



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 016 025 B4 2010.05.20**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 016 025.2**

(22) Anmeldetag: **24.03.2004**

(43) Offenlegungstag: **21.10.2004**

(45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **20.05.2010**

(51) Int Cl.⁸: **G08G 1/16 (2006.01)**
B60W 30/08 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:

10/401428 28.03.2003 US

(73) Patentinhaber:

**Visteon Global Technologies, Inc., Dearborn,
 Mich., US**

(74) Vertreter:

**Sperling, Fischer & Heyner Patentanwälte, 01277
 Dresden**

(72) Erfinder:

Zoratti, Paul K., South Lyon, Mich., US

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:

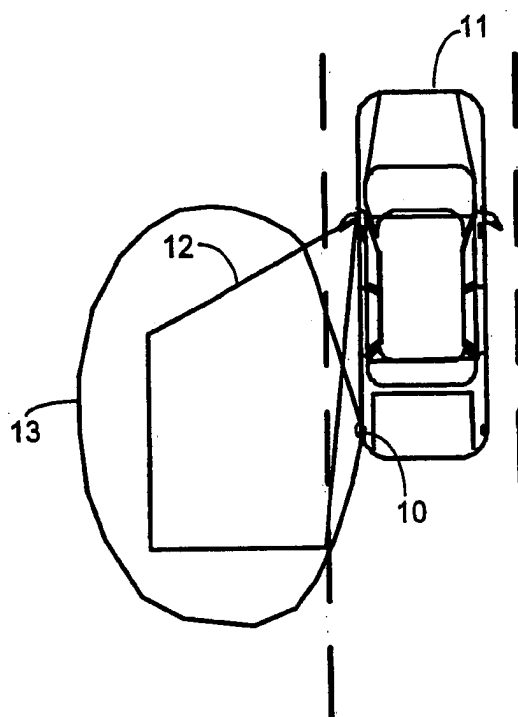
DE 198 45 568 A1

DE 198 06 150 C1

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Klassifizierung eines Objektstandorts eines 3D-Objekts an einer Seite eines Transportfahrzeugs**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Klassifizierung eines Objektstandorts eines 3D-Objekts an einer Seite eines Transportfahrzeugs, wobei das Transportfahrzeug sich entlang einer von vorn nach hinten verlaufenden Richtungsachse bewegt und mit einem an einen festgelegten Bezugspunkt montierten Fernsensor ausgestattet ist, umfassend:

- Erkennen eines Satzes von Erfassungspunkten größtenteils an der Seite des Transportfahrzeugs mithilfe des Fernsensors;
- Finden eines Erfassungspunkts, der einen kleinsten Abstand zum Fahrzeugbezugspunkt aufweist;
- Klassifizieren des Objekts als Auf Mitte, wenn eine dem nahestliegenden Erfassungspunkt entsprechende Position Y_{nah} entlang der Richtungsachse sich innerhalb einer festgelegten Schwellenentfernung von einer dem festgelegten Bezugspunkt entsprechenden Position Y_{null} entlang der Richtungsachse befindet;
- wenn nicht Auf Mitte, Klassifizieren des Objekts als Übergreifend, wenn sich eine erste Position Y_1 entlang der Richtungsachse und eine zweite Position Y_2 entlang der Richtungsachse auf entgegengesetzten Seiten der Position Y_{null} befinden;
- wenn nicht Übergreifend, Klassifizieren des Objekts als Vorn, wenn sich jeder einzelne...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Klassifizierung eines Objektstandorts eines 3D-Objekts an einer Seite eines Transportfahrzeugs, wobei das Transportfahrzeug sich entlang einer von vorn nach hinten verlaufenden Richtungsachse bewegt und mit einem an einen festgelegten Bezugspunkt montierten Fernsensor ausgestattet ist.

[0002] Die Erfindung bezieht sich allgemein auf Seitenobjekterfassungssysteme für Kraftfahrzeuge und speziell auf die Bestimmung eines Standorts von Objekten innerhalb einer Erfassungszone auf der Basis einer von einem Fernsensor erfassten, begrenzten Anzahl von Erfassungspunkten, die eine unvollständige Begrenzung eines Objekt ergeben.

[0003] Als Seitenobjekterfassungssysteme (SOES) bekannte Kraftfahrzeugsysteme verwenden seitwärts gerichtete Fernsensoren für Anwendungen, wie z. B. Toter-Winkel-Erfassung und Fahrspurwechselunterstützung. Diese Anwendungen sollen den Fahrer vor potenziellen Gefahren warnen, wie z. B. vor Objekten, die sich neben dem Wirtsfahrzeug befinden können. Die Fernsensoren können Radar-Sendeempfänger, Lichtsensoren, Ultraschallsensoren und andere Techniken verwenden.

[0004] Ein Zweck der seitwärts gerichteten Sensoren ist die Erkennung der Präsenz und des Standorts von Objekten innerhalb einer festgelegten interessierenden Zone neben dem Fahrzeug. Radarsensoren erfassen und lokalisieren Objekte durch Übertragung elektromagnetischer Energie, die von Objekten innerhalb des Sensorblickfelds reflektiert wird. Das reflektierte Signal kehrt zum Sensor zurück, wo es zur Ermittlung der Laufzeit der gesendeten/empfangenen Energie verarbeitet wird. Die Laufzeit ist direkt proportional zur Entfernung des Ziels vom Radarsensor. Zusätzlich zur Entfernungsbestimmung gibt es Verfahren zur Bestimmung des Azimutstandorts (d. h. des Querabstands) der erfassten Objekte, wie z. B. mehrfache abgetastete/geschaltete Strahlen und Monopulsimplementierungen. Deshalb kann das Radar in Abhängigkeit seiner Komplexität Objekte in Entfernung und Azimut relativ zum Sensorstandort lokalisieren.

[0005] Auf der Basis der während der Abtastung des gesamten Blickfelds reflektierten Signale wird ein Satz von Erfassungspunkten akkumuliert. Aufgrund der Natur der von einem Fernsensor (Radar, Laser, Ultraschall oder ein anderer Aktivsensor) empfangenen Reflexionen ist der Satz von Erfassungspunkten nur für bestimmte Stellen auf dem Objekt oder den Objekten, das oder die sich innerhalb des Sensorblickfelds befindet/befinden, repräsentativ. Die Erfassungspunkte müssen analysiert werden, um festzustellen, welcher Typ von Objekten vorhanden sein

kann und wo sich ein solches Objekt befindet.

[0006] Auf der Basis des Typs und des Standorts der erfassten Objekte muss ein Toter-Winkel-Erfassungssystem oder ein System zur Fahrspurwechselunterstützung entscheiden, ob es sich um eine Erfassung handelt, vor der der Fahrer gewarnt werden sollte. Unter bestimmten Bedingungen kann es unerwünscht sein, jedes Mal eine Warnung auszulösen, wenn irgendein Objekt in der Erfassungszone erfasst worden ist. Seitwärts gerichtete Sensoren sind zum Beispiel Reflexionen von normalen Straßenstrukturen, wie z. B. Leitplanken oder Straßenrandzeichen, ausgesetzt. Diese Objekte dürften keine Gefahr darstellen, vor der ein Fahrer gewarnt werden möchte, da sie stationär sind. Aufgrund der Komplexität der Fahrumgebung ist es einem Radarsensor ohne umfangreiche Berechnung und kostenintensive Sensorgestaltung jedoch nicht möglich, zwischen den verschiedenen Fahrszenarios zu unterscheiden. Es wäre wünschenswert, zwischen Objekten, vor denen gewarnt oder nicht gewarnt werden sollte, mithilfe relativ einfacher Sensoren und ohne Verwendung umfangreicher Berechnungsressourcen zu unterscheiden.

[0007] Es sind Insassensicherheitssysteme bekannt, die Pre-Crash-Funktionen auf der Basis der Berechnung eines drohenden Zusammenstoßes und der Ergreifung vorbeugender Maßnahmen zur Steigerung der Sicherheit der Fahrzeuginsassen enthalten. Potenzielle Pre-Crash-Maßnahmen umfassen das Straffen der Sicherheitsgurte und das Anpassen des Entfaltens der Airbags in Reaktion auf den erwarteten Punkt des Zusammenpralls. Dem Stand der Technik entsprechende Pre-Crash-Systeme verwenden ein nach vorn oder nach hinten gerichtetes Radar, wobei die Geschwindigkeit eines Objekts eine Radialkomponente enthält, was eine auf Dopplermessungen basierende Erfassung und Lokalisierung der Objekte zulässt. Bei seitwärts gerichteten Systemen ist eine Radialgeschwindigkeit stets gering und Dopplermessungen sind nicht anwendbar. Trotzdem könnte die Fähigkeit zur Ermittlung eines seitlichen Standorts zur Verbesserung der Pre-Crash-Maßnahmen und zur Feststellung (z. B. mithilfe von Lenkwinkelinformationen), ob sich ein Objekt im vorausberechneten Weg des Fahrzeugs befindet, genutzt werden.

[0008] Ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Objekterfassung für Kraftfahrzeuge sind in der Druckschrift DE 198 45 568 A1 beschrieben, wobei die Vorrichtung Daten für unterschiedliche Assistenz-Vorrichtungen bereitstellen und an flexibel wechselnde Gegebenheiten anpassbar sein soll. Das Verfahren soll zur Erfassung und Verfolgung von Objekten geschaffen werden. Die Vorrichtung umfasst

– eine durch eine Vielzahl von Abstands-Sensoren gebildete Abstands-Sensorik, die derart an

dem Kraftfahrzeug angeordnet ist, dass diese die Umgebung des Kraftfahrzeugs abtasten und

- eine Auswerteeinheit, die aus den Daten der Abstands-Sensorik die Bewegungsbahn und die Geschwindigkeit eines Objektes relativ zu dem Kraftfahrzeug ermittelt,

wobei die Abstands-Sensoren wahlweise durch die Auswerteeinheit ansteuerbar und die Reichweite und/oder die Maßwiederholfrequenz und/oder die Auflösung und/oder die Betriebsart der Abstands-Sensoren veränderbar sind.

[0009] Das Verfahren umfasst folgende Schritte:

- Erfassen der Fahrsituation des Kraftfahrzeuges durch Auswertung der Eigengeschwindigkeit und/oder der eingelegten Gangstufe,
- Einstellen der Messwertwiederholfrequenz, der Reichweite, der Auflösung und der Betriebsart der einzelnen Abstandssensoren,
- Abtasten der Fahrzeugumgebung nach Objekten innerhalb der eingestellten Reichweite der Abstandssensoren,
- Übermitteln der erfassten Objektdaten an die Auswerteeinheit,
- Ermitteln des Abstandes und der Geschwindigkeit des oder der erfassten Objekte,
- Berechnen einer voraussichtlichen Bewegungsbahn der Objekte zum Kraftfahrzeug und klassifizieren der Objekte nach Gefährdungsrelevanz,
- Auswählen der Abstandssensoren im Bereich der voraussichtlichen Bewegungsbahn der Objekte,
- Erhöhen der Messwiederholfrequenz der ausgewählten Abstandssensoren und Reduzieren der benötigten Rechenleistung für die übrigen Abstandssensoren durch Verstellen der Reichweite und/oder Betriebsart und/oder der Messwiederholfrequenz und/oder Auflösung,
- Wiederholen der Verfahrensschritte so lange, bis das erfasste Objekt die Fahrzeugumgebung verlässt oder eine Kollision unvermeidbar erscheint oder eine andere Abbruchsbedingung erfüllt ist und
- Erzeugen von Steuersignalen für Fahrzeuginsassenrückhaltesysteme durch die Auswerteeinheit, falls eine Kollision unvermeidlich oder eine Kraftfahrzeugführerreaktion notwendig ist.

[0010] Probleme bestehen darin, dass das Verfahren sehr schrittintensiv und die Vorrichtung sehr material(sensor)aufwändig sind. Mehrere Sensoren müssen vorgesehen sein. Auch die Signalverarbeitung bedingt viele Bauteile und umfangreiche programmtechnischen Mittel, z. B. für die Berechnung der Bewegungsbahn oder das Auswählen eines für eine Objekterfassung vorgesehenen Abstandssensors.

[0011] Ein Fahrzeug mit Objekterfassungseinrich-

tung zur Erfassung von Objekten in einem seitlich rückwärtigen Beobachtungsbereich ist in der Druckschrift DE 198 06 150 C1 beschrieben, wobei die Objekterfassungseinrichtung

- Mittel zur berührungslosen, strahlungsbasierten Abtastung des Beobachtungsbereichs und
- eine den Abtastmitteln nachgeschaltete Auswerteeinheit

beinhaltet. Die nachgeschaltete Auswerteeinheit

- wertet die Abtastinformationen von zwei oder mehr streifenförmigen Teilbereichen des Beobachtungsbereichs mit zur Fahrzeuglängsrichtung unterschiedlich geneigten oder in Fahrzeuglängsrichtung gegeneinander versetzten Horizontal-komponenten zeitaufgelöst aus und
- unterscheidet anhand der Ansprechreihenfolge der Beobachtungsteilbereiche sich in Fahrtrichtung des Fahrzeuges bewegende Objekte von stehenden Objekten und entgegenkommenden Objekten.

[0012] Ein Problem besteht darin, dass die Objekterfassungseinrichtung hauptsächlich auf einen seitlich rückwärtigen Beobachtungsbereich und insbesondere auf ein Einparksystem bzw. auf einen Einparkvorgang des Fahrzeuges ausgerichtet ist. Aber auch vorbeifahrende oder stationäre Objekte können erfasst werden, aber immer erst dann, wenn sich das Wirtsfahrzeug in Fahrtrichtung vor diesen Objekten (Stangen, Schildern, sich bewegende oder stehende Fahrzeuge) befindet. Auch entgegenkommende Fahrzeuge können erst auf gleicher Höhe registriert werden. Sollte überhaupt eine Warnung ausgelöst werden, dann kann diese demzufolge immer erst aus dem seitlich rückseitigen Beobachtungsbereich kommen.

[0013] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Klassifizierung eines Objektstandorts eines 3D-Objekts an einer Seite eines Transportfahrzeugs anzugeben, das derart geeignet ausgebildet ist, dass eine verbesserte Erfassung des Standorts des seitlich von dem Transportfahrzeug, in einer vorgegebenen Erfassungszone befindlichen 3D-Objektes auch in Bezug auf eine klarere Unterscheidung eines stationären Objektes und eines beweglichen Objektes erreicht wird, um eine verbesserte Entscheidung über die Ausführung einer Warnung oder eines Vor-Unfall-Warnung (Pre-Crash) zu ermöglichen. Außerdem sollen einfache Fernsensoren und eine einfache Signalverarbeitung zum Einsatz kommen.

[0014] Die Aufgabe der Erfindung wird mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0015] Das Verfahren zur Klassifizierung eines Objektstandorts eines 3D-Objekts an einer Seite eines Transportfahrzeugs, wobei das Transportfahrzeug

sich entlang einer von vorn nach hinten verlaufenden Richtungsachse bewegt und mit einem an einen festgelegten Bezugspunkt montierten Fernsensor ausgestattet ist, umfasst gemäß Patentanspruch 1 folgende Schritte

- Erkennen eines Satzes von Erfassungspunkten größtenteils an der Seite des Transportfahrzeugs mithilfe des Fernsensors;
- Finden eines Erfassungspunkts, der einen kleinsten Abstand zum Fahrzeugbezugspunkt aufweist;
- Klassifizieren des Objekts als Auf Mitte, wenn eine dem nahestliegenden Erfassungspunkt entsprechende Position Y_{nah} entlang der Richtungsachse sich innerhalb einer festgelegten Schwellenentfernung von einer dem festgelegten Bezugspunkt entsprechenden Position Y_{null} entlang der Richtungsachse befindet;
- wenn nicht Auf Mitte, Klassifizieren des Objekts als Übergreifend, wenn sich eine erste Position Y_1 entlang der Richtungsachse und eine zweite Position Y_2 entlang der Richtungsachse auf entgegengesetzten Seiten der Position Y_{null} befinden;
- wenn nicht Übergreifend, Klassifizieren des Objekts als Vorn, wenn sich jeder einzelne Erfassungspunkt vor der Position Y_{null} befindet;
- wenn nicht Übergreifend, Klassifizieren des Objekts als Hinten, wenn sich jeder einzelne Erfassungspunkt hinter der Position Y_{null} befindet.

[0016] Dabei befindet sich jeder Punkt des Satzes von Erfassungspunkten innerhalb einer festgelegten Erfassungszone

[0017] Die Position Y_1 umfasst eine eines am weitesten vornliegenden Erfassungspunkts entsprechende Position Y_{max} entlang einer Richtungsachse und die Position Y_2 umfasst eine eines am weitesten hintenliegenden Erfassungspunkts entsprechende Position Y_{min} entlang einer Richtungsachse.

[0018] Der Satz von Erfassungspunkten kann während einer Vielzahl von aufeinander folgenden Abtastzeiten abgetastete Erfassungspunkte enthalten.

[0019] Das Objekt wird nur dann als Auf Mitte klassifiziert, wenn sich jede jeweilige Position Y_{nah} während jeder jeweiligen Abtastzeit innerhalb des festgelegten Schwellenabstands von der Position Y_{null} befindet.

[0020] Dabei kann der Fernsensor aus einem Radarsensor bestehen und jede aufeinander folgende Abtastzeit einer Radarabtastung kann einer festgelegten Erfassungszone entsprechen.

[0021] Die Radarabtastung kann eine Monopulsradarabtastung sein.

[0022] Die Radarabtastung kann aus einem elektro-

nisch abgetasteten Radarstrahl bestehen.

[0023] Andererseits kann die Radarabtastung auch aus geschalteten Richtadarstrahlen bestehen.

[0024] Die erste Position Y_1 und die zweite Position Y_2 können unterschiedlichen Abtastzeiten der aufeinander folgenden Abtastzeiten entsprechen.

[0025] Die einzelnen Erfassungspunkte können eine einem am weitesten vornliegenden Erfassungspunkt entsprechende Position Y_{max} entlang einer Richtungsachse umfassen.

[0026] Die einzelnen Erfassungspunkte können andererseits eine einem am weitesten hintenliegenden Erfassungspunkt entsprechende Position Y_{minx} entlang einer Richtungsachse umfassen.

[0027] Außerdem kann das Verfahren den Schritt der Erzeugung einer Warnanzeige für einen Fahrer des Transportfahrzeugs umfassen, die ein sich bewegendes Fahrzeug in der Erfassungszone in Reaktion auf den klassifizierten Objektstandort anzeigt.

[0028] Des Weiteren kann das Verfahren den Schritt des Einsatzes einer Pre-Crash-Minderungsmaßnahme in dem Transportfahrzeug teilweise in Reaktion auf den klassifizierten Objektstandort umfassen.

[0029] Die Erfindung wird anhand eines Ausführungsbeispiels mittel mehrerer Zeichnungen näher erläutert.

[0030] Es zeigen:

[0031] [Fig. 1](#) eine Draufsicht, die eine interessierende Zone der Seitenobjekterfassung und ein Fernsenorsblickfeld darstellt,

[0032] [Fig. 2](#) Koordinatensysteme zur Spezifizierung von Standorten innerhalb eines Blickfelds,

[0033] [Fig. 3](#) ein Blickfeld überstreichende Monopulsradartransmissionsstrahlen,

[0034] [Fig. 4](#) eine das Blickfeld überstreichende Radartransmission mit abtastendem/mehrfach geschaltetem Strahl,

[0035] [Fig. 5](#) eine grafische Darstellung verschiedener Fahrscenarios, in denen Objekte mithilfe eines Systems zur Erfassung eines seitlichen Objekts erfasst werden,

[0036] [Fig. 6](#) einen ersten Beispielsatz von Erfassungspunkten „Auf Mitte“,

[0037] [Fig. 7](#) einen zweiten Beispielsatz von Erfassungspunkten „Übergreifend“,

[0038] [Fig. 8](#) einen dritten Beispielsatz von Erfassungspunkten „Vorn“,

[0039] [Fig. 9](#) einen vierten Beispielsatz von Erfassungspunkten „Hinten“,

[0040] [Fig. 10](#) ein Flussdiagramm eines Verfahrens der Erfindung zur Ermittlung des Standorttyps,

[0041] [Fig. 11](#) ein Flussdiagramm der Verwendung des Standorttyps mithilfe von Funktionen höherer Stufe und

[0042] [Fig. 12](#) ein Blockschaubild eines erfindungsgemäßen Fernabstastsystems.

[0043] Mit den [Fig. 1](#) bis [Fig. 12](#) wird ein Verfahren zur Klassifizierung eines Objektstandorts eines 3D-Objekts an einer Seite eines Transportfahrzeugs **11** dargestellt, wobei das Transportfahrzeug **11** sich entlang einer von vorn nach hinten verlaufenden Richtungsachse bewegt und mit einem an einen festgelegten Bezugspunkt montierten Fernsensor **10** ausgestattet ist. Mithilfe des Fernsensors **10** wird ein sich größtenteils an der Seite des Transportfahrzeugs **11** befindlicher Satz von Erfassungspunkten erkannt. Es wird ein Erfassungspunkt gefunden, der einen kleinsten Abstand zum Fahrzeugbezugspunkt aufweist. Das Objekt wird als Auf Mitte klassifiziert, wenn sich eine dem Erfassungspunkt mit dem kleinsten Abstand entsprechende Position Y_{nah} entlang der Richtungsachse innerhalb eines festgelegten Schwellenabstands von einer dem festgelegten Bezugspunkt entsprechenden Position Y_{null} entlang der Richtungsachse befindet. Wenn nicht als Auf Mitte wird das Objekt als Übergreifend klassifiziert, wenn sich eine erste Position Y_1 entlang der Richtungsachse und eine zweite Position Y_2 entlang der Richtungsachse auf entgegengesetzten Seiten der Position Y_{null} befinden. Wenn nicht als Übergreifend wird das Objekt als Vorn klassifiziert, wenn sich jeder einzelne Erfassungspunkt vor der Position Y_{null} befindet. Wenn nicht als Übergreifend wird das Objekt als Hinten klassifiziert, wenn sich jeder einzelne Erfassungspunkt hinter der Position Y_{null} befindet.

[0044] Bezug nehmend auf [Fig. 1](#) ist der Fernsensor **10** am hinteren Teil des Fahrzeugs **11** montiert und im Allgemeinen in eine zur Fahrtrichtung des Fahrzeugs senkrechte Richtung ausgerichtet (d. h. der Sensor ist seitwärts gerichtet). Durch Messen von Abstand und Richtungswinkel (oder Azimut) zu erfassten Zielen (d. h. abgetasteten Erfassungspunkten) kann das System zur Erfassung eines seitlichen Hindernisses feststellen, ob sich ein Objekt innerhalb einer interessierenden Zone **12**, auch Erfassungszone genannt, befindet. Normalerweise besitzt der Sensor **10** ein tatsächliches Blickfeld **13**, das Bereiche jenseits der interessierenden Zone **12** umfassen kann. Obwohl eine interessierende Zone nur auf ei-

ner Seite des Fahrzeugs **11** dargestellt ist, umfasst ein typisches Seitenobjekterfassungssystem an beiden Seiten eines Fahrzeugs angeordnete Sensoren, um auf beiden Seiten des Fahrzeugs **11** tote Winkel zu überstreichen.

[0045] Der Sensor **10** kann zum Beispiel aus einem Radarsensor bestehen und ist zur Lieferung von mindestens zwei Arten von Informationen in der Lage: (1) Abstand zu erfassten Zielen und (2) Richtungswinkel (d. h. Azimut) zu erfassten Zielen. Als eine zusätzliche Information kann die Messung der Relativgeschwindigkeit mithilfe der Doppler-Frequenzverschiebung verwendet werden. Doppler-Messungen sind zwar zur Erkennung stillstehender Objekte mithilfe eines Radarsensors verwendet worden, der im seitwärts gerichteten Fall jedoch von begrenztem Nutzen ist, da das Radarblickfeld im Allgemeinen senkrecht zur Fahrtrichtung des Fahrzeugs ausgerichtet ist und eine Doppler-Verschiebung für Objekte innerhalb der interessierenden Zone **12** minimal ist.

[0046] Wenn ein Erfassungspunkt oder ein Ziel **15** innerhalb des Sensorblickfelds **13** abgetastet wird, werden entsprechend dem Typ des verwendeten Fernsensors mithilfe von im Fachgebiet allgemein bekannten Verfahren ein Abstand **16** vom Sensor **10** und ein Azimutwinkel **17** von einer Bezugsrichtung **18** (z. B. senkrecht von der Seite des Fahrzeugs **11**) ermittelt, wie in [Fig. 2](#) dargestellt. In einer Vorzugsausgestaltung der Erfindung werden die Koordinaten der Erfassungspunkte in kartesische X/Y-Koordinaten umgewandelt, wobei die x-Dimension dem senkrechten Abstand von einer entsprechenden Seite des Fahrzeugs und die y-Dimension der parallelen Entfernung von einem Bezugspunkt, wie z. B. der Position des Fernsensors, entspricht.

[0047] In einer Vorzugsausgestaltung werden Ziele mithilfe eines Monopulsradars erfasst und lokalisiert. Ein Beispielstrahlmuster ist in [Fig. 3](#) dargestellt. Ein einlappiger Radarimpuls wird alternierend mit einem zweilappigen Radarimpuls **21** gesendet und empfangen. Wie im Fachgebiet allgemein bekannt ist, können durch Vergleich der Reflexionszeit (d. h. Abstand) der Zielerfassungen mit den relativen Amplituden der Zielerfassungen bei demselben Abstand einzelne Erfassungspunkte lokalisiert werden.

[0048] In einer in [Fig. 4](#) dargestellten alternativen Ausgestaltung erzeugt ein Mehrstrahlradarsensor getrennte Erfassungsstrahlen **22**, die in jeweilige Bereiche des Blickfelds **13** gerichtet sind. Außerdem kann mithilfe eines engen Radar- oder eines anderen Strahlenbündels, wie z. B. eines Laserstrahls, das gesamte Blickfeld **13** derart elektronisch abgetastet werden, dass sich direkt aus der Strahlrichtung zum Zeitpunkt der Erfassung der Azimutwinkel ergibt.

[0049] Wenn eine ausreichende Anzahl von Erfas-

sungspunkten abgetastet worden ist, kann das Vorhandensein eines Objekts innerhalb der interessierenden Zone zuverlässig festgestellt werden. Gewöhnlich ist es jedoch nicht erwünscht, für jede mögliche Objektart, die erfasst werden könnte, eine Warnung (z. B. Aufleuchten einer Warnleuchte oder Ertönen einer Alarmanlage) auszulösen. Insbesondere wenn sich dem Fahrzeug in Sicht des Fahrers von vorn stationäre Objekte nähern, könnte eine Warnung nicht erforderlich oder nicht erwünscht sein.

[0050] Im Allgemeinen können in der interessierenden Zone zwei Arten stationärer Objekte auftauchen: (1) solche, die relativ kurz sind und einen kleinen Azimutwinkel einnehmen, wie z. B. Schilderstangen, Masten und Brückenpfeiler, und (2) solche mit einer relativ großen Längsausdehnung, wie z. B. Betonmittelstreifenelemente, Leitplanken, ständige „Anhäufungen von Störobjekten“ an den Straßenrändern, wie z. B. Gruppen von Bäumen oder erhöhte Randstreifen. Eine Herausforderung, der sich der Stand der Technik nicht hinreichend gestellt hat, ist die Notwendigkeit der Unterscheidung stationärer Objekte von sich bewegendes Fahrzeugen in der interessierenden Zone.

[0051] Verschiedene Fahrscenarios werden in [Fig. 5](#) gezeigt. In Fall 1 wird ein Fahrzeug **11** von einem schneller fahrenden Fahrzeug **25** überholt. Zu einem Zeitpunkt t_1 nähert sich das Fahrzeug **25** der Hinterkante der interessierenden Zone **12**. Zu einem Zeitpunkt t_2 dringt das Fahrzeug **25** in die Zone **12** ein und wird als ein Objekt innerhalb der Zone **12** erfasst. Zu einem Zeitpunkt t_3 hat das Fahrzeug **25** die Vorderkante der Zone **12** überschritten und ist vom Fahrer des Fahrzeug **11** zu sehen. Während der Zeit, in der sich das Fahrzeug **25** in der Zone **12** befindet, ist die Erzeugung einer Warnmeldung an den Fahrer des Fahrzeug **11** oder seine Warnung erwünscht.

[0052] In Fall 2 überholt das Fahrzeug **11** ein langsamer fahrendes Fahrzeug **26**. Zum Zeitpunkt t_1 befindet sich das Fahrzeug **26** vor dem Fahrzeug **11** und kann von dessen Fahrer gesehen werden. Zum Zeitpunkt t_2 befindet sich das Fahrzeug **26** in der Zone **12**, sollte jedoch keinen Alarm auslösen, wenn es schnell überholt wird, d. h. sich nicht länger als eine kurze Dauer im toten Winkel befindet. Zum Zeitpunkt t_3 hat das Fahrzeug **26** die Zone **12** verlassen, so dass keine Warnung zu erzeugen ist.

[0053] Ein Szenario in Verbindung mit einem stationären Objekt wird in Fall 3 gezeigt, in dem das Fahrzeug **11** einen sich nicht auf der Straßenfläche befindenden Mast **27** passiert. Der Mast **27** passiert und durchläuft die Zone **12** sogar schneller als das Fahrzeug **26**, da er keine Vorwärtsbewegung aufweist. Da der Mast **27** keine Gefahr für das Fahrzeug **11** darstellt, sollte keine Warnung ausgelöst werden, wenn er sich in der Zone **12** befindet.

[0054] Fall 4 zeigt ein anderes Szenario, in dem ein stationäres Objekt eine lange Struktur aufweist, wie z. B. eine Leitplanke, ein Zaun oder eine Mittelstreifenplanke. Das Fahrzeug **11** nähert sich zum Zeitpunkt t_1 einer Leitplanke **28** und fährt wie zum Zeitpunkt t_2 eine lange Strecke an der Leitplanke **28** entlang. Schließlich hat zum Zeitpunkt t_3 das Fahrzeug **11** die Leitplanke **28** passiert. Bei einem jeden langen, stationären Gebilde sollte keine Warnung ausgelöst werden.

[0055] Da die Oberflächen von beliebigen abgetasteten Objekten unregelmäßig sein könnten und unbeständige Rückführungssignale liefern können (z. B. kann die Stärke der Radarreflexionen von einem Punkt auf einem Objekt sehr empfindlich gegenüber dem Winkel der einfallenden Radarwellen sein), weisen die abgetasteten Erfassungspunkte in jedem der voranstehenden Szenarios ein Eigenrauschen auf, was die Unterscheidung der Objekttypen voneinander schwierig macht. Bisher sind zur Klassifizierung von Objekten mithilfe von Fernsensordaten spezialisierte kostenintensive Sensoren und/oder eine komplexe, ressourcenintensive Computerberechnung erforderlich.

[0056] Die Erfindung überwindet diese Schwierigkeiten mithilfe kostengünstiger Sensoren und einer Berechnung in Verbindung mit einem verbesserten Entscheidungsverfahren zur Ausfilterung stationärer Objekte, so dass keine Warnung ausgelöst wird, solange ein Objekt nicht zuverlässig als ein sich bewegendes Fahrzeug klassifiziert wird.

[0057] Die [Fig. 6](#) bis [Fig. 9](#) zeigen Beispielsätze von Erfassungspunkten, die den durch die Erfindung verwendeten unterschiedlichen Standorttypen entsprechen. Die Standorttypen umfassen vorzugsweise (1) Auf Mitte, was bedeutet, dass sich ein Objekt direkt neben dem Wirtsfahrzeug befindet, einerlei ob stationär oder sich bewegend, (2) Übergreifend, was bedeutet, dass sich ein Objekt oder Objekte in der interessierenden Zone sowohl vor als auch hinter dem Sensorstandort befinden, (3) Vorn, was bedeutet, dass sich ein Objekt im vorderen Abschnitt der interessierenden Zone befindet, und (4) Hinten, was bedeutet, dass sich ein Objekt im hinteren Abschnitt der interessierenden Zone befindet. Diese verallgemeinerten Standorttypen können bei der Entscheidung, ob eine Warnung auszulösen ist, mit anderen Zielinformationen kombiniert werden oder können als Hilfe bei der Festlegung angemessener Pre-Crash-Maßnahmen verwendet werden oder können andernfalls nützliche Informationen über ein sich seitwärts befindliches Objekt zwecks Unterstützung bei der Klassifizierung eines Objekts in einer höheren Stufe bereitstellen.

[0058] [Fig. 6](#) zeigt die Erfassungspunkte **30** bis **33**, die einem Auf-Mitte-Objekt innerhalb der Zone **12**

entsprechen. Der Sensor **10** ist am Wirtsfahrzeug an einer Position angeordnet, wo $Y = 0$ ist. Bestimmte Objekte, wie z. B. ein anderes Fahrzeug oder eine Leitplanke, besitzen eine Mehrheit von Kanten, die parallel zur Seitenkante des Wirtsfahrzeugs ausgerichtet sind. Folglich befindet sich der zum Sensor nahestliegende Teil des Objekts in einer Richtung vom Sensor, die senkrecht zur Seitenkante des Wirtsfahrzeugs liegt. Wenn ein Objekt eine Zeit lang Auf Mitte verharrt, ist es wahrscheinlich ein Fahrzeug oder eine lange Struktur, wie z. B. eine Leitplanke. Ein Maß der Objektgröße und/oder der Stabilität der Objektgröße kann einen Unterschied zwischen einem Fahrzeug und einer langen Struktur ausmachen.

[0059] Bei der Ermittlung, ob ein Objekt Auf Mitte ist, wird ein Erfassungspunkt mit dem kleinsten Abstand gefunden. Ein Bogen **34** stellt eine Bereichskontur dar, die den nahestliegenden Erfassungspunkt **31** enthält. Es wird ein Wert Y_{nah} , der die y-Koordinate des nahestliegenden Erfassungspunkts **31** ist, bestimmt und mit den Mittenschwellenwerten **35** und **36** verglichen. Wenn Y_{nah} zwischen den Schwellenwerten liegt, liegt der Standorttyp Auf Mitte vor.

[0060] Wie in [Fig. 7](#) dargestellt, enthält ein anderer Satz von Erfassungspunkten einen nahestliegenden Erfassungspunkt **40** bei einem Abstand **37** mit einem Wert Y_{nah} außerhalb der Mittenschwellenwerte. Deshalb ist der Standorttyp nicht Auf Mitte. Da auf beiden Seiten von $y = 0$ Erfassungspunkte vorkommen, ist der Standorttyp Übergreifend. Das kann am wahrscheinlichsten ein Anzeichen einer Anhäufung von Objekten (z. B. mehrere Straßenrandzeichen, Bäume, Vegetation oder ein erhöhter Straßenrand) sein, jedoch auch (z. B., weil der nahestliegende Teil des Fahrzeugs nichtreflektierend ist) auf ein Fahrzeug hindeuten. Wiederum kann ein Maß der Größe und/oder der Größenstabilität die Unterscheidung zwischen einem Fahrzeug und den anderen Möglichkeiten liefern.

[0061] Wenn ein Objekt weder Auf Mitte noch Übergreifend ist, wird der Standorttyp entweder Vorn, wie in [Fig. 8](#) gezeigt, oder Hinten, wie in [Fig. 9](#) gezeigt, sein.

[0062] Die Berechnung zur Bestimmung eines Objektstandorts ist in [Fig. 10](#) detaillierter dargestellt. In Schritt **50** wird festgestellt, ob mindestens ein Erfassungspunkt einen unveränderlichen Standort innerhalb der Zone besitzt. Dieser Schritt kann entsprechend dem verwendeten Fernsensortyp erforderlich sein. Mit einem Monopulsradar kann es zum Beispiel möglich sein, Erfassungspunkte mit einem bekannten Abstand, jedoch ohne einen auflösbaren Azimutwinkel zu erhalten. Deshalb wird in Schritt **51**, wenn die einzig verfügbaren Erfassungspunkte nicht in der Zone fixiert werden können, ein Eindringungstyp als Unbekannt festgelegt.

[0063] Solange ein unveränderlicher Erfassungspunkt vorhanden ist, wird in Schritt **52** der Y-Koordinatenwert (Y_{nah}) des zum Sensorstandort (bei $Y = 0$) nahestliegenden Erfassungspunkts gefunden. Objekte haben allgemein ihre größte Nähe zum Fernsensor, wenn sie sich direkt querab vom Sensor befinden (d. h. eine Linie kreuzen, die senkrecht zur Fahrtrichtung des Wirtsfahrzeugs liegt und am Sensor beginnt). Deshalb wird in Schritt **53** festgestellt, ob Y_{nah} in einem um $Y = 0$ zentrierten Mittenbereich liegt. Wenn sich Y_{nah} innerhalb dieses Schwellenbereichs befindet, wird der Standorttyp in Schritt **54** auf Auf Mitte gesetzt, und außerdem kann in Schritt **55** die Berechnung zur Ermittlung eines Warnstatus und/oder zur Ermittlung einer Änderung in Pre-Crash-Maßnahmen durchgeführt werden.

[0064] Wenn sich Y_{nah} nicht innerhalb des Schwellenbereichs befindet, wird in Schritt **56** festgestellt, ob das Produkt aus Y_{max} und Y_{min} größer als Null (d. h. beide sind positive oder negative Werte) oder kleiner als Null ist (d. h. nicht beide sind positive oder negative Werte von Y). Wenn das Produkt aus Y_{max} und Y_{min} kleiner als Null ist (d. h. nicht beide sind positive oder negative Werte von Y), dann wird in Schritt **57** festgestellt, dass der Standort Übergreifend ist. Wenn aber das Produkt aus Y_{max} und Y_{min} größer als Null ist, vergleicht Schritt **58** einen beliebigen ausgewählten Y-Wert oder einen beliebigen Erfassungspunkt (z. B. Y_{max} oder Y_{min}) mit Null, um festzustellen, ob der Standorttyp Vorn (Schritt **59**) oder Hinten (Schritt **60**) ist.

[0065] Die Berechnung in Schritt **55** ist in [Fig. 11](#) detaillierter dargestellt. In Schritt **61** wird der Standorttyp zur Unterstützung des Feststellens, ob ein sich bewegendes Fahrzeug vorhanden ist, verwendet (z. B. für eine Toter-Winkel-Erfassungseinrichtung/als Fahrspurwechselunterstützung). Schritt **62** stellt fest, ob ein sich bewegendes Fahrzeug erfasst wurde und es wird, wenn dem so ist, in Schritt **63** eine Fahrerwarnung ausgelöst. Wenn kein sich bewegendes Fahrzeug vorhanden ist, wird in Schritt **64** die Warnung abgeschaltet oder bleibt abgeschaltet. In Schritt **65** wird der Standorttyp zur Unterstützung bei der Bewertung von Pre-Crash-Maßnahmen verwendet. Danach werden zusätzliche Sätze von Erfassungspunkten abgetastet und berechnet, wie in [Fig. 10](#) dargestellt.

[0066] [Fig. 12](#) zeigt ein Systemblockschaubild, das einen an einen Sensordatenprozessor **71** gekoppelten Sensor **70**, wie z. B. einen Radarfernsensor, umfasst, der eine Linse, eine Antenne und einen Sendeempfänger enthält. Die unbehandelten Daten vom Sensor **70** werden durch den Prozessor **71** verarbeitet, um sämtliche Streuungen innerhalb des Sensorblickfelds zu ermitteln und vorzugsweise einen Satz von Erfassungspunkten zu erzeugen, der für jeden Erfassungspunkt einen Abstand, eine Geschwindig-

keit, eine Strahlposition, eine Rückführungssignalarstärke und eine Zeitmarkeninformation enthält. Diese Informationen werden einem Zielverfolgungsprozessor **72** und/oder einem Bewertungsprozessor **73** bereitgestellt, die mindestens einen Standorttyp für jeden Satz von Erfassungspunkten festlegen und den Standorttyp mit anderen Informationen (wie z. B. Zielverfolgungstyp und Klassentyp) verwenden, um einzuschätzen, ob ein Warnmechanismus **74**, der visuelle oder auditive Warnmelder enthalten kann, auszulösen ist. Bewertungsinformationen können außerdem an ein Rückhaltesystem **75** zwecks Erleichterung von Pre-Crash-Maßnahmen, wie z. B. Sitzgurtstraffung oder Airbagentfaltung, geliefert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Klassifizierung eines Objektstandorts eines 3D-Objekts an einer Seite eines Transportfahrzeugs, wobei das Transportfahrzeug sich entlang einer von vorn nach hinten verlaufenden Richtungsachse bewegt und mit einem an einen festgelegten Bezugspunkt montierten Fernsensor ausgestattet ist, umfassend:

- Erkennen eines Satzes von Erfassungspunkten größtenteils an der Seite des Transportfahrzeugs mithilfe des Fernsensors;
- Finden eines Erfassungspunkts, der einen kleinsten Abstand zum Fahrzeugbezugspunkt aufweist;
- Klassifizieren des Objekts als Auf Mitte, wenn eine dem nahestliegenden Erfassungspunkt entsprechende Position Y_{nah} entlang der Richtungsachse sich innerhalb einer festgelegten Schwellenentfernung von einer dem festgelegten Bezugspunkt entsprechenden Position Y_{null} entlang der Richtungsachse befindet;
- wenn nicht Auf Mitte, Klassifizieren des Objekts als Übergreifend, wenn sich eine erste Position Y_1 entlang der Richtungsachse und eine zweite Position Y_2 entlang der Richtungsachse auf entgegengesetzten Seiten der Position Y_{null} befinden;
- wenn nicht Übergreifend, Klassifizieren des Objekts als Vorn, wenn sich jeder einzelne Erfassungspunkt vor der Position Y_{null} befindet;
- wenn nicht Übergreifend, Klassifizieren des Objekts als Hinten, wenn sich jeder einzelne Erfassungspunkt hinter der Position Y_{null} befindet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei sich jeder Punkt des Satzes von Erfassungspunkten innerhalb einer festgelegten Erfassungszone befindet.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Position Y_1 eine eines am weitesten vornliegenden Erfassungspunkts entsprechende Position Y_{max} entlang einer Richtungsachse umfasst und die Position Y_2 eine eines am weitesten hintenliegenden Erfassungspunkts entsprechende Position Y_{min} entlang einer Richtungsachse umfasst.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Satz von Erfassungspunkten während einer Vielzahl von aufeinander folgenden Abtastzeiten abgetastete Erfassungspunkte enthält.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Objekt nur dann als Auf Mitte klassifiziert wird, wenn sich jede jeweilige Position Y_{nah} während jeder jeweiligen Abtastzeit innerhalb des festgelegten Schwellenabstands von der Position Y_{null} befindet.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Fernsensor aus einem Radarsensor besteht und wobei jede aufeinander folgende Abtastzeit einer Radarabtastung einer festgelegten Erfassungszone entspricht.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Radarabtastung eine Monopulsradarabtastung ist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Radarabtastung aus einem elektronisch abgetasteten Radarstrahl besteht.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Radarabtastung aus geschalteten Richtstrahlen besteht.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die erste Position Y_1 und die zweite Position Y_2 unterschiedlichen Abtastzeiten der aufeinander folgenden Abtastzeiten entsprechen.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die einzelnen Erfassungspunkte eine einem am weitesten vornliegenden Erfassungspunkt entsprechende Position Y_{max} entlang einer Richtungsachse umfassen.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die einzelnen Erfassungspunkte eine einem am weitesten hintenliegenden Erfassungspunkt entsprechende Position Y_{min} entlang einer Richtungsachse umfassen.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei es außerdem den Schritt der Erzeugung einer Warnanzeige für einen Fahrer des Transportfahrzeugs, die ein sich bewegendes Fahrzeug in der Erfassungszone in Reaktion auf den klassifizierten Objektstandort anzeigt, umfasst.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei es des Weiteren außerdem den Schritt des Einsatzes einer Pre-Crash-Minderungsmaßnahme in dem Transportfahrzeug teilweise in Reaktion auf den klassifizierten Objektstandort umfasst.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

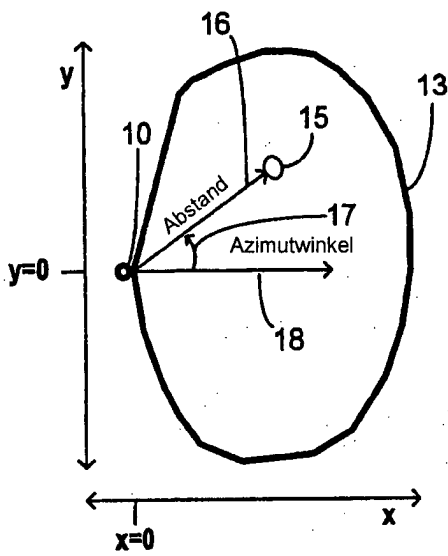
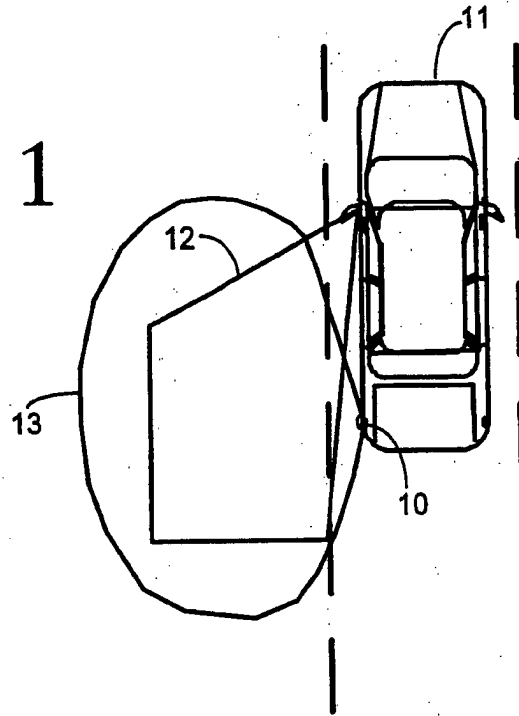


Fig. 2

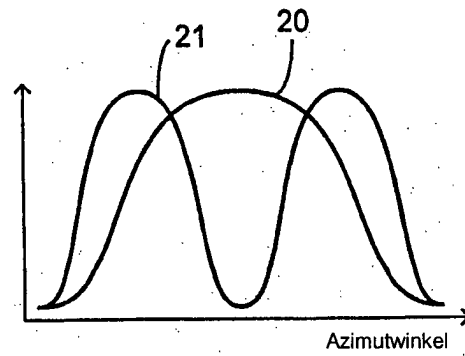


Fig. 3

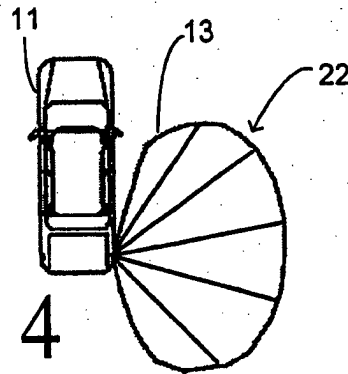


Fig. 4

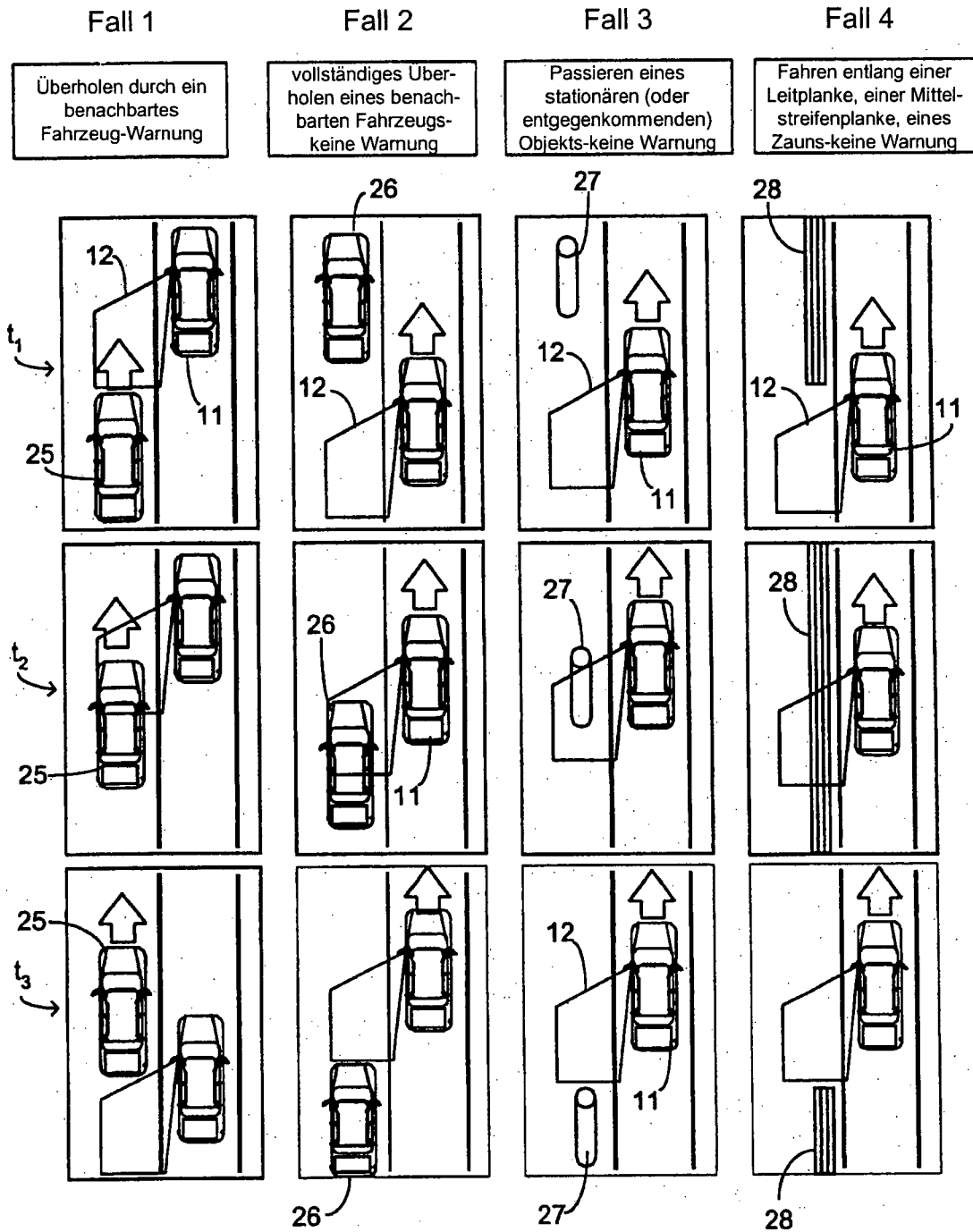


Fig. 5

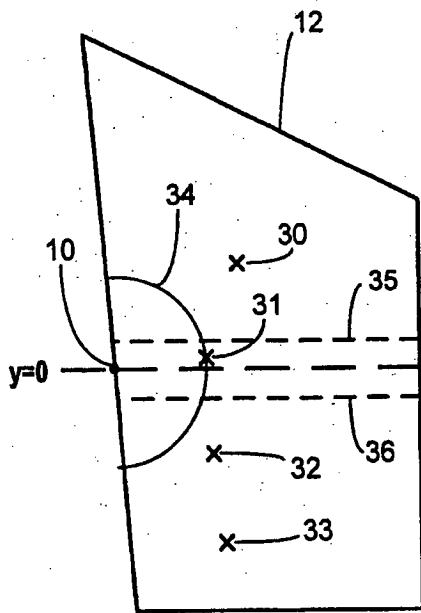


Fig. 6

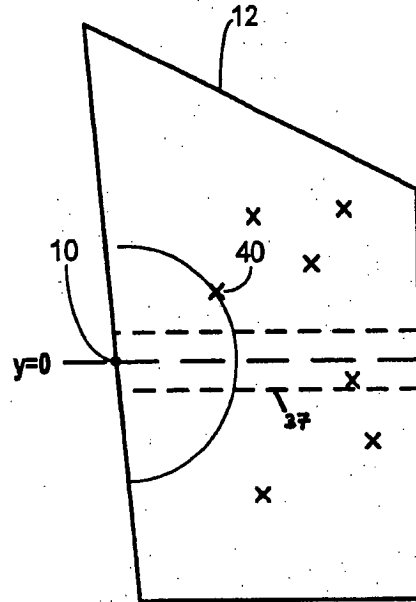


Fig. 7

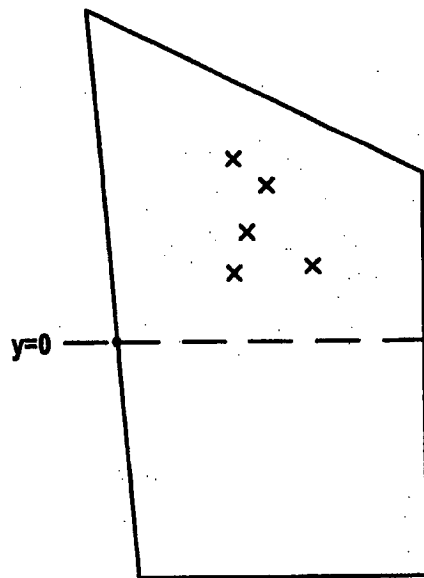


Fig. 8

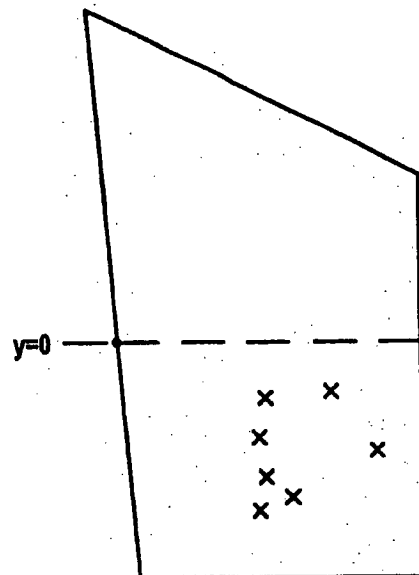
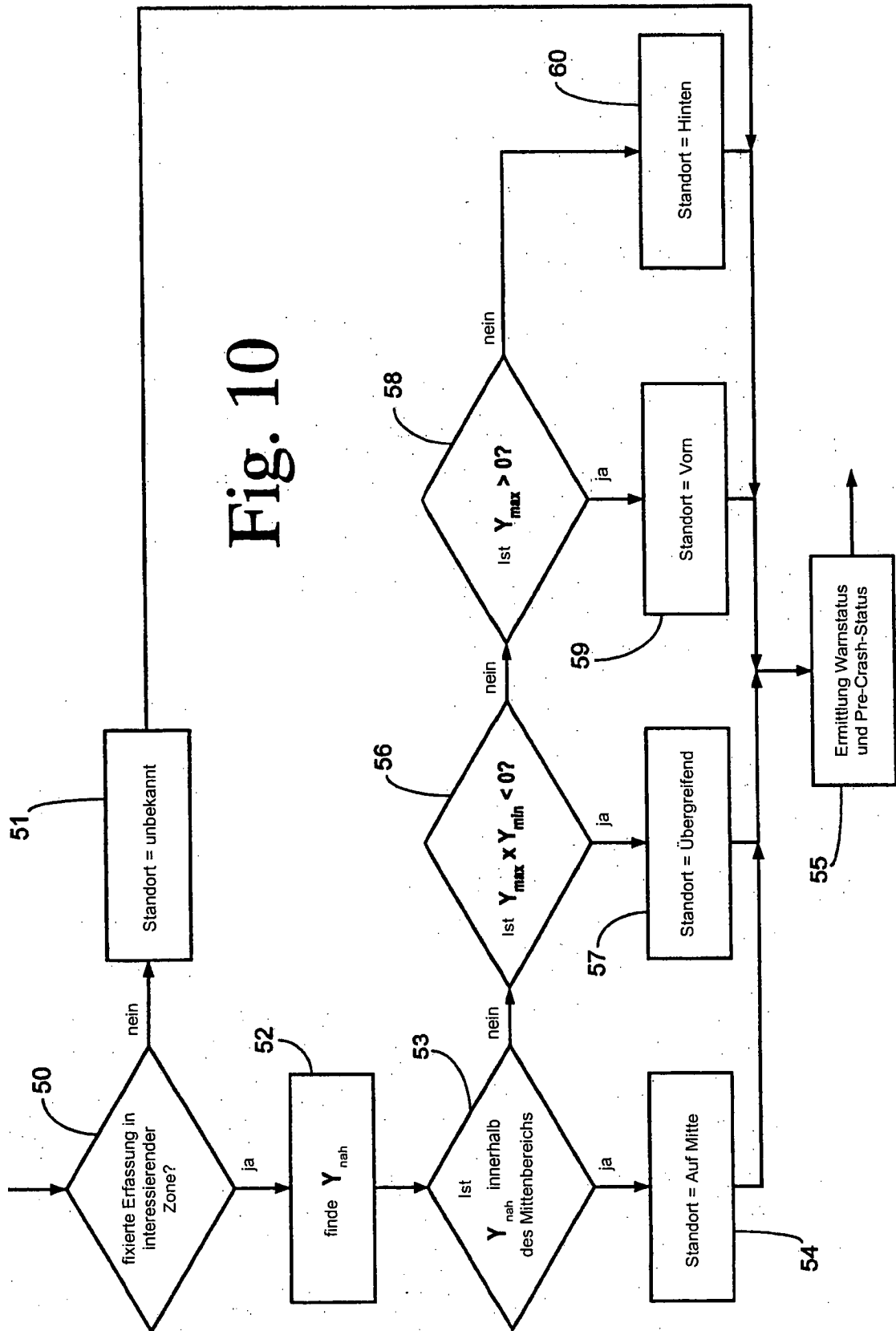


Fig. 9

Fig. 10



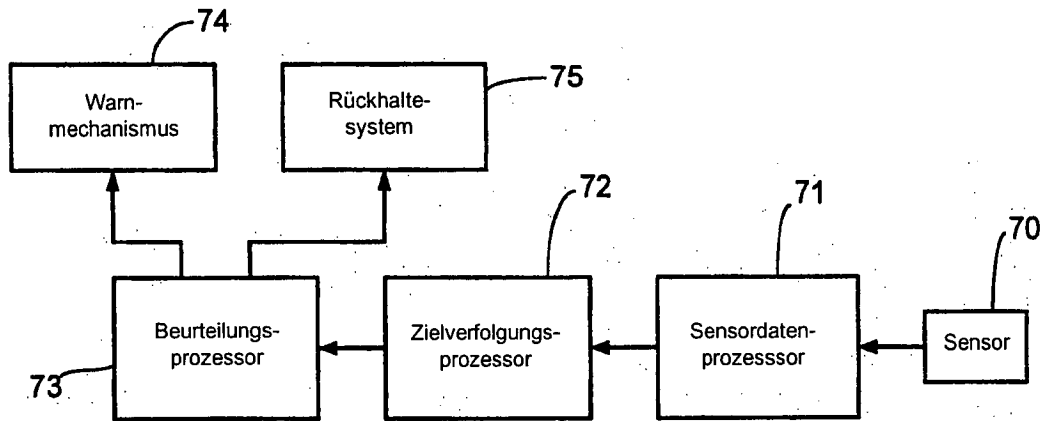


Fig. 12

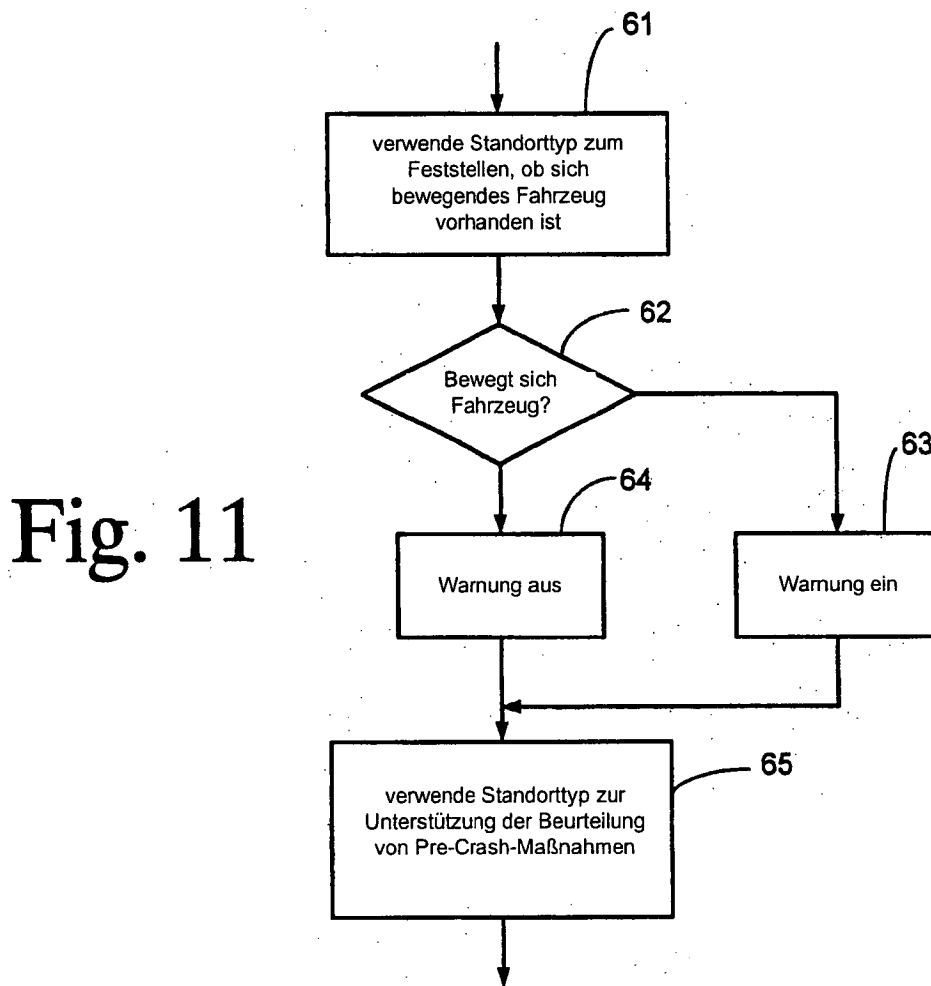


Fig. 11