



(10) **DE 10 2015 205 077 B4** 2017.02.09

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 205 077.7**
(22) Anmeldetag: **20.03.2015**
(43) Offenlegungstag: **22.09.2016**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **09.02.2017**

(51) Int Cl.: **G01C 3/08** (2006.01)
G01B 11/14 (2006.01)

Innerhalb von neun 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).

(73) Patentinhaber:
**Ford Global Technologies, LLC, Dearborn, Mich.,
US**

(74) Vertreter:
Dörfler, Thomas, Dr.-Ing., 50735 Köln, DE

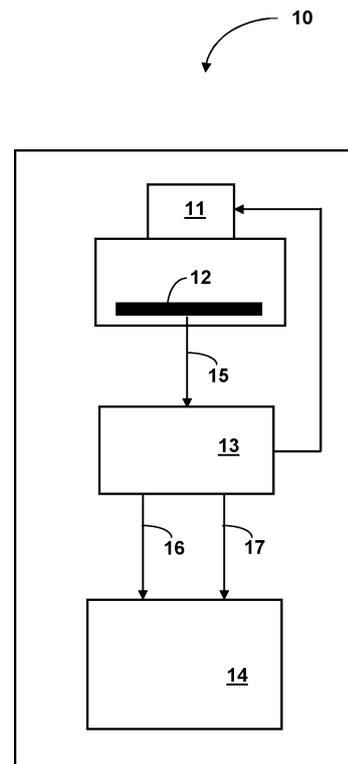
(72) Erfinder:
**Lakehal-ayat, Mohsen, 52072 Aachen, DE;
Hoffmann, Uwe, 51375 Leverkusen, DE; Seemann,
Michael, Dr., 50858 Köln, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2008 027 778	A1
DE	10 2014 005 186	A1
FR	2 785 434	A1
US	7 310 190	B2
US	2012 / 0 155 549	A1
US	2014 / 0 267 723	A1
EP	1 954 528	B1

(54) Bezeichnung: **Abstandserkennungsvorrichtung für ein Fahrzeug**

(57) Hauptanspruch: Abstandserkennungsvorrichtung für ein Fahrzeug, mit einem Kameraobjektiv (11) und einem Kamerasensor (12), wobei das Kameraobjektiv (11) im Betrieb der Abstandserkennungsvorrichtung wenigstens ein in der Umgebung des Fahrzeugs befindliches Objekt auf den Kamerasensor (12) abbildet, wobei der Kamerasensor (12) entsprechende Bildsignale erzeugt; einer Verarbeitungseinheit (14) zur Ermittlung des Abstandes des Objekts vom Fahrzeug basierend auf den vom Kamerasensor (12) erzeugten Bildsignalen; wobei das Kameraobjektiv (11) eine variabel einstellbare Brennweite besitzt und die Abstandserkennungsvorrichtung dazu konfiguriert ist, die Bereitstellung von Bildsignalen für die Verarbeitungseinheit (14) mit einer Brennweitenvariation des Kameraobjektivs (11) zu synchronisieren, dadurch gekennzeichnet, dass die Abstandserkennungseinrichtung ferner eine elektronische Schaltung (13) aufweist, welche dazu konfiguriert ist, dreidimensionale Kartendaten (17) aus den vom Kamerasensor (12) erzeugten Bildsignalen zu erzeugen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Abstandserkennungsvorrichtung für ein Fahrzeug.

[0002] Im Zuge der dynamischen Weiterentwicklung des Marktes für aktive Sicherheits- und Fahrassistenzsysteme (ADAS = "active safety and driver system") steigen auch die Anforderungen an Sensoren zur Erfassung der Fahrzeugumgebung. Neben Radersystemen richtet sich hierbei ein Schwerpunkt auf die Verwendung einer Frontkamera zur Objekterfassung, Objekterkennung, Objektverfolgung und Abstandsberechnung.

[0003] Fig. 3 zeigt in lediglich schematischer Darstellung einen beispielhaften Aufbau sowie die Funktionsweise einer herkömmlichen kamerabasierten Abstandserkennungsvorrichtung **30**.

[0004] Die herkömmliche kamerabasierte Abstandserkennungsvorrichtung **30** gemäß Fig. 3 weist ein Kameraobjektiv **31** mit vorgegebener, konstanter Brennweite auf, wobei z.B. eine Bildfrequenz von 60 Bildern pro Sekunde realisierbar ist. Das feststehende Kameraobjektiv **31** sowie ein Kamerasensor **32** sind typischerweise in einem kompakten Gehäuse untergebracht und z.B. im oberen Mittelbereich der Windschutzscheibe montiert. Eine Verarbeitungseinheit **34** dient zur Verarbeitung von Bilddaten bzw. Videosignalen **35**, welche von dem Kamerasensor **32** bereitgestellt werden. Die Verarbeitungseinheit **34** befindet sich typischerweise an einem anderen Ort, kann jedoch in bestimmten Anwendungsfällen auch in demselben Gehäuse wie Kameraobjektiv **31** und Kamerasensor **32** untergebracht sein.

[0005] Bei Verwendung eines Ein-Kamera-Systems ist es zur Extrahierung einer dreidimensionalen Karte aus zweidimensionalen Kamerabildern herkömmlicherweise erforderlich, dass sich die Kamera kontinuierlich in Bewegung befindet. Somit erfordert der Einsatz eines Ein-Kamera-Systems bislang in der Regel eine hohe Rechenleistung in Verbindung mit leistungsfähigen Bildverarbeitungsalgorithmen. Demgegenüber kann bei Verwendung einer Stereokamera die dreidimensionale Karte unmittelbar aus einem Vergleich von rechtem Bild und linkem Bild schnell und in zuverlässiger Weise erzeugt werden. Stereokameras stellen zwar grundsätzlich eine Alternative zu Ein-Kamera-Systemen dar, sind jedoch mitunter aus Kostengründen sowie unter Bauraumaspekten nicht realisierbar.

[0006] Dabei wird hier und im Folgenden unter der Erstellung einer dreidimensionalen Karte die Berechnung der Position der auf einem Videobild erfassten Objektpunkte im dreidimensionalen Raum verstanden. Demzufolge kann eine dreidimensionale Karte bei der Berechnung des jeweiligen Abstandes zwi-

schen der Kamera und dem bildmäßig erfassten Objekt verwendet werden.

[0007] Wünschenswert ist vor dem obigen Hintergrund die Realisierung einer kamerabasierten Abstandserkennungsvorrichtung auf Basis eines Ein-Kamera-Systems unter Reduzierung der erforderlichen Rechenleistung und Bereitstellung möglichst genauer (Karten-)Angaben über die jeweilige Umgebung.

[0008] In der DE 10 2008 027 778 A1 ist ein Abstandserkennungsvorrichtung für Fahrzeuge bekannt, bei der eine Kamera mittels eines einstellbaren Kameraobjektivs auf einem Kamerachip Objekte aus der Umgebung abbildet. Es werden zwei Bilder eines Objekts mit unterschiedlichen Brennweiten aufgenommen und über den Vergleich in einer Steuereinheit die Entfernung des Objekts bestimmt.

[0009] Aus EP 1 954 528 B1 sind u.a. ein Verfahren zur Steuerung der Gesichtsfeldgröße eines Videosystems mit einer Videokamera in einem Kraftfahrzeug sowie ein Videosystem bekannt, wobei die Gesichtsfeldgröße in Abhängigkeit von verschiedenen Funktionen des Videosystems steuerbar ist.

[0010] Zum weiteren Stand der Technik wird lediglich beispielhaft auf FR 2 785 434 A1, US 7310 190 B2, EP 1 954 528 B1, DE 10 2014 005 186 A1, US 2012/0155549 A1 sowie US 2014/0267723 A1 verwiesen.

[0011] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Abstandserkennungsvorrichtung für ein Fahrzeug bereitzustellen, welche eine zuverlässige und effiziente Abstandsermittlung für jeweils in der Umgebung des Fahrzeugs erfasste Objekte ermöglicht.

[0012] Diese Aufgabe wird gemäß den Merkmalen des unabhängigen Patentanspruchs 1 gelöst.

[0013] Eine erfindungsgemäße Abstandserkennungsvorrichtung für ein Fahrzeug weist auf:

- ein Kameraobjektiv und einen Kamerasensor, wobei das Kameraobjektiv im Betrieb der Abstandserkennungsvorrichtung wenigstens ein in der Umgebung des Fahrzeugs befindliches Objekt auf den Kamerasensor abbildet, wobei der Kamerasensor entsprechende Bildsignale erzeugt; und
- eine Verarbeitungseinheit zur Ermittlung des Abstandes des Objekts vom Fahrzeug basierend auf den vom Kamerasensor erzeugten Bildsignalen,
- wobei das Kameraobjektiv eine variabel einstellbare Brennweite besitzt und die Abstandserkennungsvorrichtung dazu konfiguriert ist, die Bereitstellung von Bildsignalen für die Verarbeitungseinheit mit einer Brennweitenvariation des Kameraobjektivs zu synchronisieren, und die Abstands-

erkennungseinrichtung ferner eine elektronische Schaltung aufweist, welche dazu konfiguriert ist, dreidimensionale Kartendaten aus den vom Kamerasensor erzeugten Bildsignalen zu erzeugen.

[0014] Der Erfindung liegt insbesondere das Konzept zugrunde, in einer kamerabasierten Abstandserkennungsvorrichtung eine Berechnung dreidimensionaler Kartendaten unter Verwendung eines Objektivsystems mit variabler Brennweite (welche auch als aktive bzw. adaptive Objektivanordnung bezeichnet werden kann) zu realisieren. Somit kann die Erfindung insbesondere auf einem Ein-Kamera-System basieren, in welchem ein aktiv verstellbares Objektiv bzw. ein aktives Objektivsystem zur Abstandsberechnung in Fahrzeugen (insbesondere Kraftfahrzeugen wie PKWs oder LKWs) verwendet wird. Die Einstellung bzw. aktive Manipulation des Kameraobjektivs kann z.B. mechanisch über einen geeigneten Aktor erfolgen. Des Weiteren kann das Kameraobjektiv hinsichtlich der Brennweite bzw. Fokuslage auch elektrisch abstimmbaar sein.

[0015] Der Erfindung beinhaltet weiter insbesondere das Konzept, dreidimensionale Kartendaten dadurch zu gewinnen bzw. extrahieren, dass unter Verwendung eines intelligenten Reglers die Brennweite des Kameraobjektivs bzw. des aktiv verstellbaren Objektivsystems mit vergleichsweise hoher Geschwindigkeit geändert wird, wobei zu geeigneten Zeitpunkten eine Bilderfassung mit vergleichsweise hoher Präzision erfolgt. Die dreidimensionalen Kartendaten werden dann durch Verarbeitung der erfassten Bilder extrahiert.

[0016] Bei der erfindungsgemäßen Abstandserkennungsvorrichtung ist zur Abstandsberechnung insbesondere keine Kamerabewegung erforderlich.

[0017] Durch die Erfindung wird weiter auch eine intelligente Verwaltungs- bzw. Managereinheit zur entsprechenden Verwaltung bzw. Einstellung der Bildaufnahmerate des Kamerasensors bereitgestellt. Hierbei werden insbesondere die Bildaufnahme sowie die Fokuseinstellung synchronisiert. Des Weiteren wird durch die Erfindung eine Berechnungseinheit mit einer Bildverarbeitungseinheit zur Berechnung der dreidimensionalen Kartendaten aus einer Mehrzahl von Bildern von unterschiedlicher Fokuslage bereitgestellt. Ferner weist die erfindungsgemäße Abstandserkennungsvorrichtung vorzugsweise eine Videoerzeugungseinheit auf, welche die Bilder mit der gewünschten Bildrate und der gewünschten Fokuslage an die Verarbeitungseinheit sendet.

[0018] Gemäß einer Ausführungsform ist diese elektronische Schaltung ferner dazu konfiguriert, eine Brennweitenvariation des Kameraobjektivs zu steuern.

[0019] Gemäß einer Ausführungsform weist das Kameraobjektiv wenigstens eine aktiv deformierbare Linse auf.

[0020] Gemäß einer Ausführungsform weist das Kameraobjektiv wenigstens eine Flüssiglinse auf.

[0021] Gemäß einer Ausführungsform weist das Kameraobjektiv wenigstens zwei relativ zueinander verstellbare Linsen auf.

[0022] Die erfindungsgemäße Ermittlung dreidimensionaler Kartendaten bzw. Abstandsberechnung kann für sämtliche in den erzeugten Bildern erfassten Objekte oder auch nur für bestimmte Objekte erfolgen.

[0023] Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind der Beschreibung sowie den Unteransprüchen zu entnehmen.

[0024] Die Erfindung wird nachstehend anhand eines in den beigefügten Abbildungen dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

[0025] Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Abstandserkennungsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

[0026] Fig. 2 eine schematische Darstellung zur Erläuterung der funktionellen Architektur einer elektronischen Schaltung, welche u.a. zur Ansteuerung eines in der Abstandserkennungsvorrichtung von Fig. 1 vorhandenen Kameraobjektivs verwendet wird; und

[0027] Fig. 3 eine schematische Darstellung einer herkömmlichen Abstandserkennungsvorrichtung.

[0028] Im Weiteren werden Aufbau und Funktionsweise einer erfindungsgemäßen Abstandserkennungsvorrichtung **10** unter Bezugnahme auf die schematische Darstellung in Fig. 1 erläutert.

[0029] Die Abstandserkennungsvorrichtung **10** von Fig. 1 unterscheidet sich von der herkömmlichen Abstandserkennungsvorrichtung **30** gemäß Fig. 3 insbesondere dadurch, dass ein Kameraobjektiv **11** mit variabel einstellbarer Brennweite bzw. variablem Fokus eingesetzt wird, wobei dieses Kameraobjektiv **11** im Weiteren auch als "aktives Objektiv" bezeichnet wird. Dieses Kameraobjektiv **11** bzw. das "aktive Objektiv" kann z.B. eine bewegliche Linse und eine feststehende Linse aufweisen. Hierbei kann die bewegliche Linse z.B. unter Verwendung eines elektromechanischen Aktors in Bezug auf die feststehende Linse (vorwärts und rückwärts) verschoben werden. In weiteren Ausführungsformen kann das erfindungsgemäß eingesetzte aktive Objektiv auch eine aktiv deformierbare Linse wie z.B. eine "Flüssiglinse" aufwei-

sen, die z.B. unter Ausnutzung des Prinzips der Elektrobenetzung ausgestaltet sein kann.

[0030] Gemäß **Fig. 1** wird eine Brennweitenänderung durch aktive Veränderung der Form bzw. Geometrie des Kameraobjektivs **11** erreicht. Hierbei wird eine elektronische Schaltung **13** zur Ansteuerung des Kameraobjektivs **11**, zur Durchführung der Bildverarbeitung bzw. Ausgabe entsprechender Videosignale **16** und zur Berechnung dreidimensionaler Kartendaten **17** verwendet. Die Videosignale **16** und dreidimensionalen Kartendaten **17** werden an eine Verarbeitungseinheit **14** (DSP-Einheit = Digital-Signal-Prozessor-Einheit) übermittelt.

[0031] **Fig. 2** zeigt eine schematische Darstellung zur Erläuterung der funktionellen Architektur der elektronischen Schaltung **13**, welche zur Ansteuerung des Kameraobjektivs **11**, zur Durchführung der Bildverarbeitung und zur Berechnung der dreidimensionalen Kartendaten verwendet wird. Eine Videoerzeugungseinheit **23** erzeugt den für die Verarbeitungseinheit **14** benötigten Videostrom aus Videosignalen **16** mit der gewünschten Bildfrequenz und der gewünschten Fokuslage. Eine Einheit **25** dient zur Berechnung der dreidimensionalen Kartendaten **17**. Eine Fokuscontroller-Einheit **21** sendet die Regelanforderung zur Fokusänderung an eine Objektivsteuerung **24**, wobei dies unter Synchronisierung mit der Erzeugung von Bildsignalen durch den Kamerasensor **12** bzw. deren Bereitstellung für die Verarbeitungseinheit **14** über eine Bildaufnahmeverwaltungseinheit (Bildaufnahmemanagereinheit) **22** erfolgt.

[0032] Die Erfindung ist nicht auf eine konkrete Ausgestaltung eines bestimmten Algorithmus zur Berechnung der dreidimensionalen Kartendaten beschränkt. Ferner kann in weiteren Ausführungsformen anstelle der vorstehend beschriebenen Ausgestaltung der elektronischen Schaltung **13** auch ein standardmäßiger Mikroprozessor in Verbindung mit geeigneten Eingabe/Ausgabe-Einheiten zur Durchführung der für die Bildaufnahme sowie Berechnung der dreidimensionalen Kartendaten erforderlichen Aufgaben eingesetzt werden.

Patentansprüche

1. Abstandserkennungsvorrichtung für ein Fahrzeug, mit einem Kameraobjektiv (**11**) und einem Kamerasensor (**12**), wobei das Kameraobjektiv (**11**) im Betrieb der Abstandserkennungsvorrichtung wenigstens ein in der Umgebung des Fahrzeugs befindliches Objekt auf den Kamerasensor (**12**) abbildet, wobei der Kamerasensor (**12**) entsprechende Bildsignale erzeugt; einer Verarbeitungseinheit (**14**) zur Ermittlung des Abstandes des Objekts vom Fahrzeug basierend auf den vom Kamerasensor (**12**) erzeugten Bildsignalen; wobei

das Kameraobjektiv (**11**) eine variabel einstellbare Brennweite besitzt und die Abstandserkennungsvorrichtung dazu konfiguriert ist, die Bereitstellung von Bildsignalen für die Verarbeitungseinheit (**14**) mit einer Brennweitenvariation des Kameraobjektivs (**11**) zu synchronisieren,

dadurch gekennzeichnet, dass die Abstandserkennungseinrichtung ferner eine elektronische Schaltung (**13**) aufweist, welche dazu konfiguriert ist, dreidimensionale Kartendaten (**17**) aus den vom Kamerasensor (**12**) erzeugten Bildsignalen zu erzeugen.

2. Abstandserkennungsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass diese elektronische Schaltung (**13**) ferner dazu konfiguriert ist, eine Brennweitenvariation des Kameraobjektivs (**11**) zu steuern.

3. Abstandserkennungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kameraobjektiv (**12**) wenigstens eine aktiv deformierbare Linse aufweist.

4. Abstandserkennungsvorrichtung einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kameraobjektiv (**12**) wenigstens eine Flüssiglinse aufweist.

5. Abstandserkennungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kameraobjektiv (**12**) wenigstens zwei relativ zueinander verstellbare Linsen aufweist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

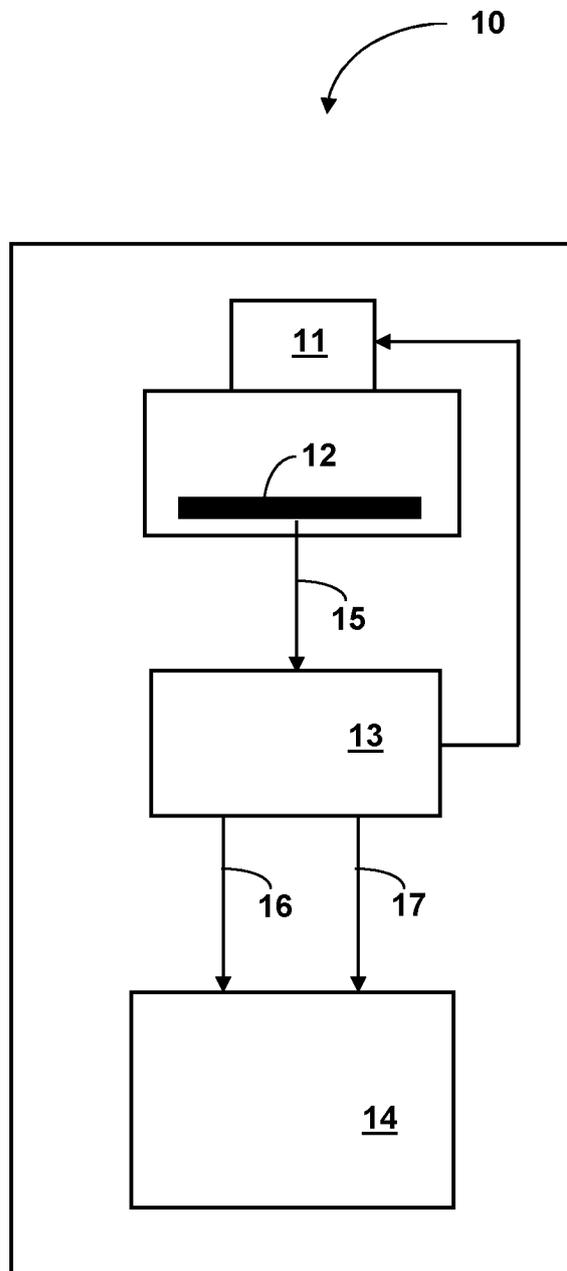


Fig. 3

Stand der Technik

