



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 002 345 B4** 2009.10.22

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 002 345.8**

(22) Anmeldetag: **16.01.2007**

(43) Offenlegungstag: **18.10.2007**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **22.10.2009**

(51) Int Cl.⁸: **B60R 1/10** (2006.01)

G06T 7/00 (2006.01)

G08G 1/16 (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:

2006-7019 **16.01.2006** **JP**

2006-349746 **26.12.2006** **JP**

(73) Patentinhaber:

Honda Motor Co., Ltd., Tokyo, JP

(74) Vertreter:

Weickmann & Weickmann, 81679 München

(72) Erfinder:

**Nagaoka, Nobuharu, Wako, Saitama, JP; Tsuji,
Takayuki, Wako, Saitama, JP**

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

EP **12 36 126** **B1**

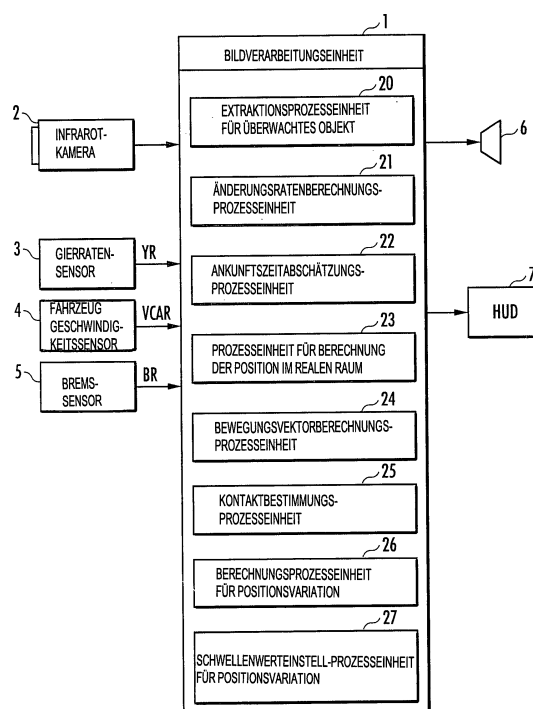
(54) Bezeichnung: **Fahrzeugumgebungs-Überwachungsvorrichtung**

(57) **Hauptanspruch:** Fahrzeugumgebungs-Überwachungsvorrichtung, welche ein überwachtes Objekt um ein Fahrzeug (10) herum aus Bildern erfasst, welche durch eine an dem Fahrzeug (10) angebrachte Einzelkamera (2) aufgenommen werden, umfassend:

eine Extraktionsprozesseinheit (20) für ein überwachtes Objekt, welche einen Bildabschnitt des überwachten Objekts aus dem durch die Kamera (2) aufgenommenen Bild extrahiert,

eine Änderungsratenberechnungs-Prozesseinheit (21), welche eine Änderungsrate in der Größe des Bildabschnitts eines identischen überwachten Objekts bestimmt, welches durch die Extraktionsprozesseinheit (20) für das überwachte Objekt aus einer Mehrzahl von durch die Kamera (2) in vorbestimmten Zeitabständen aufgenommenen Bildern extrahiert wird, und eine Ankunftszeitabschätzungs-Prozesseinheit (22), welche auf Grundlage der Änderungsrate eine Fahrzeugankunftszeit abschätzt, die die Zeit bis zur Ankunft des überwachten Objekts bei dem Fahrzeug (10) ist, dadurch gekennzeichnet, dass

die Änderungsratenberechnungs-Prozesseinheit (21) einen Bildabschnitt des überwachten Objekts, welcher aus einem der Mehrzahl von Bildern, die durch die Kamera (2) in den vorbestimmten Zeitabständen aufgenommen werden, extrahiert...



Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Fahrzeugumgebungs-Überwachungsvorrichtung gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 oder 2.

Technischer Hintergrund

[0002] Eine derartige Überwachungsvorrichtung ist aus der EP 1 236 126 B1 bekannt, bei welcher zur Abschätzung einer Kollision zwischen dem Fahrzeug und einem überwachten Objekt zwei aufeinander folgende Bildabschnitt direkt miteinander verglichen werden. Hieraus werden dann Komponenten eines Bewegungsvektor berechnet, aus dem unter Hinzuziehung der zwischen den Aufnahmezeitpunkten der beiden Bilder vergangenen Zeit ein Bewegungsvektor und ein Kontaktzeitpunkt abgeschätzt werden.

[0003] Ferner ist eine Fahrzeugumgebungs-Überwachungsvorrichtung vorgeschlagen worden, welche zwei an einem Fahrzeug angebrachte Kameras aufweist und welche eine die Entfernung zwischen einem überwachten Objekt und dem Fahrzeug durch das Prinzip der Triangulation auf Grundlage einer Differenz (Parallaxe) zwischen Bildabschnitten des identischen überwachten Objekts, welche aus durch die Kameras aufgenommenen Bildern der Umgebung extrahiert werden, erfasst (siehe beispielsweise die japanische Patentoffenlegungsschrift JP 2001-6096 A).

[0004] Gemäß der letzteren Fahrzeugumgebungs-Überwachungsvorrichtung wird die Entfernung zwischen dem überwachten Objekt um das Fahrzeug herum und dem Fahrzeug berechnet. Dann ermittelt die Fahrzeugumgebungs-Überwachungsvorrichtung einen Bewegungsvektor des überwachten Objekts in einem realen Raum durch Umwandeln der Position des überwachten Objekts von den Bildkoordinaten in Koordinaten des realen Raums auf Grundlage der Entfernung und ermittelt, ob eine Möglichkeit eines Kontakts zwischen dem überwachten Objekt und dem Fahrzeug existiert.

[0005] Bei Erfassung der die Entfernung zwischen dem Fahrzeug und dem überwachten Objekt auf Grundlage der Parallaxe existierte jedoch ein Problem eines Anstiegs des Aufwands, welcher dadurch verursacht war, dass zwei Kameras bereitgestellt wurden und komplizierte Arbeiten zur Anbringung, etwa zur genauen Einstellung von optischen Achsen dieser Kameras, erforderlich waren.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Fahrzeugumgebungs-Überwachungsvorrichtung bereitzustellen, welche in der Lage ist, auf einfache Art zu bestimmen, ob eine Möglichkeit bzw. Wahrscheinlichkeit eines Kontakts zwischen einem überwachten Objekt um ein Fahrzeug herum und dem Fahrzeug existiert, und zwar mit einer einfachen Berechnung, bei welcher das Fahrzeug mit einer Einzelkamera versehen ist.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0007] Diese Aufgabe wird durch eine Fahrzeugumgebungs-Überwachungsvorrichtung gemäß Anspruch 1 oder 2 und ein entsprechendes Überwachungsverfahren gemäß Anspruch 10 gelöst.

[0008] Erfindungsgemäß berücksichtigt die Änderungsratenberechnungs-Prozesseinheit einen Bildabschnitt des überwachten Objekts, welcher aus einem der Mehrzahl von Bildern, die durch die Kamera in den vorbestimmten Zeitabständen aufgenommen werden, extrahiert ist, als ein Standardbild, berechnet einen Korrelationsgrad mit einem Bildabschnitt des überwachten Objekts in dem anderen Bild durch Vergrößern oder Verkleinern des Standardbildes in einem vorbestimmten Verhältnis und berechnet ein Vergrößerungsverhältnis oder ein Verkleinerungsverhältnis des Standardbildes bei dem höchsten Korrelationsgrad als die Änderungsrate.

[0009] Wenn gemäß der obigen Erfindung der Korrelationsgrad mit dem Bildabschnitt des anderen überwachten Objekts durch Vergrößern oder Verkleinern des Standardbildes berechnet wird, entspricht das Vergrößerungs- oder Verkleinerungsverhältnis des Standardbildes bei dem höchsten Korrelationsgrad ungefähr dem Verhältnis der Größe zwischen dem Bildabschnitt des anderen überwachten Objekts und dem Standardbild. Daher kann die Änderungsratenberechnungs-Prozesseinheit das Verhältnis in der Größe zwischen dem Bildabschnitt des anderen überwachten Objekts und dem Standardbild als die Änderungsrate berechnen.

[0010] Es ist also eine Fahrzeugumgebungs-Überwachungsvorrichtung vorgesehen, welche ein überwachtes Objekt um ein Fahrzeug herum aus Bildern erfasst, welche durch eine an dem Fahrzeug angebrachte Einzelkamera aufgenommen werden, umfassend: eine Extraktionsprozesseinheit für ein überwachtes Objekt, welche einen Bildabschnitt des überwachten Objekts aus dem durch die Kamera aufgenommenen Bild extrahiert, eine Änderungsratenberechnungs-Prozesseinheit, welche eine Änderungsrate in der Größe des Bildabschnitts eines identischen überwachten Objekts bestimmt, welches durch die Extraktionsprozesseinheit für das überwachte Objekt aus einer Mehrzahl von durch die Kamera in vorbestimmten Zeitabständen aufgenommenen Bildern extrahiert wird, und eine Ankunftszeitabschätzungs-Prozesseinheit, welche auf Grundlage der Änderungsrate eine Fahrzeugankunftszeit abschätzt, die die Zeit bis zur Ankunft des überwachten Objekts bei dem Fahrzeug ist.

[0011] Dabei wird bei Abbildung des überwachten Objekts um das Fahrzeug herum mehr als einmal in den vorbestimmten Zeitabständen eine Änderung der Größe des Bildabschnitts des überwachten Objekts in dem aufgenommenen Bild mit jedem Mal signifikanter, wenn die Relativgeschwindigkeit zwischen dem überwachten Objekt und dem Fahrzeug ansteigt. Jedoch ist die Fahrzeugankunftszeit umso kürzer je höher die Relativgeschwindigkeit ist. Daher schätzt die Ankunftszeitabschätzungs-Prozesseinheit die Fahrzeugankunftszeit auf Grundlage der Änderungsrate in der Größe des Bildabschnitts des identischen überwachten Objekts ab, welche durch die Änderungsratenbearbeitungs-Prozesseinheit berechnet wird, wodurch die Umgebung des Fahrzeugs überwacht werden kann. Gemäß der vorliegenden Erfindung kann die Fahrzeugankunftszeit außerdem durch die von der Einzelkamera in dieser Weise aufgenommenen Bilder abgeschätzt werden, wodurch der Aufwand der Vorrichtung verringert wird im Vergleich mit einem Fall, in welchem zwei Kameras verwendet werden. Weiterhin erleichtert dies die Anbringung der Kamera am Fahrzeug.

[0012] Ferner ist eine Fahrzeugumgebungs-Überwachungsvorrichtung vorgesehen, welche ein überwachtes Objekt um ein Fahrzeug herum aus Bildern erfasst, welche durch eine an einem Fahrzeug angebrachte Einzelkamera aufgenommen werden, umfassend: eine Extraktionsprozesseinheit für ein überwachtes Objekt, welche einen Bildabschnitt des überwachten Objekts aus dem durch die Kamera aufgenommenen Bild extrahiert, eine Änderungsratenberechnungs-Prozesseinheit, welche eine Änderungsrate in der Größe des Bildabschnitts eines identischen überwachten Objekts berechnet, welcher durch die Extraktionsprozesseinheit für das überwachte Objekt aus einer Mehrzahl von durch die Kamera in vorbestimmten Zeitabständen aufgenommenen Bildern extrahiert wird, und eine Kontaktbestimmungs-Prozesseinheit, welche auf Grundlage der Änderungsrate bestimmt, ob eine Möglichkeit eines Kontakts zwischen dem überwachten Objekt und dem Fahrzeug besteht.

[0013] Wenn hierbei das überwachte Objekt um das Fahrzeug herum mehr als einmal in den vorbestimmten Zeitabständen abgebildet wird, wird eine Änderung in der Größe des Bildabschnitts des überwachten Objekts in dem aufgenommenen Bild mit jedem Mal signifikanter, wenn die Relativgeschwindigkeit zwischen dem überwachten Objekt und dem Fahrzeug ansteigt. Daher kann die Kontaktbestimmungs-Prozesseinheit die Änderung in der Relativposition zwischen dem überwachten Objekt und dem Fahrzeug aus der Änderungsrate in der Größe des Bildabschnitts des identischen überwachten Objekts, welcher durch die Änderungsratenberechnungs-Prozesseinheit berechnet wird, abschätzen und bestimmen, ob eine Möglichkeit eines Kontakts zwischen dem überwachten Objekt und dem Fahrzeug besteht. Dadurch ist es gemäß der vorliegenden Erfindung möglich, zu bestimmen, ob eine Möglichkeit eines Kontakts zwischen dem überwachten Objekt und dem Fahrzeug besteht, und zwar aus den durch die Einzelkamera auf diese Weise aufgenommenen Bildern, wodurch der Aufwand der Vorrichtung im Vergleich mit einem Fall, bei dem zwei Kameras verwendet werden, verringert wird. Weiterhin erleichtert dies die Anbringung der Kamera am Fahrzeug.

[0014] Vorzugsweise umfasst die Fahrzeugumgebungs-Überwachungsvorrichtung ferner eine Ankunftszeitabschätzungs-Prozesseinheit, welche auf Grundlage der Änderungsrate eine Fahrzeugankunftszeit abschätzt, die die Zeit bis zur Ankunft des überwachten Objekts bei dem Fahrzeug ist, und wobei die Kontaktbestimmungs-Prozesseinheit auf Grundlage der Fahrzeugankunftszeit bestimmt, ob eine Möglichkeit eines Kontakts zwischen dem überwachten Objekt und dem Fahrzeug besteht.

[0015] Dabei ist die Relativgeschwindigkeit zwischen dem überwachten Objekt und dem Fahrzeug umso größer und umso kürzer die Fahrzeugankunftszeit, je größer die Änderungsrate ist. Daher kann die Ankunftszeitabschätzungs-Prozesseinheit die Fahrzeugankunftszeit auf Grundlage der Änderungsrate abschätzen und die Kontaktbestimmungs-Prozesseinheit kann auf Grundlage der Fahrzeugankunftszeit bestimmen, ob eine Möglichkeit eines Kontakts zwischen dem überwachten Objekt und dem Fahrzeug besteht.

[0016] Bevorzugt umfasst die Fahrzeugumgebungs-Überwachungsvorrichtung ferner: einen Geschwindig-

keitssensor, welcher eine Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs erfasst, und eine Prozesseinheit zur Berechnung einer Position im realen Raum, welche eine Position des überwachten Objekts in einem realen Raum unter Verwendung der durch den Geschwindigkeitssensor erfassten Fahrgeschwindigkeit und der durch die Änderungsratenberechnungs-Prozesseinheit berechneten Änderungsrate berechnet, und wobei die Kontaktbestimmungs-Prozesseinheit bestimmt, ob eine Möglichkeit eines Kontakts zwischen dem überwachten Objekt und dem Fahrzeug besteht, und zwar auf Grundlage der Position des überwachten Objekts im realen Raum, welche durch die Prozesseinheit zur Berechnung der Position im realen Raum berechnet wird.

[0017] Dabei kann die Position des überwachten Objekts im realen Raum auf Grundlage der Fahrzeugfahrgeschwindigkeit und der Änderungsrate berechnet werden, und die Kontaktbestimmungs-Prozesseinheit kann aus der Position des überwachten Objekts im realen Raum bestimmen, ob eine Möglichkeit eines Kontakts zwischen dem überwachten Objekt und dem Fahrzeug besteht, Details werden später beschrieben.

[0018] Weiterhin kann die Fahrzeugumgebungs-Überwachungsvorrichtung ferner eine Bewegungsvektorberechnungs-Prozesseinheit umfassen, welche einen Bewegungsvektor des überwachten Objekts im realen Raum aus der Position des identischen überwachten Objekts im realen Raum zu unterschiedlichen Zeitpunkten, welche durch die Prozesseinheit für Berechnung der Position im realen Raum berechnet werden, berechnet, und wobei die Kontaktbestimmungs-Prozesseinheit auf Grundlage des Bewegungsvektors, welcher durch die Bewegungsvektorberechnungs-Prozesseinheit berechnet wird, bestimmt, ob eine Möglichkeit eines Kontakts zwischen dem überwachten Objekt und dem Fahrzeug besteht.

[0019] Dabei kann die Kontaktbestimmungs-Prozesseinheit genauer bestimmen, ob eine Möglichkeit des Kontakts zwischen dem überwachten Objekt und dem Fahrzeug besteht, indem der Effekt von Berechnungsfehlern in der Position des überwachten Objekts im realen Raum unter Verwendung des Bewegungsvektors des überwachten Objekts im realen Raum verringert wird.

[0020] Ferner umfasst die Fahrzeugumgebungs-Überwachungsvorrichtung vorzugsweise eine Positionsvariationsberechnungs-Prozesseinheit, welche eine Positionsvariation des Bildabschnitts des identischen überwachten Objekts berechnet, welcher durch die Extraktionsprozesseinheit für das überwachte Objekt aus der Mehrzahl von Bildern, welche durch die Kamera in den vorbestimmten Zeitabständen aufgenommen werden, extrahiert wird, wobei die Kontaktbestimmungs-Prozesseinheit bestimmt, dass eine große Möglichkeit eines Kontakts zwischen dem überwachten Objekt und dem Fahrzeug besteht, wenn die durch die Änderungsratenberechnungs-Prozesseinheit berechnete Änderungsrate in der Größe des Bildabschnitts eine Vergrößerung des Bildabschnitts anzeigt, und zwar betreffend den Bildabschnitt des identischen überwachten Objekts, welcher durch die Extraktionsprozesseinheit für das überwachte Objekt aus der Mehrzahl von Bildern, welche durch die Kamera von einem vorbestimmten Zeitpunkt an in den vorbestimmten Zeitabständen aufgenommen werden, extrahiert wird, und wenn die Positionsvariation des durch die Positionsvariationsberechnungs-Prozesseinheit berechneten Bildabschnitts gleich oder kleiner ist als ein vorbestimmter Positionsvariations-Schwellenwert.

[0021] Dabei ist es dann, wenn die Änderungsrate in der Größe des durch die Änderungsratenberechnungs-Prozesseinheit berechneten Bildabschnitts eine Vergrößerung des Bildabschnitts anzeigt, und zwar betreffend den extrahierten Bildabschnitt des überwachten Objekts, der durch die Extraktionsprozesseinheit für das überwachte Objekt aus der Mehrzahl von durch die Kamera von dem vorbestimmten Zeitpunkt an in den vorbestimmten Zeitabständen aufgenommenen Bildern extrahiert wird, möglich, zu bestimmen, dass das Fahrzeug und das überwachte Objekt einander nahe kommen und dass die Entfernung zwischen dem Fahrzeug und dem überwachten Objekt abnimmt. Wenn ferner die Positionsvariation, welche durch die Positionsvariationsberechnungs-Prozesseinheit berechnet wird, gleich oder kleiner ist als der Schwellenwert, ist es möglich, zu bestimmen, dass das überwachte Objekt dem Fahrzeug nahe kommt. Daher kann in diesem Fall die Kontaktbestimmungs-Prozesseinheit bestimmen, dass eine große Möglichkeit eines Kontakts zwischen dem überwachten Objekt und dem Fahrzeug besteht.

[0022] Bevorzugt umfasst die Fahrzeugumgebungs-Überwachungsvorrichtung ferner eine Ankunftszeitabschätzungs-Prozesseinheit, welche auf Grundlage der Änderungsrate die Fahrzeugankunftszeit abschätzt, welche die Zeit bis zur Ankunft des überwachten Objekts bei dem Fahrzeug ist, wobei die Kontaktbestimmungs-Prozesseinheit bestimmt, dass eine große Möglichkeit eines Kontakts zwischen dem überwachten Objekt und dem Fahrzeug besteht, wenn die durch die Änderungsratenberechnungs-Prozesseinheit berechnete Änderungsrate in der Größe des Bildabschnitts eine Vergrößerung des Bildabschnitts anzeigt, und zwar betreffend den Bildabschnitt des identischen überwachten Objekts, welcher durch die Extraktionsprozesseinheit für das überwachte Objekt aus der Mehrzahl von durch die Kamera von dem vorbestimmten Zeitpunkt an in

den vorbestimmten Zeitabständen aufgenommenen Bildern extrahiert wird, wenn die durch die Positionsvariationsberechnungs-Prozesseinheit berechnete Positionsvariation des Bildabschnitts gleich oder kleiner ist als der vorbestimmte Positionsvariations-Schwellenwert und wenn die durch die Ankunftszeitabschätzungs-Prozesseinheit abgeschätzte Fahrzeugankunftszeit gleich oder kleiner ist als eine vorbestimmte Zeit.

[0023] Dabei kann die Kontaktbestimmungs-Prozesseinheit bestimmen, dass eine große Möglichkeit eines Kontakts zwischen dem überwachten Objekt und dem Fahrzeug besteht, und zwar lediglich innerhalb der Fälle, in denen die Fahrzeugankunftszeit gleich oder kleiner ist als die vorbestimmte Zeit und die Situation äußerst akut ist vor dem Kontakt zwischen dem Fahrzeug und dem überwachten Objekt.

[0024] Vorzugsweise umfasst die Fahrzeugumgebungs-Überwachungsvorrichtung ferner: eine Entfernungsbestimmungs-Prozesseinheit, welche eine Entfernung zwischen dem Fahrzeug und dem überwachten Objekt erfasst, und eine Schwellenwerteinstell-Prozesseinheit für Positionsvariation, welche den Positionsvariations-Schwellenwert nach Maßgabe der Entfernung zwischen dem Fahrzeug und dem überwachten Objekt einstellt.

[0025] Dabei ist eine Änderung in der Position des Bildabschnitts des überwachten Objekts in dem Bild signifikanter als eine Änderung in der Position des überwachten Objekts in dem realen Raum, wenn die Entfernung zwischen dem Fahrzeug und dem überwachten Objekt abnimmt. Daher stellt die Schwellenwerteinstell-Prozesseinheit den Positionsvariations-Schwellenwert nach Maßgabe der Entfernung zwischen dem Fahrzeug und dem überwachten Objekt ein, wodurch die Genauigkeit der Bestimmung der Möglichkeit eines Kontakts zwischen denselben erhöht wird.

[0026] Weiterhin ist die Fahrzeugumgebungs-Überwachungsvorrichtung vorzugsweise dadurch gekennzeichnet, dass die Schwellenwerteinstell-Prozesseinheit für die Positionsvariation den Positionsvariations-Schwellenwert einstellt auf Grundlage der Entfernung zwischen dem Fahrzeug und dem überwachten Objekt bei jedem Bilderzeugungsvorgang, welcher durch die Entfernungsbestimmungs-Prozesseinheit erfasst wird, der Fahrzeugbreite oder der Fahrzeughöhe des Fahrzeugs und einer Brennweite der Kamera, wenn das überwachte Objekt durch die Kamera von dem vorbestimmten Zeitpunkt an in den vorbestimmten Zeitabständen aufgenommen wird.

[0027] Dabei kann der Positionsvariations-Schwellenwert, welcher die Bewegungssituation des überwachten Objekts im realen Raum und die Größe des Fahrzeugs wiedergibt, auf Grundlage der Entfernung zwischen dem Fahrzeug und dem überwachten Objekt bei jedem Bilderzeugungsvorgang, welcher durch die Entfernungsbestimmungs-Prozesseinheit erfasst wird, der Fahrzeugbreite oder der Fahrzeughöhe des Fahrzeugs, und der Brennweite der Kamera eingestellt werden, wobei Details später beschrieben werden.

[0028] Außerdem kann ein überwachtes Objekt um ein Fahrzeug herum unter Verwendung eines Computers erfasst werden, wobei die Vorrichtung mit dem Computer versehen ist, welcher eine Schnittstellenschaltung aufweist, um Bilder aufzunehmen, die durch eine an dem Fahrzeug angebrachte Einzelkamera aufgenommen werden, wobei der Computer die folgenden Schritte durchführt: einen Extraktionsprozess für ein überwachtes Objekt, in dem ein Bildabschnitt des überwachten Objekts aus dem durch die Kamera aufgenommenen Bild extrahiert wird, einen Änderungsratenberechnungsprozess, in welchem eine Änderungsrate in der Größe des Bildabschnitts eines identischen überwachten Objekts berechnet wird, welcher in dem Extraktionsprozess für das überwachte Objekt aus einer Mehrzahl von Bildern, die durch die Kamera in vorbestimmten Zeitabständen aufgenommen werden, extrahiert wird, sowie einen Ankunftszeitabschätzungsprozess, in welchem auf Grundlage der Änderungsrate eine Fahrzeugankunftszeit abgeschätzt wird, welche die Zeit bis zur Ankunft des überwachten Objekts bei dem Fahrzeug ist.

[0029] Wenn dabei das überwachte Objekt um das Fahrzeug herum mehr als einmal in den vorbestimmten Zeitabständen abgebildet wird, wird eine Änderung in der Größe des Bildabschnitts des überwachten Objektes mit jedem Mal signifikanter in dem aufgenommenen Bild, wenn die Relativgeschwindigkeit zwischen dem überwachten Objekt und dem Fahrzeug ansteigt. Weiterhin ist die Fahrzeugankunftszeit umso kürzer, je größer die Relativgeschwindigkeit ist. Daher kann der Computer die Änderungsrate in der Größe des Bildabschnitts des identischen überwachten Objekts durch Durchführen des Änderungsratenberechnungsprozesses berechnen und kann die Fahrzeugankunftszeit auf Grundlage der Änderungsrate abschätzen durch Durchführen des Ankunftszeitabschätzungsprozesses. Dadurch kann die Umgebung des Fahrzeugs durch die Fahrzeugankunftszeit überwacht werden. Da in diesem Fall die Fahrzeugankunftszeit aus dem durch die Einzelkamera aufgenommenen Bild abgeschätzt werden kann, ist es möglich, den Aufwand der Vorrichtung zu verringern im Vergleich mit einem Fall, bei dem zwei Kameras verwendet werden. Weiterhin erleichtert bis die Anbringung der

Kamera am Fahrzeug.

[0030] Außerdem ist gemäß der vorliegenden Erfindung ein Fahrzeugumgebungs-Überwachungsverfahren gemäß Anspruch 10 vorgesehen.

[0031] Außerdem kann ein Fahrzeugumgebungs-Überwachungsprogramm eingesetzt werden zur Verwendung bei Erfassung eines überwachten Objektes um ein Fahrzeug herum unter Verwendung eines Computers, welcher eine Schnittstellenschaltung aufweist, um Bilder aufzunehmen, die durch eine an dem Fahrzeug angebrachte Einzelkamera aufgenommen werden, wobei das Programm den Computer veranlasst, folgendermaßen zu funktionieren: als eine Extraktionsprozesseinheit für ein überwachtes Objekt, welche einen Bildabschnitt des überwachten Objekts aus dem durch die Kamera aufgenommenen Bild extrahiert, als eine Änderungsratenberechnungs-Prozesseinheit, welche eine Änderungsrate in der Größe des Bildabschnitts eines identischen überwachten Objekts berechnet, welcher durch die Extraktionsprozesseinheit für das überwachte Objekt aus einer Mehrzahl von Bildern, die durch die Kamera in vorbestimmten Zeitabständen aufgenommen werden, extrahiert wird, sowie als eine Ankunftszeitabschätzungs-Prozesseinheit, welche auf Grundlage der Änderungsrate eine Fahrzeugankunftszeit abschätzt, welche die Zeit bis zur Ankunft des überwachten Objekts bei dem Fahrzeug ist.

[0032] Durch Veranlassen, dass der Computer das Fahrzeugumgebungs-Überwachung der obigen Erfindung ausführt, ist es möglich, die Extraktionsprozesseinheit für das überwachte Objekt, die Änderungsratenberechnungs-Prozesseinheit und die Ankunftszeitabschätzungs-Prozesseinheit gemäß der Fahrzeugumgebungs-Überwachungsvorrichtung der vorliegenden Erfindung, welche oben beschrieben wurde, zu konstruieren.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0033] [Fig. 1](#) ist ein Konfigurationsdiagramm, welches eine Fahrzeugumgebungs-Überwachungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt,

[0034] [Fig. 2](#) ist ein erläuterndes Diagramm, welches eine Montagestelle der in [Fig. 1](#) gezeigten Fahrzeugumgebungs-Überwachungsvorrichtung an dem Fahrzeug zeigt,

[0035] [Fig. 3](#) ist ein erläuterndes Diagramm, welches eine Änderung in der Größe eines Bildabschnitts eines überwachten Objekts zeigt,

[0036] [Fig. 4](#) ist ein Flussdiagramm, welches eine Verarbeitungsprozedur gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt,

[0037] [Fig. 5](#) ist ein erläuterndes Diagramm, welches das Verfolgen des überwachten Objekts in der Zeitabständen zeigt,

[0038] [Fig. 6](#) ist ein erläuterndes Diagramm, welches einen Abschätzungsprozess eines Bewegungsvektors des überwachten Objekts in einem realen Raum zeigt,

[0039] [Fig. 7](#) ist ein erläuterndes Diagramm, welches ein Verfahren des Berechnens einer Änderungsrate in der Größe eines Bildes des überwachten Objekts durch eine Korrelationsoperation zwischen Bildern zeigt,

[0040] [Fig. 8](#) ist ein Flussdiagramm, welches eine Verarbeitungsprozedur gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt,

[0041] [Fig. 9](#) ist ein erläuterndes Diagramm, welches einen Kontaktbestimmungsprozess unter Verwendung von Positionsvariationen zeigt, und

[0042] [Fig. 10](#) ist ein erläuterndes Diagramm, welches einen Einstellprozess von Positionsvariationsschwellen zeigt.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0043] Eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird nun im Folgenden unter Bezugnahme auf [Fig. 1](#) bis [Fig. 10](#) beschrieben. [Fig. 1](#) ist ein Konfigurationsdiagramm, welches eine Fahrzeugum-

gebungs-Überwachungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt, **Fig. 2** ist ein erläuterndes Diagramm, welches eine Montagestelle der in **Fig. 1** gezeigten Fahrzeugumgebungs-Überwachungsvorrichtung an dem Fahrzeug zeigt, **Fig. 3** ist ein erläuternde Diagramm, welches eine Änderung in der Größe eines Bildabschnitts eines überwachten Objekts zeigt, **Fig. 4** ist ein Flussdiagramm, welches eine Verarbeitungsprozedur einer Bildverarbeitungseinheit gemäß einer zweiten Ausführungsform, die in **Fig. 1** gezeigt ist, zeigt, **Fig. 5** ist ein erläuterndes Diagramm, welches das Verfolgen des überwachten Objekts in der Zeitabständen zeigt, **Fig. 6** ist ein erläuterndes Diagramm, welches einen Abschätzungsprozess eines Bewegungsvektors des überwachten Objekts in einem realen Raum zeigt, **Fig. 7** ist ein erläuterndes Diagramm, welches ein Verfahren des Berechnens einer Änderungsrate in der Größe eines Bildes des überwachten Objekts durch eine Korrelationsoperation zwischen Bildern zeigt, **Fig. 8** ist ein Flussdiagramm, welches eine Verarbeitungsprozedur gemäß einer Bildverarbeitungseinheit gemäß einer dritten Ausführungsform, die in **Fig. 1** gezeigt ist, zeigt, **Fig. 9** ist ein erläuterndes Diagramm, welches einen Kontaktbestimmungsprozess unter Verwendung einer Positionsvariation zeigt, und **Fig. 10** ist ein erläuterndes Diagramm, welches einen Einstellprozess des Positionsvariations-Schwellenwertes zeigt.

[0044] Bezug nehmend auf **Fig. 1** enthält die Fahrzeugumgebungs-Überwachungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung eine Bildverarbeitungseinheit **1**, eine Infrarotkamera **2** (entsprechend der Kamera der vorliegenden Erfindung), die in der Lage ist Infrarotstrahlen zu erfassen, einen Gierratensensor **3**, einen Fahrzeuggeschwindigkeitssensor **4**, welcher eine Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs erfasst, einen Bremsensor **5**, welcher eine Manipulationsvariable einer Bremse eines Fahrers erfasst, eine Bildverarbeitungseinheit **1**, welche ein erfasstes Objekt (ein Tier und dergleichen) vor dem Fahrzeug von einem durch die Infrarotkamera **2** erhaltenen Bild erfasst und eine Warnung ausgibt, wenn eine größere Möglichkeit des Kontakts zwischen dem erfassten Objekt und dem Fahrzeug besteht, einen Lautsprecher **6** zur Verwendung bei der Erzeugung eines Stimmenalarms sowie ein Head-up-Display **7**, welches das durch die Infrarotkamera **2** erhaltene Bild anzeigt und eine Anzeige bereitstellt, welche dazu eingesetzt wird, einen Fahrer zu veranlassen, ein überwachtes Objekt, bei einem großen Risiko eines Kontakts mit dem Fahrzeug visuell zu identifizieren.

[0045] Bezug nehmend auf **Fig. 2** weist die an der Vorderseite des Fahrzeugs **10** angeordnete Infrarotkamera **21** eine solche Charakteristik auf, dass ihr Ausgangspegel höher wird (die Luminanz ansteigt), wenn die Temperatur eines abgebildeten Objekts ansteigt. Das HUD **7** ist in einer solchen Weise angeordnet, dass ein Schirm **7a** an einer Vorwärtsposition eines Fahrersitzes an der Frontscheibe des Fahrzeugs **10** erscheint.

[0046] Die Bildverarbeitungseinheit **1** ist eine elektronische Einheit, welche eine Bildeingabeschaltung enthält, die ein analoges Bildsignal, welches von der Infrarotkamera **2** ausgegeben wird, in digitale Daten umwandelt und die digitalen Daten in einem Bildspeicher hält, und einen Computer (eine arithmetischen Verarbeitungseinheit mit einer CPU, einem Speicher, E/A-Schaltungen und dergleichen oder einen Mikrocomputer, in welchem diese Funktionen dicht versammelt sind), welcher verschiedene arithmetische Verarbeitungsoperationen für das Bild einer Ansicht vor dem Fahrzeug durchführt, welches in dem Bildspeicher gespeichert ist, welcher eine Schnittstellenschaltung aufweist, um auf in dem Bildspeicher gespeicherte Bilddaten (lesend und schreibend) zuzugreifen.

[0047] Bezug nehmend auf **Fig. 1** enthält die Bildverarbeitungseinheit **1** eine Extraktionsprozesseinheit **20** für ein überwachtes Objekt, welche einen Bildabschnitt des überwachten Objekts aus dem Bild der Ansicht vor dem Fahrzeug extrahiert, eine Änderungsratenberechnungs-Prozesseinheit **21**, welche eine Änderungsrate Rate in der Größe des Bildabschnitts eines identischen überwachten Objekts zwischen Bildern berechnet, die zu vorbestimmten Zeitabständen aufgenommen wurden, eine Ankunftszeitabschätzungs-Prozesseinheit **22**, welche die Zeit bis zur Ankunft des überwachten Objekts bei dem Fahrzeug **10** (die Fahrzeugankunftszeit gemäß der vorliegenden Erfindung) T durch Verwenden der Änderungsrate Rate abschätzt, eine Prozesseinheit **23** zur Berechnung einer Position im realen Raum, welche eine Position des überwachten Objekts im realen Raum berechnet, eine Bewegungsvektorberechnungs-Prozesseinheit **24**, welche einen Bewegungsvektor des überwachten Objekts im realen Raum berechnet, eine Kontaktbestimmungs-Prozesseinheit **25**, welche auf Grundlage des Bewegungsvektors bestimmt, ob eine Möglichkeit eines Kontakts zwischen dem überwachten Objekt und dem Fahrzeug **10** besteht, eine Positionsvariationsberechnungs-Prozesseinheit **26**, welche Positionsvariationen Δx und Δy des Bildabschnitts des identischen überwachten Objekts zwischen an den vorbestimmten Zeitabständen aufgenommenen Bildern berechnet, sowie eine Schwellenwerteinstell-Prozesseinheit **27** für Positionsvariation, welche Positionsvariations-Schwellenwerte Thx und Thy zum Bestimmen der Möglichkeit eines Kontakts auf Grundlage der Positionsvariationen Δx und Δy einstellt.

[0048] Die Extraktionsprozesseinheit **20** für das überwachte Objekt, die Änderungsratenberechnungs-Prozesseinheit **21** und die Ankunftszeitabschätzungs-Prozesseinheit **22** sind konfiguriert, indem verursacht wird,

dass der in der Bildverarbeitungseinheit **1** vorgesehene Computer ein Fahrzeugumgebungs-Überwachungsprogramm gemäß der vorliegenden Erfindung ausführt. Weiterhin sind die Prozesseinheit **23** zur Berechnung der Position im realen Raum, die Bewegungsvektorberechnungs-Prozesseinheit **24**, die Kontaktbestimmungs-Prozesseinheit **25**, die Positionsvariationsberechnungs-Prozesseinheit **26** sowie die Schwellenwertstell-Prozesseinheit **27** für Positionsvariation konfiguriert, indem verursacht wird, dass der in der Bildverarbeitungsprozesseinheit **1** vorgesehene Computer ein Programm zur Bestimmung der Möglichkeit eines Kontakts ausführt.

[0049] Ferner führt die Extraktionsprozesseinheit **20** für das überwachte Objekt einen Extraktionsschritt für das überwachte Objekt eines Fahrzeugumgebungs-Überwachungsverfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung aus, führt die Änderungsratenberechnungs-Prozesseinheit **21** einen Änderungsratenberechnungsschritt des Fahrzeugumgebungs-Überwachungsverfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung aus und führt die Ankunftszeitabschätzungs-Prozesseinheit **22** einen Ankunftszeitabschätzungsschritt des Fahrzeugumgebungs-Überwachungsverfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung aus.

[Erste Ausführungsform]

[0050] Im Folgenden wird ein Verfahren des Abschätzens der Zeit bis zur Ankunft des überwachten Objekts bei dem Fahrzeug **10** durch die Bildverarbeitungseinheit **1** gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf [Fig. 3](#) beschrieben. In [Fig. 3](#) bezeichnet Im1 ein durch die Infrarotkamera **2** zu einem Zeitpunkt t_{11} aufgenommenes Bild, und bezeichnet Im2 ein zu einem Zeitpunkt t_{10} , welcher um einen Zeitabstand dT (entsprechend dem vorbestimmten Zeitabstand gemäß der vorliegenden Erfindung) später liegt als der Zeitpunkt t_{11} , durch die Infrarotkamera **2** aufgenommenes Bild.

[0051] Im1 enthält einen Bildabschnitt **31** eines Fußgängers als ein überwachtes Objekt und Im2 enthält einen Bildabschnitt **30** des identischen Fußgängers. Bezug nehmend auf [Fig. 3](#) ist eine Situation gezeigt, in welcher der Fußgänger auf das Fahrzeug **10** zugeht. Die Breite w_{10} des Bildabschnitts **30** des Fußgängers in Im2 ist größer als die Breite w_{11} des Bildabschnitts **31** des Fußgängers in Im1, da der Fußgänger zu dem Abbildungszeitpunkt t_{10} in Im2 dem Fahrzeug näher kommt als zum Abbildungszeitpunkt t_{11} in Im1.

[0052] In dieser Situation weisen die Änderungsrate Rate und die Zeit bis zur Ankunft des überwachten Objekts bei dem Fahrzeug **10** (die Fahrzeugankunftszeit) T eine Beziehung auf, welche durch eine im Folgenden gezeigte Gleichung (1) ausgedrückt ist. Daher kann die Fahrzeugankunftszeit T außer der Änderungsrate Rate unter Verwendung einer im Folgenden gezeigten Gleichung (2) berechnet werden.

[Gleichung 1]

$$\begin{aligned}
 \text{Rate} &= \frac{w_{11}(\text{vorangehendes Mal})}{w_{10}(\text{gegenwärtiges Mal})} = \frac{f \cdot W / Z_1}{f \cdot W / Z_0} \\
 &= \frac{Z_0}{Z_1} = \frac{Z_0}{Z_0 + V_s \cdot dT} \\
 &= \frac{V_s \cdot T}{V_s \cdot T + V_s \cdot dT} \\
 &= \frac{1}{1 + dT / T} \quad ,
 \end{aligned} \tag{1}$$

wobei w_{10} die Breite des Bildabschnitts des überwachten Objekts bei der gegenwärtigen Abbildungszeit (dem Abbildungszeitpunkt t_{10}) ist, w_{11} die Breite des Bildabschnitts des überwachten Objekts zur vorangehenden Zeit (dem vorangehenden Zeitpunkt t_{11}) ist, f die Brennweite der Infrarotkamera **2** ist, W die Breite des überwachten Objekts im realen Raum ist, Z_0 eine die Entfernung von dem Fahrzeug **10** zu dem überwachten Objekt zur gegenwärtigen Abbildungszeit (dem Abbildungszeitpunkt t_{10}) ist, Z_1 eine die Entfernung von dem Fahrzeug **10** zu dem überwachten Objekt zur vorangehenden Abbildungszeit (dem Abbildungszeitpunkt t_{11}) ist, V_s eine Relativgeschwindigkeit zwischen dem Fahrzeug und dem überwachten Objekt ist, dT der Abbildungszeitabstand ist und T die Fahrzeugankunftszeit ist.

[Gleichung 2]

$$T = \frac{dT \cdot Rate}{1 - Rate}, \quad (2)$$

wobei T die Fahrzeugankunftszeit ist, dT der Abbildungszeitabstand ist und Rate die Änderungsrate ist.

[Zweite Ausführungsform]

[0053] Nachfolgend wird eine Ausführungsprozedur für einen Kontaktbestimmungsprozess zwischen dem überwachten Objekt und dem Fahrzeug **10**, welcher durch die Bildverarbeitungseinheit **1** gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung durchgeführt wird, unter Bezugnahme auf ein in [Fig. 4](#) gezeigtes Flussdiagramm beschrieben. Die Bildverarbeitungseinheit **1** nimmt zunächst ein Bildsignal auf, welches von der Infrarotkamera **2** in Schritt 1 ausgegeben wird, und speichert dann ein Bild, welches von dem Bildsignal in Digitaltondaten (engl. digital tone, Luminanzdaten) umgewandelt wurde, in dem Bildspeicher in Schritt 2. In dem nächsten Schritt 3 erhält die Bildverarbeitungseinheit **1** durch Binärisierung ein Binärbild, in welchem ein Wert von "1" (weiß) gesetzt ist, wenn der Luminanzwert eines Pixels ein vorbestimmter Schwellenwert oder größer ist, und in dem in allen anderen Fällen ein Wert von "0" (schwarz) für jedes Pixel des Graustufenbildes gesetzt ist.

[0054] Die nachfolgenden Schritte 4 bis 6 entsprechen Prozessen, die durch die Extraktionsprozesseinheit **20** für das überwachte Objekt durchgeführt werden. Die Extraktionsprozesseinheit **20** für das überwachte Objekt berechnet Lauflängendaten in jedem weißen Bereich des binärisierten Bildes in Schritt 4 und führt in Schritt 5 einen Kennzeichnungsprozess durch, in welchem die in der Horizontalrichtung überlappenden Bereiche als ein einzelnes Objekt betrachtet werden und dieses gekennzeichnet wird.

[0055] Danach extrahiert im nächsten Schritt 6 die Bildverarbeitungseinheit **1** einen Bereich (entsprechend dem Bildabschnitt des überwachten Objekts gemäß der vorliegenden Erfindung), welcher als dem überwachten Objekt entsprechend bestimmt ist, aus dem gekennzeichneten Bereich. In Schritt 7 berechnet die Bildverarbeitungseinheit **1** einen Schwerpunkt (Zentroid) G und eine Fläche S des extrahierten Bereichs und das Seitenverhältnis (ASPEKT) eines den extrahierten Bereich umschreibenden Rechtecks.

[0056] Die Prozesse in den Schritten 4 bis 6 entsprechen dem Objektextraktionsschritt des Fahrzeugumgebungs-Überwachungsverfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0057] Der nächste Schritt 8 ist ein Prozess, welcher durch die Änderungsratenberechnungs-Prozesseinheit **21** durchgeführt wird. Die Änderungsratenberechnungs-Prozesseinheit **21** verfolgt Bereiche, welche identischen überwachten Objekten entsprechen, zwischen einem Binärbild Im3 des vorangehend (zum Abbildungszeitpunkt t_{21}) aufgenommenen Bildes und einem Binärbild Im4 des gegenwärtigen (zum Abbildungszeitpunkt t_{20}) aufgenommenen Bildes, wie in [Fig. 5](#) gezeigt ist. Insbesondere führt sie einen Verfolgungsprozess durch, in dem bestimmt wird, dass Bereiche welche die folgenden Anforderungen (a) bis (c) erfüllen, diejenigen sind, welche identischen überwachten Objekten entsprechen:

(a) sofern (x_{21}, y_{21}) die Schwerpunktpositionskoordinaten eines Bereichs **41** sind, welcher dem überwachten Objekt im Binärbild Im3 des vorangehend (zum Abbildungszeitpunkt t_{21}) aufgenommenen Bildes entspricht, und (x_{20}, y_{20}) die Schwerpunktpositionskoordinaten eines Bereichs Im4 sind, welcher dem überwachten Objekt im Binärbild des gegenwärtig (zum Abbildungszeitpunkt t_{20}) aufgenommenen Bildes entspricht, sind in die durch die folgende Gleichung (3) und Gleichung (4) ausgedrückten Beziehungen erfüllt:

[Gleichung 3]

$$|x_{20} - x_{21}| < \Delta x. \quad (3)$$

[0058] Wobei Δx eine Toleranz für eine Bewegung im Bild in der x-Richtung (Horizontalrichtung) ist.

[Gleichung 4]

$$|y_{20} - y_{21}| < \Delta y. \quad (4)$$

[0059] Wobei Δy eine Toleranz für eine Bewegung im Bild in der y-Richtung (Vertikalrichtung) ist.

(b) sofern S_{21} die Fläche des Bereichs **41** ist, welcher dem überwachten Objekt in dem Binärbild Im3 des

vorangehend (zum Abbildungszeitpunkt t_{21}) aufgenommenen Bildes entspricht, und S_{20} die Fläche des Bereichs **40** ist, welcher dem überwachten Objekt in dem Binärbild Im4 des gegenwärtig (zum Abbildungszeitpunkt t_{20}) aufgenommenen Bildes entspricht, ist die durch die folgende Gleichung (5) ausgedrückte Beziehung erfüllt:

[Gleichung 5]

$$\frac{S_{20}}{S_{21}} < 1 \pm \Delta S . \quad (5)$$

[0060] Wobei ΔS eine Toleranz für eine Flächenänderung ist.

(c) sofern AS_{21} das Seitenverhältnis des Bereichs **41** ist, welcher dem überwachten Objekt in dem Binärbild Im3 des vorangehend (zum Abbildungszeitpunkt t_{21}) aufgenommenen Bildes entspricht, und AS_{20} das Seitenverhältnis des Bereichs **40** ist, welcher dem überwachten Objekt in dem Binärbild im 4 des gegenwärtig (Abbildungszeitpunkt t_{20}) aufgenommenen Bildes entspricht, ist die durch die folgende Gleichung (6) ausgedrückte Beziehung erfüllt:

[Gleichung 6]

$$\frac{AS_{20}}{AS_{21}} < 1 \pm \Delta AS \quad (6)$$

[0061] Wobei ΔAS eine Toleranz für eine Änderung im Seitenverhältnis ist.

[0062] Die Änderungsratenberechnungs-Prozesseinheit **21** bestimmt, dass der Bereich **41** und der Bereich **40** den identischen überwachten Objekten entsprechen, wenn die obigen Beziehungen (a) und (c) bezüglich des Bereichs **41**, welcher dem überwachten Objekt in dem Binärbild Im3 des vorangehend (zum Abbildungszeitpunkt t_{21}) aufgenommenen Bildes entspricht, und bezüglich des Bereichs **40**, welcher dem überwachten Objekt in dem Binärbild Im4 des gegenwärtig (zum Abbildungszeitpunkt t_{20}) aufgenommenen Bildes entspricht, erfüllt sind. Danach berechnet die Änderungsratenberechnungs-Prozesseinheit **21** die Änderungsrate Rate durch Teilen der Breite w_{21} des extrahierten Bereichs **41** durch die Breite w_{20} des extrahierten Bereichs **40** gemäß der obigen Gleichung (1).

[0063] Der Prozess in Schritt 8 entspricht dem Änderungsratenberechnungsschritt des Fahrzeugumgebungs-Überwachungsverfahrens der vorliegenden Erfindung.

[0064] Der nächste Schritt 9 ist ein Prozess, welcher durch die Ankunftszeitabschätzungs-Prozesseinheit **22** durchgeführt wird. Die Ankunftszeitabschätzungs-Prozesseinheit **22** berechnet die Fahrzeugankunftszeit T unter Verwendung der Änderungsrate Rate nach Maßgabe der obigen Gleichung (2).

[0065] Der Prozess in Schritt 9 entspricht dem Ankunftszeitabschätzungsschritt des Fahrzeugumgebungs-Überwachungsverfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0066] Schritt 10 ist ein Prozess, welcher durch die Prozesseinheit **23** zur Berechnung der Position im realen Raum durchgeführt wird. Die Prozesseinheit **23** zur Berechnung der Position im realen Raum berechnet die Entfernung Z_0 zu dem gegenwärtig überwachten Objekt nach Maßgabe der folgenden Gleichung (8), welche erhalten wird durch Ersetzen der Relativgeschwindigkeit V_s (= Fahrzeugfahrgeschwindigkeit V_j + Bewegungsgeschwindigkeit V_d des überwachten Objekts) zwischen dem Fahrzeug **10** und dem überwachten Objekt mit der Fahrgeschwindigkeit V_j des Fahrzeugs **10**, unter der Annahme, dass die Fahrgeschwindigkeit V_j des Fahrzeugs **10** ausreichend höher ist als die Bewegungsgeschwindigkeit V_d des überwachten Objekts in der folgenden Gleichung (7), welche abgeleitet wird aus der obigen Gleichung (1) und dann Transformieren der Gleichung:

[Gleichung 7]

$$Rate = \frac{Z_0}{Z_0 + V_s \cdot dT} \quad (7)$$

wobei Rate die Änderungsrate ist, Z_0 die Entfernung zu dem überwachten Objekt bei der gegenwärtigen Ab-

bildungszeit ist, V_s die Relativgeschwindigkeit zwischen dem Fahrzeug und dem überwachten Objekt ist und dT der Abbildungszeitabstand ist.

[Gleichung 8]

$$Z_0 = \frac{Rate \cdot V_j \cdot dT}{1 - Rate} \quad (8)$$

wobei Z_0 die Entfernung zum überwachten Objekt zur gegenwärtigen Zeit ist, $Rate$ die Änderungsrate ist, V_j die Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs ist und dT der Abbildungszeitabstand ist.

[0067] Weiterhin berechnet die Prozesseinheit **23** zur Berechnung der Position im realen Raum die Entfernung Z_1 zu dem überwachten Objekt zur vorangehenden Zeit gemäß der folgenden Gleichung (9):

[Gleichung 9]

$$Z_1 = Z_0 + V_j \cdot dT \quad (9)$$

wobei Z_1 die Entfernung zu dem überwachten Objekt zur vorangehenden Abbildungszeit ist, Z_0 die Entfernung zu dem überwachten Objekt zur gegenwärtigen Abbildungszeit ist, V_j die Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs ist und dT der Abbildungszeitabstand ist.

[0068] Die Prozesseinheit **23** zur Berechnung der Position im realen Raum berechnet die Entfernung Z_0 von dem Fahrzeug **10** zu dem überwachten Objekt zur gegenwärtigen Abbildungszeit und die Entfernung Z_1 von dem Fahrzeug **10** zu dem überwachten Objekt zur vorangehenden Abbildungszeit nach Maßgabe der obigen Gleichung (8) und Gleichung (9). Dann berechnet im nächsten Schritt **11** die Prozesseinheit **23** zur Berechnung der Position im realen Raum eine Position des überwachten Objekts im realen Raum zur gegenwärtigen Abbildungszeit und zur vorangehenden Abbildungszeit aus dem Bereich, welcher dem überwachten Objekt entspricht, im gegenwärtigen und im vorangehenden Binärbild.

[0069] Man beachte, dass [Fig. 6\(a\)](#) eine gegenwärtige extrahierten Position $Pi_0 (x_{10}, y_{10})$ des überwachten Objekts und eine vorangehende extrahierte Position $Pi_1 (x_{11}, y_{11})$ des überwachten Objekts in einem Binärbild $Im5$ zeigt, wobei die Ordinate y in der Vertikalrichtung des Bildes und die Abszisse x in der Horizontalrichtung des Bildes festgelegt ist.

[0070] [Fig. 6\(b\)](#) zeigt eine Situation des überwachten Objekts, das sich im realen Raum bewegt, wobei die Z-Achse in der Fahrtrichtung des Fahrzeugs **10** festgelegt ist, und die X-Achse in der Richtung orthogonal zu der Z-Achse festgelegt ist.

[0071] Ferner zeigt in dieser Figur $Pr_0 (X_{10}, Y_{10}, Z_{10})$ eine Position des überwachten Objekts zur gegenwärtigen Abbildungszeit an und zeigt $Pr_1 (X_{11}, Y_{11}, Z_{11})$ eine Position des überwachten Objekts zur vorangehenden Abbildungszeit an. V_m ist ein Bewegungsvektor des überwachten Objekts, der aus Pr_0 und Pr_1 abgeschätzt ist.

[0072] Die Prozesseinheit **23** zur Berechnung der Position im realen Raum berechnet er die Koordinaten $Pr_0 (X_{10}, Y_{10}, Z_{10})$ des überwachten Objekts zur gegenwärtigen Abbildungszeit gemäß der folgenden Gleichung (10) und die Koordinaten $Pr_1 (X_{11}, Y_{11}, Z_{11})$ des überwachten Objekts zur vorangehenden Zeit gemäß der folgenden Gleichung (11) in Schritt **11**:

[Gleichung 10]

$$\begin{cases} X_{10} = \frac{x_{10} \cdot Z_0}{f} \\ Y_{10} = \frac{y_{10} \cdot Z_0}{f} \end{cases} \quad (10)$$

wobei X_{10} und Y_{10} die Koordinatenwerte des überwachten Objekts im realen Raum zur gegenwärtigen Abbildungszeit sind, x_{10} und y_{10} die Bildkoordinatenwerte des Bereichs, der dem überwachten Objekt entspricht, in dem Binärbild zur gegenwärtigen Abbildungszeit sind, Z_0 die Entfernung von dem Fahrzeug zu dem überwachten Objekt ist.

ten Objekt zur gegenwärtigen Abbildungszeit ist und f eine Brennweite der Infrarotkamera ist,

[Gleichung 11]

$$\begin{cases} X_{11} = \frac{x_{11} \cdot Z_1}{f} \\ Y_{11} = \frac{y_{11} \cdot Z_1}{f} \end{cases} \quad (11)$$

wobei X_{11} und Y_{11} die Koordinatenwerte des überwachten Objekts im realen Raum zur vorangehenden Abbildungszeit sind, x_{11} und y_{11} die Bildkoordinatenwerte des Bereichs, der dem überwachten Objekt entspricht, in dem Binärbild zur vorangehenden Abbildungszeit sind, Z_1 die Entfernung von dem Fahrzeug zu dem überwachten Objekt zur vorangehenden Abbildungszeit ist und f die Brennweite der Infrarotkamera ist.

[0073] Weiterhin berechnet im nächsten Schritt 12 die Prozesseinheit **23** zur Berechnung der Position im realen Raum eine drehwinkelabhängige Korrektur, um eine Positionsverlagerung an dem Bild aufgrund einer Kurvenfahrt bzw. von Lenken/Drehen des Fahrzeugs zu korrigieren, und zwar auf Grundlage eines Drehwinkels, der von einem Erfassungssignal YR des Gierratensensors **3** erkannt wird. Wenn θ_r der Drehwinkel des Fahrzeugs **10** zwischen der vorangehenden Abbildungszeit und der gegenwärtigen Abbildungszeit ist, werden insbesondere die Koordinatenwerte im realen Raum nach Maßgabe der folgenden Gleichung (12) korrigiert:

[Gleichung 12]

$$\begin{bmatrix} X_r \\ Y_r \\ Z_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta_r & 0 & -\sin \theta_r \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \theta_r & 0 & \cos \theta_r \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_o \\ Y_o \\ Z_o \end{bmatrix} \quad (12)$$

wobei X_r , Y_r und Z_r Koordinatenwerte im realen Raum nach der drehwinkelabhängigen Korrektur sind, θ_r der Drehwinkel ist und X_o , Y_o und Z_o die Koordinatenwerte im realen Raum vor der drehwinkelabhängigen Korrektur sind.

[0074] Der nächste Schritt 13 ist ein Prozess, welcher durch die Bewegungsvektorberechnungs-Prozesseinheit **24** durchgeführt wird. Die Bewegungsvektorberechnungs-Prozesseinheit **24** berechnet eine ungefähr gerade Linie V_m , welche dem Relativbewegungsvektor zwischen dem überwachten Objekt und dem Fahrzeug **10** entspricht, aus der Position Pr_1 im realen Raum zur vorangehenden Abbildungszeit und der Position Pr_0 im realen Raum zur gegenwärtigen Abbildungszeit des identischen überwachten Objektes, wie in [Fig. 6\(b\)](#) gezeigt ist. Der Relativbewegungsvektor kann somit durch Verwenden der Position des überwachten Objektes im realen Raum an einer Mehrzahl von Zeitpunkten berechnet werden. Für einen spezifischen Berechnungsprozess der ungefähr geraden Linie wird ein Verfahren verwendet, welches in der oben genannten japanischen Patentoffenlegungsschrift JP 2001-6096 A offenbart ist.

[0075] Der Relativbewegungsvektor wird erhalten durch Berechnen der ungefähr geraden Linie, welche eine Relativbewegungsbahn des überwachten Objekts bezüglich des Fahrzeugs **10** ungefähr wiedergibt (approximiert), wie oben beschrieben wurde, und bestimmen, ob der Bewegungsvektor die Z-Achse kreuzt, wodurch es möglich ist, die Möglichkeit eines Kontakts zwischen dem Fahrzeug und dem überwachten Objekt mit größerer Genauigkeit vorherzusagen, wobei der Effekt von Positionserfassungsfehlern reduziert ist.

[0076] Die nächsten Schritte 14, 15 und 20 sind Prozesse, welche durch die Kontaktbestimmungs-Prozesseinheit **25** durchgeführt werden. Die Kontaktbestimmungs-Prozesseinheit **25** berechnet die Relativgeschwindigkeit V_s in der Z-Richtung (in der Fahrtrichtung des Fahrzeugs **10**) nach Maßgabe einer Gleichung (13), welche nachfolgend gezeigt ist, in Schritt 15. Dann bestimmt die Kontaktbestimmungs-Prozesseinheit **25**, ob eine Möglichkeit eines Kontakts zwischen dem Fahrzeug und dem überwachten Objekt besteht, nach Maßgabe der folgenden Gleichungen (14) und (15):

[Gleichung 13]

$$V_S = \frac{Z_{11} - Z_{10}}{dT} \quad (13)$$

wobei V_S die Relativgeschwindigkeit zwischen dem überwachten Objekt und dem Fahrzeug ist, Z_{11} ein Koordinatenwert im realen Raum in der Z-Richtung zu der vorangehenden Abbildungszeit ist, Z_{10} ein Koordinatenwert im realen Raum in der Z-Richtung zur gegenwärtigen Abbildungszeit ist und dT der Abbildungszeitabstand ist,

[Gleichung 14]

$$\frac{Z_{10}}{V_S} \leq Tl \quad (14)$$

wobei Z_{10} der Koordinatenwert im realen Raum des überwachten Objekts in der Z-Richtung zur gegenwärtigen Abbildungszeit ist, V_S die Relativgeschwindigkeit zwischen dem überwachten Objekt und dem Fahrzeug ist und Tl ein Schwellenwert für die Zeit bis zum Kontakt ist.

[Gleichung 15]

$$|Y_{10}| \leq Hl \quad (15)$$

wobei Y_{10} ein Koordinatenwert im realen Raum des überwachten Objekts in der Y-Richtung (Höhenrichtung) zur gegenwärtigen Abbildungszeit ist und Hl ein Schwellenwert für die Höhe ist.

[0077] Man beachte, dass Tl in der obigen Gleichung (14) mit der Absicht festgelegt ist, zu bestimmen, ob eine Möglichkeit eines Kontakts zur Zeit Tl früher als die vorhergesagte Kontaktzeit besteht und ist beispielsweise auf einen Wert in der Größenordnung von zwei bis fünf Sekunden festgelegt. Weiterhin regelt Hl in der obigen Gleichung (15) den Bereich in der Höhenrichtung und ist beispielsweise auf einen Wert in der Größenordnung von zweimal der Fahrzeughöhe des Fahrzeugs **10** festgelegt.

[0078] Die Kontaktbestimmungs-Prozesseinheit **25** bestimmt, dass eine Möglichkeit eines Kontakts besteht, wenn sowohl die Beziehung der obigen Gleichung (14) als auch die Beziehung der obigen Gleichung (15) erfüllt ist, und bestimmt, dass keine Möglichkeit eines Kontakts besteht, wenn nur eine der Gleichungen (14) und (15) nicht erfüllt ist. Wenn Sie bestimmt, dass eine Möglichkeit eines Kontakts besteht, geht die Kontaktbestimmungs-Prozesseinheit **25** von dem nächsten Schritt 15 zu Schritt 20 weiter, in welchem die Kontaktbestimmungs-Prozesseinheit **25** durch einen Lautsprecher **6** einen Warnungston ausgibt und durch das HUD **7** eine Warnungsanzeige erzeugt. Danach kehrt sie zu Schritt 1 zurück. Wenn andererseits die Kontaktbestimmungs-Prozesseinheit **25** bestimmt, dass keine Möglichkeit eines Kontakts besteht, geht sie von Schritt 16 zu Schritt 1, ohne durch den Lautsprecher **6** den Warnungston auszugeben und ohne durch das HUD **7** die Warnungsanzeige zu erzeugen.

[0079] Obwohl in dieser Ausführungsform die Änderungsratenberechnungs-Prozesseinheit **21** die Änderungsrate Rate durch Verfolgen des identischen überwachten Objekts in Zeitabständen zwischen Binärbildern, welche in [Fig. 5](#) gezeigt sind, berechnet, kann die Änderungsrate Rate auch durch eine Korrelationsoperation der Bildabschnitte des überwachten Objekts, welche in [Fig. 7](#) gezeigt sind, berechnet werden. Bezug nehmend auf [Fig. 7](#) bezeichnen **Im6** und **51** jeweils ein Graustufenbild und einen Bildabschnitt des überwachten Objekts, und zwar zur vorangehenden Abbildungszeit. Weiterhin bezeichnen **Im7** und **50** jeweils ein Graustufenbild und einen Bildabschnitt des überwachten Objektes, und zwar zur gegenwärtigen Abbildungszeit.

[0080] Weiterhin berechnet die Änderungsratenberechnungs-Prozesseinheit **21** einen Korrelationsgrad mit dem Bildabschnitt **51** des überwachten Objekts zur vorangehenden Abbildungszeit durch Verkleinern (falls das überwachte Objekt dem Fahrzeug näher kommt) oder Vergrößern (falls sich das überwachte Objekt von dem Fahrzeug entfernt) der Größe des Bildabschnitts **50** des überwachten Objekts im gegenwärtigen Graustufenbild **Im7** durch affine Transformation.

[0081] Wie gezeigt ist, berechnet sie insbesondere den Korrelationsgrad zwischen einem Bild **60**, einem Bild **61**, einem Bild **62**, einem Bild **63** oder einem Bild **64**, welche jeweils erhalten werden durch Multiplizieren des Bildabschnitts **50** mit 1,5, 1,25, 1,0, 0,75 oder 0,5 und dem Bildabschnitt **51**. Danach bestimmt die Änderungs-

ratenberechnungs-Prozesseinheit **21** die Vergrößerung des Bildabschnitts **50** bei dem höchsten Korrelationsgrad als eine Änderungsrate Rate.

[0082] Obwohl in dieser Ausführungsform in dem in [Fig. 4](#) gezeigten Schritt 9 durch Abschätzen der Fahrzeugankunftszeit T, welche die Zeit ist, zu der das überwachte Objekt beim Fahrzeug ankommt, bestimmt wird, ob eine Möglichkeit eines Kontakts zwischen dem überwachten Objekt und dem Fahrzeug **10** besteht, und in Schritt 14 durch Berechnen des Bewegungsvektors des überwachten Objekts im realen Raum bestimmt wird, ob eine Möglichkeit eines Kontakts zwischen dem überwachten Objekt und dem Fahrzeug **10** besteht, ist es ebenfalls möglich, nach Maßgabe einer dieser Bestimmungen zu bestimmen, ob eine Möglichkeit eines Kontakts zwischen dem überwachten Objekt und dem Fahrzeug besteht.

[0083] Ferner ist es ebenfalls möglich, die Umgebungen des Fahrzeugs direkt durch Verwenden der in Schritt 9 in [Fig. 4](#) abgeschätzten Fahrzeugankunftszeit T zu überwachen. Wenn beispielsweise die Fahrzeugankunftszeit T sich zu einer vorbestimmten Zeituntergrenze oder weniger verringert, kann an den Fahrer eine Warnung ausgegeben werden.

[Dritte Ausführungsform]

[0084] Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf ein in [Fig. 8](#) gezeigtes Flussdiagramm eine Ausführungsprozedur für den Kontaktbestimmungsprozess zwischen dem überwachten Objekt und dem Fahrzeug **10** beschrieben, welche durch die Bildverarbeitungseinheit **1** gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung durchgeführt wird. Die Verarbeitung von Schritt 30 bis Schritt 7 und 30 in [Fig. 8](#) ist ähnlich zu der obigen Verarbeitung von Schritt 1 bis Schritt 8 in [Fig. 4](#). In Schritt 37 berechnet die Änderungsratenberechnungs-Prozesseinheit **21** die Änderungsrate Rate.

[0085] Der nächste Schritt 38 wird durch die Positionsvariationsberechnungs-Prozesseinheit **26** durchgeführt. Die Positionsvariationsberechnungs-Prozesseinheit **26** berechnet die Positionsvariationen Δx (Horizontalrichtung) und Δy (Vertikalrichtung) des Bildabschnitts des identischen überwachten Objekts in der Mehrzahl von Bildern, welche beim Verfolgen in Zeitabständen in Schritt 37 verwendet werden. Die Verarbeitung des nächsten Schrittes 39 bis Schritt 40 und Schritt 50 wird durch die Kontaktbestimmungs-Prozesseinheit **25** durchgeführt. Die Kontaktbestimmungs-Prozesseinheit **25** bestimmt in Schritt 39, ob die Möglichkeit eines Kontakts zwischen dem Fahrzeug **10** und dem überwachten Objekt besteht, nach Maßgabe dessen, ob sowohl die folgende Bedingung 1 als auch die folgende Bedingung 2 erfüllt sind.

[0086] Bedingung 1: Betreffend das identische überwachte Objekt ist die Fläche des Bildabschnitts im gegenwärtigen Bild größer als im vorangehenden Bild. Anders ausgedrückt kommen das überwachte Objekt und das Fahrzeug **10** einander näher. Die Kontaktbestimmungs-Prozesseinheit **25** bestimmt durch die folgende Gleichung (16), ob die Bedingung 1 erfüllt ist:

[Gleichung 16]

$$Rate = \frac{s0(\text{vorangehende Fläche})}{s1(\text{gegenwärtige Fläche})} < 1 \quad (16)$$

[0087] Bedingung 2: Die Position des Bildabschnitts des identischen überwachten Objekts ändert sich zwischen den aufgenommenen Bildern beinahe gar nicht, wenn die Änderungsrate Rate berechnet wird. Anders ausgedrückt verbleibt der Bildabschnitt in dem Bild in Ruhe, und zwar ungeachtet der vergangenen Zeit. Die Kontaktbestimmungs-Prozesseinheit **25** bestimmt durch die folgenden Gleichungen (17) (18), ob die Bedingung 2 erfüllt ist:

[Gleichung 17]

$$\Delta x = |x_0 - x_1| < Thx \quad (17)$$

[Gleichung 18]

$$\Delta y = |y_0 - y_1| < Thy \quad (18)$$

wobei (x_0, y_0) die Zentroid-(Schwerpunkts-)Position des Bildabschnitts des überwachten Objekts im gegenwärtigen Bild ist, Thx der Positionsvariations-Schwellenwert in der x-Richtung ist, (x_1, y_1) die Zentroid-(Schwer-

punkts-)Position des Bildabschnitts des überwachten Objekts im vorangehenden Bild ist und Thy der Positionsvariations-Schwellenwert in der y-Richtung ist.

[0088] Die obige Bedingung 2 wird unter Bezugnahme auf [Fig. 9\(a\)](#) und [Fig. 9\(b\)](#) beschrieben. [Fig. 9\(a\)](#) zeigt eine Situation, in welcher das überwachte Objekt **70** dem Fahrzeug **10** mit einer Relativgeschwindigkeit V_s in der Fahrtrichtung (Z-Richtung) des Fahrzeugs **10** und einer Annäherungsgeschwindigkeit V_d in der Richtung (X-Richtung) orthogonal zu der Fahrtrichtung näher kommt. Sie zeigt eine Position (X_{31}, Z_{31}) im realen Raum des überwachten Objekts **70** zum Zeitpunkt t_{31} (dem vorangehenden Abbildungszeitpunkt) und eine Position (X_{30}, Z_{30}) im realen Raum des überwachten Objekts **70** zum Zeitpunkt t_{30} (dem gegenwärtigen Abbildungszeitpunkt), wenn ein Zeitabstand ΔT (Abbildungszeitabstand) seit t_{31} vergangen ist.

[0089] In [Fig. 9\(a\)](#) sieht der Fahrer des Fahrzeugs **10** das überwachte Objekt in einer Richtung θ , welche durch die folgende Gleichung (19) ausgedrückt ist. Wenn das überwachte Objekt **70** dabei ist, in Kontakt mit dem Fahrzeug **10** zu gelangen, bleibt weiterhin θ auch nach Zeitablauf konstant.

[Gleichung 19]

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{V_d}{V_s}\right) \quad (19)$$

[0090] Die folgende Gleichung (20) ist erfüllt, da θ konstant ist:

[Gleichung 20]

$$\frac{V_d \cdot \Delta T}{V_s \cdot \Delta T} = \frac{X_{31}}{Z_{31}} = \frac{X_{30}}{Z_{30}} \quad (20)$$

wobei ΔT eine vergangene Zeit ist.

[0091] Bezug nehmend auf [Fig. 9\(b\)](#) ist die Situation von [Fig. 9\(a\)](#) in einem Bild Im_8 unter Verwendung der Perspektivtransformation von Gleichung (21) und Gleichung (22), welche nachfolgend gezeigt sind, gezeigt. In [Fig. 9\(b\)](#) bezeichnen die Bezugszeichen **80** und **81** jeweils den Bildabschnitt des überwachten Objekts **70** zum Zeitpunkt t_{31} und den Bildabschnitt des überwachten Objekts **70** zum Zeitpunkt t_{30} .

[0092] Die Beziehung zwischen der Y-Richtung (der Höhenrichtung des Fahrzeugs **10**) im realen Raum und der Z-Richtung ist dieselbe wie die Beziehung zwischen der X-Richtung und der Z-Richtung. Es ist möglich, die Position y_{30} des Bildes des überwachten Objekts **70** zu dem Zeitpunkt t_{30} relativ zu der Position Y_{30} im realen Raum und die Position y_{31} im Bild des überwachten Objekts **70** zu dem Zeitpunkt t_{31} relativ zu der Position Y_{31} im realen Raum zu erhalten.

[Gleichung 21]

$$x_{30} = f \frac{X_{30}}{Z_{30}} \quad (21)$$

[Gleichung 22]

$$x_{31} = f \frac{X_{31}}{Z_{31}} \quad (22)$$

wobei $f = F$ (Brennweite der Infrarotkamera)/ p (Pixelteilung des aufgenommenen Bildes) ist.

[0093] In der obigen Gleichung (21) und Gleichung (22) ist die Gleichung $x_{30} = x_{31}$ erfüllt, da aufgrund der obigen Gleichung (20) X_{30}/Z_{30} auf der rechten Seite der Gleichung (21) gleich X_{31}/Z_{31} auf der rechten Seite der Gleichung (22) ist. Ähnlich ist die Gleichung $y_{30} = y_{31}$ in der Y-Richtung erfüllt. Daher ist ersichtlich, dass in der Situation, in der die Möglichkeit eines Kontakts zwischen dem Fahrzeug **10** und dem überwachten Objekt **70** besteht, wie in [Fig. 9\(a\)](#) gezeigt ist, die Zentroid-(Schwerpunkts-)Position des gegenwärtigen Bildabschnitts **80**

dieselbe ist wie diejenige des vorangehenden Bildabschnitts **81** betreffend das überwachte Objekt **70** in dem Bild, wie in [Fig. 9\(b\)](#) gezeigt ist. Die obige Bedingung 2 ist eine Bedingung zur Bestimmung der Möglichkeit eines Kontakts zwischen dem Fahrzeug **10** und überwachtem Objekt.

[0094] Bei Verwendung der obigen Bedingung 1 und Bedingung 2 ist es möglich, zu bestimmen, ob die Möglichkeit eines Kontakts zwischen dem Fahrzeug **10** und dem überwachten Objekt besteht, und zwar durch eine einfache arithmetische Prozedur der Berechnung der Änderungsrate Rate und der Positionsvariationen Δx und Δy für den Bildabschnitt des identischen überwachten Objekts in der Mehrzahl von aufgenommenen Bildern. Daher sind die Berechnung der Entfernung zwischen dem Fahrzeug **10** und dem überwachten Objekt sowie die Abschätzung des Bewegungsvektors unnötig, auch wenn diese in der obigen ersten Ausführungsform erforderlich sind.

[0095] Wenn bestimmt wird, dass die Bedingung 1 als auch die Bedingung 2 erfüllt sind und dadurch die Möglichkeit eines Kontakts besteht, verzweigt die Kontaktbestimmungs-Prozesseinheit **25** von Schritt 40 zu Schritt 50, um unter Verwendung des Lautsprechers **6** einen Warnungston auszugeben und unter Verwendung des HUD **7** eine Warnanzeige zu erzeugen. Danach kehrt sie zu Schritt 30 zurück. Wenn andererseits bestimmt wird, dass auch nur eine aus der Bedingung 1 und der Bedingung 2 nicht erfüllt ist und dadurch keine Möglichkeit eines Kontakts besteht, geht die Kontaktbestimmungs-Prozesseinheit **25** von Schritt 40 zu Schritt 30 weiter, ohne unter Verwendung des Lautsprechers **6** den Warnungston auszugeben und ohne unter Verwendung des HUD **7** die Warnungsanzeige zu erzeugen.

[0096] Obwohl der Positionsvariations-Schwellenwert Th_x in der Gleichung (17) und der Positionsvariations-Schwellenwert Th_y in der Gleichung (18) der Bedingung 2 feste Werte auf Grundlage der Fahrzeugbreite und der Fahrzeughöhe des Fahrzeugs **10** sein können, kann die Schwellenwerteinstell-Prozesseinheit **27** für Positionsvariation dieselben nach Maßgabe der Entfernung zwischen dem Fahrzeug **10** und dem überwachten Objekt einstellen. Nachfolgend wird die Verarbeitung des Einstellens der Positionsvariations-Schwellenwerte Th_x und Th_y nach Maßgabe der Entfernung zwischen dem Fahrzeug **10** und dem überwachten Objekt unter Bezugnahme auf [Fig. 10\(a\)](#) und [Fig. 10\(b\)](#) beschrieben.

[0097] Man beachte, dass die Entfernung zwischen dem Fahrzeug **10** und dem überwachten Objekt durch die Gleichung (8) und die Gleichung (9) in der oben beschriebenen ersten Ausführungsform berechnet werden kann oder durch einen Entfernungsbestimmungssensor (entsprechend der Entfernungsbestimmungs-Prozesseinheit der vorliegenden Erfindung) unter Verwendung von Radar oder dergleichen erfasst werden.

[0098] [Fig. 10\(a\)](#) zeigt eine Änderung in der Position des überwachten Objekts in einem zweidimensionalen Koordinatensystem im realen Raum, wobei der Ursprung bei der Position des Fahrzeugs **10** angeordnet ist und mit der Ordinate Z (in der Fahrtrichtung des Fahrzeugs **10**) und der Abszisse X (der Richtung orthogonal zu der Z-Achse oder der Breitenrichtung des Fahrzeugs). Weiterhin entspricht Y der Fahrzeughöhenrichtung des Fahrzeugs **10** (der Richtung orthogonal zu der Z-X-Ebene).

[0099] In [Fig. 10\(a\)](#) bezeichnet das Bezugszeichen **2a** eine Fahrzeugbreite des Fahrzeugs **10**; bezeichnet $Pr_2 (X_{40}, Y_{40}, Z_{40})$ die Koordinaten des überwachten Objekts im realen Raum zur gegenwärtigen Abbildungszeit und bezeichnet $Pr_3 (X_{41}, Y_{41}, Z_{41})$ die Koordinaten des überwachten Objekts im realen Raum zur vorangehenden Abbildungszeit. [Fig. 10\(b\)](#) zeigt Koordinaten $Pi_2 (x_{40}, y_{40})$ und $Pi_3 (x_{41}, y_{41})$ in dem Bild **Im9** jeweils entsprechend den Koordinaten $Pr_2 (X_{40}, Y_{40}, Z_{40})$ und $Pr_3 (X_{41}, Y_{41}, Z_{41})$ des überwachten Objekts im realen Raum in [Fig. 10\(a\)](#). In [Fig. 10\(a\)](#) ist eine gerade Linie V1, welche durch Pr_2 und Pr_3 tritt, durch die folgende Gleichung (23) ausgedrückt:

[Gleichung 23]

$$X = \frac{X_{40} - X_{41}}{Z_{40} - Z_{41}} (Z - Z_{41}) + X_{41} \quad (23)$$

[0100] Wenn die gerade Linie V1 die x-Achse in einem Bereich von $-a$ bis a schneidet, anders ausgedrückt, wenn die Bedingung $|X| < a$ mit $Z = 0$ in der Gleichung (23) erfüllt ist, gelangt das Fahrzeug **10** in Kontakt mit dem überwachten Objekt. Wenn in der Gleichung (23) der Größe Z 0 zugeordnet ist ($Z = 0$), wird die Bedingung durch den folgenden Ausdruck (24) ausgedrückt:

[Gleichung 24]

$$\left| \frac{X_{41} \cdot Z_{40} - X_{40} \cdot Z_{41}}{Z_{40} - Z_{41}} \right| < a \quad (24)$$

wobei a eine Hälfte der Breite des Fahrzeugs ist.

[0101] Die folgende Gleichung (27) wird erhalten durch Transformieren von X_{40} und X_{41} in Gleichung (24) in die horizontalen Koordinaten x_{40} und x_{41} in dem Bild unter Verwendung der inversen Perspektivtransformation, welche durch die folgenden Gleichung (25) und Gleichung (26) ausgedrückt ist:

[Gleichung 25]

$$X_{40} = \frac{x_{40} \cdot Z_{40}}{f} \quad (25)$$

wobei $f = F$ (Brennweite der Infrarotkamera)/ p (Pixelteilung des aufgenommenen Bildes) ist.

[Gleichung 26]

$$X_{41} = \frac{x_{41} \cdot Z_{41}}{f} \quad (26)$$

[Gleichung 27]

$$\left| \frac{\frac{x_{41} \cdot Z_{41}}{f} Z_{40} - \frac{x_{40} \cdot Z_{40}}{f} Z_{41}}{Z_{40} - Z_{41}} \right| < a \quad (27)$$

[0102] Der folgende Ausdruck (28) wird erhalten durch Anordnen der obigen Gleichung (27). Daher setzt die Positionsvariationsberechnungs-Prozesseinheit **26** den Positionsvariations-Schwellenwert Th_x der Bedingung 2 als die rechte Seite des Ausdrucks (28).

[Gleichung 28]

$$|x_{41} - x_{40}| < f \cdot a \cdot \left(\frac{1}{Z_{41}} - \frac{1}{Z_{40}} \right) \quad (28)$$

wobei $f = F$ (Brennweite der Infrarotkamera)/ p (Pixelteilung des aufgenommenen Bildes) und a eine Hälfte der Breite des Fahrzeugs ist.

[0103] Weiterhin kann unter der Annahme, dass **2b** die Fahrzeughöhe des Fahrzeugs **10** ist, ähnlich der oben beschriebenen Möglichkeit eines Kontakts in der X-Richtung, der Positionsvariations-Schwellenwert Th_y der Bedingung 2 für den folgenden Ausdruck (29) hinsichtlich der Möglichkeit eines Kontakts in der Y-Richtung gesetzt werden:

[Gleichung 29]

$$|y_{41} - y_{40}| < f \cdot b \cdot \left(\frac{1}{Z_{41}} - \frac{1}{Z_{40}} \right) \quad (29)$$

wobei $f = F$ (Brennweite der Infrarotkamera)/ p (Pixelteilung des aufgenommenen Bildes) und b eine Hälfte der Höhe des Fahrzeugs ist.

[0104] Wie oben beschrieben wurde, legt die Schwellenwerteinstell-Prozesseinheit **27** für Positionsvariation die Positionsvariations-Schwellenwerte Th_x und Th_y auf Grundlage der Entfernung zwischen dem Fahrzeug **10** und dem überwachten Objekt fest, wodurch die Möglichkeit eines Kontakts zwischen dem Fahrzeug **10** und dem überwachten Objekt unter der Annahme einer sich bewegenden Trajektorie des überwachten Objekts, welche durch die in [Fig. 10\(a\)](#) gezeigte gerade Linie $V1$ wiedergegeben wird, bestimmt werden kann. Dies erhöht die Genauigkeit der durch die Kontaktbestimmungs-Prozesseinheit **24** durchgeführten Kontaktbestimmung.

[Vierte Ausführungsform]

[0105] Nachfolgend wird eine Ausführungsprozedur für den Kontaktbestimmungsprozess zwischen dem überwachten Objekt und dem Fahrzeug **10**, welcher durch die Bildverarbeitungseinheit **1** gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung durchgeführt wird, beschrieben. In der vierten Ausführungsform, wird eine nachfolgend beschriebene Bedingung 3 der Bedingung 1 und Bedingung 2 in der dritten Ausführungsform hinzugefügt, um die Möglichkeit eines Kontakts zwischen dem überwachten Objekt und dem Fahrzeug **10** zu bestimmen:

Bedingung 3: Die Zeit bis zur Ankunft des überwachten Objekts bei dem Fahrzeug **10** (Fahrzeugankunftszeit) T ist gleich oder kleiner als eine vorbestimmte Zeit. Die Kontaktbestimmungs-Prozesseinheit **25** bestimmt durch den folgenden Ausdruck (30), ob die Bedingung 3 erfüllt ist:

[Gleichung 30]

$$Rate \leq \frac{1}{1 + \frac{dT}{T}} \quad (30)$$

wobei Rate die Änderungsrate in der Fläche des Bildabschnitts des überwachten Objekts, welche durch die Gleichung (16) berechnet wird, ist, dT Abbildungszeitabstand ist und T die Fahrzeugankunftszeit ist (die vorbestimmte Zeit ist dieser Zeit zugeordnet).

[0106] Die Möglichkeit eines Kontakts zwischen dem überwachten Objekt und dem Fahrzeug **10** wird bestimmt durch Hinzufügen der Bedingung 3, wie oben beschrieben, wodurch die Kontaktbestimmungs-Prozesseinheit **25** lediglich innerhalb der überwachten Objekte in einer den Notfallsituation, in welcher die Zeit T bis zur Ankunft bei dem Fahrzeug **10** gleich oder kleiner ist als die vorbestimmte Zeit, bestimmen kann, dass eine große Möglichkeit eines Kontakts zwischen dem überwachten Objekt und dem Fahrzeug besteht.

[0107] Obwohl in dieser Ausführungsform die Infrarotkamera **2** als eine Kamera gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet wurde, ist es ebenfalls möglich, eine gewöhnliche Videokamera zu verwenden, welche lediglich in der Lage ist, sichtbares Licht zu erfassen.

[0108] Obwohl ferner die Anordnung zur Abbildung des Sichtfeldes vor dem Fahrzeug in dieser Ausführungsform gezeigt wurde, ist es darüber hinaus möglich, zu bestimmen, ob eine Möglichkeit eines Kontakts mit dem überwachten Objekt besteht, indem ein Sichtfeld hinter dem Fahrzeug abgebildet wird, ein Sichtfeld zur Seite des Fahrzeugs abgebildet wird oder ein Sichtfeld in einer beliebigen anderen Richtung abgebildet wird.

[0109] Eine Fahrzeugumgebungs-Überwachungsvorrichtung soll bereitgestellt werden, welche bestimmt, ob eine Möglichkeit eines Kontakts zwischen einem überwachten Objekt um ein Fahrzeug herum und dem Fahrzeug existiert, und zwar wobei eine Einzelkamera daran angebracht ist. Sie umfasst eine Extraktionsprozesseinheit (**20**) für ein überwachtes Objekt, welche einen Bildabschnitt des überwachten Objekts aus einem durch eine Einzel-Infrarotkamera (**2**) aufgenommenen Bild extrahiert, eine Änderungsratenberechnungs-Prozesseinheit (**21**), welche eine Änderungsrate in der Größe des Bildabschnitts eines identischen überwachten Objekts bestimmt, welches durch die Extraktionsprozesseinheit (**20**) für das überwachte Objekt aus einer Mehrzahl von durch die Infrarotkamera (**2**) in vorbestimmten Zeitabständen aufgenommenen Bildern extrahiert wird, und eine Ankunftszeitabschätzungs-Prozesseinheit (**22**), welche auf Grundlage der Änderungsrate die Zeit, die bis zur Ankunft des überwachten Objekts bei dem Fahrzeug vergeht, abschätzt, eine Prozesseinheit (**23**) zur Berechnung einer Position im realen Raum, welche eine Position des überwachten Objekts in dem realen Raum berechnet, eine Bewegungsvektorberechnungs-Prozesseinheit (**24**), welche einen Bewegungsvektor aus einer Verlagerung der Position des überwachten Objekts im realen Raum berechnet, und eine Kontaktbestimmungs-Prozesseinheit (**25**), welche bestimmt, ob eine Möglichkeit eines Kontakts zwischen dem überwachten Objekt und dem Fahrzeug besteht.

Patentansprüche

1. Fahrzeugumgebungs-Überwachungsvorrichtung, welche ein überwachtes Objekt um ein Fahrzeug (10) herum aus Bildern erfasst, welche durch eine an dem Fahrzeug (10) angebrachte Einzelkamera (2) aufgenommen werden, umfassend:

eine Extraktionsprozesseinheit (20) für ein überwachtes Objekt, welche einen Bildabschnitt des überwachten Objekts aus dem durch die Kamera (2) aufgenommenen Bild extrahiert,
eine Änderungsratenberechnungs-Prozesseinheit (21), welche eine Änderungsrate in der Größe des Bildabschnitts eines identischen überwachten Objekts bestimmt, welches durch die Extraktionsprozesseinheit (20) für das überwachte Objekt aus einer Mehrzahl von durch die Kamera (2) in vorbestimmten Zeitabständen aufgenommenen Bildern extrahiert wird, und

eine Ankunftszeitabschätzungs-Prozesseinheit (22), welche auf Grundlage der Änderungsrate eine Fahrzeugankunftszeit abschätzt, die die Zeit bis zur Ankunft des überwachten Objekts bei dem Fahrzeug (10) ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass

die Änderungsratenberechnungs-Prozesseinheit (21)

einen Bildabschnitt des überwachten Objekts, welcher aus einem der Mehrzahl von Bildern, die durch die Kamera (2) in den vorbestimmten Zeitabständen aufgenommen werden, extrahiert ist, als ein Standardbild (50, 51) berücksichtigt,

durch Vergrößern oder Verkleinern des Standardbildes mittels vorbestimmter Faktoren Bilder (60–64) verschiedener Größe berechnet, die Korrelationen zwischen einem anderen Bildabschnitt und einem jeweiligen Bild (60–64) der Bilder verschiedener Größe berechnet, und ein Vergrößerungsverhältnis oder ein Verkleinerungsverhältnis des Standardbildes bei der höchsten Korrelation als die Änderungsrate berechnet.

2. Fahrzeugumgebungs-Überwachungsvorrichtung, welche ein überwachtes Objekt um ein Fahrzeug (10) herum aus Bildern erfasst, welche durch eine an dem Fahrzeug (10) angebrachte Einzelkamera (2) aufgenommen werden, umfassend:

eine Extraktionsprozesseinheit (20) für ein überwachtes Objekt, welche einen Bildabschnitt des überwachten Objekts aus dem durch die Kamera (2) aufgenommenen Bild extrahiert,
eine Änderungsratenberechnungs-Prozesseinheit (21), welche eine Änderungsrate in der Größe des Bildabschnitts eines identischen überwachten Objekts berechnet, welches durch die Extraktionsprozesseinheit (20) für das überwachte Objekt aus einer Mehrzahl von durch die Kamera (2) in vorbestimmten Zeitabständen aufgenommenen Bildern extrahiert wird, und

eine Kontaktbestimmungs-Prozesseinheit (25), welche auf Grundlage der Änderungsrate bestimmt, ob eine Möglichkeit eines Kontakts zwischen dem überwachten Objekt und dem Fahrzeug (10) besteht, **dadurch gekennzeichnet**, dass

die Änderungsratenberechnungs-Prozesseinheit (21)

einen Bildabschnitt des überwachten Objekts, welcher aus einem der Mehrzahl von Bildern, die durch die Kamera (2) in den vorbestimmten Zeitabständen aufgenommen werden, extrahiert ist, als ein Standardbild (50, 51) berücksichtigt,

durch Vergrößern oder Verkleinern des Standardbildes mittels vorbestimmter Faktoren Bilder (60–64) verschiedener Größe berechnet, die Korrelationen zwischen einem anderen Bildabschnitt und einem jeweiligen Bild (60–64) der Bilder verschiedener Größe berechnet und ein Vergrößerungsverhältnis oder ein Verkleinerungsverhältnis des Standardbildes bei der höchsten Korrelation als die Änderungsrate berechnet.

3. Fahrzeugumgebungs-Überwachungsvorrichtung nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch eine Ankunftszeitabschätzungs-Prozesseinheit (22), welche auf Grundlage der Änderungsrate eine Fahrzeugankunftszeit abschätzt, die die Zeit bis zur Ankunft des überwachten Objekts bei dem Fahrzeug (10) ist, wobei die Kontaktbestimmungs-Prozesseinheit (25) auf Grundlage der Fahrzeugankunftszeit bestimmt, ob eine Möglichkeit eines Kontakts zwischen dem überwachten Objekt und dem Fahrzeug (10) besteht.

4. Fahrzeugumgebungs-Überwachungsvorrichtung nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch:

einen Geschwindigkeitssensor (4), welcher eine Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs (10) erfasst, und eine Prozesseinheit (23) zur Berechnung einer Position im realen Raum, welche eine Position des überwachten Objekts in einem realen Raum unter Verwendung einer durch den Geschwindigkeitssensor (4) erfassten Fahrgeschwindigkeit und der durch die Änderungsratenberechnungs-Prozesseinheit (21) berechneten Änderungsrate berechnet,

wobei die Kontaktbestimmungs-Prozesseinheit (25) bestimmt, ob eine Möglichkeit eines Kontakts zwischen dem überwachten Objekt und dem Fahrzeug (10) besteht, und zwar auf Grundlage der Position des überwachten Objekts im realen Raum, welche durch die Prozesseinheit (23) zur Berechnung der Position im realen

Raum berechnet wird.

5. Fahrzeugumgebungs-Überwachungsvorrichtung nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch eine Bewegungsvektorberechnungs-Prozesseinheit (24), welche einen Bewegungsvektor des überwachten Objekts im realen Raum aus der Position des identischen überwachten Objekts im realen Raum zu unterschiedlichen Zeitpunkten, welche durch die Prozesseinheit (23) für Berechnung der Position im realen Raum berechnet werden, berechnet, wobei die Kontaktbestimmungs-Prozesseinheit (25) auf Grundlage des Bewegungsvektors, welcher durch die Bewegungsvektorberechnungs-Prozesseinheit (24) berechnet wird, bestimmt, ob eine Möglichkeit eines Kontakts zwischen dem überwachten Objekt und dem Fahrzeug (10) besteht.

6. Fahrzeugumgebungs-Überwachungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, gekennzeichnet durch eine Positionsvariationsberechnungs-Prozesseinheit (26), welche eine Positionsvariation des Bildabschnitts des identischen überwachten Objekts berechnet, welcher durch die Extraktionsprozesseinheit (20) für das überwachte Objekt aus der Mehrzahl von Bildern, welche durch die Kamera (2) in den vorbestimmten Zeitabständen aufgenommenen werden, extrahiert wird, wobei die Kontaktbestimmungs-Prozesseinheit (26) bestimmt, dass eine hohe Wahrscheinlichkeit eines Kontakts zwischen dem überwachten Objekt und dem Fahrzeug (10) besteht, wenn die durch die Änderungsratenberechnungs-Prozesseinheit (21) berechnete Änderungsrate in der Größe des Bildabschnitts eine Vergrößerung des Bildabschnitts anzeigt, und zwar betreffend den Bildabschnitt des identischen überwachten Objekts, welcher durch die Extraktionsprozesseinheit (20) für das überwachte Objekt aus der Mehrzahl von Bildern, welche durch die Kamera (2) von einem vorbestimmten Zeitpunkt an in den vorbestimmten Zeitabständen aufgenommen werden, extrahiert wird, und wenn die Positionsvariation des durch die Positionsvariationsberechnungs-Prozesseinheit (26) berechneten Bildabschnitts gleich oder kleiner ist als ein vorbestimmter Positionsvariations-Schwellenwert.

7. Fahrzeugumgebungs-Überwachungsvorrichtung nach Anspruch 6, gekennzeichnet durch eine Ankunftszeitabschätzungs-Prozesseinheit (22), welche auf Grundlage der Änderungsrate die Fahrzeugankunftszeit abschätzt, welche die Zeit bis zur Ankunft des überwachten Objekts bei dem Fahrzeug (10) ist, wobei die Kontaktbestimmungs-Prozesseinheit (25) bestimmt, dass eine hohe Wahrscheinlichkeit eines Kontakts zwischen dem überwachten Objekt und dem Fahrzeug (10) besteht, wenn die durch die Änderungsratenberechnungs-Prozesseinheit (21) berechnete Änderungsrate in der Größe des Bildabschnitts eine Vergrößerung des Bildabschnitts anzeigt, und zwar betreffend den Bildabschnitt des identischen überwachten Objekts, welcher durch die Extraktionsprozesseinheit (20) für das überwachte Objekt aus der Mehrzahl von durch die Kamera (2) von dem vorbestimmten Zeitpunkt an in den vorbestimmten Zeitabständen aufgenommenen Bildern extrahiert wird, wenn die durch die Positionsvariationsberechnungs-Prozesseinheit (26) berechnete Positionsvariation des Bildabschnitts gleich oder kleiner ist als der vorbestimmte Positionsvariations-Schwellenwert und wenn die durch die Ankunftszeitabschätzungs-Prozesseinheit (22) abgeschätzte Fahrzeugankunftszeit gleich oder kleiner ist als eine vorbestimmte Zeit.

8. Fahrzeugumgebungs-Überwachungsvorrichtung nach Anspruch 6, gekennzeichnet durch: eine Entfernungsbestimmungs-Prozesseinheit, welche eine Entfernung zwischen dem Fahrzeug (10) und dem überwachten Objekt erfasst, und eine Schwellenwerteinstell-Prozesseinheit (27) für die Positionsvariation, welche den Positionsvariations-Schwellenwert nach Maßgabe der Entfernung zwischen dem Fahrzeug (10) und dem überwachten Objekt einstellt.

9. Fahrzeugumgebungs-Überwachungsvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Schwellenwerteinstell-Prozesseinheit (27) für die Positionsvariation den Positionsvariations-Schwellenwert einstellt auf Grundlage der Entfernung zwischen dem Fahrzeug (10) und dem überwachten Objekt bei jedem Bilderzeugungsvorgang, welcher durch die Entfernungsbestimmungs-Prozesseinheit erfasst wird, der Fahrzeugbreite oder der Fahrzeughöhe des Fahrzeugs (10) und einer Brennweite der Kamera (2), wenn das überwachte Objekt durch die Kamera (2) von dem vorbestimmten Zeitpunkt an in den vorbestimmten Zeitabständen aufgenommen wird.

10. Fahrzeugumgebungs-Überwachungsverfahren, welches ein überwachtes Objekt um ein Fahrzeug (10) herum unter Verwendung eines Computers erfasst, welcher eine Schnittstellenschaltung aufweist, um Bilder aufzunehmen, die durch eine an dem Fahrzeug (10) angebrachte Einzelkamera (2) aufgenommen werden, umfassend die folgenden Schritte:
einen Extraktionsschritt (SCHRITT 6; SCHRITT 35) für ein überwachtes Objekt, in welchem ein Bildabschnitt des überwachten Objekts aus dem durch die Kamera (2) aufgenommenen Bild durch den Computer extrahiert wird,
einen Änderungsratenberechnungsschritt (SCHRITT 8; SCHRITT 37), in welchem eine Änderungsrate in der Größe des Bildabschnitts eines identischen überwachten Objekts berechnet wird, welcher in dem Extraktionsschritt (SCHRITT 6; SCHRITT 35) für das überwachte Objekt aus einer Mehrzahl von Bildern, die durch die Kamera (2) in vorbestimmten Zeitabständen aufgenommen werden, durch den Computer extrahiert wird, sowie
einen Ankunftszeitabschätzungsschritt (SCHRITT 9), in welchem auf Grundlage der Änderungsrate durch den Computer eine Fahrzeugankunftszeit abgeschätzt wird, welche die Zeit bis zur Ankunft des überwachten Objekts bei dem Fahrzeug (10) ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
im Änderungsratenberechnungsschritt (SCHRITT 8; SCHRITT 37) ein Bildabschnitt des überwachten Objekts, welcher aus einem der Mehrzahl von Bildern, die durch die Kamera (2) in den vorbestimmten Zeitabständen aufgenommen werden, extrahiert worden ist, als ein Standardbild (50, 51) berücksichtigt wird,
durch Vergrößern oder Verkleinern des Standardbildes mittels vorbestimmter Faktoren Bilder (60–64) verschiedener Größe berechnet werden,
die Korrelationen zwischen einem anderen Bildabschnitt und einem jeweiligen Bild (60–64) der Bilder verschiedener Größe berechnet werden
und ein Vergrößerungsverhältnis oder ein Verkleinerungsverhältnis des Standardbildes bei der höchsten Korrelation als die Änderungsrate berechnet wird.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

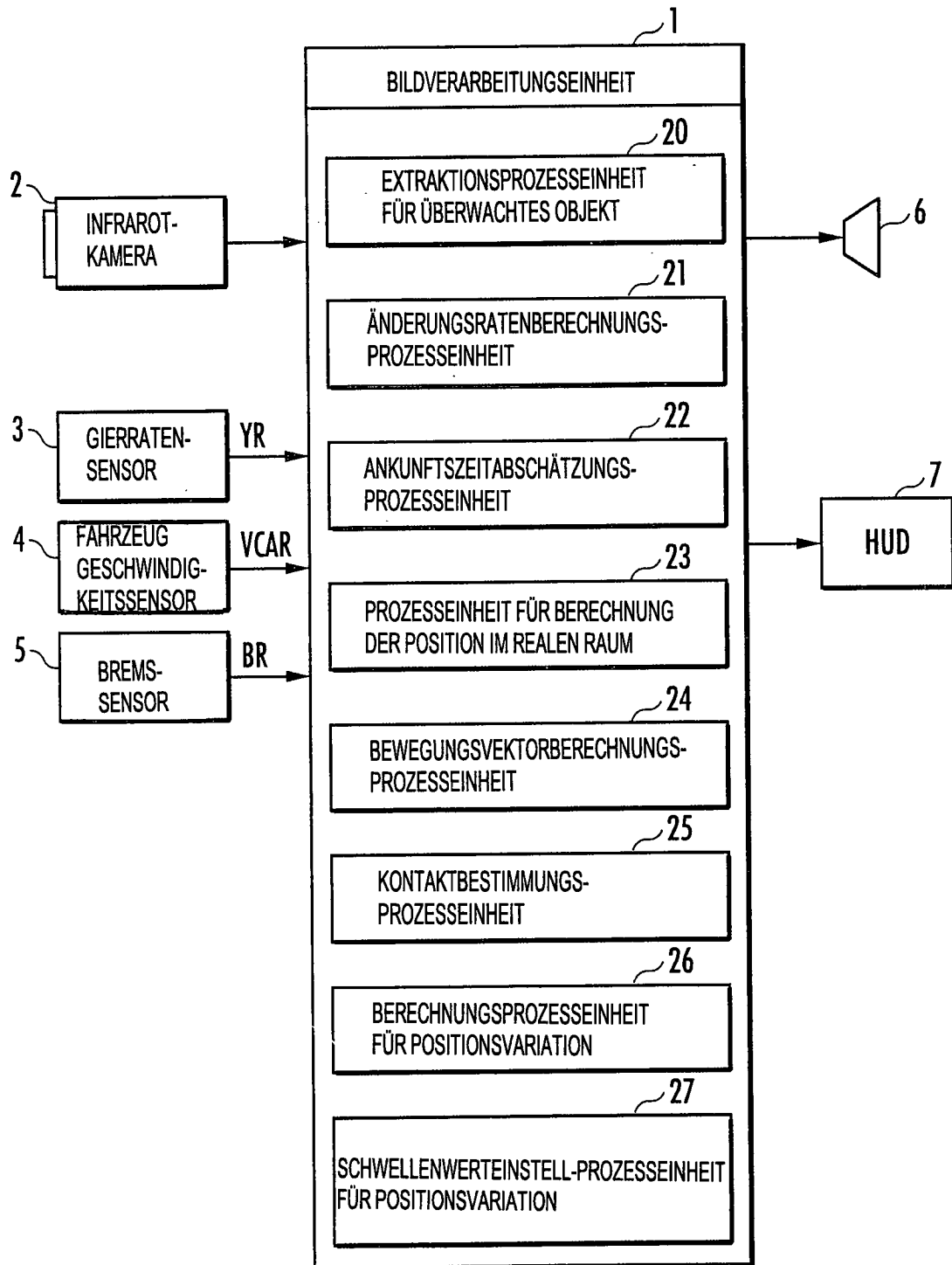


FIG. 2

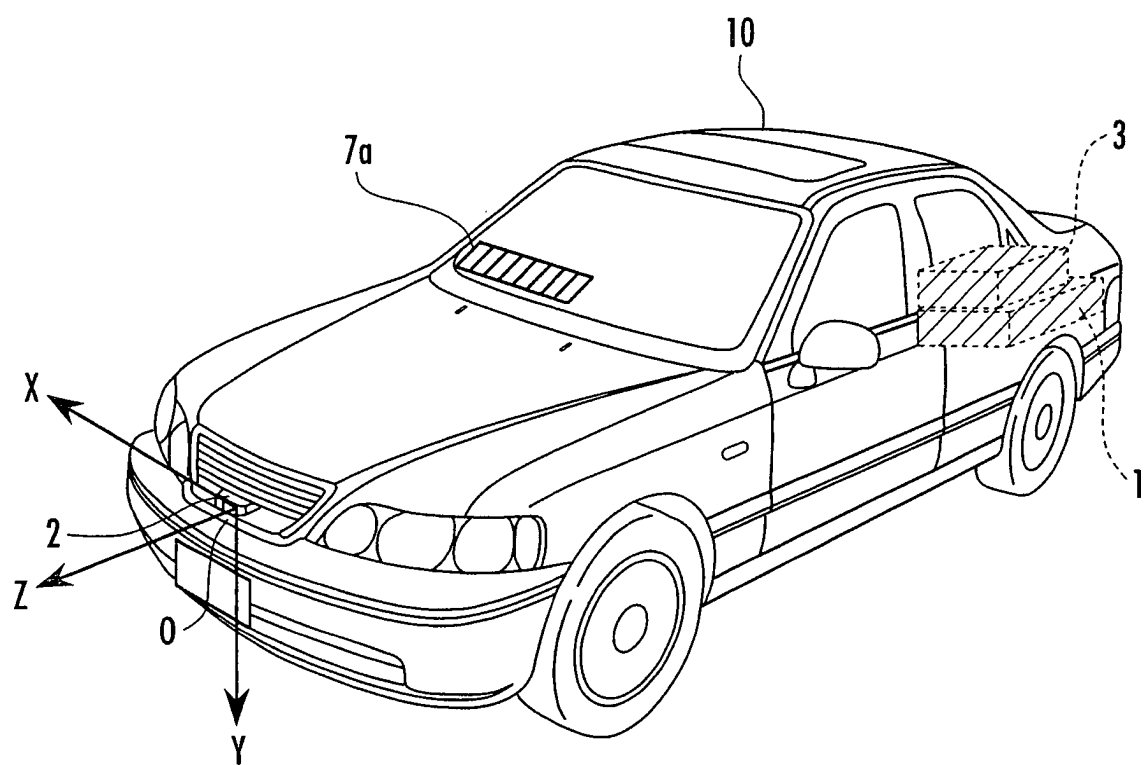


FIG. 3

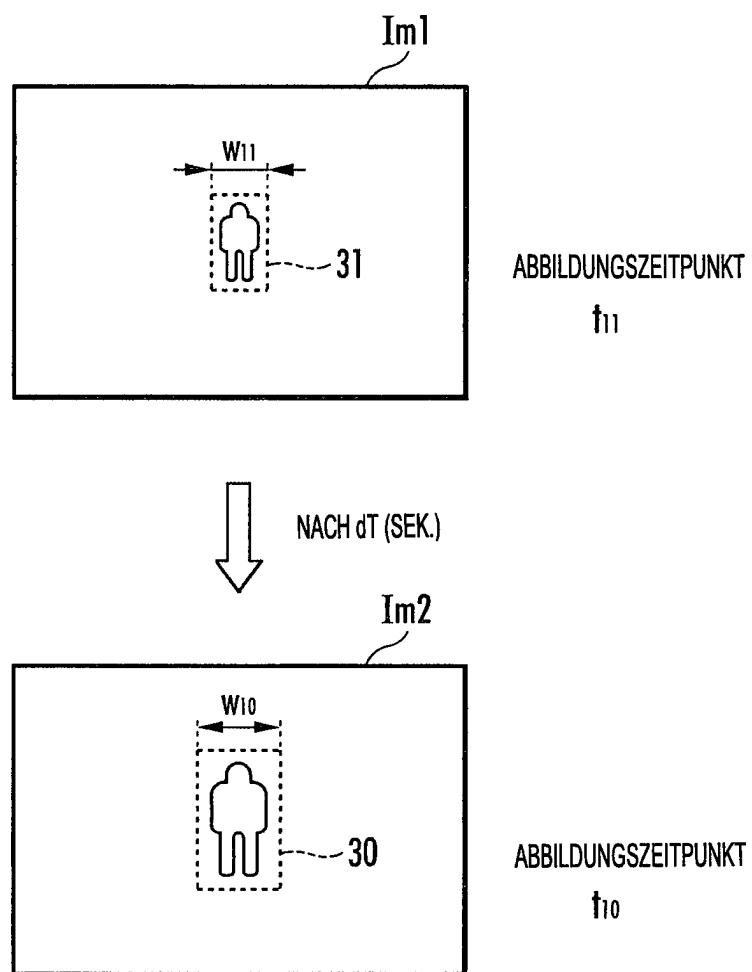


FIG. 4

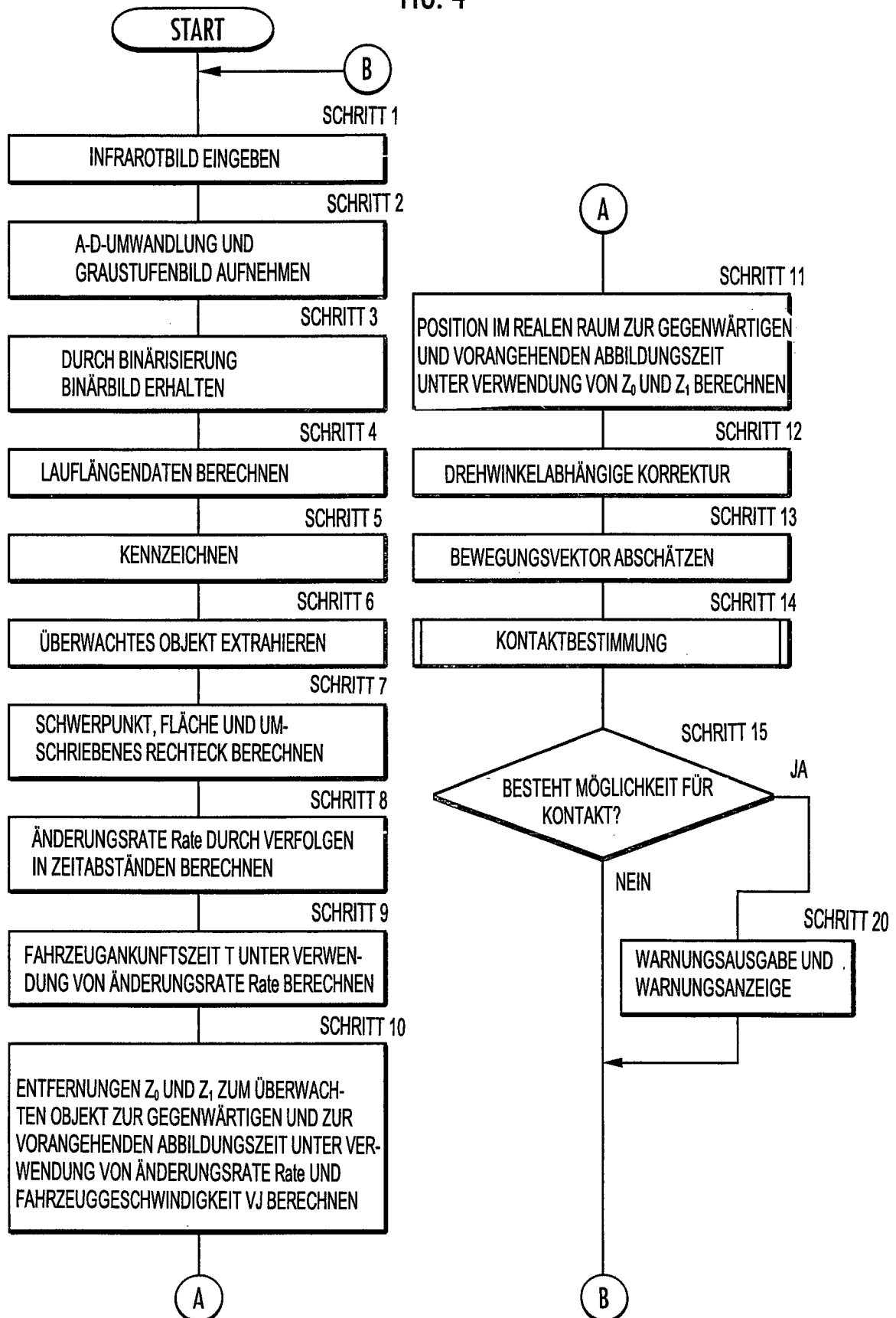


FIG. 5

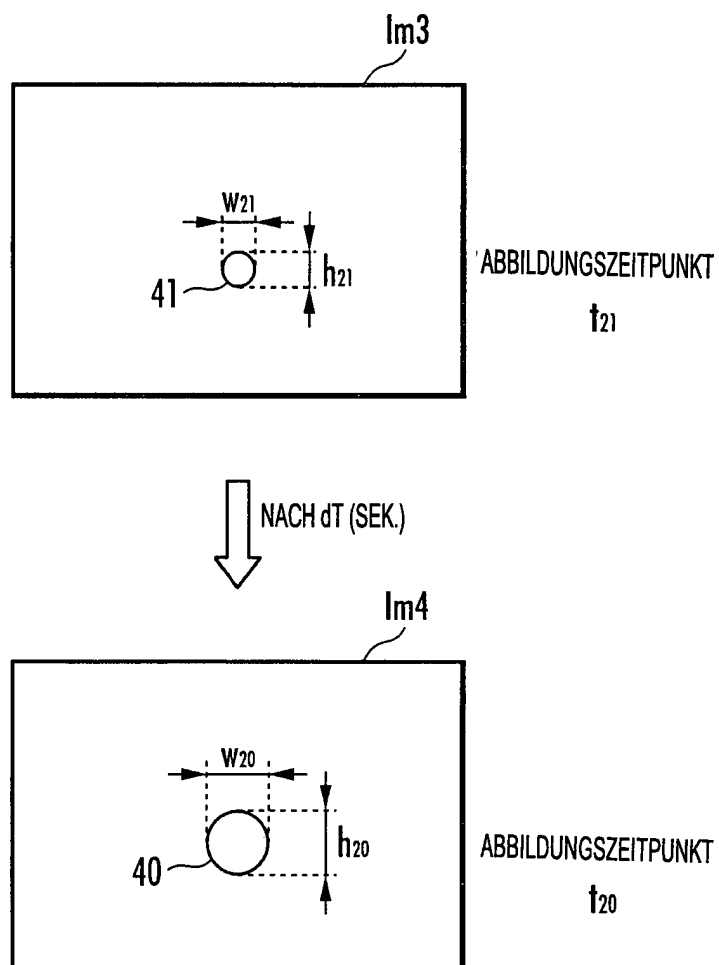


FIG. 6 (a)

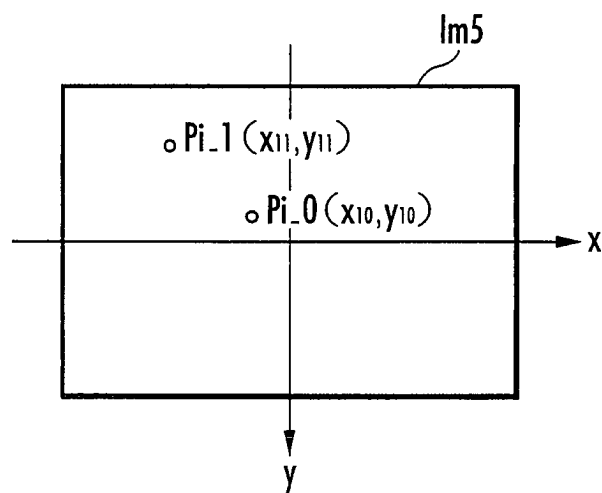


FIG. 6 (b)

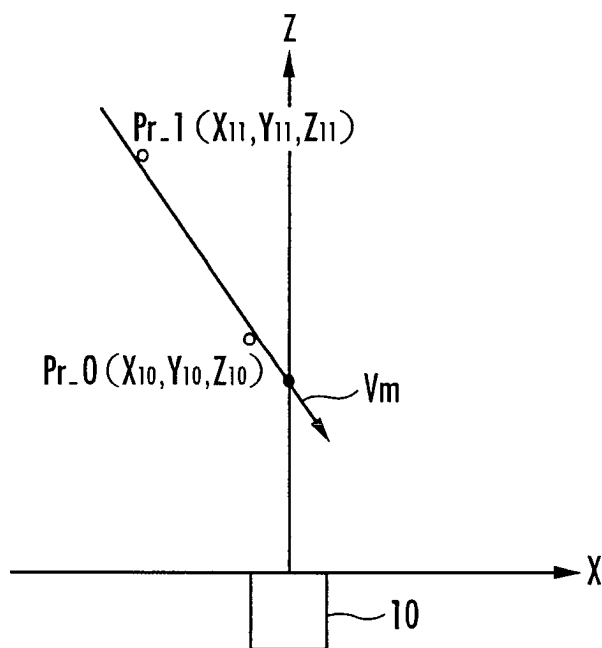


FIG. 7

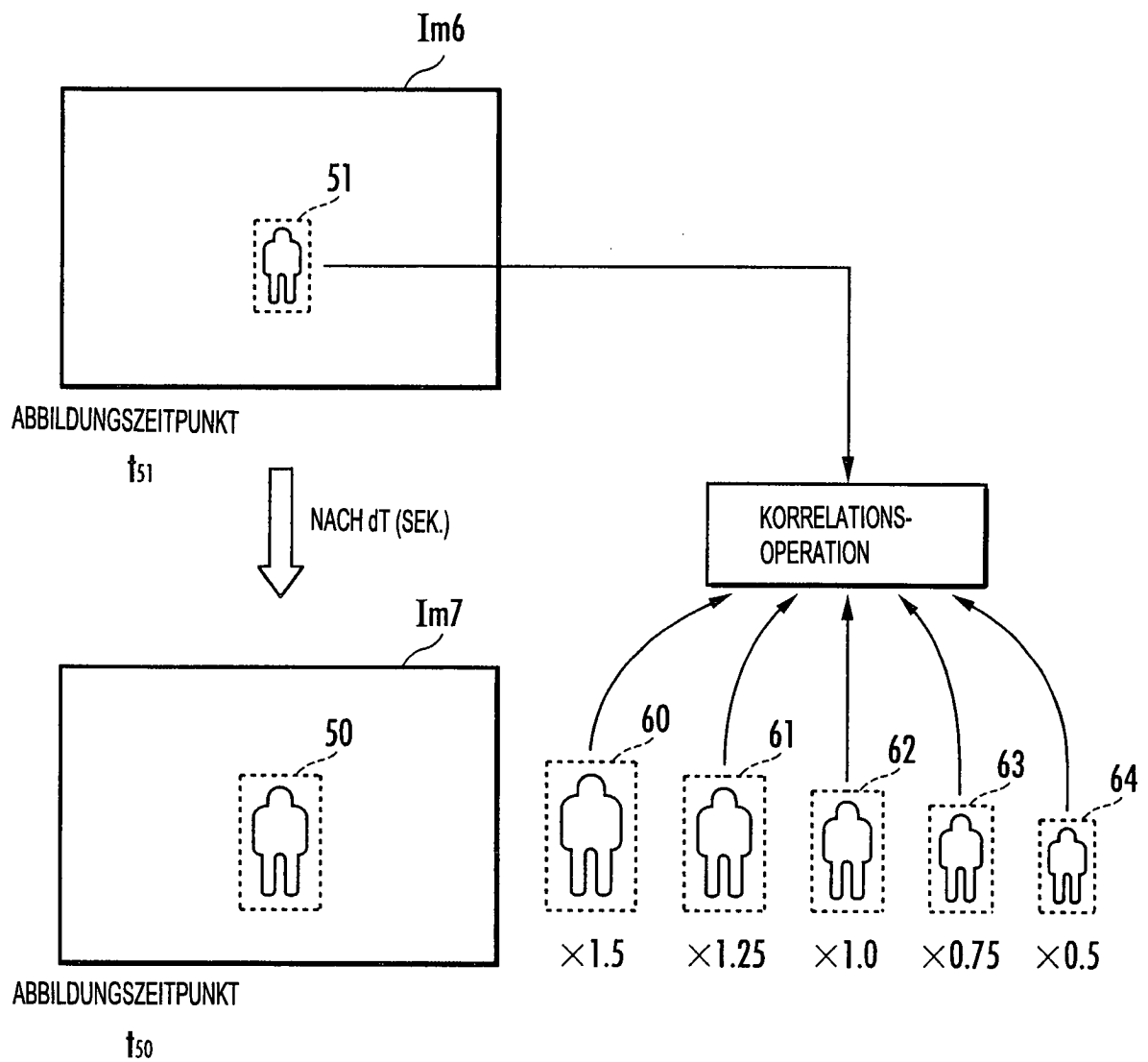


FIG. 8

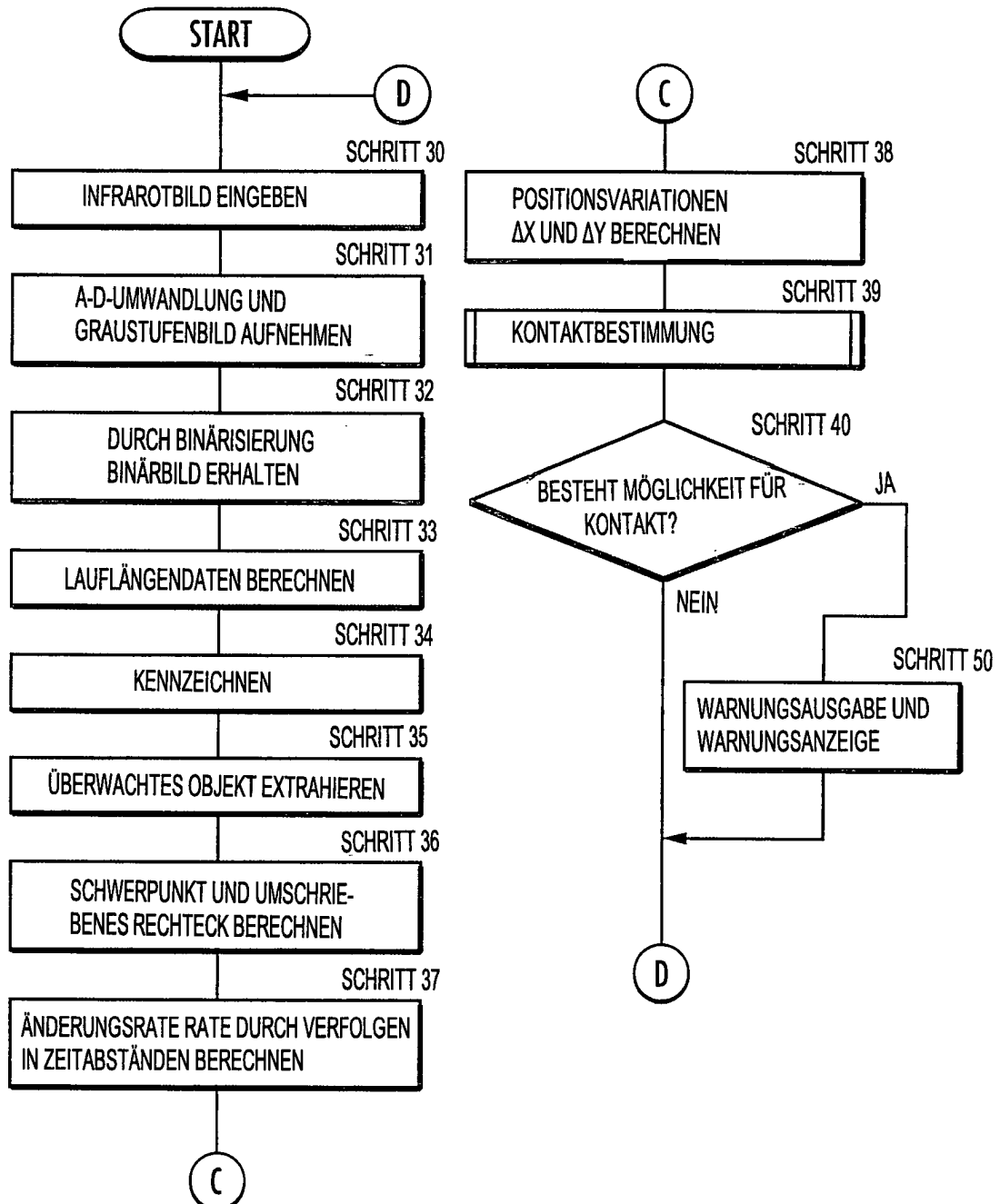


FIG. 9 (a)

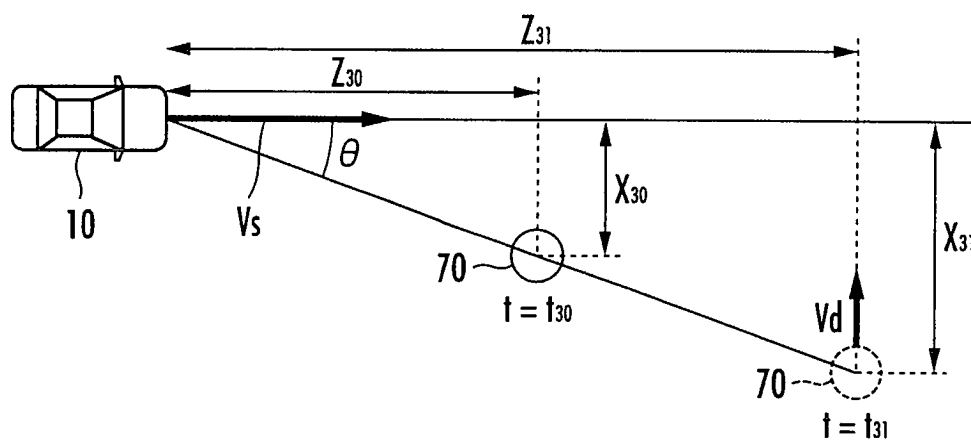


FIG. 9 (b)

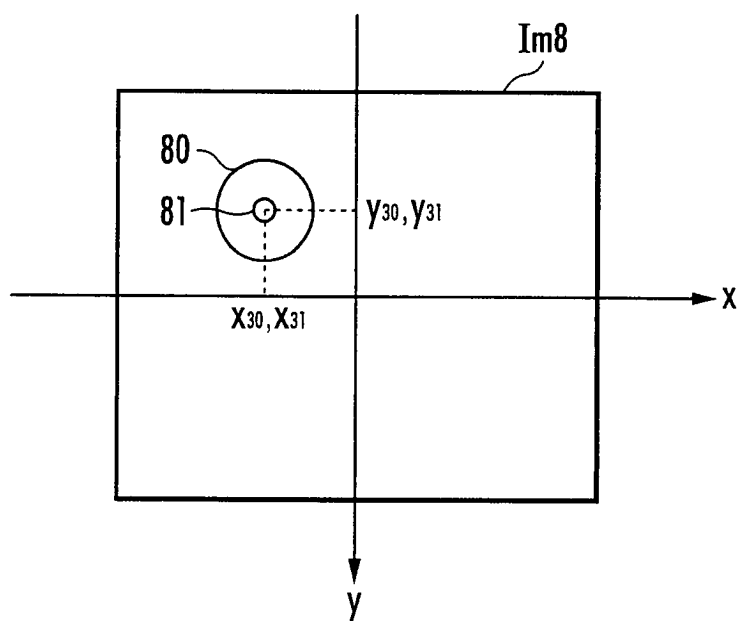


FIG. 10 (a)

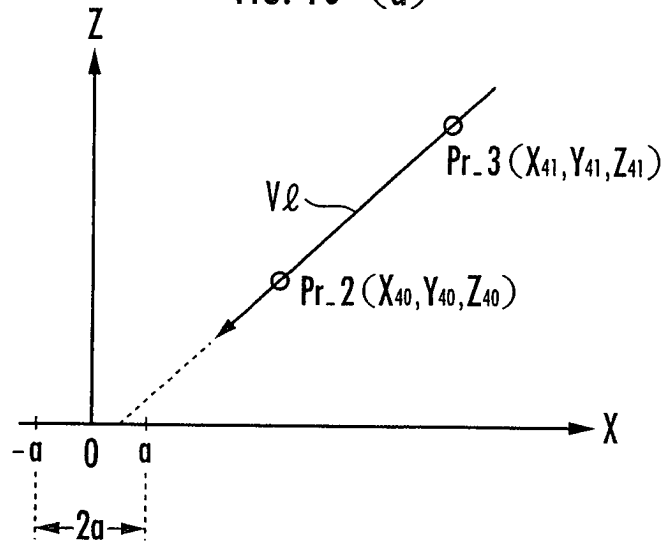


FIG. 10 (b)

