25 des Fahrrads 1 durchgeführt.

[0034] Im Detail wird mittels der Umfeldsensorik 11 der Fahrtverlauf des weiteren Verkehrsteilnehmers 2 beobachtet. Dabei wird eine Ist-Trajektorie 51, entlang welcher sich der Verkehrsteilnehmer 2 fortbewegt, für mindestens einen bestimmten Zeitraum nach dem Unterschreiten eines vorbestimmten Erfassungs-Abstands 65 nachverfolgt. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel entspricht der Erfassungs-Abstand 65 dem Warn-Abstand 63. Die prognostizierte Trajektorie 5 wird dabei durch Extrapolieren der Ist-Trajektorie 51 ermittelt.

[0035] Für eine genauere Abschätzung der prognostizierten Trajektorie 5 kann eine Differenz-Geschwindigkeit von Fahrrad 1 und weiterem Verkehrsteilnehmer 2 ermittelt werden. Die Geschwindigkeit des Fahrrad 1 kann dabei mittels eines Geschwindigkeitssensors des Fahrrads 1 erfasst werden, und die Geschwindigkeit des Verkehrsteilnehmers 2 kann anhand der Umfeldsensorik 11 des Fahrrads 1 erfasst werden.

[0036] Zusätzlich erfolgt bevorzugt ein Ermitteln einer prognostizierten Trajektorie 5' ebenfalls für das Fahrrad 1. Hierfür können vorzugsweise Beschleunigungsdaten und Navigationsdaten des Fahrrads 1 verwendet werden.

[0037] Insbesondere wird das Abschätzen der beiden prognostizierten Trajektorien 5, 5' dabei derart durchgeführt, dass zumindest deren zukünftiger Verlauf so weit abgeschätzt wird, bis sich Fahrrad 1 und Verkehrsteilnehmer 2 bezüglich der Fahrtrichtung 15 des Fahrrad 1 auf gleicher Höhe befinden.

[0038] Basierend auf den ermittelten prognostizierten Trajektorien 5, 5' für Fahrrad 1 und weiteren Verkehrsteilnehmer 2 wird anschließend ein prognostizierter minimaler Abstand 6 zwischen dem Fahrrad 1 und dem weiteren Verkehrsteilnehmer 2 ermittelt, welcher während des Überholvorgangs voraussichtlich auftreten wird. Insbesondere wird als minimaler Abstand 6 ein Abstand entlang einer zur Fahrtrichtung 15 des Fahrrads 1 orthogonalen Richtung ermittelt, das heißt ein seitlicher Abstand.

[0039] Der ermittelte prognostizierte minimale Abstand 6 wird anschließend mit einem vorbestimmten Mindestabstand 60, welche vorzugsweise 1,5 m

beträgt, verglichen. Wenn der ermittelte prognostizierte minimale Abstand 6 kleiner als der vorbestimmte Mindestabstand 60 ist, wird eine Warnung 7 erzeugt. Im Detail wird dabei mittels der Steuereinheit 20 ein Warnsignal erzeugt und an eine Warneinrichtung 70, welche am Fahrrad 1 angeordnet ist, übermittelt. Mittels der Warneinrichtung 70 wird im Ansprechen auf das empfangene Warnsignal eine akustische und optische Warnung an den Fahrer des Fahrrads 1 sowie an den weiteren Verkehrsteilnehmer 2 ausgegeben. Dadurch können sowohl der Fahrer des Fahrrads 1, als auch der weitere Verkehrsteilnehmer 2 vor einem bevorstehenden Unterschreiten des vorbestimmten Mindestabstands 60 gewarnt werden.

[0040] Zusätzlich kann dabei beispielsweise eine optische Erfassung des weiteren Verkehrsteilnehmers 2 während des Überholvorgangs erfolgen.

[0041] Die Erzeugung des Warnsignals und damit die Ausgabe der Warnung 7 erfolgt dabei ab dem Zeitpunkt, ab welchem ein vorbestimmter Warnsignal-Abstand 64 unterschritten wird, der kleiner ist als der Warn-Abstand 63. Beispielsweise kann der Warnsignal-Abstand 64 etwa 50 m betragen, sodass der Nutzer des Fahrrads 1 und/oder der weitere Verkehrsteilnehmer 2 noch ausreichend Zeit hat, um auf das bevorstehende Unterschreiten des Mindestabstands 60 reagieren zu können.

[0042] Zusätzlich wird bei dem Verfahren gleichzeitig zur auf der Umfeldsensorik 11 basierten Abschätzung der prognostizierten Trajektorie 5 eine Verknüpfung dieser mittels der Umfeldsensorik 11 gewonnenen Daten mit Austauschinformationen 9, welche zwischen dem Fahrrad 1 und dem weiteren Verkehrsteilnehmer 2 ausgetauscht werden, durchgeführt.

[0043] Die Austauschinformationen 9 werden dabei mittels einer V2X-Übertragung drahtlos zwischen Fahrrad und Verkehrsteilnehmer 1 ausgetauscht. Die Austauschinformationen 9 umfassen dabei Ortsdaten, wie eine momentane Position, Bewegungsdaten, wie Geschwindigkeit und Beschleunigung, und Navigationsdaten des jeweiligen Fahrzeugs. Insbesondere wird dabei mittels der Austauschinformationen 9 der zu fahrende Weg des weiteren Verkehrsteilnehmers 2 an das Warnsystem 25 des Fahrrads 2 übermittelt.

[0044] Durch die Verknüpfung der Daten der Umfeldsensorik 11 und der Austauschinformationen 9 kann dabei eine besonders genaue Abschätzung der prognostizierten Trajektorien 5, 5' erfolgen, wodurch auch der prognostizierte minimale Abstand 6 besonders präzise abgeschätzt werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Abstandswarnung für ein Fahrrad (1), umfassend die Schritte:

- Abschätzen von zumindest einer prognostizierten Trajektorie (5) für das Fahrrad (1) und/oder für einen weiteren Verkehrsteilnehmer (2), wobei die prognostizierte Trajektorie (5) einen zukünftigen Fahrtverlauf abbildet,
- Ermitteln einer momentanen relativen Position des Fahrrads (1) und des weiteren Verkehrsteilnehmers (2),
- Ermitteln eines prognostizierten minimalen Abstands (6) zwischen dem Fahrrad (1) und dem weiteren Verkehrsteilnehmer (2) basierend auf der zumindest einen prognostizierten Trajektorie (5) und der ermittelten momentanen relativen Position, und
- Erzeugen einer Warnung (7), wenn der ermittelte prognostizierte minimale Abstand (6) kleiner als ein vorbestimmter Mindestabstand (60) ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Ermitteln der momentanen relativen Position mittels zumindest einer Umfeldsensorik (11) des Fahrrads (1) und/oder des weiteren Verkehrsteilnehmers (2) erfolgt.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner umfassend den Schritt:

- Austauschen der zumindest einen prognostizierten Trajektorie (5, 5') zwischen dem Fahrrad (1) und dem weiteren Verkehrsteilnehmer, insbesondere mittels einer V2X-Übertragung.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Abschätzen der prognostizierten Trajektorie (5) basierend auf einer Beobachtung des Fahrtverlaufs mittels einer Umfeldsensorik (11), insbesondere des Fahrrads (1), erfolgt.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner umfassend den Schritt:

- Verfolgen einer Ist-Trajektorie (51) für mindestens einen vorbestimmten Zeitraum, insbesondere wenn der erfasste momentane Abstand (8) maximal einem vorbestimmten Erfassungs-Abstand (65) entspricht, wobei das Abschätzen der prognostizierten Trajektorie (5) durch Extrapolieren der Ist-Trajektorie (51) erfolgt.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner umfassend den Schritt: Ermitteln einer Differenz-Geschwindigkeit von Fahrrad (1) und weiterem Verkehrsteilnehmer (2), wobei das Abschätzen der prognostizierten Trajektorie (5) basierend auf der Differenz-Geschwindigkeit erfolgt.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Abschätzen der prognosti-

zierten Trajektorie (5) basierend auf vorbekannten und/oder erfassten Streckenparametern erfolgt.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner umfassend den Schritt: Ermitteln eines momentanen Abstands (8) zwischen dem Fahrrad (1) und dem weiteren Verkehrsteilnehmer (2), wobei das Abschätzen der prognostizierten Trajektorie (5) und/oder das Erzeugen der Warnung (7) nur durchgeführt wird, wenn der ermittelte momentane Abstand (8) mindestens einem vorbestimmten Warn-Abstand (63) entspricht.

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei der Warn-Abstand (63) in Abhängigkeit einer ermittelten Differenz-Geschwindigkeit von Fahrrad (1) und weiterem Verkehrsteilnehmer (2) angepasst wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Abschätzen der prognostizierten Trajektorie (5) basierend auf Initialsensordaten und/oder Navigationsdaten erfolgt.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei als weiterer Verkehrsteilnehmer (2) ein sich dem Fahrrad (1) bezüglich einer Fahrtrichtung (15) des Fahrrads (1) von hinten und/oder von vorne nähernder Verkehrsteilnehmer angesehen wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Warnung (7) akustisch und/oder optisch an einen Nutzer des Fahrrads (1) und/oder an den weiteren Verkehrsteilnehmer (2) ausgegeben wird.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner umfassend den Schritt: insbesondere optisches, Erfassen des weiteren Verkehrsteilnehmers (2), vorzugsweise während eines Überholvorgangs.

14. Warnsystem für ein Fahrrad (1), umfassend eine Steuereinheit (20), welche eingerichtet ist zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- insbesondere wobei das Warnsystem (25) ferner eine Umfellsensorik (11), vorzugsweise mit Radar-Sensor und/oder Kamera, umfasst, und/oder
- insbesondere wobei das Warnsystem (25) ferner ein Austausch-System (12) zum Austauschen von Austauschinformationen (9) mit zumindest einem weiteren Verkehrsteilnehmer (2) umfasst, und/oder
- insbesondere wobei das Warnsystem (25) ferner eine Inertialsensorik umfasst.

15. Fahrrad, umfassend ein Warnsystem (25) nach Anspruch 14.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

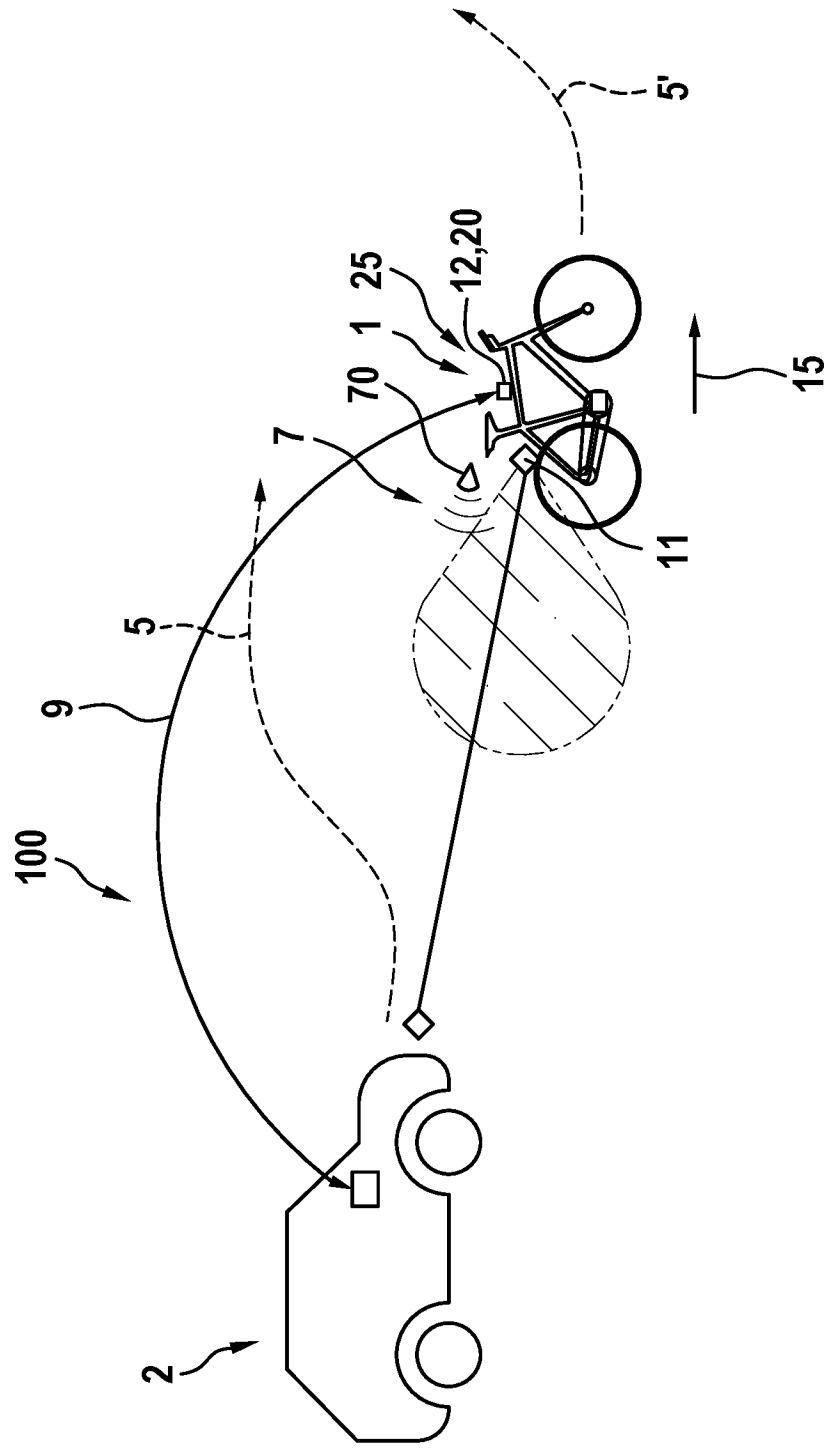


Fig. 1

Fig. 2

