



(10) **DE 11 2013 002 354 T5** 2015.04.16

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2013/169601**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2013 002 354.7**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2013/039557**
(86) PCT-Anmeldetag: **03.05.2013**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **14.11.2013**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **16.04.2015**

(51) Int Cl.: **G06K 9/36 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:
61/643,792 **07.05.2012** **US**

(71) Anmelder:
Honda Motor Co., Ltd., Tokyo, JP

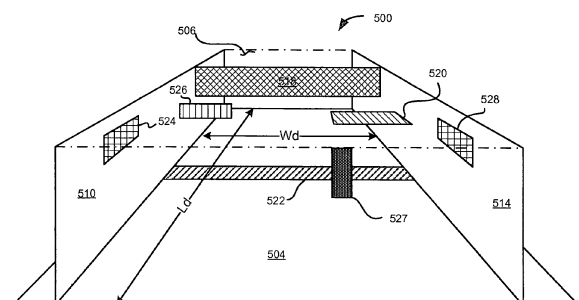
(74) Vertreter:
**Patentanwälte Weickmann & Weickmann, 81679
München, DE**

(72) Erfinder:
**Ng-Thow-Hing, Victor, c/o Honda Patents & Tech,
Raymond, Ohio, US; Sridhar, Srinath, c/o Honda
Patents & Tec, Raymond, Ohio, US**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Erzeugen virtueller Anzeigeflächen aus Videobildern einer straßenbasierten Landschaft**

(57) Zusammenfassung: Erzeugen eines virtuellen Modells von einer Umgebung vor einem Fahrzeug auf Basis von Bildern, die unter Verwendung einer Bilderfassung erfasst werden. Die auf einer Bilderfassungseinrichtung eines Fahrzeugs erfassten Bilder werden bearbeitet, um interessante Merkmale zu extrahieren. Auf Basis der extrahierten Merkmale wird ein virtuelles Modell der Umgebung konstruiert. Das virtuelle Modell umfasst eine oder mehrere Flächen. Jede der Flächen kann als eine Referenzfläche verwendet werden, um grafische Elemente zu befestigen und zu bewegen, die erzeugt werden, um eine erweiterte Realität (AR) zu implementieren. Wenn sich das Fahrzeug bewegt, bewegen sich die grafischen Elemente so, als ob die grafischen Elemente an der einen der Flächen fixiert wären. Durch Darstellen der grafischen Elemente, so dass sie sich zusammen mit realen Objekten vor dem Fahrzeug bewegen, nimmt ein Fahrer die grafischen Elemente als Teil der tatsächlichen Umgebung wahr, und eine Ablenkung oder Verwirrung im Zusammenhang mit den grafischen Elementen wird reduziert.



Beschreibung

Querverweis auf eine verwandte Anmeldung

[0001] Diese Anmeldung nimmt die Priorität unter 35 U.S.C. § 119(e) der am 7. Mai 2012 eingereichten, ebenfalls anhängigen provisorischen US-Patent-anmeldung Nummer 61/643,792 in Anspruch, welche durch Bezugnahme hierin in ihrer Gesamtheit einbezogen ist.

Gebiet der Offenbarung

[0002] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf eine Darstellung grafischer Elemente auf einer Anzeige-Einrichtung eines Fahrzeugs, um eine erweiterte Realität zu implementieren.

Hintergrund der Offenbarung

[0003] Ein Fahrer eines Fahrzeugs wird mit Informationen von verschiedenen Sinnesorganen überschwemmt, wenn er ein Fahrzeug fährt. Zusätzlich zu Geräuschen und Vibrationen von verschiedenen Quellen empfängt der Fahrer auch eine große Menge visueller Informationen, während er das Fahrzeug fährt. Quellen solcher visuellen Informationen können externe Stimuli, beispielsweise Menschen und Gebäude auf den Seiten der Straße, Werbung und Infotainment-Anwendungen in den Armaturenbrett-Anzeigen umfassen. Solche Quellen visueller Informationen können den Fahrer häufig ablenken und bewirken, dass der Fahrer seine Aufmerksamkeit weg von der Fahrtrichtung des Fahrzeugs richtet.

[0004] Erweiterte-Realität-Systeme in Fahrzeugen werden entwickelt, um Ablenkungen für den Fahrer zu reduzieren, während sie visuelle Informationen liefern, um bei verschiedenen Aktivitäten in den Fahrzeugen Unterstützung zu leisten. Erweiterte-Realität-Systeme in Fahrzeugen können Flachbildschirm-Anzeige-Einrichtungen (etwa eine Flüssigkristall-Anzeige (LCD)) umfassen, die in einem Armaturenbrett oder einer Konsole von einem Fahrzeug installiert sind, oder ein Head-up-Display (HUD), welches grafische Elemente auf einer Windschutzscheibe eines Fahrzeugs anzeigt. Die erweiterte-Realität-Systeme können ebenfalls die Sicherheit vergrößern, indem sie die Auffälligkeit von Verkehrsrisiken vergrößern oder Sicherheitsmaßnahmen für einen bestimmten Fahr-Kontext vorschlagen.

[0005] Erweiterte-Realität-Systeme können jedoch selbst eine Ursache von Ablenkung werden, wenn die Informationen dem Fahrer nicht auf angemessene Weise präsentiert werden. Wenn die grafischen Elemente zu lebhaft sind, unangemessen animiert oder plötzlich zu kritischen Momenten auftauchen, können auf den Anzeige-Einrichtungen in dem Fahrzeug präsentierte Bilder zu Unfällen oder unsiche-

rem Fahren beitragen, statt die Sicherheit zu vergrößern. Daher sollten die auf dem Fahrzeug präsentierten grafischen Elemente so ausgelegt sein, dass sie die Ablenkung des Fahrers reduzieren, während sie verschiedene Arten von hilfreichen visuellen Informationen an den Fahrer liefern.

Überblick über die Offenbarung

[0006] Ausführungsbeispiele beziehen sich auf ein Konstruieren eines virtuellen Modells unter Verwendung visueller Merkmale, die aus einem Bild extrahiert werden, welches durch eine in einem Fahrzeug installierte Bilderfassungseinrichtung (etwa eine Kamera) erfasst wird. Die visuellen Merkmale können dazu verwendet werden, die Position einer Straße relativ zu dem Fahrzeug zu bestimmen. Das virtuelle Modell umfasst wenigstens eine Fläche, auf die Bezug genommen wird, um grafische Elemente auf einer Anzeige-Einrichtung zu konfigurieren und zu positionieren. Die grafischen Elemente übermitteln Informationen an den Fahrer.

[0007] In einem Ausführungsbeispiel ist die Anzeige-Einrichtung ein Head-up-Display, welches die grafischen Elemente auf eine Windschutzscheibe des Fahrzeugs projiziert.

[0008] In einem Ausführungsbeispiel repräsentiert das virtuelle Modell einen Graben, der eine linke Wand, eine rechte Wand, eine Boden-Ebene und eine Himmel-Ebene parallel zu der Boden-Ebene umfasst.

[0009] In einem Ausführungsbeispiel bewegen sich die konfigurierten grafischen Elemente verknüpft mit der wenigstens einen Fläche, um einen Eindruck zu erzeugen, dass die konfigurierten grafischen Elemente an der wenigstens einen Fläche fixiert sind.

[0010] In einem Ausführungsbeispiel werden die visuellen Merkmale detektiert, indem das erfasste Bild zugeschnitten wird, um einen Bildabschnitt zu extrahieren, der einen Umriss einer Straße umfasst, und indem Linien-Merkmale, welche Ränder der Straße repräsentieren, aus dem zugeschnittenen Bild detektiert werden.

[0011] In einem Ausführungsbeispiel wird eine inverse perspektivische Abbildung an dem zugeschnittenen Bild durchgeführt, um ein Bild in Vogelperspektive zu erzeugen. Ein separierbarer Filter wird auf das Bild in Vogelperspektive angewendet, um ein gefiltertes Bild zu erzeugen. Die Linien-Merkmale werden aus dem gefilterten Bild detektiert. Eine Kurvenanpassung wird an den detektierten Linien-Merkmalen durchgeführt.

[0012] In einem Ausführungsbeispiel werden die Position und der Kurs (die Richtung) des Fahrzeugs be-

stimmt. Dann werden Informationen von einer Informationsquelle auf Basis der Position oder des Kurses des Fahrzeugs erhalten.

[0013] In einem Ausführungsbeispiel werden ein Profil eines Benutzers und die Position oder der Kurs des Fahrzeugs verwendet, um die grafischen Elemente zu erzeugen.

[0014] In einem Ausführungsbeispiel wird die Position der Sonne relativ zu dem Fahrzeug bestimmt, auf Basis einer aktuellen Zeit, dem Kurs des Fahrzeugs und der Position des Fahrzeugs. Schatten von wenigstens einem der konfigurierten grafischen Elemente werden auf Basis der Position der Sonne relativ zu einer Position des Fahrzeugs auf der Erdoberfläche und der Tageszeit erzeugt. Die erzeugten Schatten werden auf der Anzeige-Einrichtung angezeigt.

[0015] In einem Ausführungsbeispiel wird ein Fußgänger detektiert, der wahrscheinlich die Straße vor dem Fahrzeug überqueren wird. Ein grafisches Element, welches einen Überweg an einem Abschnitt der Straße repräsentiert, über welchen der Fußgänger wahrscheinlich die Straße überqueren wird, wird dann erzeugt.

[0016] Die in der Beschreibung beschriebenen Merkmale und Vorteile sind nicht alle inbegriffen, und insbesondere werden einem normalen Fachmann viele zusätzlichen Merkmale und Vorteile im Hinblick auf die Figuren, Beschreibung und Ansprüche offensichtlich werden. Weiterhin sollte festgehalten werden, dass die in der Beschreibung verwendete Sprache im Wesentlichen zu Zwecken der Verständlichkeit und Instruktion ausgewählt wurde, und nicht unbedingt ausgewählt wurde, um den Gegenstand ab- oder einzugrenzen.

Kurzbeschreibung der Figuren

[0017] Die Lehren der vorliegenden Offenbarung können durch Berücksichtigung der folgenden detaillierten Beschreibung zusammen mit den begleitenden Figuren einfach verstanden werden.

[0018] Fig. 1 ist ein Blockdiagramm eines erweiterte-Realität-Systems gemäß einem Ausführungsbeispiel.

[0019] Fig. 2 ist ein Blockdiagramm eines erweiterte-Realität-Prozessors gemäß einem Ausführungsbeispiel.

[0020] Fig. 3 ist eine bearbeitete Version von einem durch eine Bilderfassungseinrichtung des erweiterte-Realität-Systems erfassten Bildes gemäß einem Ausführungsbeispiel.

[0021] Fig. 4A ist ein bearbeitetes Bild, welches einen Abschnitt des Bilds illustriert, das durch eine Bilderfassungseinrichtung erfasst wurde, bearbeitet durch inverse perspektivische Abbildung gemäß einem Ausführungsbeispiel.

[0022] Fig. 4B ist ein gefiltertes Bild, welches unter Verwendung eines separierbaren Filters gemäß einem Ausführungsbeispiel bearbeitet wurde.

[0023] Fig. 4C ist ein Diagramm, welches eine Segmentierung von einem als Straße detektierten Bildabschnitt in mehrere Segmente zum Modellieren gemäß einem Ausführungsbeispiel illustriert.

[0024] Fig. 5 ist ein konzeptuelles Diagramm eines virtuellen Modells für ein Segment einer Straße gemäß einem Ausführungsbeispiel.

[0025] Fig. 6 ist ein Bild einer erweiterten Realität, einschließlich grafischer Elemente, die auf einer Anzeige-Einrichtung in einem Fahrzeug gemäß einem Ausführungsbeispiel angezeigt werden

[0026] Fig. 7 ist ein Bild einer erweiterten Realität, einschließlich grafischer Elemente, die angezeigt werden, wenn das Fahrzeug an einer Kreuzung gestoppt wird, gemäß einem Ausführungsbeispiel.

[0027] Fig. 8A ist ein Bild einer erweiterten Realität, welches einen virtuellen Überweg in einem ersten Abstand von einem Fußgänger gemäß einem Ausführungsbeispiel zeigt.

[0028] Fig. 8B ist ein Bild einer erweiterten Realität, welches einen virtuellen Überweg in einem zweiten Abstand von dem Fußgänger gemäß einem Ausführungsbeispiel zeigt.

[0029] Fig. 9 ist ein Flussdiagramm, welches ein Verfahren zum Erzeugen grafischer Elemente für eine erweiterte Realität gemäß einem Ausführungsbeispiel illustriert.

Detaillierte Beschreibung der Offenbarung

[0030] Nun wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf die Figuren beschrieben, wobei gleiche Referenz-Zahlen gleiche oder funktional ähnliche Elemente angeben.

[0031] Wird in der Beschreibung auf „ein Ausführungsbeispiel“ Bezug genommen, so bedeutet dies, dass ein bestimmtes Merkmal, eine Struktur oder Charakteristik, das oder die in Verbindung mit den Ausführungsbeispielen beschrieben wird, in wenigstens einem Ausführungsbeispiel enthalten ist. Das Erscheinen des Ausdrucks „in einem Ausführungsbeispiel“ an verschiedenen Stellen in der Beschreibung bedeutet nicht notwendigerweise, dass diese

sich alle auf das gleiche Ausführungsbeispiel beziehen.

[0032] Einige Abschnitte der folgenden detaillierten Beschreibung werden in der Form von Algorithmen und symbolischen Darstellungen von Operationen an Daten-Bits innerhalb von einem Computerspeicher präsentiert. Diese algorithmischen Beschreibungen und Darstellungen sind die Mittel, die von Fachleuten der Datenverarbeitung verwendet werden, um den Inhalt ihrer Arbeit am effizientesten an andere Fachleute zu übermitteln. Ein Algorithmus ist hierbei und im Allgemeinen als selbst-konsistente Abfolge von Schritten (Anweisungen) zu verstehen, die zu einem gewünschten Resultat führen. Die Schritte sind diejenigen, die physische Manipulationen physischer Größen erfordern. Üblicherweise, jedoch nicht notwendigerweise, nehmen diese Größen die Form von elektrischen, magnetischen oder optischen Signalen an, die dazu in der Lage sind, gespeichert, übertragen, kombiniert, verglichen und auf andere Weise manipuliert zu werden. Es ist gelegentlich zweckmäßig, prinzipiell aus Gründen der Verkehrssitte, auf diese Signale als Bits, Werte, Elemente, Symbole, Zeichen, Ausdrücke, Zahlen oder dergleichen Bezug zu nehmen. Weiterhin ist es auch gelegentlich zweckmäßig, ohne Beschränkung der Allgemeinheit auf bestimmte Anordnungen von Schritten, die physische Manipulationen physischer Größen erfordern, als Module oder Code-Einrichtungen Bezug zu nehmen.

[0033] Jedoch sollen all diese und ähnliche Ausdrücke den geeigneten physischen Größen zugeordnet werden und sind nur zweckmäßige Bezeichnungen, die auf diese Größen angewendet werden. Sofern nicht ausdrücklich anderweitig festgelegt, wie aus der folgenden Beschreibung ersichtlich, wird anerkannt, dass durch die Beschreibung hindurch Diskussionen unter Verwendung von Ausdrücken wie „verarbeiten“ oder „rechnen“ oder „berechnen“ oder „bestimmen“ oder „anzeigen“ oder „bestimmen“ oder dergleichen sich auf das Vorgehen und die Prozesse eines Computersystems oder einer ähnlichen elektronischen Recheneinrichtung beziehen, die Daten manipuliert und transformiert, die als physische (elektronische) Größen innerhalb der Computersystem-Speicher oder Register oder anderer solcher Informationsspeicher-, Übertragungs- oder Anzeige-Einrichtungen dargestellt werden.

[0034] Bestimmte Aspekte der Ausführungsbeispiele umfassen Prozessschritte und Anweisungen, die hierbei in der Form eines Algorithmus beschrieben sind. Es sollte festgehalten werden, dass die Prozessschritte und Anweisungen als Software, Firmware oder Hardware verkörpert werden könnten und, bei Verkörperung als Software, herunter geladen werden könnten, um auf verschiedenen Plattformen vorzuliegen und betrieben zu werden, die von einer Vielzahl von Betriebssystemen verwendet werden.

[0035] Ausführungsbeispiele beziehen sich auch auf eine Einrichtung, um die Vorgänge darin durchzuführen. Diese Einrichtung kann speziell für die erforderlichen Zwecke konstruiert sein, oder sie kann einen Mehrzweck-Computer umfassen, der selektiv aktiviert oder durch ein Computerprogramm rekonfiguriert wird, das in dem Computer gespeichert ist. Solch ein Computerprogramm kann auf einem computerlesbaren Speichermedium gespeichert sein, beispielsweise aber nicht beschränkt auf jede Art von Platte bzw. Scheibe, einschließlich Disketten, optischer Platten, CD-ROMs, magneto-optischer Platten, Festwertspeicher (ROMs), Direktzugriffsspeicher (RAMs), EPROMs, EEPROMs, magnetischer oder optischer Karten, anwendungsspezifischer integrierter Schaltungen (ASICs) oder jedem beliebigen Medien-Typ, der dazu geeignet ist, elektronische Informationen zu speichern, und wobei jedes an einen Computersystem-Bus gekoppelt ist. Weiterhin können die Computer, auf die in der Beschreibung Bezug genommen wird, einen einzelnen Prozessor umfassen, oder sie können Architekturen sein, die verschiedene Prozessor-Designs für eine erhöhte Rechenleistung verwenden.

[0036] Die hierin präsentierten Algorithmen und Anzeigen beziehen sich nicht inhärent auf irgendeinen speziellen Computer oder andere Einrichtung. Verschiedene Mehrzweck-Systeme können auch verwendet werden, mit Programmen in Übereinstimmung mit der Lehre hierin, oder es kann sich als zweckmäßig herausstellen, eine stärker spezialisierte Vorrichtung zu konstruieren, um die erforderlichen Verfahrensschritte durchzuführen. Die erforderliche Struktur für eine Vielzahl dieser Systeme wird aus der unten stehenden Beschreibung deutlich. Zusätzlich werden die Ausführungsbeispiele nicht unter Bezugnahme auf irgend eine spezielle Programmiersprache beschrieben. Es ist klar, dass eine Vielzahl von Programmiersprachen verwendet werden können, um die hierin beschriebenen Lehren zu implementieren, und alle unten stehenden Bezugnahmen auf spezifische Sprachen werden zur ausreichenden Offenbarung und zur Offenbarung der besten Art der Ausführung geliefert.

[0037] Zusätzlich wurde die in der Beschreibung verwendete Sprache im Wesentlichen zu Zwecken der Lesbarkeit und der Instruktion ausgewählt und wurde nicht unbedingt dazu ausgewählt, den Gegenstand ab- oder einzugrenzen. Entsprechend soll die Offenbarung illustrativ aber nicht beschränkend für den Umfang sein, der in den folgenden Ansprüchen dargelegt wird.

[0038] Ausführungsbeispiele beziehen sich auf ein Erzeugen eines virtuellen Modells einer Umgebung vor einem Fahrzeug auf Basis von Bildern, die unter Verwendung einer Bilderfassungseinrichtung (etwa einer Kamera) erfasst werden. Die auf der Bil-

derfassungseinrichtung erfassten Bilder werden bearbeitet, um interessante Merkmale (etwa einen Umriss einer Straße) zu extrahieren. Auf Basis der extrahierten Merkmale wird ein virtuelles Modell der Umgebung konstruiert. Das virtuelle Modell umfasst eine oder mehrere Flächen. Jede der Flächen kann als eine Referenzfläche verwendet werden, um grafische Elemente zu befestigen und zu bewegen, die erzeugt werden, um eine erweiterte Realität (AR) zu implementieren. Wenn sich das Fahrzeug bewegt, bewegen sich die grafischen Elemente so, als ob die grafischen Elemente an einer der Flächen in dem virtuellen Modell befestigt wären. Durch Darstellen der grafischen Elemente, so dass sich diese zusammen mit realen Objekten vor dem Fahrzeug bewegen, nimmt ein Fahrer die grafischen Elemente als Teil der tatsächlichen Umgebung wahr, und dies reduziert eine Ablenkung oder Verwirrung im Zusammenhang mit den grafischen Elementen.

[0039] Die hierin beschriebenen grafischen Elemente beziehen sich auf visuelle Bildkomponenten, die auf einer Anzeige-Einrichtung angezeigt werden. Die grafischen Elemente können umfassen, aber sind nicht beschränkt auf Textnachrichten, Pfeile, Icons, animierte Objekte, dreidimensionale Modelle und statische oder dynamische Bilder. Die grafischen Elemente können auch statische oder dynamische Werbung umfassen.

Überblick über ein erweiterte-Realität-System

[0040] (FIGS.) **Fig. 1** ist ein Blockdiagramm, welches ein erweiterte-Realität-System **100** gemäß einem Ausführungsbeispiel illustriert. Das erweiterte-Realität-System **100** detektiert eine Umgebung vor einem Fahrzeug und eine Positionierung des Fahrzeugs in der Umgebung, und zeigt virtuelle Objekte in einer Anzeige-Einrichtung des Fahrzeugs auf nicht ablenkende Weise an. Das erweiterte-Realität-System **100** kann unter anderen Komponenten eine Bilderfassungseinrichtung **110**, ein Bildbearbeitungsmodul **122**, eine Positionierungseinrichtung **114**, eine Uhr **118**, eine Informationsquelle **130**, einen erweiterte-Realität-Prozessor **140** und ein Head-up-Display (HUD) System **150** umfassen.

[0041] Die Bilderfassungseinrichtung **110** ist eine Einrichtung zum Erfassen eines Bilds einer Umgebung vor dem Fahrzeug. Bevorzugt ähneln die durch die Bilderfassungseinrichtung erfassten Bilder stark den Bildern, die von einem Fahrer durch eine Windschutzscheibe gesehen werden. Die Bilderfassungseinrichtung **110** kann an einer Stelle nahe an dem Fahrer angeordnet sein, um solche Bilder zu erzeugen. Die Bilderfassungseinrichtung **110** kann eine RGB-Kamera, eine Graustufenkamera, eine stereoskopische Kamera, eine Tiefen-Kamera oder eine Kombination davon sein. Die Bilderfassungseinrichtung **110** produziert bearbeitete Bilder **124**, die zu

dem Bildbearbeitungsmodul **122** für eine Vorbearbeitung gesendet werden.

[0042] Das Bildbearbeitungsmodul **122** führt eine Vorbearbeitung an den erfassten Bildern **112** durch, um eine Extraktion von Merkmalen bei dem erweiterte-Realität-Prozessor **140** zu erleichtern. Die Vorbearbeitung, die an dem Bildbearbeitungsmodul **122** durchgeführt wird, kann unter anderem Kanten-Detektion und Rausch-Filterung umfassen.

[0043] Die Positionierungseinrichtung **114** ist Hardware, Software, Firmware oder eine Kombination davon, um die Position und den Kurs des Fahrzeugs zu detektieren. Die Positionierungseinrichtung **114** kann beispielsweise einen Globales-Positionsbestimmungssystem (GPS) Empfänger, einen Kompass und einen Trägheitssensor umfassen. Die Positionierungseinrichtung **114** kann mit anderen Sensoren (beispielsweise einem Kilometerzähler und einem Fahrzeugsrichtungssensor) kommunizieren, um eine Überwachung der Position und des Kurses des Fahrzeugs auch dann fortzusetzen, wenn GPS-Signale nicht verfügbar sind. Die Positionierungseinrichtung **114** erzeugt Positionierungsinformationen **116**, welche die Position und den Kurs des Fahrzeugs umfassen, für den erweiterte-Realität-Prozessor **140**.

[0044] Eine Uhr **118** liefert Zeit-Informationen **148** an den erweiterte-Realität-Prozessor **140**. Die Zeit-Informationen **148** geben die aktuelle Zeit an und können verwendet werden, um Schatten grafischer Elemente zu erzeugen, wie unten im Detail unter Bezugnahme auf **Fig. 6** beschrieben wird.

[0045] Die Informationsquelle **130** ist eine Einrichtung zum Speichern von Informationen, die auf dem HUD-System **150** angezeigt werden sollen. Die Informationsquelle **130** kann mehr als eine Fahrzeugkomponente umfassen, die verschiedene Informationen an die HUD-Systeme **150** liefern. Die Informationsquelle **130** kann beispielsweise ein On-Board-Navigationssystem, ein Telematik-System, ein drahtloses Kommunikationssystem mit Internet-Verbindung und ein Unterhaltungssystem in dem Fahrzeug umfassen. Die Informationsquelle **130** sendet Daten **132** zu dem erweiterte-Realität-Prozessor **140**, zum Verarbeiten und zum Erzeugen grafischer Elemente.

[0046] Der erweiterte-Realität-Prozessor **140** verarbeitet verschiedene Typen von Informationen und erzeugt grafische Elemente zur Anzeige auf dem HUD-System **150**. Um dem Fahrer Informationen in einer nahtlosen und nicht aufdringlichen Weise zu liefern, erzeugt der erweiterte-Realität-Prozessor **140** ein virtuelles Modell der Umgebung und platziert die grafischen Elemente auf einer virtuellen Fläche des virtuellen Modells, wie unten im Detail unter Bezugnahme auf **Fig. 5** beschrieben. Die grafischen Elemente, die durch den erweiterte-Realität-Prozessor **140** erzeugt

werden, werden an das HUD-System **150** als grafische Daten **144** gesendet. Beispielhafte Komponenten und Funktionen der Komponenten in dem erweiterte-Realität-Prozessor **140** werden unten im Detail unter Bezugnahme auf **Fig. 2** beschrieben.

[0047] Das HUD-System **150** empfängt die grafischen Daten **144** von dem erweiterte-Realität-Prozessor **140** und projiziert die grafischen Elemente, die durch die grafischen Daten **144** angegeben werden, auf die Windschutzscheibe des Fahrzeugs. In einem Ausführungsbeispiel ist das HUD-System **150** als ein volumetrisches HUD implementiert, das grafische Elemente bei verschiedenen Brennweiten anzeigt. Das HUD-System **150** kann unter anderen Komponenten einen Projektor zum Projizieren gerendeter Bilder und eine Windschutzscheibe zum Reflektieren der projizierten Bilder zu dem Fahrer hin umfassen.

[0048] Obwohl die Ausführungsbeispiele hierin in erster Linie unter Bezugnahme auf ein HUD-System beschrieben werden, können auch Anzeige-Einrichtungen wie eine Flüssigkristal-Anzeige-Einrichtung (LCD), eine organische-Leuchtdioden-Einrichtung (OLED), eine Plasma-Anzeige-Einrichtung oder andere Einrichtungen verwendet werden. Diese Anzeige-Einrichtungen können an einem Armaturenbrett eines Fahrzeugs oder in einem Mittelkonsolen-Bereich eines Fahrzeugs installiert sein, um visuelle Informationen an den Fahrer zu liefern. Auch kann eine Anzeige-Einrichtung verwendet werden, die ein Bild auf eine transparente reflektierende Fläche projiziert, um ein Bild auf einer transparenten Fläche wiederzugeben.

Beispiel eines erweiterte-Realität-Prozessors

[0049] **Fig. 2** ist ein Blockdiagramm, welches den erweiterte-Realität-Prozessor **140** gemäß einem Ausführungsbeispiel illustriert. Der erweiterte-Realität-Prozessor **140** verarbeitet Informationen und erzeugt grafische Benutzerelemente, die auf dem System **150** dargestellt werden sollen. Der erweiterte-Realität-Prozessor **140** kann unter anderen Komponenten einen Prozessor **212**, ein Eingabe-Modul **218**, ein Ausgabe-Modul **224**, ein Netzwerk-Modul **228**, einen Speicher **232** und einen Bus **230** umfassen, der diese Komponenten verbindet. Der erweiterte-Realität-Prozessor **140** kann andere, nicht in **Fig. 2** illustrierte Komponenten umfassen, etwa ein Benutzerschnittstellen-Modul, um Benutzereingaben von einem Benutzer zu empfangen. Der erweiterte-Realität-Prozessor **140** kann eine separate, eigenständige Einrichtung oder Teil eines größeren Systems sein, welches auch andere Vorgänge als die Erzeugung grafischer Elemente für erweiterte Realität durchführt.

[0050] Der Prozessor **212** ist eine Hardware-Komponente, die in dem Speicher **232** gespeicherte An-

weisungen durchführt. Das Eingabe-Modul **218** ist eine Hardwarekomponente zum Empfangen von Informationen oder Daten von anderen Komponenten (etwa dem Eingabe-Verarbeitungsmodul **122**) von dem erweiterte-Realität-System **100**. Das Eingabe-Modul **218** kann Kommunikationsprotokolle implementieren, um eine geeignete Übertragung von Daten von anderen Komponenten des erweiterte-Realität-Systems **100** sicherzustellen. Das Ausgabe-Modul **224** ist eine Komponente, um die grafischen Daten **144** an das HUD-System **150** zu senden. Diese Komponenten können auf einem einzelnen Chip mit integrierter Schaltung (IC) oder mehreren IC-Chips verkörpert sein.

[0051] Der Speicher **232** ist ein nichtflüchtiges, computerlesbares Speichermedium, welches Softwarekomponenten speichert. Die in dem Speicher **232** gespeicherten Softwarekomponenten können unter anderen Komponenten einen Informationsprozessor **231**, Bildmerkmal-Detektoren **238**, einen erweiterte-Realität (AR) Modell-Generator **234**, einen Fußgänger-Detektor **242**, eine Umgebungszustand-Analyseeinrichtung **248**, einen Grafikelement-Generator **252** und eine Grafikbild-Rendereinrichtung **256** umfassen. Die Komponenten können in weitere Softwarekomponenten unterteilt sein, oder mehr als eine dieser Komponenten können zu einem einzelnen, größeren Software-Modul kombiniert sein.

[0052] Der Informationsprozessor **231** bestimmt Informationen oder Nachrichten, die dem Fahrer gezeigt werden sollen, in der Form von grafischen Elementen. Um Informationen zu liefern, die relevant für den Fahrer sind, kann der Informationsprozessor **231** ein Profil des Fahrers, GPS-Informationen des Fahrzeugs, Informationen von sozialen Netzwerkdiensten (etwa FACEBOOK) oder anderen online-Diensten und der Informationsquelle **130** empfangen. Das Profil des Fahrers kann beispielsweise Alter, Geschlecht, Wohnsitz, Anmelde-Informationen für soziale Netzwerkdienste und eine Büro-Adresse umfassen. Die Informationen oder Nachrichten, die gezeigt werden sollen, können zielgerichtete Werbung, Straßennamen, Namen von interessanten Punkten (POI), Wetterbedingungen, Status von Telefongesprächen, Kontaktinformationen, Werbenachrichten und SMS-Nachrichten oder E-Mails umfassen, die über eine Kommunikationseinrichtung empfangen werden. Der Informationsprozessor **231** sendet Präsentation-Informationen **262**, welche Informationen oder Nachrichten angeben, an den Grafikelement-Generator **252**.

[0053] In einem Ausführungsbeispiel bestimmt der Informationsprozessor **231** Verkehrsregeln, die mit Verkehrssignalen oder Verkehrszeichen in Verbindung stehen, welche durch das Fahrzeug erfasst werden. Der Informationsprozessor **231** kann grafische Elemente erzeugen und senden, um Warnungen an

den Fahrer auszugeben, auf Basis von Verkehrssignalen oder Verkehrszeichen, welche durch Verarbeitung des erfassten Bildes **112** detektiert wurden.

[0054] Die Bildmerkmal-Detektoren **238** detektieren vorbestimmte Merkmale in den bearbeiteten Bildern **124**. Die detektierten Merkmale können visuellen Merkmale wie Linien, Kanten, Ränder und Klumpen (blobs) von Bildpixeln umfassen. Verschiedene Bildverarbeitungsalgorithmen können verwendet werden, um solche Merkmale zu detektieren und zu extrahieren. Beispielhafte Algorithmen zu einem solchen Zweck umfassen separierbare Filteralgorithmen und Hough-Transformation-Algorithmen. Umgebung-Bildinformationen **236** einschließlich extrahierter visueller Merkmale in Bezug auf eine Straße werden an einen AR-Modell-Generator **234** gesendet, ein Fußgänger-Bild **240** einschließlich visueller Merkmale, die sich auf Fußgänger beziehen, wird an den Fußgänger-Detektor **242** gesendet, und Verkehrsinformationen **239** einschließlich visueller Merkmale, die sich auf Verkehrssignale beziehen, können an den Informationsprozessor **231** gesendet werden.

[0055] In einem Ausführungsbeispiel detektieren die Bildmerkmal-Detektoren **238** visuelle Merkmale, die für verschiedene Ziele in der Umgebung relevant sind, einschließlich aber nicht beschränkt auf eine Straße, einen Fußgänger, Verkehrszeichen und Verkehrssignale. Visuelle Merkmale, die sich auf die Straße beziehen können, beispielsweise Linien umfassen, die Ränder der Straße repräsentieren, Klumpen von zusammenhängenden Pixeln in einem bestimmten Farbraum, Straßenmarkierungen oder irgendwelche festen sichtbaren Merkmale auf der Straße. Visuelle Merkmale, die sich auf einen Fußgänger beziehen können Klumpen von Pixeln umfassen, die bestimmte Kriterien erfüllen. Visuelle Merkmale, die sich auf die Verkehrszeichen und Verkehrssignale beziehen, können Farbinformationen von Pixeln umfassen, die an bestimmten Stellen des erfassten Bildes erscheinen.

[0056] Der AR-Modell-Generator **234** empfängt die Umgebung-Bildinformationen **236**, um ein virtuelles Modell zu konstruieren, welches die Umgebung vor dem Fahrzeug repräsentiert. Linien-Merkmale in den bearbeiteten Bildern **124** können verwendet werden, um die Konfiguration der Straße zu bestimmen, wie im Detail unten unter Bezugnahme auf **Fig. 3** bis **Fig. 4C** beschrieben ist. Die Konfiguration der Straße kann beispielsweise die Orientierung und Position der Straße relativ zu dem Fahrzeug angeben, die Breite der Straße und die Tiefe der Straße. In einem Ausführungsbeispiel erzeugt der AR-Modell-Generator **234** ein virtuelles Modell in der Form eines Grabens, wie unten im Detail unter Bezugnahme auf **Fig. 5** beschrieben. Der AR-Modell-Generator **234** sendet Modell-Informationen **244**, welche die

Konfiguration des virtuellen Modells angeben, an die Grafikbild-Rendereinrichtung **256**.

[0057] Der Fußgänger-Detektor **242** empfängt das Fußgänger-Bild **240** von den Bildmerkmal-Detektoren **238**, um Fußgänger in dem bearbeiteten Bild **124** zu identifizieren. Der Fußgänger-Detektor **242** wählt auch Fußgänger aus, die bestimmte Kriterien erfüllen. Die Kriterien können irgendwelche Risiken für den Fußgänger oder das Fahrzeug angeben, etwa eine Wahrscheinlichkeit einer Kollision mit dem Fußgänger, und Hinweise darauf, ob ein Fußgänger wahrscheinlich beginnen wird, die Straße zu überqueren (etwa ein Fußgänger, der zu der Straße hin gewandt ist oder sich zu der Straße hin bewegt). Die Position und andere Informationen über solche ausgewählten Fußgänger werden an den Grafikelement-Generator **252** als Fußgänger-Informationen **246** gesendet.

[0058] Die Umgebungszustand-Analyseeinrichtung **248** empfängt die Zeit-Informationen **148** und die Positionierungsinformationen **116**, um die Orientierung der Sonne relativ zu dem Fahrzeug zu bestimmen. Die Umgebungszustand-Analyseeinrichtung **248** analysiert die Zeit-Informationen **148** und den Kurs des Fahrzeugs, um die Position der Sonne relativ zu dem Fahrzeug zu bestimmen. Dann können die Orientierung und Länge von einem Schatten bestimmt werden, der in den grafischen Elementen enthalten sein soll, um eine realistischere Erscheinung der grafischen Elemente zu liefern. Die Umgebungszustand-Analyseeinrichtung **248** erzeugt Zustand-Informationen **250** als Ergebnis der Analyse und sendet die Zustand-Informationen **250** an den Grafikelement-Generator **252**.

[0059] Der Grafikelement-Generator **252** erzeugt grafische Elemente **254** auf Basis der Fußgänger-Informationen **246**, der Zustand-Informationen **250**, der Präsentation-Informationen **262** oder/und anderer Informationen und Daten, die von anderen Komponenten des erweiterte-Realität-Systems **100** empfangen werden. Die grafischen Elemente können beispielsweise Icons umfassen, die Warnsignale angeben, statische oder dynamische Bilder und Text-Nachrichten. Die erzeugten grafischen Elemente können auch einen virtuellen Überweg umfassen, wie unten im Detail unter Bezugnahme auf **Fig. 8A** und **Fig. 8B** beschrieben ist. In einem Ausführungsbeispiel können die grafischen Elemente Schatten der grafischen Elemente auf Basis der Tageszeit und dem Kurs des Fahrzeugs umfassen. Die erzeugten grafischen Elemente **254** werden an die Grafikbild-Rendereinrichtung **256** gesendet.

[0060] Die Grafikbild-Rendereinrichtung **256** konfiguriert die empfangenen grafischen Elemente **254**, die auf dem HUD-Einrichtung-System (oder anderen Anzeige-Einrichtungen) angezeigt werden sollen, auf

Basis der Modell-Informationen **244**. Wenigstens einige der grafischen Elemente sind dazu konfiguriert, auf virtuellen Fläche des virtuellen Modells platziert zu werden. Insbesondere können wenigstens einige der grafischen Elemente dynamisch positioniert und konfiguriert sein, so dass diese grafischen Elemente auf den Anzeige-Einrichtungen so angezeigt werden, als ob diese grafischen Elemente Teil der realen Umgebung wären. Die Grafikbild-Rendereinrichtung **256** schließt die grafischen Elemente und deren Konfiguration in die Grafikdaten **144** ein und sendet die Grafikdaten **144** an das HUD-System **150** über den Bus **230** und das Ausgabe-Modul **224**.

Konstruktion eines virtuellen Modells auf Basis visueller Informationen

[0061] Eine Verwendung visueller Informationen, die aus Bildern verfügbar sind, welche von einer Bilderfassungseinrichtung erfasst werden (etwa einer RGB-Kamera, stereoskopischen Kamera oder Tiefen-Kamera), ermöglicht eine rasche Konstruktion eines virtuellen Modells der Umgebung. Die visuellen Informationen können von einer an einem Fahrzeug installierten Bilderfassungseinrichtung verfügbar sein. Solche visuellen Informationen können unter Verwendung von Bildbearbeitungsalgorithmen zum Extrahieren von Merkmalen bearbeitet werden, die relevant für eine Konstruktion eines virtuellen Bildes sind, ohne übermäßige Berechnung, Zeitverzögerung oder übermäßige Datenmenge von einer externen Quelle, im Vergleich zu einer Konstruktion eines virtuellen Modells, die stark auf Karten-Daten beruht.

[0062] Fig. 3 ist eine bearbeitete Version **300** von einem Bild, das durch eine Bilderfassungseinrichtung des erweiterte-Realität-Systems gemäß einem Ausführungsbeispiel erfasst wurde. Das Bild **300** wird durch die Bilderfassungseinrichtung erfasst, welche zu der Vorderseite des Fahrzeugs zeigt. Das Bild **300** umfasst Linien **314**, **316**, welche Ränder der Straße **318** angeben, ein Gebäude **344** und andere Objekte, welche die Umgebung vor dem Fahrzeug bilden. Andere bearbeitete Bilder umfassen wahrscheinlich Fahrbahn-Linien, die auch für eine Bearbeitung verwendet werden können.

[0063] Die Bildmerkmal-Detektoren **238** wählen zunächst den Abschnitt **320** des bearbeiteten Bildes **300** zur weiteren Bearbeitung aus und schneiden diesen zu. Der Bildabschnitt **300** für die weitere Verarbeitung wird auch als interessante Region (ROI) bezeichnet. Der ausgewählte Abschnitt **320** kann sich vertikal herunter bis zu einer gewissen Distanz von einer vertikalen Position nahe dem Horizont erstrecken. Der ausgewählte Abschnitt schließt bevorzugt Abschnitte des Bildes aus, die bei einer genauen Erfassung von Merkmalen stören können, die relevant für die Straße sind, beispielsweise eine Motorhaube

310 des Fahrzeugs. Die vertikale Position und der Abstand des Abschnitts **320** können voreingestellt sein, oder sie können dynamisch mit der Änderung der Landschaft wechseln.

[0064] Fig. 4A ist ein bearbeitetes Bild, welches einen Abschnitt **320** von dem bearbeiteten Bild **300** illustriert, der durch eine inverse perspektivische Abbildung (IPM) gemäß einem Ausführungsbeispiel bearbeitet wurde. Durch Durchführen einer IPM-Bearbeitung wird die perspektivische Ansicht des bearbeiteten Bildes **300** in eine zweidimensionale Vogelperspektiven-Ansicht umgewandelt, wie beispielsweise beschrieben in „Real-time lane and obstacle detection on the gold system“ von M. Bertozzi et al. in „Intelligent Vehicle Symposium, Proceedings for the 1996 IEEE“, Seiten 213–218 (1996), was durch Bezugnahme hierin in seiner Gesamtheit einbezogen ist. Verschiedene Bild-Artefakte **418**, gezeigt durch gestrichelte Linien, und die Ränder **416**, **414** der Straße **318** sind in Fig. 4A enthalten. Die IPM entfernt die perspektivische Verzerrung von dem Bild, so dass Straßenränder und Fahrbahnen, die auf dem Original-Bild zu konvergieren scheinen, in dem transformierten Bild parallel werden.

[0065] Fig. 4B ist ein gefiltertes Bild, das erhalten wird, indem ein separierbarer Filter auf das Bild von Fig. 4A angewendet wird, gemäß einem Ausführungsbeispiel. Der separierbare Filter kann dazu konfiguriert sein, Linien-Merkmale zu detektieren, die vertikal orientiert sind, mit einer tolerierbaren horizontalen Abweichung. Durch Anwenden des separierbaren Filters werden Artefakte oder Merkmale **418** in Fig. 4A, die irrelevant für die Konstruktion eines virtuellen Modells sind, entfernt, wobei die Ränder **414**, **416** der Straße **138** belassen werden. Ein Verwenden des separierbaren Filters zur Entfernung von Artefakten oder irrelevanten Merkmalen ist unter anderen Gründen deswegen vorteilhaft, da die Verarbeitung im Vergleich zu anderen Algorithmen rasch durchgeführt werden kann. In anderen Ausführungsformen können andere Bildbearbeitungsalgorithmen als der separierbare Filter verwendet werden, beispielsweise eine Hough-Transformation, um Merkmale der Straße zu extrahieren.

[0066] Nachdem die Ränder **414**, **416** der Straße erhalten wurden, kann eine Kurvenanpassung durchgeführt werden, um die Ränder der Straße zu repräsentieren. Um ein virtuelles Modell zu bilden, werden an die Ränder **414**, **416** Spline-Kurven angepasst. Andere Anpassungsmechanismen können auch verwendet werden. Der Bereich zwischen den zwei angepassten Spline-Kurven repräsentiert die Straße **318**, die vor dem Fahrzeug liegt.

[0067] Fig. 4C ist ein Diagramm, welches eine Segmentierung eines als eine Straße erfassten Bildabschnitts in mehrere Segmente **420**, **422**, **424**, **428**

zur Modellierung gemäß einem Ausführungsbeispiel illustriert. Für jedes der Segmente **420**, **422**, **424**, **428** wird ein separates virtuelles Modell der Umgebung erzeugt. Jedes virtuelle Modell kann eine unterschiedliche Konfiguration (etwa Orientierung und Breite) aufweisen. In einem Ausführungsbeispiel wird die Straße durch ein vorbestimmtes Intervall segmentiert. In anderen Ausführungsbeispielen kann die Straße auf Basis von Änderungen in der Krümmung oder Orientierung von Kurven **414**, **416** oder anderer Faktoren segmentiert werden.

[0068] Indem die Straße in mehrere Segmente segmentiert wird und ein virtuelles Modell für jedes Segment konstruiert wird, können die virtuellen Modelle eine realistischere Version der Umgebung repräsentieren. Wenn sich das Fahrzeug vorwärts bewegt, bewegen sich Segmente **420**, **422**, **424**, **428** nach unten, wodurch bewirkt wird, dass ein neues Segment oben an dem Bild erscheint, und das Segment, das am weitesten unten liegt (etwa Segment **426**) verschwindet unten aus dem Bild. Die Segmente können mit den neuen Konfigurationen aktualisiert werden, wenn neue erfasste Bilder der Straße empfangen und bearbeitet werden. Nachdem die Konfigurationen von allen Segmenten bestimmt sind, versenden die Bildmerkmal-Detektoren **238** die Informationen über die Konfigurationen in den Umgebung-Bildinformationen **236** und senden sie an den AR-Modell-Generator **234**.

[0069] Fig. 5 ist ein konzeptuelles Diagramm eines virtuellen Modells **500** für ein Segment der Straße gemäß einem Ausführungsbeispiel. Das virtuelle Modell **500** liegt in der Form von einem Graben mit vier Flächen vor: einem Boden **504**, einer linken Wand **510**, einer rechten Wand **514** und einer Decke **506**. Bei dem Beispiel des Segments **426** aus Fig. 4 entspricht die Breite W_d des virtuellen Modells **500** der horizontalen Entfernung zwischen Kurven **414**, **416** in dem Segment **426**, und die Länge L_d des virtuellen Modells **500** entspricht der vertikalen Länge des Segments **426**. Wenn das Fahrzeug sich weiter nach vorne bewegt, bewegt sich das virtuelle Modell **500** zu dem Fahrzeug hin und wird durch ein anderes virtuelles Modell ersetzt, welches dem nächsten Segment (etwa Segment **424**) entspricht, wenn das virtuelle Modell **500** zu einem Ende kommt.

[0070] In einem Ausführungsbeispiel wird ein Kalman-Filter auf die Parameter (etwa die Breite, die Orientierung und die Koordinaten) des virtuellen Modells angewendet, um einen sanften Übergang zu erreichen, oder eine sanfte Bewegung virtueller Modelle wenn nachfolgende bearbeitete Bilder **124** empfangen und durch den erweiterte Realität-Prozessor **140** bearbeitet werden.

[0071] In einem Ausführungsbeispiel kann auf Basis von dem erfassten Bild **112** die folgende Annahme

verwendet werden, um ein virtuelles Modell robuster zu machen: (i) die Straße vor dem Fahrzeug ist flach, (ii) es gibt kein Rollen der Kamera im oder gegen den Uhrzeigersinn, und (iii) die Bilderfassungseinrichtung **110** ist an einer festen Höhe vom Boden aus platziert. Zusätzliche Annahmen können hinzugefügt werden, um die Erzeugung des virtuellen Bildes auf Basis von dem erfassten Bild **112** zu erleichtern.

[0072] Grafische Elemente zur Anzeige können auf verschiedene Weisen in Bezug auf die Flächen des virtuellen Modells **500** präsentiert werden. Beispiele einer Verwendung der Seitenflächen als Referenzflächen umfassen: (i) Verwendung von Seitenwänden **510**, **514**, auf welche die grafischen Elemente geklebt werden, wie illustriert durch Boxen **524**, **528**, (ii) Aufhängen eines Schilds **526**, das sich nach innen (oder nach außen) von einer Seitenwand **510**, **514** erstreckt und (iii) Platzieren eines Banners **518**, das sich zwischen den zwei Seitenwänden **510**, **514** erstreckt. Die Decke **506** kann auch als eine Referenzfläche zur Platzierung eines Etiketts **520** oder zum Aufhängen eines Schilds **527** verwendet werden. Ein Beispiel einer Verwendung des Bodens **504** als eine Referenzfläche für die grafischen Elemente umfasst eine Platzierung eines Boden-Etiketts **522** auf dem Boden **504**. Andere grafische Elemente, beispielsweise eine Anschlagtafel oder ein virtueller Charakter (etwa ein dreidimensionaler animierter Charakter **724**, wie illustriert in Fig. 7) können ebenfalls den Boden **504** als die Referenzfläche für die Platzierung verwenden.

[0073] Die grafischen Elemente bewegen sich in die gleiche Richtung und mit der gleichen Geschwindigkeit wie die Referenzflächen, die den grafischen Elementen zugeordnet sind, um einen Eindruck zu vermitteln, dass die grafischen Elemente Teil einer tatsächlichen Umgebung sind. In einem Ausführungsbeispiel werden grafische Elemente nur für ein virtuelles Modell angezeigt, das einem Segment der Straße entspricht, das dem Fahrzeug am nächsten ist. In anderen Ausführungsbeispielen werden die grafischen Elemente für virtuelle Modelle entsprechend zwei oder mehr Segmenten der Straße angezeigt.

[0074] In einem Ausführungsbeispiel werden mehrere virtuelle Modelle auf Basis der Konfiguration der Straße konstruiert. Für ein gerades Straßensegment kann ein gerades virtuelles Graben-Modell verwendet werden, wie es oben unter Bezugnahme auf Fig. 5 beschrieben ist. Für ein Segment einer Straße, das eine Kreuzung umfasst, kann ein virtuelles Modell verwendet werden, welches zwei sich kreuzende Gräben repräsentiert. Durch Verwendung von mehr als einem virtuellen Modell kann ein realistischeres virtuelles Modell erzeugt werden, welches der tatsächlichen realen Umgebung ähnelt.

Rendern grafischer Elemente

[0075] Nachdem ein virtuelles Modell erzeugt wird, werden Parameter des virtuellen Modells als die Modell-Informationen **244** an die Grafikbild-Rendereinrichtung **256** gesendet. Die Grafikbild-Rendereinrichtung **256** empfängt die grafischen Elemente **254** und deren Konfigurationen zur Darstellung von dem Grafikelement-Generator **252**. Auf Basis des virtuellen Modells erzeugt die Grafikbild-Rendereinrichtung **256** Bilddaten mit grafischen Elementen, die so platziert und konfiguriert sind, dass sie mit dem virtuellen Modell konsistent sind.

[0076] In Ausführungsbeispielen, in welchen die grafischen Elemente auf dem HUD-System **150** angezeigt werden sollen, müssen die Konfigurationen der grafischen Elemente angepasst werden, um den Unterschied in der Position oder Perspektive des Fahrers und der Bilderfassungseinrichtung **110** zu berücksichtigen. Da die Position der Bilderfassungseinrichtung **110** und die Position der Augen des Fahrers bekannt sind, können Koordinaten-Anpassungen und eine Änderung in der Perspektive unter Verwendung beispielsweise einer OpenGL Anwendungsprogrammierung-Schnittstelle (API) durchgeführt werden.

[0077] In einem anderen Ausführungsbeispiel, in welchem die Bilder auf eine Anzeige-Einrichtung angezeigt werden, die in dem Armaturenbrett oder einer Mittelkonsole des Fahrzeugs installiert ist, oder die Differenz in der Position des Fahrers und der Bilderfassungseinrichtung **110** ignoriert werden kann, können die grafischen Elemente auch direkt dem durch die Bilderfassungseinrichtung **110** erfassten Bild zur Anzeige überlagert werden, ohne eine Anpassung wegen der Differenz in den Positionen der Bilderfassungseinrichtung **110** und des Fahrers.

[0078] Fig. 6 ist ein Bild von einer erweiterten Realität einschließlich grafischer Elemente **610**, **614**, **616**, **618**, die auf einer Anzeige-Einrichtung in einem Fahrzeug angezeigt werden. Das Bild in Fig. 6 kann von einer Windschutzscheibe des Fahrzeugs gesehen werden, wo die grafischen Elemente **614**, **610**, **616**, **618** von einem Projektor des HUD-Systems **150** projiziert werden. Alternativ kann das Bild in Fig. 6 auf einer Anzeige-Einrichtung auf einem Armaturenbrett oder einer Mittelkonsole des Fahrzeugs gezeigt werden.

[0079] Jede der Boxen **614**, **618** ist an einer linken Seitenwand bzw. einer rechten Seitenwand des virtuellen Modells fixiert, um Werbung oder andere Informationen anzuzeigen. Die Werbenachrichten können statische Bilder oder dynamische, sich bewegend Bilder sein. Eine Nachricht **610** und deren Schatten **616** können auch auf der Straße **318** angezeigt werden. Die Nachricht **610** ist für eine Platzierung auf dem Boden des virtuellen Modells entsprechend der

Umgebung vor dem Fahrzeug konfiguriert. Die Nachricht **610** kann beispielsweise den Namen von einem interessanten Punkt (POI) und Warnsignale zu Fahrbedingungen angeben. Schatten (beispielsweise der Schatten **161**) werden ebenfalls angezeigt, um den Realismus der erweiterten Realität zu erhöhen. Die Konfiguration von Schatten kann unter Verwendung der Positionierungsinformationen **116** und der Zeit-Informationen **148** bestimmt werden, wie unten im Detail beschrieben ist.

[0080] Wie oben unter Bezugnahme auf Fig. 5 beschrieben, bewegen und ändern sich die grafischen Elemente **610**, **614**, **616**, **618** mit der Bewegung des Fahrzeugs. Insbesondere bewegen die Boxen **614**, **618** sich und ändern ihre Abmessungen, so als ob die Boxen **614**, **618** an festen Stellen von Seitenwänden des virtuellen Modells gesichert wären. Andererseits bewegen sich die Nachricht **610** und ihr Schatten **616** und ändern ihre Abmessung so, als ob sie am Boden des virtuellen Modells gesichert wären.

[0081] Fig. 7 ist ein Bild einer erweiterten Realität, einschließlich grafischer Elemente **712**, **716**, **720**, **724**, die angezeigt werden, während das Fahrzeug an einer Kreuzung anhält, gemäß einem Ausführungsbeispiel. An der Kreuzung kann ein virtuelles Graben-Modell, das unmittelbar vor dem Erreichen der Kreuzung erzeugt wurde, die grafischen Elemente **712**, **716**, **720**, **724** platzieren. Alternativ kann ein neues virtuelles Modell erzeugt werden, welches eine Kreuzung repräsentiert, um die grafischen Elemente **712**, **716**, **720**, **724** zu platzieren.

[0082] In dem Beispiel von Fig. 7 detektierte das Fahrzeug ein Stoppsignal unter Verwendung erfasster Bilder, einschließlich einem Verkehrssignal **752**, oder durch Empfangen von Informationen über eine Fahrzeug-zu-Infrastruktur-Kommunikation (V2I). In Reaktion auf eine Detektion von einem „Stopp“-Signal durch das Fahrzeug wird ein Stoppschild **716** zur Anzeige auf dem HUD-System **150** oder anderen Anzeige-Einrichtungen in dem Fahrzeug erzeugt. Das Stoppschild **716** ist ein grafisches Element und wirkt so, als ob es an einer Decke des virtuellen Modells fixiert wäre. Das Stoppschild **716** kann in ein (nicht gezeigtes) „Fahren“-Schild geändert werden, wenn das Verkehrssignal **752** sich ändert. Solch eine Änderung kann dadurch veranlasst werden, dass das erfasste Bild (durch Bildbearbeitung) eine Änderung von dem Verkehrssignal angibt, oder durch Informationen, welche über V2I-Kommunikation empfangen werden.

[0083] Während das Fahrzeug gestoppt ist, können grafische Elemente wie Werbung **712** erzeugt werden, um dem Fahrer gezeigt zu werden. Die Werbung **712** ist so konfiguriert, dass sie so wirkt, als ob sie auf einer Anzeigetafel angezeigt wird, die auf dem Boden des virtuellen Modells gesichert ist. Die Wer-

bung **712** kann verschwinden, sobald das Fahrzeug beginnt, sich zu bewegen, oder sobald das Verkehrssignal **752** sich ändert. Ein Schatten **714** der Anzeigetafel kann auch erzeugt werden, um der Werbung **712** mehr Realismus zu verleihen. Indem die Werbung **712** gezeigt wird, während das Fahrzeug durch ein Verkehrssignal angehalten wird, wird eine Ablenkung des Fahrers reduziert, während der Fahrer unterhalten oder informiert wird.

[0084] Fig. 7 illustriert auch ein virtuelles dreidimensionales grafisches Element **724**, das auf der Straße angezeigt wird. Das grafische Element **724** liegt in der Form eines Roboters vor, aber ein grafisches Element **724** in verschiedenen anderen Formen kann auch verwendet werden. In diesem Beispiel unterstützt das grafische Element **724** den Fahrer dabei, zu einem Ziel zu navigieren, indem es mit einem Finger anzeigt, dass an der Kreuzung rechts abgebogen wird. Das grafische Element **724** ist an dem Boden des virtuellen Modells befestigt. Ein Adressen-Schild **720** wird auch angezeigt, um den Fahrer dabei zu unterstützen, zu dem Ziel zu navigieren. Das Schild **720** kann an einer Seitenwand oder der Decke des virtuellen Modells befestigt sein.

[0085] Schatten von grafischen Elementen können dadurch erzeugt werden, dass die geographische Position des Fahrzeugs unter Verwendung von Echtzeit-GPS-Informationen detektiert wird, die als Teil der Positionierung-Informationen **116** empfangen werden. Unter Verwendung der GPS-Informationen und Zeit-Informationen **148** kann die Position der Sonne relativ zu dem Fahrzeug in Echtzeit bestimmt werden. Dadurch, dass die Sonne als eine Richtungs-Lichtquelle verwendet wird und Flächen des virtuellen Modells als Ebenen verwendet werden, auf welche Schatten der grafischen Elemente projiziert werden, können die Schatten auf rasche Weise erzeugt werden.

[0086] Grafische Elemente und deren Konfigurationen in Fig. 6 und Fig. 7 sind nur illustrativ. Verschiedene andere grafische Elemente verschiedener Konfiguration können verwendet werden, um verschiedene Typen von visuellen Informationen an den Fahrer zu liefern.

Virtueller Überweg

[0087] Verschiedene Sicherheitsmerkmale können unter Verwendung des aus den erfassten Bildern erzeugten virtuellen Modells implementiert werden. Eines von vielen solcher Merkmale ist ein virtueller Überweg, der erzeugt wird, um einen Pfad anzuzeigen, den ein Fußgänger nehmen kann, um eine Straße zu überqueren. Fußgänger können manchmal unachtsam eine Straße überqueren, was ein Sicherheitsrisiko für Fahrzeuge erzeugt. In einem Ausführungsbeispiel wird ein Fußgänger, der wahrschein-

lich unachtsam eine Straße überqueren wird, automatisch auf Basis von erfassten Bildern detektiert, und dann wird ein grafisches Element ähnlich zu einem Überweg angezeigt, um den Fahrer zu warnen.

[0088] In einem Ausführungsbeispiel umfasst die Bilderfassungseinrichtung **110** eine stereoskopische Kamera. Durch Bearbeitung von Bildern, die durch die stereoskopische Kamera erfasst werden, können die Haltung eines Fußgängers und die Distanz zu dem Fußgänger bestimmt werden. Der Fußgänger-Detektor **242** bestimmt, ob ein Fußgänger wahrscheinlich die Straße überqueren wird, auf Basis von Aktionen wie dem Hinwenden zu der Straße, dem Gehen zu der Straße, dem Hochhalten seines Arms oder einer Kombination dieser Aktionen. Nachdem der Fußgänger-Detektor **242** bestimmt, dass ein Fußgänger wahrscheinlich die Straße überqueren wird, sendet der Fußgänger-Detektor **242** die Fußgänger-Informationen **246**, welche die Position des Fußgängers angeben, an den Grafikelement-Generator **252**.

[0089] Auf Basis der Fußgänger-Informationen **246** erzeugt der Grafikelement-Generator **252** ein Grafikelement, das einen Überweg **810** für einen Fußgänger **818** repräsentiert, wie illustriert in Fig. 8A. Der Überweg **810** erstreckt sich über eine Straße **820** von dem Teil der Straße aus, der am nächsten an dem Fußgänger **818** ist. Zusätzlich kann der Grafikelement-Generator **852** ein grafisches Element **814** erzeugen, das ein Warnsignal repräsentiert, um anzugeben, dass der Fußgänger **818** wahrscheinlich damit beginnen wird, die Straße **820** zu überqueren.

[0090] Die Distanz zu dem Fußgänger **818** kann bestimmt werden, indem das durch die Bilderfassungseinrichtung **110** erfasste stereoskopische Bild bearbeitet wird. Wenn das Fahrzeug näher an den Fußgänger **818** kommt, ändert sich das grafische Element **814** zu einem Stoppsignal **818**, wie illustriert in Fig. 8A, um eine stärkere Vorsichtsmaßnahme des Fahrers zu veranlassen.

[0091] Der Überweg **810** ist ein grafisches Element, das an dem Boden des virtuellen Modells fixiert ist, während die grafischen Elemente **814**, **818** grafische Elemente sind, die an der rechten Seitenwand des virtuellen Modells fixiert sind. Da diese grafischen Elemente sich verknüpft mit der Änderung in der Szenerie bewegen, erzeugen die grafischen Elemente weniger Ablenkung für den Fahrer, während Sie den Fahrer auf die möglichen Risiko-Faktoren aufmerksam machen.

Beispielhaftes Verfahren zum Anzeigen grafischer Elemente

[0092] Fig. 9 ist ein Flussdiagramm, das ein Verfahren illustriert, um grafische Elemente für eine erweiterte Realität gemäß einem Ausführungsbeispiel zu

erzeugen. Zunächst wird ein Bild der Umgebung vor dem Fahrzeug erfasst **910** unter Verwendung einer Bilderfassungseinrichtung **110**. Das erfasste Bild **112** wird dann vorbearbeitet und an den erweiterte-Realität-Prozessor **140** gesendet.

[0093] Der erweiterte-Realität-Prozessor **140** extrahiert **920** Merkmale, die relevant für eine Straße sind, aus dem erfassten Bild (oder dem vorbearbeiteten Bild). Zu diesem Zweck, kann der erweiterte-Realität-Prozessor **140** Bilder zuschneiden und einen Abschnitt des erfassten Bildes zurückhalten, der geeignet ist, um die Merkmale zu extrahieren. Weiterhin kann ein IPM-Algorithmus auf das zugeschnittene Bild angewendet werden, um eine Extraktion relevanter Merkmale zu erleichtern. Die Merkmale können beispielsweise unter Verwendung eines separierbaren Filters, einer Hough-Transformation oder anderer anwendbarer Filter extrahiert werden. In einem Ausführungsbeispiel umfassen die extrahierten Merkmale Linien, die Rändern der Straße entsprechen.

[0094] Auf Basis der extrahierten Merkmale wird ein virtuelles Modell der Umgebung vor dem Fahrzeug konstruiert **936**. Das virtuelle Modell umfasst eine oder mehrere Flächen, auf welchen die Position und Konfiguration der grafischen Elemente Bezug nehmen können. Beispielsweise können die grafischen Elemente auf die Fläche platziert werden, sich von der Fläche erstreckend, oder können auf der Fläche platziert werden.

[0095] Die grafischen Elemente werden dann erzeugt **940**, zur Platzierung gemäß dem virtuellen Modell. Die grafischen Elemente können auf Basis von Informationen von externen Quellen erzeugt werden, oder von Informationen, die in dem Fahrzeug erzeugt werden (etwa Fußgänger-Informationen **246**). Nachdem die grafischen Elemente erzeugt wurden, werden die Konfigurationen der grafischen Elemente zur Platzierung mit Bezugnahme auf Flächen in dem virtuellen Modell angepasst. Die Konfigurationen der grafischen Elemente können Neigungswinkel, Größen und Orientierungen der grafischen Elemente umfassen.

[0096] Die erzeugten grafischen Elemente werden dann auf der Anzeige-Einrichtung (etwa dem HUD-System **150**) angezeigt **950**. Dann kehrt das Verfahren dazu zurück, ein nachfolgendes Bild zu erfassen **910** und wiederholt die nachfolgenden Prozesse.

[0097] Die Schritte und ihre Abfolgen in **Fig. 9** sind nur illustrativ. Beispielsweise kann ein Schritt einer Erfassung der Position des Fahrzeugs hinzugefügt werden, um Schatten von grafischen Elementen zu erzeugen.

Alternative oder zusätzliche Ausführungsbeispiele

[0098] In einem Ausführungsbeispiel, können die Positionierungsinformationen **160** einschließlich GPS-Informationen und dem Kurs des Fahrzeugs verwendet werden, um bei einer Erzeugung des virtuellen Modells zu helfen. Die GPS-Informationen und der Kurs des Fahrzeugs können dazu verwendet werden, den Abschnitt einer Straße zu bestimmen, auf welchem das Fahrzeug fährt, auf einer Karte oder einem Satellitenbild. Auf Basis der Karte oder des Satellitenbilds, können die Orientierung und Breite der Straße gegen die Vogelperspektiven-Ansicht verifiziert werden (vgl. **Fig. 4A** oder **Fig. 4B**). Anpassungen können an der Vogelperspektiven-Ansicht vorgenommen werden, bevor ein virtuelles Modell der Umgebung konstruiert wird.

[0099] In einem Ausführungsbeispiel kann anstelle davon, virtuelle Modelle für die gesamte Länge der Straße zu erzeugen, die in dem erfassten Bild sichtbar ist, nur ein Abschnitt der Straße nahe an dem Fahrzeug verwendet werden, um ein virtuelles Modell zu erzeugen. Bei dem Beispiel von **Fig. 4C** wird ein virtuelles Modell nur für Segment **426** erzeugt. Das Segment **426** kann kontinuierlich mit dem Fortschreiten der Zeit und des Fahrzeugs aktualisiert werden.

[0100] In einem Ausführungsbeispiel, werden Farbinformationen von Straßen alternativ oder zusätzlich dazu verwendet, Linien-Merkmale in dem erfassten Bild zu extrahieren. Straßen haben im Allgemeinen eine gräuliche bis schwarze Farbe. Unter Verwendung solcher Charakteristika der Straße, können Pixel einem Bild, die Farbwerte innerhalb von einem vorbestimmten Farbraum aufweisen, und eine zusammenhängende Region des Bildes ausgewählt werden, um die Straße zu repräsentieren. Eine Detektion von Straßen unter Verwendung von Farbinformationen kann besonders bei Kreuzungen nützlich sein. Die Anordnung von Pixeln kann dann analysiert werden, um die Konfiguration der Straße vor dem Fahrzeug zu bestimmen.

[0101] Obwohl oben verschiedene Ausführungsbeispiele beschrieben wurden, können verschiedene Modifikationen innerhalb des Umfangs der vorliegenden Offenbarung durchgeführt werden.

Patentansprüche

1. Ein Verfahren, umfassend:
Erfassen eines Bildes durch eine Bilderfassungseinrichtung in einem Fahrzeug,
Erfassen visueller Merkmale in dem Bild, die eine Position einer Straße relativ zu dem Fahrzeug angeben,
Konstruieren eines virtuellen Modells einer Umgebung vor dem Fahrzeug auf Basis der erfassten visuellen Merkmale, wobei das virtuelle Modell wenigstens eine Fläche umfasst,

Erzeugen grafischer Elemente, um Informationen auf eine Anzeige-Einrichtung in dem Fahrzeug zu übermitteln,
Konfigurieren der erzeugten grafischen Elemente in Bezug zu der wenigstens einen Fläche des virtuellen Modells, und
Anzeigen der konfigurierten grafischen Elemente auf der Anzeige-Einrichtung.

2. Das Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Anzeige-Einrichtung eine Head-up-Display-Einrichtung ist, welche die grafischen Elemente auf eine Windschutzscheibe des Fahrzeugs projiziert.

3. Das Verfahren nach Anspruch 1, wobei das virtuelle Modell einen Graben repräsentiert, der eine linke Wand, eine rechte Wand, einen Boden und eine Decke umfasst.

4. Das Verfahren nach Anspruch 1, wobei die konfigurierten grafischen Elemente sich verknüpft mit der wenigstens einen Fläche bewegen, um einen Eindruck zu erzeugen, dass die konfigurierten grafischen Elemente an der wenigstens einen Fläche fixiert sind.

5. Das Verfahren nach Anspruch 1, wobei ein Detektieren der visuellen Merkmale umfasst:
Zuschneiden des erfassten Bildes, um einen Bildabschnitt zu extrahieren, der einen Umriss einer Straße umfasst, und
Detektieren von Linien-Merkmalen aus dem zugeschnittenen Bild, welche Ränder der Straße repräsentieren.

6. Das Verfahren nach Anspruch 5, wobei ein Detektieren der visuellen Merkmale weiter umfasst:
Durchführen einer inversen perspektivischen Abbildung an dem zugeschnittenen Bild, um ein Bild aus einer Vogelperspektive zu erzeugen,
Verwenden eines separierbaren Filters an dem Bild in Vogelperspektive, um ein gefiltertes Bild zu erzeugen, wobei die Linien-Merkmale aus dem gefilterten Bild detektiert werden, und
Anpassen von Kurven an die erfassten Linien-Merkmale.

7. Verfahren nach Anspruch 1, wobei ein Erzeugen der grafischen Elemente umfasst:
Bestimmen einer Position und eines Kurses des Fahrzeugs, und
Beschaffen von Informationen von einer Informationsquelle auf Basis der Position oder des Kurses des Fahrzeugs.

8. Das Verfahren nach Anspruch 7, wobei ein Erzeugen der grafischen Elemente weiter umfasst, ein Profil eines Benutzers und die Position oder den Kurs des Fahrzeugs zu verwenden, um die grafischen Elemente zu erzeugen.

9. Das Verfahren nach Anspruch 1, weiter umfassend:

Bestimmen eines Kurses und einer Position des Fahrzeugs,
Bestimmen einer aktuellen Zeit,
Bestimmen einer Position der Sonne relativ zu dem Fahrzeug auf Basis der bestimmten aktuellen Zeit, des bestimmten Kurses und der bestimmten Position, Erzeugen von Schatten von wenigstens einem der konfigurierten grafischen Elemente auf Basis der Position der Sonne, und
Anzeigen der Schatten auf der Anzeige-Einrichtung.

10. Das Verfahren nach Anspruch 1, weiter umfassend:

Detektieren eines Fußgängers, der wahrscheinlich die Straße vor dem Fahrzeug überqueren wird, und Erzeugen eines grafischen Elements, welches einen Überweg an einem Abschnitt der Straße repräsentiert, über welchen der Fußgänger wahrscheinlich die Straße überqueren wird.

11. Ein erweiterte-Realität-System, umfassend:
eine Bilderfassungseinrichtung, die in einem Fahrzeug installiert ist, um ein Bild zu erfassen, welches eine Straße vor dem Fahrzeug umfasst,
einen Bild-Merkmal-Detektor, der mit der Bilderfassungseinrichtung gekoppelt und dazu konfiguriert ist, visuelle Merkmale in dem Bild zu detektieren, die eine Position einer Straße relativ zu dem Fahrzeug angeben,
einen Modell-Generator, der mit dem Bild-Merkmal-Detektor gekoppelt und dazu konfiguriert ist, ein virtuelles Modell einer Umgebung vor dem Fahrzeug auf Basis der visuellen Merkmale zu konstruieren, wobei das virtuelle Modell wenigstens eine Fläche umfasst,
einen Grafikelement-Generator, der dazu konfiguriert ist, dass grafische Elemente Informationen übertragen,
eine Grafikbild-Rendereinrichtung, die dazu konfiguriert ist, Konfigurationen der erzeugten grafischen Elemente einzustellen, in Bezug auf die wenigstens eine Fläche des virtuellen Modells, und
eine Anzeige-Einrichtung, die mit der Grafikbild-Rendereinrichtung gekoppelt und dazu konfiguriert ist, die erzeugten grafischen Elemente gemäß den eingestellten Konfigurationen anzuzeigen.

12. System nach Anspruch 11, wobei die Anzeige-Einrichtung eine Head-up-Display-Einrichtung ist, welche die grafischen Elemente auf eine Windschutzscheibe des Fahrzeugs projiziert.

13. Das System nach Anspruch 11, wobei das virtuelle Modell einen Graben repräsentiert, der eine linke Wand, eine rechte Wand, einen Boden und eine Decke umfasst.

14. Das System nach Anspruch 11, wobei die Konfigurationen der grafischen Elemente dazu eingestellt

sind, die grafischen Elemente verknüpft mit der wenigstens einen Fläche zu bewegen, um einen Eindruck zu erzeugen, dass die grafischen Elemente an der wenigstens einen Fläche fixiert sind.

15. Das System nach Anspruch 11, wobei der Bildmerkmal-Detektor dazu konfiguriert ist: das erfasste Bild zuzuschneiden, um einen Bildabschnitt zu extrahieren, der einen Umriss einer Straße umfasst, und Linien-Merkmale an dem zugeschnittenen Bild zu detektieren, welche Ränder der Straße repräsentieren.

16. Das System nach Anspruch 15, wobei der Bildmerkmal-Detektor weiter dazu konfiguriert ist, eine inverse perspektivische Abbildung an dem zugeschnittenen Bild durchzuführen, um ein Bild in Vogelperspektive zu erzeugen, eine separierbare Filterung an dem Bild in Vogelperspektive anzuwenden, um ein gefiltertes Bild zu erzeugen, wobei die Linien-Merkmale aus dem gefilterten Bild detektiert werden, und Kurven an die detektierten Linien-Merkmale anzupassen.

17. Das System nach Anspruch 15, wobei der Grafikelement-Generator dazu konfiguriert ist: Position und Kurs des Fahrzeugs zu bestimmen, und Informationen von einer Informationsquelle auf Basis der Position oder des Kurses des Fahrzeugs zu beschaffen.

18. Das System nach Anspruch 11, weiter umfassend eine Umgebungszustand-Analyseeinrichtung, die dazu konfiguriert ist: eine Position der Sonne auf Basis der bestimmten aktuellen Zeit, des bestimmten Kurses und der bestimmten Position zu bestimmen, und Schatten von wenigstens einem der konfigurierten grafischen Elemente auf Basis der Position der Sonne zur Anzeige auf der Anzeige-Einrichtung zu erzeugen.

19. Das System nach Anspruch 11, weiterhin umfassend einen Fußgänger-Detektor, der dazu konfiguriert ist, einen Fußgänger zu detektieren, der wahrscheinlich die Straße vor dem Fahrzeug überqueren wird, und wobei der Grafikelemente-Generator weiter dazu konfiguriert ist, ein grafisches Element zu erzeugen, das einen Überweg an einem Abschnitt der Straße repräsentiert, über welchen der Fußgänger wahrscheinlich die Straße überqueren wird.

20. Ein nichtflüchtiges, computerlesbares Speichermedium, welches Anweisungen darauf speichert, wobei die Anweisungen bei Ausführung durch einen Prozessor bewirken, dass der Prozessor: visuelle Merkmale in einem Bild detektiert, die eine Position einer Straße relativ zu dem Fahrzeug ange-

ben, wobei das Bild durch eine Bilderfassungseinrichtung in dem Fahrzeug erfasst wird, ein virtuelles Modell einer Umgebung vor dem Fahrzeug auf Basis der visuellen Merkmale konstruiert, wobei das virtuelle Modell wenigstens eine Fläche umfasst, grafische Elemente erzeugt, um Informationen auf eine Anzeige-Einrichtung in dem Fahrzeug zu übermitteln, die erzeugten grafischen Elemente in Bezug auf die wenigstens eine Fläche des virtuellen Modells konfiguriert und die konfigurierten grafischen Elemente auf der Anzeige-Einrichtung anzeigt.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

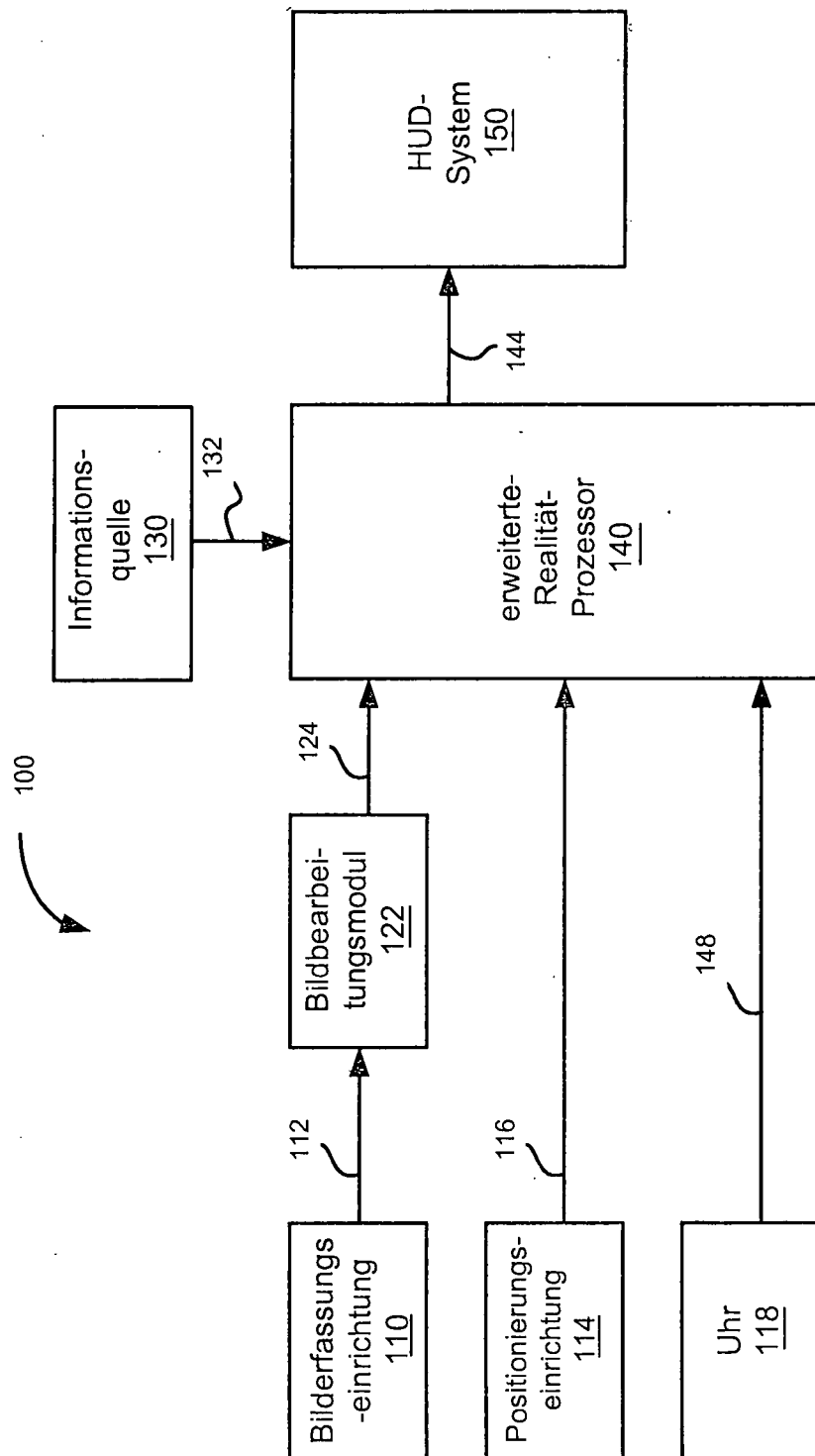


FIG. 1

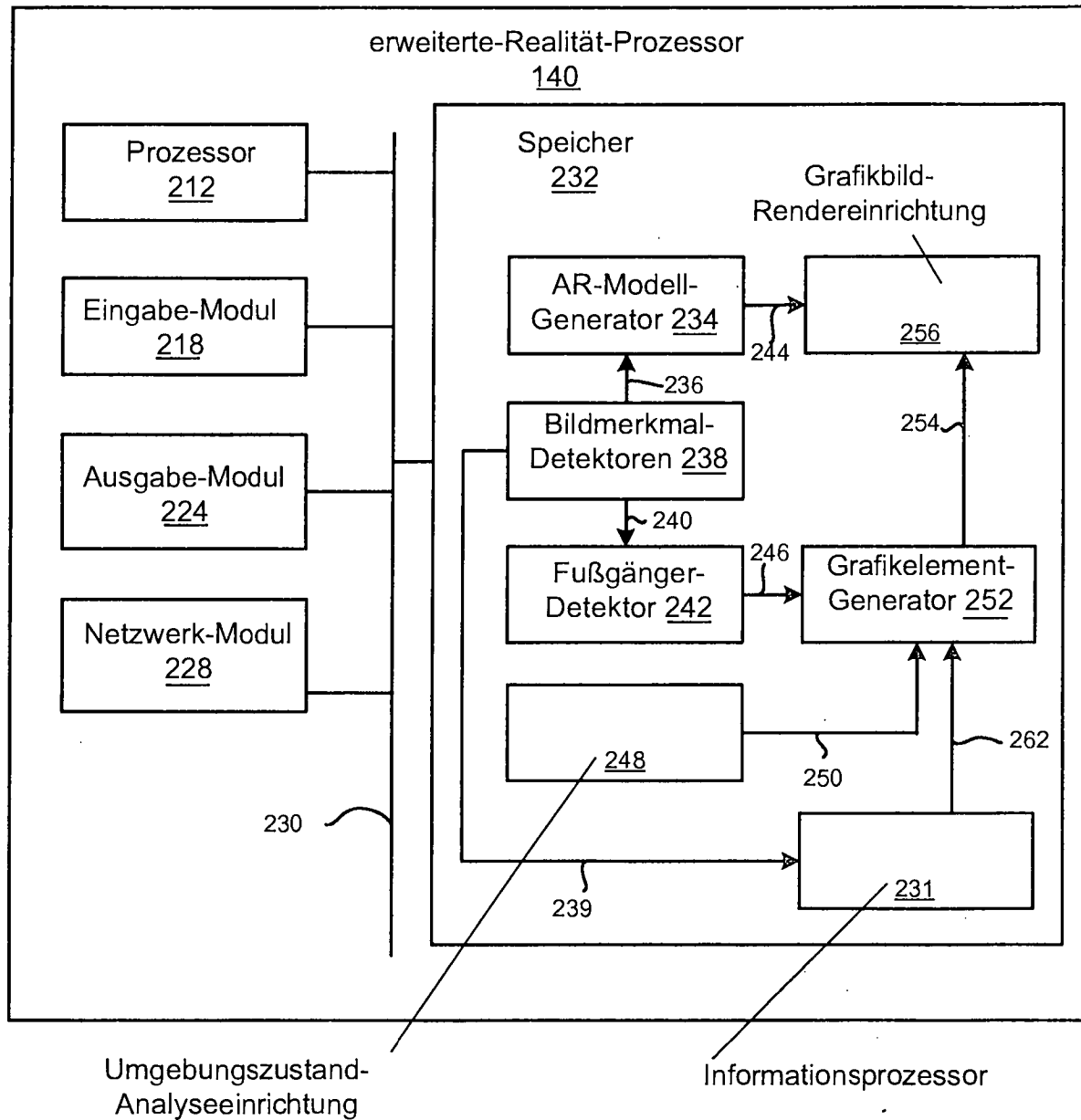


FIG. 2

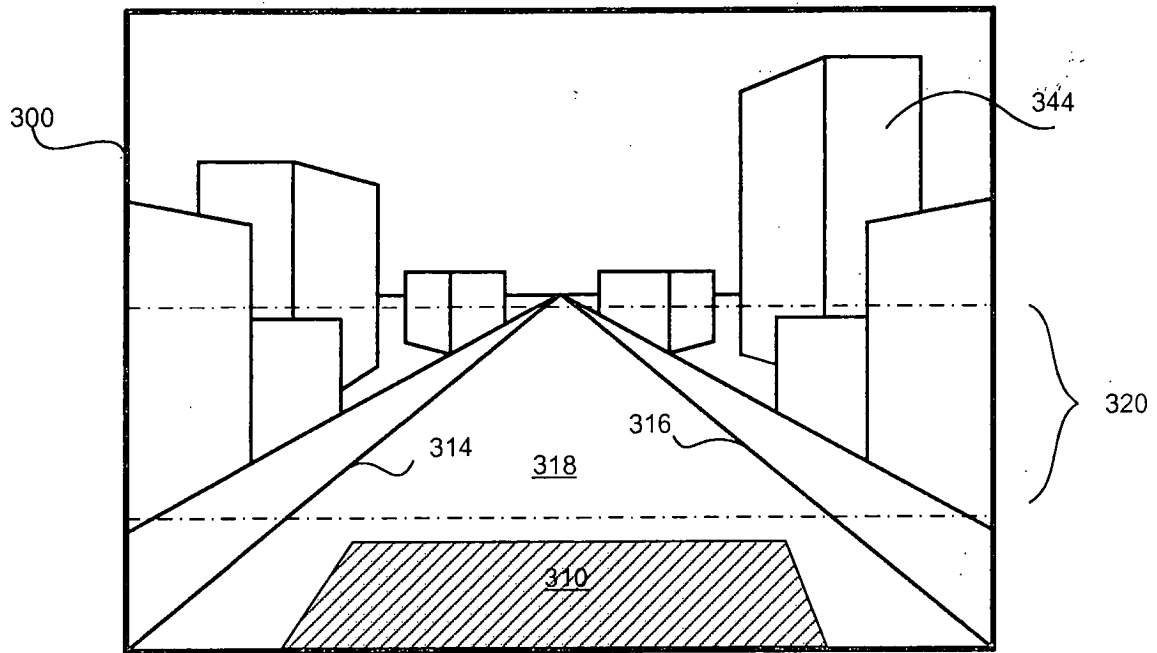


FIG. 3

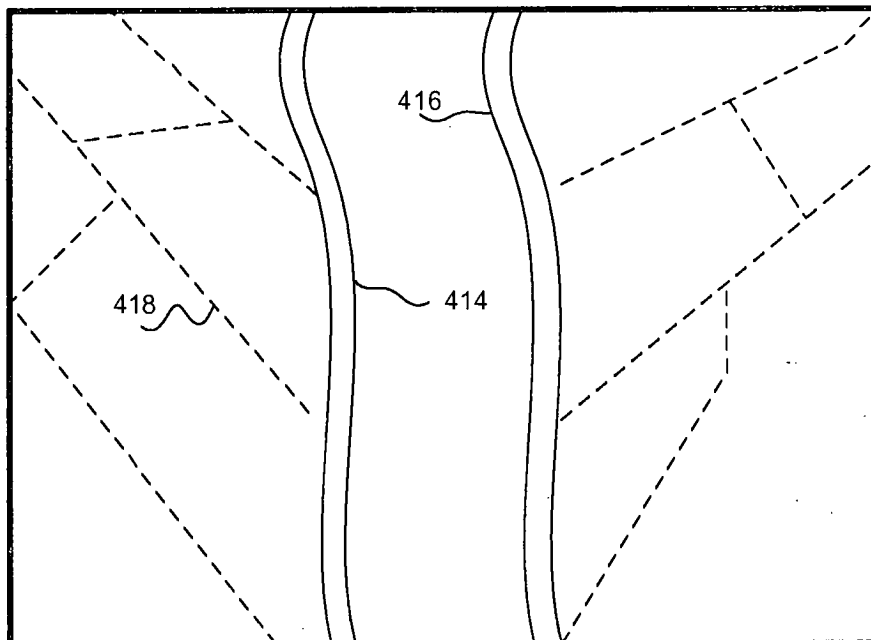


FIG. 4A

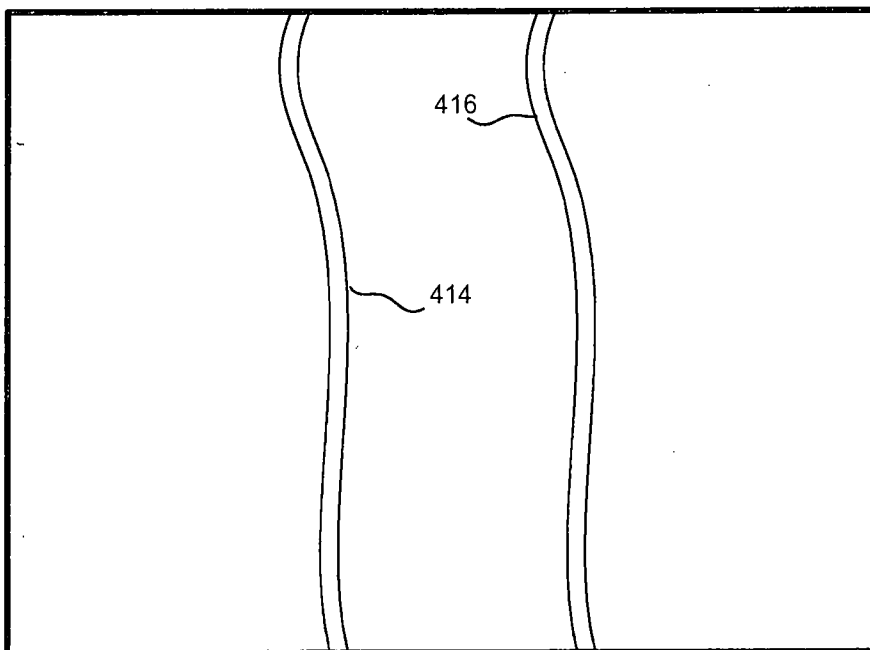


FIG. 4B

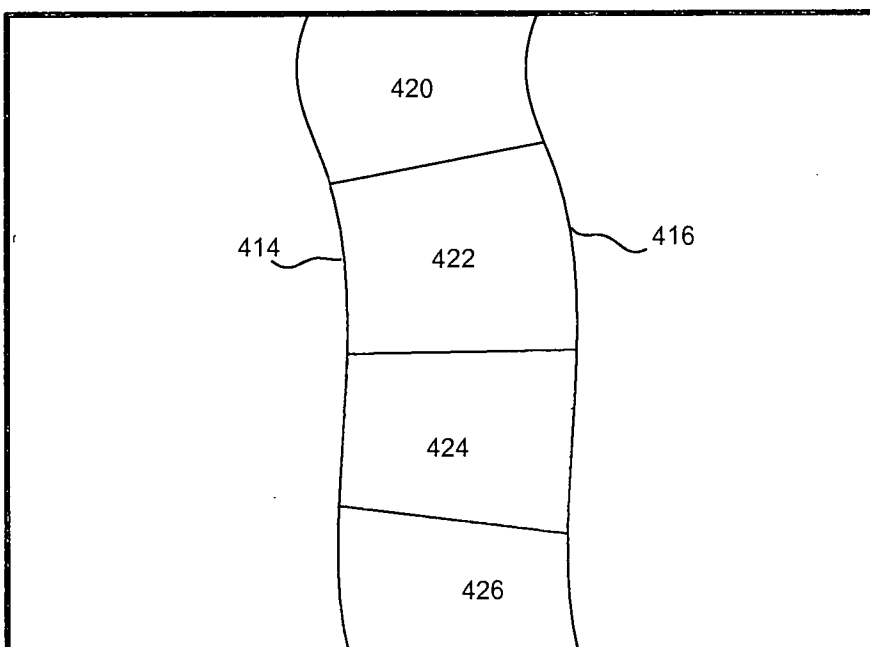


FIG. 4C

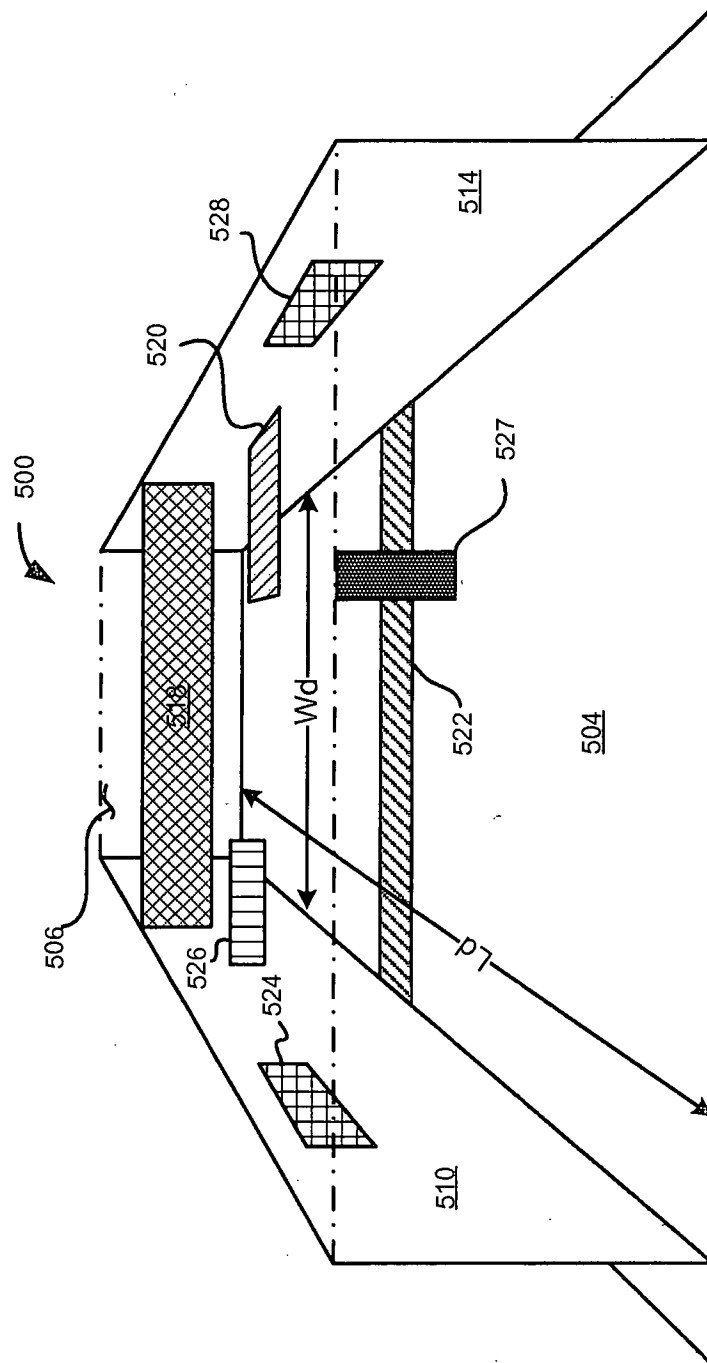


FIG. 5

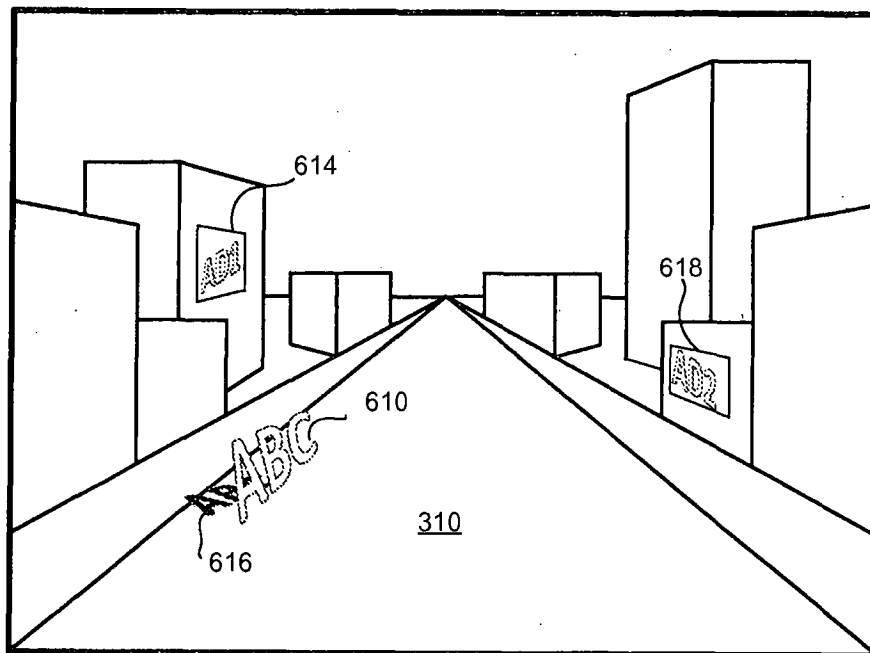


FIG. 6

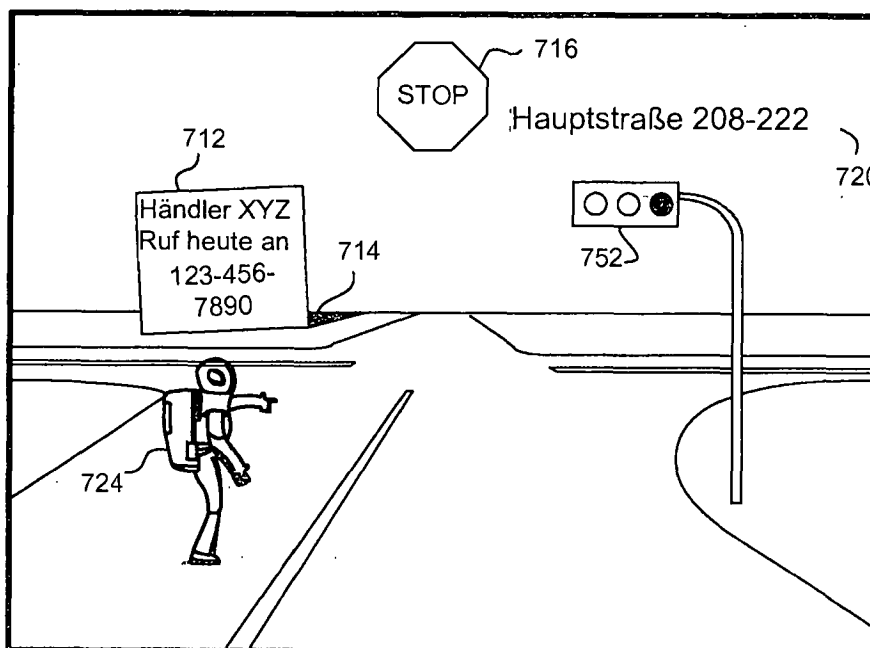


FIG. 7

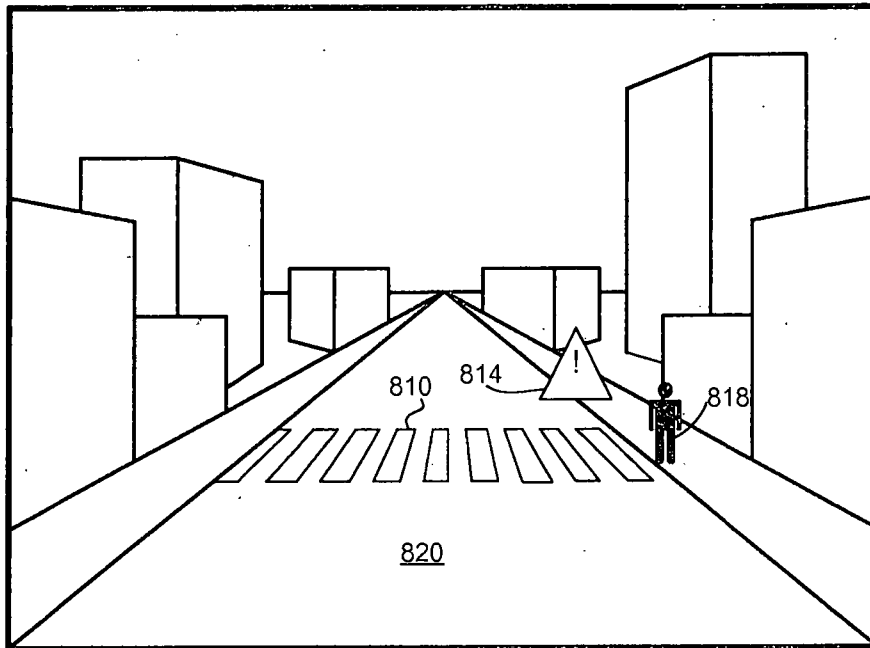


FIG. 8A

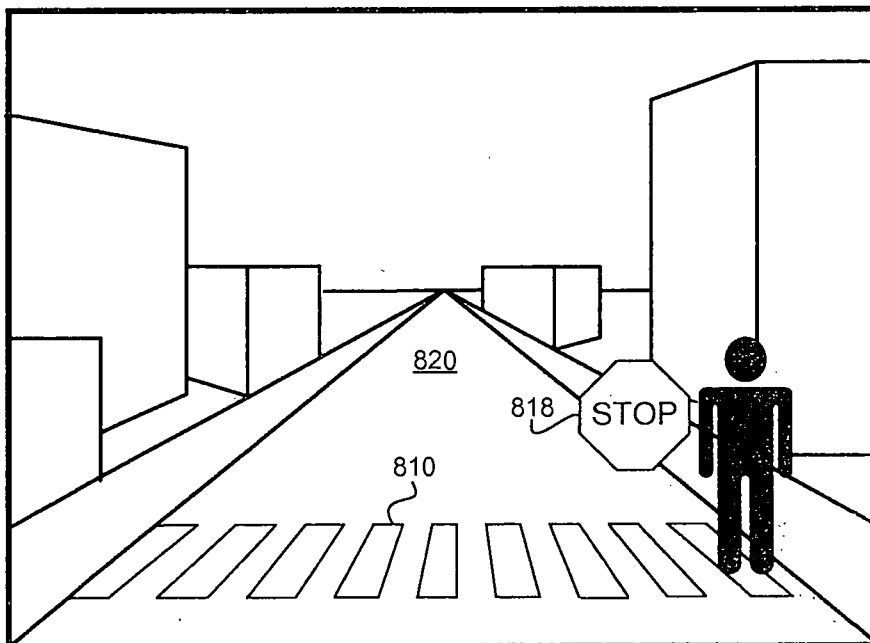


FIG. 8B

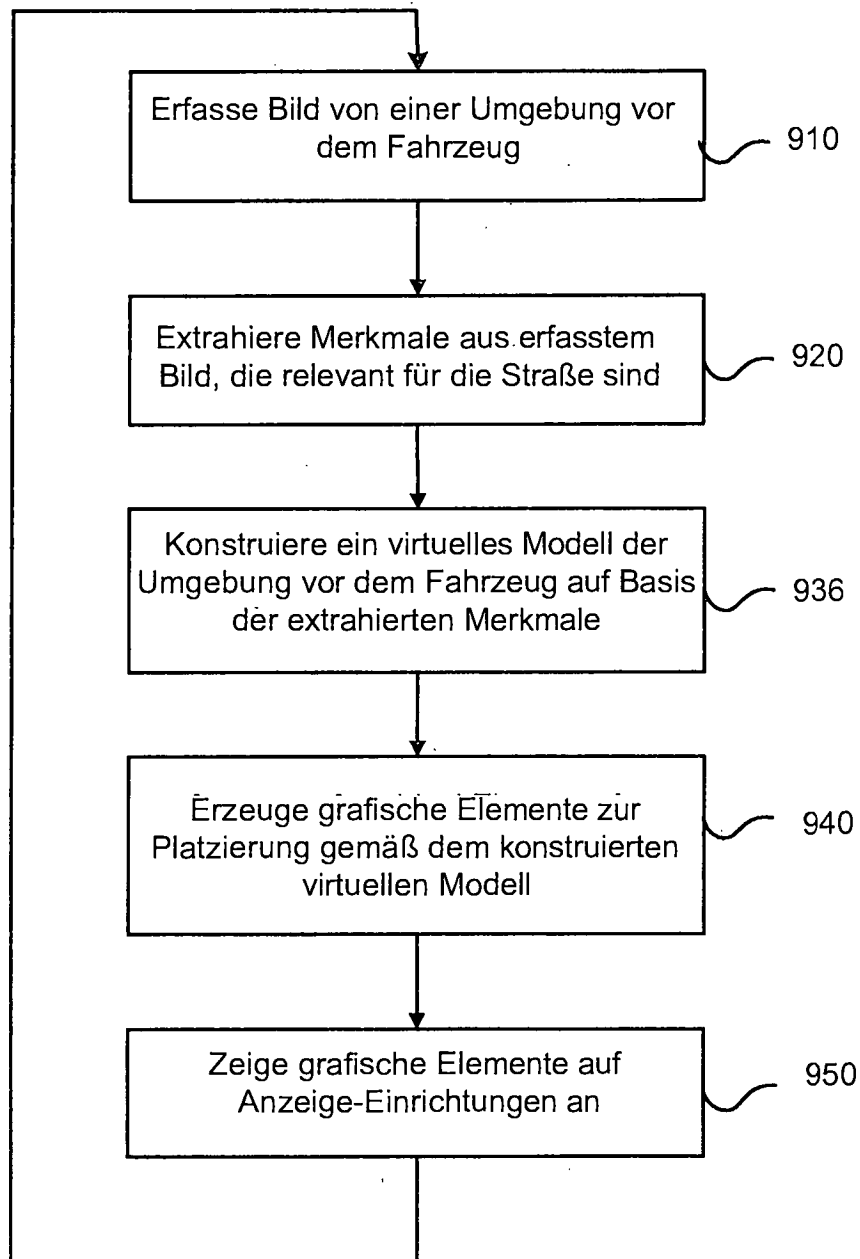


FIG. 9