



(10) **DE 10 2023 210 330 A1** 2025.04.24

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2023 210 330.3**

(51) Int Cl.: **B62J 27/00 (2020.01)**

(22) Anmeldetag: **19.10.2023**

(43) Offenlegungstag: **24.04.2025**

(71) Anmelder:

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

(56) Ermittelte Stand der Technik:

DE	10 2015 224 171	A1
DE	10 2019 133 480	A1
DE	10 2020 106 525	A1
WO	2023/ 285 988	A2

(72) Erfinder:

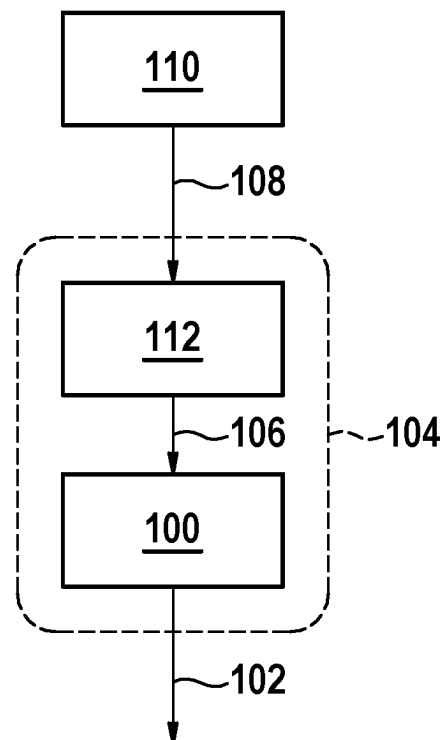
**Pfau, Lars, Yokohama, JP; Moriarty, Daniel,
Glenroy, AU; Luyken, Lewis, Cockatoo VIC, AU**

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Steuergerät zur Bestimmung einer Schräglage eines Zweirads**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Bestimmen einer Schräglage (102) eines Zweirads, wobei Radarinformationen (106) von einem Radarsystem (104) des Zweirads ausgewertet werden, um die Schräglage (102) zu schätzen.



Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen einer Schräglage eines Zweirads, ein entsprechendes Steuergerät, sowie ein entsprechendes Computerprogrammprodukt.

Stand der Technik

[0002] Ein Zweirad, wie beispielsweise ein Motorrad oder E-Bike kann einen Schräglagensensor aufweisen. Der Schräglagensensor kann beispielsweise als Trägheitssensor oder Drehratensensor ausgeführt sein. Der Schräglagensensor stellt eine gemessene Schräglage des Zweirads für Assistenzfunktionen und/oder Sicherheitsfunktionen des Zweirads bereit. Beispielsweise können solche Funktionen abhängig von der Schräglage eingeschränkt, modifiziert oder unterdrückt werden. Wenn der Schräglagensensor einen Defekt aufweist, können bei den Funktionen Fehler auftreten.

Offenbarung der Erfindung

[0003] Vor diesem Hintergrund werden mit dem hier vorgestellten Ansatz ein Verfahren zum Bestimmen einer Schräglage eines Zweirads, ein entsprechendes Steuergerät, sowie ein entsprechendes Computerprogrammprodukt 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

[0004] Bei dem hier vorgestellten Ansatz wird die Schräglage ohne eigenen Schräglagesensor unter Verwendung eines Radarsystems des Zweirads bestimmt. Dazu wird ein Signal des Radarsystems ausgewertet. Das Signal kann auch vorverarbeitet werden und das vorverarbeitete Signal ausgewertet werden.

[0005] Durch den hier vorgestellten Ansatz kann eine Schräglage eines Zweirads auch bei einem Defekt eines Schräglagensensors des Zweirads bestimmt werden. Das Zweirad bzw. Funktionen zum Betreiben desselben, insbesondere Assistenzfunktionen und/oder Sicherheitsfunktionen, können auch ohne eigenen Schräglagensensor betrieben werden. Dadurch können Ressourcen und Kosten gespart werden.

[0006] Es wird ein Verfahren zum Bestimmen einer Schräglage eines Zweirads vorgestellt, wobei Radarinformationen von einem Radarsystem des Zweirads

ausgewertet werden, um die Schräglage zu schätzen.

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

[0008] Ein Zweirad kann ein Motorrad oder Fahrrad sein. Das Zweirad kann als Einspurfahrzeug bezeichnet werden. Dadurch kann das Zweirad eine Schräglage gegenüber seiner Aufstandsfläche aufweisen. Beispielsweise kann das Zweirad die Schräglage aufgrund einer asymmetrischen Beladung und/oder während einer Kurvenfahrt aufweisen. Die Schräglage kann lokal als Winkel bezogen auf die Aufstandsfläche oder eine Senkrechte zur Aufstandsfläche angegeben werden. Die Schräglage kann auch global bezogen auf eine Gravitationsrichtung angegeben werden.

[0009] Ein Radarsystem kann einen Radarsensor oder mehrere Radarsensoren aufweisen. Der zumindest eine Radarsensor kann winkelfest mit dem Zweirad verbunden sein. Empfangene Echos des zumindest einen Radarsensors werden als Radarinformationen ausgegeben und werden dabei unmittelbar von der Schräglage des Zweirads beeinflusst. Anders ausgedrückt erlauben es Informationen, die in den empfangenen Echos enthalten sind, einen Rückschluss auf die aktuelle Schräglage des Zweirads abzuleiten.

[0010] Das Radarsystem kann eine Auswertungseinrichtung aufweisen. Die Radarinformationen können roh, also direkt von dem zumindest einen Radarsensor oder nach einer Auswertung in der Auswertungseinrichtung verwendet werden. Die Auswertungseinrichtung kann beispielsweise in empfangenen Echos aus einem Erfassungsbereich des zumindest einen Radarsensors Punkte erkennen. Solche Punkte können insbesondere Orte wiedergegeben, an denen ein von dem Radarsystem emittiertes Radarsignal wieder zurück zu dem Radarsystem bzw. hin zu einem Radarempfänger reflektiert werden. Die Punkte bzw. eine Ansammlung mehrerer Punkte können als Objekte interpretiert werden. Die Auswertungseinrichtung kann die Objekte verfolgen. Durch die Schräglage kann sich eine Relativposition der Punkte und Objekte gegenüber dem zumindest einen Radarsensor verändern.

[0011] Eine in den Radarinformationen enthaltene Ausrichtung des Radarsystems kann ausgewertet werden. Die Schräglage kann unter Verwendung der Ausrichtung geschätzt werden. Das Radarsystem kann seine Ausrichtung erkennen und in einer Ausrichtungsinformation abbilden. Die Ausrichtungsinformation kann herkömmlicherweise verwendet werden, um eine Lageänderung des zumindest

einen Radarsensors gegenüber dem Zweirad zu kompensieren, beispielsweise wenn eine Halterung des Radarsensors verbogen wird. Dazu kann die Ausrichtungsinformation über einen längeren Zeitraum gefiltert werden. Die Ausrichtungsinformation kann auch kurzfristige Änderungen der Schräglage abbilden. So kann dynamisch die aktuelle Schräglage aus der Ausrichtung abgeleitet werden.

[0012] Eine in den Radarinformationen enthaltene Abfolge von Punktkoordinaten kann statistisch ausgewertet werden, um die Schräglage zu schätzen. Durch die Schräglage bzw. ein Einnehmen der Schräglage können Punkte eine scheinbare Bewegung relativ zu dem zumindest einen Radarsensor ausführen, was sich in der zeitlichen Abfolge der Punktkoordinaten widerspiegelt. Diese Relativbewegung kann beobachtet werden. Da eine Mehrheit der Punkte durch unbewegliche Objekte erzeugt wird, bildet die Relativbewegung die Schräglage ab.

[0013] Eine in den Radarinformationen enthaltene Abfolge von Objektkoordinaten kann statistisch ausgewertet werden, um die Schräglage zu schätzen. Durch die Schräglage bzw. ein Einnehmen der Schräglage können Objekte eine scheinbare Bewegung relativ zu dem zumindest einen Radarsensor ausführen. Diese Relativbewegung kann beobachtet werden. Da eine Mehrheit der Objekte unbeweglich ist, bildet die Relativbewegung die Schräglage ab.

[0014] Aus der Abfolge, d.h. aus der Abfolge von Punktkoordinaten bzw. der Abfolge von Objektkoordinaten, kann eine Winkeländerung des Zweirads relativ zu zumindest einem Objekt abgeleitet werden. Die Schräglage kann unter Verwendung der Winkeländerung geschätzt werden. Die Winkeländerung kann mit einer erwarteten Winkeländerung verglichen werden. Die Winkeländerung kann durch eine Bewegung des Zweirads relativ zu dem Objekt erzeugt werden. Die Bewegung kann die Schräglage beinhalten. Wenn die Bewegung ohne Schräglage erfolgt, kann die Winkeländerung der erwarteten Winkeländerung entsprechen. Eine Abweichung der Winkeländerung von der erwarteten Winkeländerung kann auf der Schräglage beruhen.

[0015] Aus der Abfolge kann eine Relativgeschwindigkeit zwischen zumindest einem Objekt und/oder Punkt und dem Zweirad abgeleitet werden. Die Schräglage kann unter Verwendung der Relativgeschwindigkeit geschätzt werden. Die Relativgeschwindigkeit kann mit einer erwarteten Relativgeschwindigkeit verglichen werden. Die Relativgeschwindigkeit kann durch eine Bewegung des Zweirads relativ zu dem Objekt erzeugt werden. Die Bewegung kann die Schräglage beinhalten. Wenn die Bewegung ohne Schräglage erfolgt, kann die Relativgeschwindigkeit der erwarteten Winkeländerung entsprechen. Eine Abweichung der Relativ-

geschwindigkeit von der erwarteten Relativgeschwindigkeit kann auf der Schräglage beruhen.

[0016] Aus der Abfolge kann eine laterale Relativgeschwindigkeit abgeleitet werden und die Schräglage unter Verwendung der lateralen Relativgeschwindigkeit geschätzt werden. Durch eine Kippbewegung des Zweirads in die Schräglage hinein oder aus der Schräglage heraus kann sich ein oberer Bereich des Zweirads besonders stark an ein seitliches Objekt annähern oder von dem seitlichen Objekt entfernen, obwohl der Abstand eines unteren Bereichs des Zweirads im Wesentlichen konstant bleibt. Der zumindest eine Radarsensor kann im oberen Bereich, insbesondere oberhalb einer Mitte des Zweirads bezogen auf dessen Höhe, angeordnet sein und dieses Annähern oder Entfernen erfassen.

[0017] Aus der Abfolge kann ein optischer Fluss abgeleitet werden. Die Schräglage kann unter Verwendung des optischen Flusses geschätzt werden. Ein optischer Fluss bildet die Relativbewegung zwischen einer Umgebung des Zweirads, Objekten in der Umgebung und dem zumindest einen Radarsensor ab. Die Relativbewegung kann die Schräglage beinhalten. Die Schräglage kann aus dem optischen Fluss gefiltert werden. Insbesondere kann eine Rollbewegung des Zweirads aus dem optischen Fluss abgeleitet werden. Die Rollbewegung bildet direkt die Schräglage ab.

[0018] Eine in den Radarinformationen enthaltene Radargeschwindigkeit des Zweirads kann mit einer Radgeschwindigkeit von einem Radsensor des Zweirads verglichen werden, um die Schräglage zu schätzen. Eine Radgeschwindigkeit bildet eine Drehung zumindest eines Rads des Zweirads ab. Durch die Schräglage verändert sich ein Rollradius des Rads und damit die Radgeschwindigkeit. Eine Radargeschwindigkeit wird basierend auf Echos von unbeweglichen Objekten und Flächen bestimmt und ist unabhängig von der Schräglage. Wenn die Radargeschwindigkeit von der Radgeschwindigkeit abweicht, ist die Abweichung abhängig von der Schräglage.

[0019] Das Verfahren ist vorzugsweise computerimplementiert und kann beispielsweise in Software oder Hardware oder in einer Mischform aus Software und Hardware beispielsweise in einem Fahrerassistenzsystem implementiert sein.

[0020] Der hier vorgestellte Ansatz schafft ferner ein Steuergerät, wobei das Steuergerät dazu ausgebildet ist, um die Schritte einer Variante des hier vorgestellten Verfahrens in entsprechenden Einrichtungen durchzuführen, anzusteuern bzw. umzusetzen.

[0021] Das Steuergerät 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.

[0022] 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, in einem Steuergerät oder einer Vorrichtung ausgeführt wird.

[0023] 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 des Steuergeräts und des Verfahrens in geeigneter Weise kombiniert, angepasst oder ausgetauscht werden können, um zu weiteren Ausführungsformen der Erfindung zu gelangen.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0024] Nachfolgend werden Ausführungsformen der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung beschrieben, wobei weder die Zeichnung noch die Beschreibung als die Erfindung einschränkend anzulegen sind.

Fig. 1 zeigt ein Blockschaltbild eines Steuergeräts gemäß einem Ausführungsbeispiel.

[0025] Die Figur ist lediglich schematisch und nicht maßstabsgetreu. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen gleiche oder gleichwirkende Merkmale.

Ausführungsformen der Erfindung

[0026] Fig. 1 zeigt ein Blockschaltbild eines Steuergeräts 100 zum Bestimmen einer Schräglage 102 eines Zweirads. Auf dem Steuergerät 100 wird ein Verfahren gemäß einem Ausführungsbeispiel ausgeführt. Das Steuergerät 100 ist hier beispielsweise in ein Radarsystem 104 des Zweirads integriert, kann aber auch anderweitig in das Zweirad integriert sein. Das Steuergerät 100 liest Radarinformationen 106 des Radarsystems 104 ein, wertet diese unter Verwendung zumindest eines Algorithmus aus und gibt einen Wert der Schräglage 102 aus.

[0027] In einem Ausführungsbeispiel wird die Schräglage 102 aus einer in den Radarinformationen 106 abgebildeten Ausrichtung beziehungsweise Fehl Ausrichtung des Radarsystems 104 geschätzt. Das Radarsystem bewertet empfangene Radarechos 108 von zumindest einem Radarsensor 110 des Radarsystems 104 selbst. Die Radarechos 108 resultieren aus Reflexionen von Radarenergie an Flächen in einem Erfassungsbereich des Radarsensors 110. Eine Erkennungseinrichtung 112 des Radarsystems 104 sucht in den Radarechos 108 eine Bezugsebene. Ein Winkel des Radarsensors 110 gegenüber der Bezugsebene wird als Ausrichtung in den Radarinformationen 106 abgebildet. Dieser Wert kann über längere Zeit beispielsweise aufintegriert werden, um so eine dauerhafte Fehl Ausrichtung des Radarsensors 110 zu kompensieren. Da der Radarsensor 110 an dem Zweirad befestigt ist, entspricht die Schräglage 102 einer kurzfristigen Fehl Ausrichtung, die von dem Radarsystem 104 in den Radarinformationen 106 bereitgestellt wird.

[0028] In einem Ausführungsbeispiel werden die Radarechos 106 in der Erkennungseinrichtung 112 aufbereitet beziehungsweise interpretiert, bevor sie von dem Steuergerät 100 eingelesen werden. In der Erkennungseinrichtung 112 werden Häufungen von Radarechos 106 reflektierenden Punkten oder Orten zugeordnet. Den Orten beziehungsweise Punkten werden Punktkoordinaten zugeordnet und in den Radarinformationen 106 abgebildet. Die Punktkoordinaten weisen beispielsweise je einen Höhenwert, einen Seitenwert, einen Entfernungswert und einen Intensitätswert auf. Der Höhenwert und der Seitenwert bilden eine Richtung zu dem jeweiligen Punkt oder Ort, also einen Winkel zwischen einer Bezugsachse des Radarsensors 110 und dem reflektierenden Punkt oder Ort ab. Der Entfernungswert bildet eine Entfernung zu dem Punkt oder Ort, also eine Laufzeit zwischen einem Sendezeitpunkt eines Radarimpulses und einem Empfangszeitpunkt des Radarechos 108 ab. Der Intensitätswert bildet eine Dämpfung des Radarimpulses, also sowohl eine Reflektivität des Punkts oder Orts als auch die Entfernung ab. Das Steuergerät 100 wertet einen

zeitlichen Verlauf der Punktkoordinaten statistisch aus, um die Schräglage 102 zu schätzen.

[0029] In einem Ausführungsbeispiel werden die Punkte oder Orte in der Erkennungseinrichtung 112 weiter interpretiert und Häufungen von Punkten oder Orten zu Objekten zugeordnet. Objektkoordinaten der Objekte werden in der Radarinformation 104 abgebildet. Das Steuergerät 100 wertet einen zeitlichen Verlauf der Objektkoordinaten statistisch aus, um die Schräglage 102 zu schätzen.

[0030] In einem Ausführungsbeispiel wird im Steuergerät 100 aus einer Abfolge von Punktkoordinaten und/oder Objektkoordinaten eine Winkeländerung abgeleitet und die Schräglage 102 aus der Winkeländerung geschätzt. Dabei wird ausgenutzt, dass sich Objekte im Regelfall entsprechend einem bekannten Schema durch den Erfassungsbereich des Radarsensors 110 bewegen, wenn sich das Zweirad bewegt und/oder sich die Objekte bewegen. Wenn diese Bewegung von dem bekannten Schema abweicht, kann die Ursache eine Verkipfung des Radarsensors aufgrund der Schräglage 102 sein. Die Abweichung vom Schema ist dabei proportional zur Schräglage 102.

[0031] In einem Ausführungsbeispiel wird im Steuergerät 100 aus der Abfolge von Punktkoordinaten und/oder Objektkoordinaten eine Relativgeschwindigkeit zwischen zumindest einem Objekt und/oder Punkt beziehungsweise Ort und dem Zweirad abgeleitet. Die Schräglage 102 wird unter Verwendung der Relativgeschwindigkeit geschätzt. Dabei wird ausgenutzt, dass sich die Relativgeschwindigkeit durch die Schräglage 102 ändert. Insbesondere steigt die Relativgeschwindigkeit auf der Seite des Zweirads, zu der das Zweirad in die Schräglage 102 kippt, während die Relativgeschwindigkeit auf der anderen Seite abnimmt.

[0032] In einem Ausführungsbeispiel wird im Steuergerät 100 eine seitliche Komponente der Relativgeschwindigkeit ausgewertet, um die Schräglage 102 zu erkennen. Da der Radarsensor 110 am Zweirad möglichst hoch angeordnet ist, kippt der Radarsensor 110 durch die Schräglage 102 in Richtung eines seitlich befindlichen Objekts oder aber von dem seitlichen Objekt weg, obwohl sich ein Abstand von Aufstandspunkten der zwei Räder des Zweirads zu dem Objekt nicht ändert.

[0033] In einem Ausführungsbeispiel wird im Steuergerät 100 aus der Abfolge von Punktkoordinaten und/oder Objektkoordinaten ein optischer Fluss berechnet und die Schräglage 102 aus dem optischen Fluss abgeleitet. Der optische Fluss bildet alle Relativbewegungen zwischen dem Zweirad und seiner Umgebung ab. Dabei weisen näherungsweise alle Punktkoordinaten und/oder Objektkoordinaten

den gleichen optischen Fluss auf, wenn sich das Zweirad in die Schräglage 102 neigt, während die Relativbewegungen von beweglichen Objekten und der unbeweglichen Umgebung deutlich unterschiedliche optische Flüsse verursachen. Der optische Fluss durch die Neigung in die Schräglage 102 ist zusätzlich im Wesentlichen quer zu den optischen Flüssen durch die Relativbewegungen ohne die Neigung ausgerichtet und somit unterscheidbar.

[0034] In einem Ausführungsbeispiel wertet das Steuergerät 100 eine in der Radarinformation 106 enthaltene Geschwindigkeitsinformation aus, um die Schräglage 102 zu schätzen. Dazu wird zusätzlich zumindest von einem Rad des Zweirads eine Radgeschwindigkeit eingelesen. Durch die Schräglage 102 verändert sich ein Rollradius des Rads und somit auch die Radgeschwindigkeit, während die Geschwindigkeitsinformation eine wahre Geschwindigkeit des Zweirads abbildet. Die Schräglage 102 wird aus einer Abweichung der Radgeschwindigkeit von der Geschwindigkeitsinformation abgeleitet.

[0035] Nachfolgend werden mögliche Ausgestaltungen der Erfindung nochmals zusammengefasst bzw. mit einer geringfügig anderen Wortwahl dargestellt.

[0036] Es wird eine Schräglagenschätzung für Zweiräder mit Radarsensoren vorgestellt.

[0037] Radarsensoren, die die ARAS-Funktionen (Advanced Rider Assistance System) von Zweirädern unterstützen, reagieren empfindlich auf Schräglageneffekte bei Zweirädern und sind daher auf die Erfassung des Schräglagenwinkels durch eine Inertialsensorik (IMU) angewiesen.

[0038] Hier schätzt das Radar den Schräglagenwinkel in Echtzeit, indem es nur Radarwahrnehmungsdaten verwendet, d. h. ohne Input von anderen Sensoren.

[0039] Dies kann durch eine Kombination von Maßnahmen zur Schätzung des Schräglagenwinkels aus Geschwindigkeits- und/oder Positionsänderungen von Radar-Punkten und/oder Objekten erfolgen.

[0040] Der geschätzte Schräglagenwinkel kann eine zusätzliche Dimension sein, die vom Radar ausgegeben wird. Er kann anstelle von Signalen der Trägheitsmesseinheit für erweiterte Funktionen zur Unterstützung des Fahrerwarnsystems verwendet werden, insbesondere für solche, die nicht auf Schräglagenfehler reagieren, wie die Überwachung des toten Winkels (BSD) oder die hintere latente Abstandsinformation (RLADI). Der geschätzte Schräglagenwinkel kann auch zur Unterstützung anderer Sicherheitsassistenzsysteme verwendet werden.

[0041] Ein Wahrnehmungssystem interpretiert die Radarreflexionen, gruppiert sie zu Orten und ordnet die Orte mit Hilfe proprietärer Algorithmen zu Radarobjekten. Diese Informationen werden an die Algorithmen zur Schätzung des Schräglagenwinkels weitergeleitet und sind die einzige erforderliche Eingabe.

[0042] Das Radargerät berechnet den Schräglagenwinkel mit einer beliebigen Kombination der nachstehenden Techniken.

[0043] Der Schräglagenwinkel kann anhand von Änderungen der Echtzeit-Fehlausrichtungsinformationen (MAL) berechnet werden. Das Fehlausrichtungssystem liefert absolute Informationen über den Ausrichtungswinkel des Radars, z. B. +5 Grad Roll. Die Änderung der absoluten Ausrichtung in der Rollachse ist ein Indikator für die Verrollung des Fahrzeugs.

[0044] Der Schräglagenwinkel kann anhand der Änderung eines Höhenwinkels von Orten berechnet werden. Die Positionen werden in einer Ebene relativ zum Ego gemessen. Wenn sich die durchschnittliche Positionsebene in Bezug auf eine Sensorposition gedreht hat, deutet dies auf ein Rollen des Fahrzeugs hin.

[0045] Der Schräglagenwinkel kann anhand der Änderung der relativen Geschwindigkeit von Objekten berechnet werden. Objekte lassen sich gut über die Zeit verfolgen (im Gegensatz zu Orten, die sporadisch verschwinden und wieder auftauchen). Daher kann aus der Änderung der seitlichen Geschwindigkeit eines Objekts, das auf einer benachbarten Spur mit ähnlicher Relativgeschwindigkeit fährt, geschlossen werden, dass sich das Ego in Richtung des Objekts neigt. Die Änderung der Geschwindigkeit ist proportional zu einer Änderung der Rollbewegung.

[0046] Der Schräglagenwinkel kann anhand der Änderung der relativen Geschwindigkeit der einzelnen Orte berechnet werden. Wenn das Fahrzeug zu einer Seite rollt, kommt es zu einer Änderung der Geschwindigkeit der einzelnen Stellen (gemessen mit Radar-Doppler). Die Geschwindigkeit erhöht sich für Orte auf der Seite, zu der sich das Fahrzeug neigt, und verringert sich gleichermaßen auf der Seite, von der es sich weg neigt. Wenn der Unterschied in der durchschnittlichen Geschwindigkeitsänderung für Orte auf der linken und rechten Seite unter einem Schwellenwert liegt, aber die absolute durchschnittliche Geschwindigkeitsänderung für Orte über einem Schwellenwert liegt, zeigt dies an, dass ein Rollvorgang im Gange ist. Der Durchschnittswert kann dann verwendet werden, um den Schräglagenwinkel des Fahrzeugs zu bestimmen.

[0047] Der Schräglagenwinkel kann anhand der Änderung der Verschiebung der Orte (Curl) berechnet werden. Wie bei den Algorithmen für den optischen Fluss, die bei Kamerasystemen verwendet werden, kann die Krümmung von Orten berechnet werden, die innerhalb des Sichtfelds (FoV) des Radars beobachtet werden. Wenn es nicht möglich ist, die Verschiebung von Orten zu verfolgen (da sie zeitlich nicht gut verfolgt werden können), können statistische Methoden zur Mittelwertbildung verwendet werden, wie z. B. die Histogrammierung von Ortsabständen oder die Mittelwertbildung der Größe der Krümmung.

[0048] Der Schräglagenwinkel kann anhand der Überprüfung einer Raddrehzahlkompensationsstufe berechnet werden. Wenn der Schräglagenwinkel Null ist, ist die Fahrzeuggeschwindigkeit direkt proportional zur Radgeschwindigkeit und zum Radradius. Bei Schräglage wird der modellierte Radradius ungenau. Bei Radargeräten für Zweiräder muss die Information des Raddrehzahlsensors möglicherweise kompensiert werden, um eine genaue Messung der Fahrzeuggeschwindigkeit zu erhalten. Wenn das Radprofil bekannt ist (d. h. der Radradius), kann durch den Vergleich der durch den Raddrehzahlsensor berechneten Fahrzeuggeschwindigkeit mit der aus einer anderen Quelle, z. B. dem Radar, berechneten Fahrzeuggeschwindigkeit eine Schätzung der Schräglage auf der Grundlage der Größe der Differenz vorgenommen werden.

[0049] 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 Bestimmen einer Schräglage (102) eines Zweirads, wobei Radarinformationen (106) von einem Radarsystem (104) des Zweirads ausgewertet werden, um die Schräglage (102) zu schätzen.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, bei dem eine in den Radarinformationen (106) enthaltene Ausrichtung des Radarsystems (104) ausgewertet wird, wobei die Schräglage (102) unter Verwendung der Auswertung der Ausrichtung geschätzt wird.
3. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem eine in den Radarinformationen (106) enthaltene Abfolge von Punktkoordinaten statistisch ausgewertet wird, um die Schräglage (102) zu schätzen.

4. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem eine in den Radarinformationen (106) enthaltene Abfolge von Objektkoordinaten statistisch ausgewertet wird, um die Schräglage (102) zu schätzen.

5. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 3 bis 4, bei dem aus der Abfolge eine Winkeländerung zu zumindest einem Objekt abgeleitet wird, wobei die Schräglage (102) unter Verwendung der Winkeländerung geschätzt wird.

6. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 3 bis 5, bei dem aus der Abfolge eine Relativgeschwindigkeit zwischen zumindest einem Objekt und/oder Punkt und dem Zweirad abgeleitet wird, wobei die Schräglage (102) unter Verwendung der Relativgeschwindigkeit geschätzt wird.

7. Verfahren gemäß Anspruch 6, bei dem aus der Abfolge eine laterale Relativgeschwindigkeit abgeleitet wird und die Schräglage (102) unter Verwendung der lateralen Relativgeschwindigkeit geschätzt wird.

8. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 3 bis 7, bei dem aus der Abfolge ein optischer Fluss abgeleitet wird, der eine Information über eine Relativbewegung zwischen einer Umgebung des Zweirads, Objekten in der Umgebung und dem Radarsystem wiedergibt, wobei die Schräglage (102) unter Verwendung des optischen Flusses geschätzt wird.

9. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem eine in den Radarinformationen (106) enthaltene Radargeschwindigkeit des Zweirads mit einer Radgeschwindigkeit von einem Radarsensor des Zweirads verglichen wird, um die Schräglage (102) zu schätzen.

10. Steuergerät (100), wobei das Steuergerät (100) dazu ausgebildet ist, das Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche in entsprechenden Einrichtungen auszuführen, umzusetzen und/oder anzusteuern.

11. Computerprogrammprodukt, das dazu eingerichtet ist, einen Prozessor bei Ausführung des Computerprogrammprodukts dazu anzuleiten, das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9 auszuführen, umzusetzen und/oder anzusteuern.

12. Maschinenlesbares Speichermedium, auf dem das Computerprogrammprodukt gemäß Anspruch 11 gespeichert ist.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

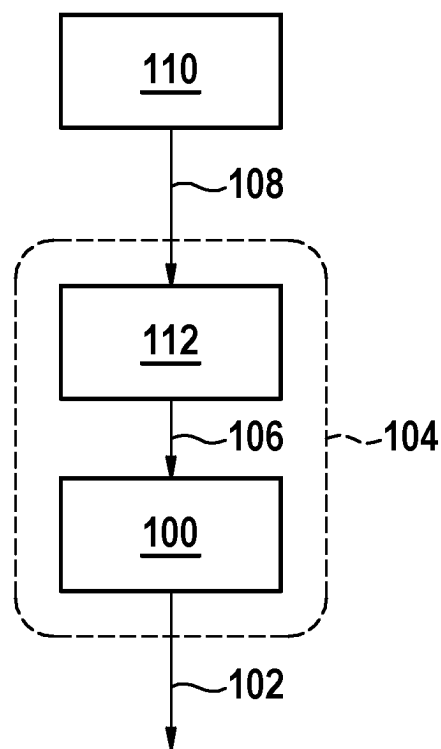


Fig. 1