



(10) **DE 10 2018 104 088 A1** 2018.09.06

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 104 088.1**
(22) Anmeldetag: **22.02.2018**
(43) Offenlegungstag: **06.09.2018**

(51) Int Cl.: **B60W 30/12 (2006.01)**
B60W 10/04 (2006.01)
B60W 10/18 (2012.01)
B60W 10/20 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
15/448,730 03.03.2017 US

(74) Vertreter:
Manitz Finsterwald Patentanwälte PartmbB, 80336 München, DE

(71) Anmelder:
GM Global Technology Operations LLC, Detroit, Mich., US

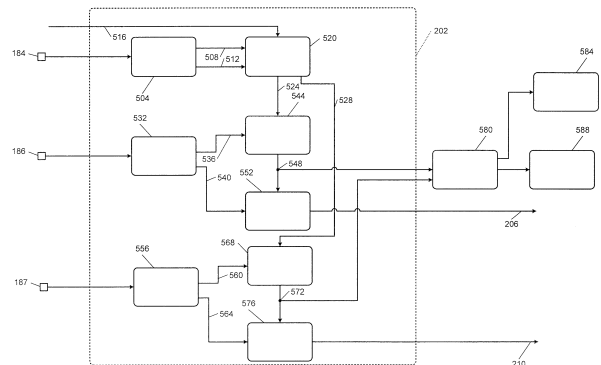
(72) Erfinder:
Song, Xiaofeng F., Milford, Mich., US; Yaldo, Valor, Warren, Mich., US

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **FAHRSPURERFASSUNGSSYSTEME UND -VERFAHREN**

(57) Zusammenfassung: Ein Fahrspurverfahren beinhaltet: das Identifizieren von Standorten auf einer Fahrspur, die in einem ersten Bild enthalten ist, das unter Verwendung einer ersten Kamera erfasst ist, die Bilder neben dem Fahrzeug erfasst, wobei die erste Kamera auf einem Spiegel angebracht ist, der beweglich ist; basierend auf den Standorten der Fahrspur, die eine der Fahrspur entsprechenden erste lineare Gleichung ermittelt; das Ermitteln einer Entfernung zur Fahrspur, basierend auf der ersten linearen Gleichung; Identifizieren von Standorten auf der Fahrspur, die in einem zweiten Bild enthalten ist, das unter Verwendung einer zweiten Kamera erfasst ist, die Bilder im vorderen Bereich des Fahrzeugs erfasst; basierend auf den Standorten der im zweiten Bild enthaltenen Fahrspur, das Ermitteln einer zweiten linearen Gleichung, die der Fahrspur entspricht; basierend auf der ersten und der zweiten linearen Gleichung, das Ermitteln eines Winkels zwischen der ersten und der zweiten Linie, die der jeweils ersten und der zweiten linearen Gleichung entsprechen; und das Ermitteln einer korrigierten Entfernung zur Fahrspur basierend auf der Entfernung und dem Winkel.



Beschreibung

EINLEITUNG

[0001] Die in diesem Abschnitt bereitgestellten Informationen dienen der allgemeinen Darstellung des Kontextes der Offenbarung. Die Arbeit der gegenwärtig genannten Erfinder - im in diesem Abschnitt beschriebenen Umfang - sowie Aspekte der Beschreibung, die zum Zeitpunkt der Anmeldung nicht anderweitig als Stand der Technik gelten, gelten gegenüber der vorliegenden Offenbarung weder ausdrücklich noch konkludent als Stand der Technik.

[0002] Die vorliegende Offenbarung betrifft Fahrzeuge und vor allem Fahrspuridentifizierungssysteme und -verfahren.

[0003] Fahrzeuge beinhalten eine oder mehrere Drehmomenterzeugungsvorrichtungen, wie etwa einen Verbrennungsmotor und/oder einen Elektromotor. Ein Beifahrer eines Fahrzeugs fährt innerhalb der Fahrgastzelle (oder des Fahrgastraums) des Fahrzeugs.

[0004] Autonome Antriebssysteme fahren das Fahrzeug völlig unabhängig von einem menschlichen Fahrer. Autonome Antriebssysteme steuern unabhängig von einem Fahrer zum Beispiel die Beschleunigungs-, Brems-, und Lenksysteme eines Fahrzeugs. Halbautonome Antriebssysteme fahren ein Fahrzeug teilweise unabhängig von einem menschlichen Fahrer. Halbautonome Antriebssysteme können zum Beispiel das Lenksystem unabhängig von einem Fahrer steuern, während sie sich zugleich auf den Fahrer stützen einer Sollgeschwindigkeit einzustellen, die das halbautonome Antriebssystem durch Steuern der Beschleunigung und Bremssysteme erzielt.

KURZDARSTELLUNG

[0005] In einem Merkmal wird das Fahrspurerfassungssystem eines Fahrzeugs beschrieben. Ein erstes Linienmodul ist dazu konfiguriert: Standorte einer Fahrspurlinie zu identifizieren, die in einem ersten Bild enthalten ist, das unter Verwendung einer ersten Bilder außerhalb und neben dem Fahrzeug erfassenden Kamera erfasst ist, wobei die Kamera an einem Außenrückblickspiegel angebracht ist, der um einen festen Drehpunkt beweglich ist; basierend auf Standorten der in dem ersten Bild enthaltenen Fahrspurlinie, eine erste der Fahrspurlinie entsprechenden lineare Gleichung zu ermitteln; und einer Entfernung zur Fahrspurlinie, basierend auf der ersten linearen Gleichung zu ermitteln. Ein zweites Linienmodul ist dazu konfiguriert: Standorte auf der Fahrspurlinie zu identifizieren, die in einem zweiten Bild enthalten ist, das unter Verwendung einer zweiten Kamera erfasst ist, die Bilder außerhalb und vor dem

Fahrzeug erfasst; basierend auf den Standorten der in dem zweiten Bild enthaltenen Fahrspurlinie, eine der Fahrspurlinie entsprechende zweite lineare Gleichung zu ermitteln. Ein Winkelmodul ist dazu konfiguriert, basierend auf der ersten und der zweiten linearen Gleichung, jeweils einen Winkel zwischen einer ersten und einer zweiten Linie entsprechend der ersten und der zweiten linearen Gleichung zu ermitteln. Ein Korrekturmodul ist dazu konfiguriert, eine korrigierte Entfernung zur Fahrspurlinie basierend auf der Entfernung und dem Winkel zu ermitteln.

[0006] In weiteren Merkmalen ist ein drittes Linienmodul zu Folgendem konfiguriert: Standorte einer zweiten Fahrspurlinie zu identifizieren, die in einem dritten Bild enthalten ist, das unter Verwendung einer Bilder außerhalb und neben dem Fahrzeug erfassenden dritten Kamera erfasst ist, wobei die Kamera an einem Außenrückblickspiegel angebracht ist, der um einen zweiten festen Drehpunkt beweglich ist; basierend auf Standorten der in dem dritten Bild enthaltenen zweiten Fahrspurlinie, eine dritte der Fahrspurlinie entsprechenden lineare Gleichung zu ermitteln; und einer zweiten Entfernung zur zweiten Fahrspurlinie, basierend auf der dritten linearen Gleichung zu ermitteln. Das zweite Linienmodul ist ferner konfiguriert, Standorte auf der zweiten Fahrspurlinie zu identifizieren, die in dem zweiten Bild enthalten sind, das unter Verwendung einer zweiten Kamera erfasst ist; und basierend auf den Standorten der im zweiten Bild enthaltenen zweiten Fahrspurlinie, eine der zweiten Fahrspurlinie entsprechende vierte Gleichung zu ermitteln. Ein zweites Winkelmodul ist konfiguriert, um, basierend auf der dritten und der vierten linearen Gleichung, einen zweiten Winkel zwischen der dritten und der vierten Linie, die der jeweils dritten und der vierten Gleichung entsprechen, zu ermitteln; und ein zweites Korrekturmodul ist dazu konfiguriert, eine zweite korrigierte Entfernung zur zweiten Fahrspurlinie, basierend auf der zweiten Entfernung und dem zweiten Winkel zu ermitteln.

[0007] In weiteren Merkmalen ist ein Lenksteuermodul dazu konfiguriert, um ein Lenkstellglied des Fahrzeugs, basierend auf der korrigierten Entfernung, selektiv einzustellen.

[0008] In weiteren Merkmalen ist ein Spiegelsteuermodul dazu konfiguriert, den Außenrückblickspiegel um einen festen Drehpunkt selektiv Richtung null zu bewegen, basierend auf dem Einstellen des Winkels zwischen der ersten und der zweiten Linie, die der jeweils ersten und zweiten linearen Gleichung entsprechen.

[0009] In weiteren Merkmalen ist ein Motorsteuermodul dazu konfiguriert, ein Motorstellglied des Fahrzeugs basierend auf der korrigierten Entfernung selektiv einzustellen.

[0010] In weiteren Merkmalen ist ein Bremssteuermodul dazu konfiguriert, das Anwenden der Reibungsbremsen des Fahrzeugs, basierend auf der korrigierten Entfernung, selektiv einzustellen.

[0011] In weiteren Merkmalen ist das zweite Linienmodul dazu konfiguriert, die zweite Liniengleichung ferner, basierend auf einem erwarteten Standort der ersten Kamera, zu ermitteln.

[0012] In weiteren Merkmalen ist das zweite Linienmodul dazu konfiguriert, die zweite lineare Gleichung ferner, basierend auf einem Verzögerungszeitraum zwischen einem Zeitpunkt, an dem ein Abschnitt der Fahrspurlinie im zweiten Bild enthalten ist und einem Zeitpunkt, an dem der Abschnitt der Fahrspurlinie im ersten Abschnitt enthalten ist, zu ermitteln.

[0013] In weiteren Merkmalen ist das erste Linienmodul konfiguriert, die Entfernung zur Fahrspurlinie ferner basierend auf einer vorgegebenen Entfernung zwischen einer Seite des Fahrzeugs und einem Standort auf der ersten Kamera zu ermitteln.

[0014] In weiteren Merkmalen ist das Fahrerwarenumodul dazu konfiguriert, basierend auf der korrigierten Entfernung, mindestens eine aus einer akustischen, einer visuellen und einer taktilen Ausgabe selektiv zu generieren.

[0015] In einem Merkmal beinhaltet ein Fahrspurverfahren für ein Fahrzeug: Identifizieren von Standorten auf einer Fahrspurline, die in einem ersten Bild enthalten ist, das unter Verwendung einer ersten Kamera erfasst ist, die Bilder außerhalb und neben dem Fahrzeug erfasst, wobei die Kamera auf einem Außenrückblickspegel angebracht ist, der um einen festen Drehpunkt drehbar ist; basierend auf den Standorten der im ersten Bild enthaltenen Fahrspurline, Ermitteln einer ersten der Fahrspur entsprechenden linearen Gleichung; Ermitteln einer Entfernung zur Fahrspurline, basierend auf der ersten linearen Gleichung; Identifizieren von Standorten auf der Fahrspurline, die in einem zweiten Bild enthalten ist, das unter Verwendung einer zweiten Kamera erfasst ist, die Bilder im äußeren und vorderen Bereich des Fahrzeugs erfasst; basierend auf den Standorten der im zweiten Bild enthaltenen Fahrspurline, Ermitteln einer zweiten linearen Gleichung, die der Fahrspurline entspricht; basierend auf der ersten und der zweiten linearen Gleichung, Ermitteln eines Winkels zwischen der ersten und der zweiten Linie, die der jeweils ersten und der zweiten linearen Gleichung entsprechen; und Ermitteln einer korrigierten Entfernung zur Fahrspurline basierend auf der Entfernung und dem Winkel.

[0016] In weiteren Merkmalen beinhaltet das Fahrspurverfahren ferner: das Identifizieren von Standorten einer zweiten in einem dritten Bild

enthaltenen Fahrspurline, das unter Verwendung einer dritten Kamera erfasst ist, die Bilder außerhalb von und neben dem Fahrzeug erfasst, wobei die Kamera auf einem zweiten Außenrückblickspegel angebracht ist, der um einen zweiten festen Drehpunkt beweglich ist; basierend auf den Standorten der zweiten im dritten Bild enthaltenen Fahrspurline, das Ermitteln einer dritten linearen Gleichung, die der zweiten Fahrspurline entspricht; das Ermitteln einer zweiten Entfernung zur zweiten Fahrspurline, basierend auf der dritten linearen Gleichung; das Identifizieren von Standorten der zweiten Fahrspurline, die im zweiten Bild enthalten ist, das unter Verwendung der zweiten Kamera erfasst ist; basierend auf den Standorten der im zweiten Bild enthaltenen zweiten Fahrspurline, Ermitteln einer vierten linearen Gleichung, die der zweiten Fahrspurline entspricht; basierend auf der dritten und der vierten linearen Gleichung, das Ermitteln eines zweiten Winkels zwischen der dritten und der vierten Linie, die der jeweils dritten und der vierten linearen Gleichung entspricht; und das Ermitteln einer zweiten korrigierten Entfernung zur zweiten Fahrspurline, basierend auf der zweiten Entfernung und dem zweiten Winkel.

[0017] In weiteren Merkmalen beinhaltet das Fahrspurverfahren, basierend auf der korrigierten Entfernung, ferner das selektive Einstellen eines Lenkstellglieds des Fahrzeugs.

[0018] In weiteren Merkmalen beinhaltet das Fahrspurverfahren ferner das selektive Bewegen des Außenrückblickspegels um einen festen Drehpunkt Richtung null, basierend auf dem Einstellen des Winkels zwischen der ersten und der zweiten Linie, die der jeweils ersten und zweiten linearen Gleichung entspricht.

[0019] In weiteren Merkmalen beinhaltet das Fahrspurverfahren ferner das selektive Einstellen eines Motorstellglieds des Fahrzeugs basierend auf der korrigierten Entfernung.

[0020] In weiteren Merkmalen beinhaltet das Fahrspurverfahren ferner das selektive Einstellen der Anwendung der Reibungsbremsen des Fahrzeugs, basierend auf der korrigierten Entfernung.

[0021] In weiteren Merkmalen beinhaltet das Ermitteln der zweiten linearen Gleichung das Ermitteln der zweiten linearen Gleichung, ferner basierend auf einem erwarteten Standort der ersten Kamera.

[0022] In weiteren Merkmalen beinhaltet das Ermitteln der zweiten linearen Gleichung das Ermitteln der zweiten linearen Gleichung ferner basierend auf einem Verzögerungszeitraum zwischen einem Zeitpunkt, an dem ein Abschnitt der Fahrspurline im zweiten Bild enthalten ist und einem Zeitpunkt, an

dem der Abschnitt der Fahrspurlinie im ersten Abschnitt enthalten ist.

[0023] In weiteren Merkmalen beinhaltet das Ermitteln der Entfernung zur ersten Fahrspurlinie das Ermitteln der Entfernung zur Fahrspurlinie basierend auf einer vorgegebenen Entfernung zwischen einer Seite des Fahrzeugs und einem Standort auf der ersten Kamera.

[0024] In weiteren Merkmalen beinhaltet das Fahrspurerefassungsverfahren, basierend auf der korrigierten Entfernung, das selektive Generieren mindestens einer aus einer akustischen, einer visuellen und einer taktilen Ausgabe.

[0025] Weitere Anwendungsbereiche der vorliegenden Offenbarung ergeben sich aus der detaillierten Beschreibung, den Ansprüchen und den Zeichnungen. Die detaillierte Beschreibung und die spezifischen Beispiele dienen lediglich der Veranschaulichung und schränken den Umfang der Offenbarung nicht ein.

Figurenliste

[0026] Die vorliegende Offenbarung wird verständlicher unter Zuhilfenahme der ausführlichen Beschreibung und der zugehörigen Zeichnungen, worin gilt:

Fig. 1 beinhaltet eine exemplarische Draufsicht eines sich zwischen der linken und der rechten Fahrspurlinie befindlichen Fahrzeugs;

Fig. 2 ist ein Funktionsblockdiagramm eines exemplarischen Fahrzeugsystems;

Fig. 3 ist ein Funktionsblockdiagramm einer exemplarischen Implementierung eines Antriebssteuermoduls;

Fig. 4 ist eine exemplarische Draufsicht, die eine Seite eines Fahrzeugs und einen Außenrückblickspiegel beinhaltet;

Fig. 5 beinhaltet ein exemplarisches Diagramm, das Fahrspurlinien veranschaulicht, die basierend auf verschiedenen Standorten einer auf einem Außenrückblickspiegel angebrachten Kamera ermittelt werden;

Fig. 6 ein Funktionsblockdiagramm eines exemplarischen Fahrspurbegrenzungsmoduls; und

Fig. 7 ist ein Flussdiagramm, das ein exemplarisches Verfahren zum Korrigieren von Entfernungen zur rechten und linken Fahrspurlinie abbildet, basierend auf tatsächlichen Standorten der nach links und rechts gerichteten Kameras und zum selektiven Anpassen eines oder mehrerer Fahrzeugstellglieder, basierend auf korrigierten Entfernungen.

[0027] In den Zeichnungen werden dieselben Referenznummern für ähnliche und/oder identische Elemente verwendet.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0028] Autonome und einige halbautonome Antriebssysteme halten ein Fahrzeug zwischen der rechten und der linken Fahrspurlinie. Ein Fahrzeug kann nach vorne und zur Seite gerichtete Kameras beinhalten, um Bilder zu erfassen und um Standorte der linken und rechten Fahrspurlinie zu ermitteln. Die zur Seite gerichteten Kameras können auf dem Außenrückblickspiegel des Fahrzeugs angebracht werden. Die Außenrückblickspiegel können um einen festen Drehpunkt beweglich sein.

[0029] Eine erste Gleichung (z. B. lineare Gleichung), welche die linke Fahrspurlinie darstellt, kann basierend auf Standorten der linken Fahrspurlinie, in einem oder mehreren Bildern der nach vorne gerichteten Kamera generiert werden. Eine zweite Gleichung (z. B. eine lineare Gleichung), welche die linke Fahrspurlinie darstellt, kann auch basierend auf Standorten der linken Fahrspurlinie in einem oder mehreren Bildern der zur Seite gerichteten den Bereich auf der linken Seite des Fahrzeugs abbildenden Kamera, generiert werden. Dasselbe kann für die rechte Fahrspur durchgeführt werden, basierend auf den Bildern von der nach vorne gerichteten Kamera und den Bildern der zur Seite gerichteten Kamera, die den rechten Bereich des Fahrzeugs abbilden.

[0030] Wenn eine Abweichung (z. B. Winkel) zwischen der ersten und der zweiten Gleichung größer als ein vorgegebener Wert ist, kann die Fahrspurlinienerfassung und/oder die Fahrzeugsteuerung basierend auf den erfassten Fahrspurlinien deaktiviert werden. Dies ist aufgrund der Tatsache, dass eine Entfernung zur Fahrspurlinie, die basierend auf den Bildern der zur Seite gerichteten Kamera ermittelt werden, den Eindruck vermitteln können, größer als die tatsächliche Entfernung zu sein, wenn die Abweichung größer als der vorgegebene Wert ist.

[0031] Da die Außenrückblickspiegel beweglich sind, kann eine Bewegung der Spiegel eine Abweichung bewirken, die größer als der vorgegebene Wert ist. Zum Beispiel kann physischer Kontakt mit einem Außenrückblickspiegel (z. B. durch das Waschen des Autos, durch einen Menschen, durch ein anderes Auto, usw.) eine Abweichung bewirken, die größer als der vorgegebene Wert ist.

[0032] Gemäß der vorliegenden Anmeldung ermittelt ein Fahrspurbegrenzungsmodul Entfernungen zur rechten und zur linken Fahrspurlinie, basierend auf Bildern der zur Seite gerichteten Kameras. Die Entfernungen können zum Beispiel Entfernungen zwischen den zur Seite gerichteten Kameras und der

linken und rechten Fahrspurlinie oder Entfernungen zwischen der linken und der rechten Seite des Fahrzeugs und der linken und der rechten Fahrspurlinie sein. Das Erfassungsmodul zur Fahrspurbegrenzung korrigiert die Entfernungen basierend auf einer Abweichung zwischen der ersten und der zweiten Gleichung. Die korrigierten Entfernungen können verwendet werden, sodass die Fahrspurerfassung fortgeführt werden kann und die Fahrzeugsteuerung basierend auf den erfassten Fahrspurlinien fortgeführt werden kann.

[0033] Unter Bezugnahme auf **Fig. 1** wird ein Fahrzeug **10** gezeigt, das sich innerhalb einer Fahrspur **12** fortbewegt, die eine linke Begrenzung **14** und eine rechte Begrenzung **16** aufweist. Das Fahrzeug **10** weist eine Breite **18** und eine Längsachse **20** auf, und die Fahrspur **12** weist eine Breite **22** und eine Mittellinie **24** auf, die an einem Mittelpunkt der Breite **22** angeordnet ist.

[0034] In dem Beispiel aus **Fig. 1** ist die Längsachse **20** des Fahrzeugs **10** auf die Mittellinie **24** der Fahrspur **12** abgestimmt. Somit ist eine Entfernung **26** von der linken Seite des Fahrzeugs **10** zur linken Begrenzung **14** gleich einer Entfernung **28** von der rechten Seite des Fahrzeugs **10** zur rechten Begrenzung **16**.

[0035] Bezieht man sich nun auf **Fig. 2** beinhaltet ein Fahrzeug **110** eine Fahrzeugkarosserie **112**, einen Motor **114**, ein Einlasssystem **116**, einen Drehmomentwandler **118**, ein Getriebe **120**, ein Antriebssystem **122**, Räder **124**, Reibungsbremsen **125**, ein Lenksystem **126**, und eine Fahrerwarnvorrichtung **128**. Ein Motor **114** verbrennt ein Luft-/Kraftstoffgemisch, um ein Antriebsdrehmoment für das Fahrzeug **110** zu erzeugen. Die vom Motor **114** erzeugte Menge an Antriebsdrehmoment basiert auf einer Fahrer-eingabe und/oder einer ersten Eingabe von einem Antriebssteuermodul (DCM) **130**. Die Fahrereingabe kann ein Signal sein, das eine Position eines Gaspedals angibt. Die erste Eingabe von dem DCM **130** kann eine Soll-Beschleunigung des Fahrzeugs sein.

[0036] Das DCM **130** kann die Soll-Beschleunigung des Fahrzeugs einstellen, um eine Soll-Geschwindigkeit des Fahrzeugs aufrechtzuerhalten und/oder einen vorgegebenen Folgeabstand im Verhältnis zu einem sich vor dem Fahrzeug **110** befindlichen Objekt aufrechtzuerhalten. Das DCM **130** kann die Soll-Geschwindigkeit des Fahrzeugs basierend auf dem Standort des Fahrzeugs **110** und einer von der Regierung vorgegebenen Geschwindigkeitsbegrenzung für die Straße, auf der sich das Fahrzeug **110** fortbewegt, ermitteln. Das DCM **130** kann die Geschwindigkeitsbegrenzung ermitteln, zum Beispiel, basierend auf einer Eingabe, die von einem Global-Positioning-System (GPS)-Modul **131** empfangen wird, oder durch Identifizieren der Geschwindigkeitsbegrenzung, die auf einem Geschwindigkeitsbegrenzungsschild an-

gezeigt wird, das sich auf einem unter Verwendung einer Kamera erfassten Bild befindet. Das GPS-Modul **131** kann im Fahrzeug **110** eingebaut (z. B. fahrzeugeigen) sein oder das GPS-Modul **131** kann von dem Fahrzeug **110** entfernt (z. B. davon getrennt) sein. Das GPS-Modul **131** beinhaltet einen Transceiver für die Verbindung mit einem GPS-Satellit.

[0037] Luft wird durch ein Einlasssystem **116** in den Motor **114** gezogen. Das Einlasssystem **116** beinhaltet einen Ansaugkrümmer **132** und ein Drosselventil **134**. Das Drosselventil **134** kann ein Schmetterlingsventil mit einem drehbaren Flügel beinhalten. Ein Motorsteuergerät (Engine Control Module, ECM) **136** steuert ein Drosselstellgliedmodul **137**, das wiederum die Öffnung des Drosselventils **134** zur Regulierung der in den Ansaugkrümmer **132** angesaugten Luftmenge steuert.

[0038] Die Luft vom Ansaugkrümmer **132** wird in die Zylinder des Motors **114** gesaugt. Obwohl der Motor **114** mehrere Zylinder beinhalten kann, ist hier zu Veranschaulichungszwecken nur ein einzelner repräsentativer Zylinder **138** dargestellt. Nur als Beispiel kann der Motor **114** die Zylinder **2, 3, 4, 5, 6, 8, 10** und/oder **12** beinhalten. Das ECM **136** kann einige der Zylinder deaktivieren, was die Kraftstoffeffizienz unter bestimmten Betriebsbedingungen des Motors verbessern kann.

[0039] Der Motor **114** kann nach dem Viertaktprinzip betrieben werden. Die vier nachfolgend beschriebenen Takte werden Einlasstakt, Verdichtungstakt, Verbrennungstakt und Auslasstakt genannt. Während jeder Umdrehung einer Kurbelwelle **140** erfolgen zwei der vier Takte innerhalb des Zylinders **138**. Demzufolge sind zwei Umdrehungen der Kurbelwelle erforderlich, damit der Zylinder **138** alle vier Takte ausführen kann.

[0040] Während des Einlasstakts wird die Luft aus dem Ansaugkrümmer **132** durch ein Einlassventil **142** in den Zylinder **138** gesaugt. Das ECM **136** steuert ein Kraftstoffstellgliedmodul **144**, das die von der Einspritzdrüse **146** ausgeführte Kraftstoffeinspritzung reguliert, um ein Soll-Luft-/Kraftstoffverhältnis zu erreichen. Kraftstoff kann in den Ansaugkrümmer **132** an einer zentralen Stelle oder mehreren Stellen, wie z. B. nahe dem Einlassventil **142** jedes der Zylinder, eingespritzt werden. In verschiedenen Implementierungen kann Kraftstoff direkt in die Zylinder oder in die den Zylindern zugeordneten Mischkammern eingespritzt werden. Das Kraftstoffstellgliedmodul **144** kann das Einspritzen von Kraftstoff in die deaktivierten Zylinder stoppen.

[0041] Der eingespritzte Kraftstoff vermischt sich mit Luft und bildet innerhalb des Zylinders **138** ein Luft-/Kraftstoffgemisch. Während des Verdichtungstaktes komprimiert ein Kolben (nicht dargestellt) im Zylinder

138 das Luft-/Kraftstoffgemisch. Der Motor **114** kann ein Selbstzündungsmotor sein, wobei in diesem Fall die Kompression in Zylinder **138** das Luft-/Kraftstoffgemisch zündet. Alternativ kann der Motor **114** ein Fremdzündungsmotor sein, wobei in diesem Fall ein Zündstellgliedmodul **147** Spannung an eine Zündkerze **148** legt, um basierend auf einem Signal von ECM **136**, einen Zündfunken in Zylinder **138** zu erzeugen, der das Luft-Kraftstoffgemisch entzündet. Der Zeitpunkt des Zündfunkens kann so gelegt werden, dass sich der Kolben in diesem Moment in seiner als oberer Totpunkt (OT) bezeichneten obersten Stellung befindet.

[0042] Das Zündstellgliedmodul **147** kann durch ein Zündzeitpunktsignal gesteuert werden, das festlegt, wie lange vor oder nach dem oberen Totpunkt der Zündfunke gezündet werden soll. Weil die Kolbenstellung direkt mit der Kurbelwellendrehung zusammenhängt, kann der Betrieb des Zündfunkenstellgliedmoduls **147** mit dem Kurbelwellenwinkel synchronisiert werden. In verschiedenen Implementierungen kann das Zündstellgliedmodul **147** die Funkenenerzeugung für deaktivierte Zylinder stoppen.

[0043] Die Erzeugung des Zündfunkens kann auch als ein Zündereignis bezeichnet werden. Das Zündfunkenstellgliedmodul **147** kann die Fähigkeit haben, den Zündzeitpunkt für jedes Zündereignis zu variieren. Das Zündstellgliedmodul **147** kann sogar in der Lage sein, den Zündzeitpunkt für das nächste Zündereignis zu variieren, wenn das Zündzeitpunktsignal zwischen einem letzten und dem nächsten Zündereignis geändert wird. In verschiedenen Implementierungen kann der Motor **114** möglicherweise mehrere Zylinder beinhalten und das Zündstellgliedmodul **147** kann den Zündzeitpunkt im Verhältnis zum OT für alle Zylinder des Motors **114** um den gleichen Betrag variieren.

[0044] Während des Verbrennungstakts drückt die Verbrennung des Luft-/Kraftstoffgemischs den Kolben nach unten und treibt dadurch die Kurbelwelle **140** an. Der Verbrennungstakt kann als die Zeitspanne definiert werden, die zwischen dem Moment liegt, in welchem der Kolben den oberen Totpunkt (OT) erreicht und dem, in welchem der Kolben zum unteren Totpunkt (UT) zurückkehrt. Während des Auslasstakts beginnt der Kolben, sich vom unteren Totpunkt (UT) nach oben zu bewegen und stößt dabei die Abfallprodukte der Verbrennung durch ein Auslassventil **150** aus. Die Abfallprodukte der Verbrennung werden über ein Abgassystem **152** aus dem Fahrzeug ausgestoßen.

[0045] Das Einlassventil **142** kann durch eine Einlassnockenwelle **154** gesteuert werden, während das Auslassventil **150** durch eine Auslassnockenwelle **156** gesteuert werden kann. In unterschiedlichen Implementierungen können mehrere Einlassnocken-

wellen (einschließlich der Einlassnockenwelle **154**) mehrere Einlassventile (einschließlich des Einlassventils **142**) des Zylinders **138** steuern und/oder können die Einlassventile (einschließlich des Einlassventils **142**) mehrerer Zylinderbänke (einschließlich des Zylinders **138**) steuern. Auf ähnliche Weise können mehrere Auslassnockenwellen (einschließlich der Auslassnockenwelle **156**) mehrere Auslassventile des Zylinders **138** steuern und/oder können Auslassventile (einschließlich des Auslassventils **150**) mehrerer Zylinderbänke (einschließlich des Zylinders **138**) steuern.

[0046] Der Zeitpunkt, an dem das Einlassventil **142** geöffnet wird, kann hinsichtlich des oberen Totpunktes des Kolbens durch einen Einlassnockenwellenversteller **158** variiert werden. Der Zeitpunkt, an dem das Auslassventil **150** geöffnet wird, kann hinsichtlich des oberen Totpunktes des Kolbens durch einen Auslassnockenwellenversteller **160** variiert werden. Ein Ventilstellgliedmodul **162** kann Ein- und Auslassnockenversteller **158**, **160** basierend auf Signalen vom ECM **136** steuern. Wenn implementiert, kann der variable Ventilhub auch vom Ventilstellgliedmodul **162** gesteuert werden.

[0047] Das Ventilstellgliedmodul **162** kann den Zylinder **138** durch Deaktivieren des Öffnens des Einlassventils **142** und/oder des Auslassventils **150** deaktivieren. Das Ventilstellgliedmodul **162** kann das Öffnen des Einlassventils **142** deaktivieren, indem es das Einlassventil **142** von dem Einlassnockenversteller **158** entkoppelt. Ebenso kann das Ventilstellgliedmodul **162** das Öffnen des Auslassventils **150** deaktivieren, indem es das Auslassventil **150** von dem Auslassnockenversteller **160** entkoppelt. In verschiedenen Implementierungen kann das Ventilstellgliedmodul **162** das Einlassventil **142** und/oder das Auslassventil **150** mit anderen Vorrichtungen als Nockenwellen steuern, wie z. B. mit elektromagnetischen oder elektrohydraulischen Stellgliedern.

[0048] Das ECM **136** regelt die Position des Drosselventils **134**, die Menge der von der Einspritzdüse **146** durchgeführten Kraftstoffeinspritzungen und/oder Zeitpunkt dieser, den Zeitpunkt, an dem der Zündfunke von den Zündkerzen **148** erzeugt wird, und/oder den Zeitpunkt, an dem die Ein- und Auslassventile **142** und **150** geöffnet werden, um eine Drehmomentausgabe des Motors **114** zu erzielen. Das ECM **136** ermittelt den Soll-Drehmoment des Motors basierend auf der Fahrereingabe und/oder der ersten Eingabe von dem DCM **130**. Das ECM **136** kann ermitteln, ob das Soll-Drehmoment des Motors basierend auf der Fahrereingabe oder der ersten Eingabe, die auf einer zweiten Eingabe von dem DCM **130** basiert, ermittelt werden soll. Das DCM **130** kann steuern, ob das ECM **136** die Fahrereingabe oder das erste Eingabe verwendet, um das Soll-Drehmoment des Motors, basierend darauf, ob der Fuß des Fahrers

sich auf dem Gaspedal befindet, zu ermitteln. Das DCM **130** kann ermitteln, dass der Fuß des Fahrers sich auf dem Gaspedal befindet, wenn die Gaspedalposition einen Pedalabsenkungsgrad angibt, der größer als ein vorgegebener Grad ist.

[0049] Das Antriebsdrehmoment an der Kurbelwelle **140** wird durch den Drehmomentwandler **118**, durch das Getriebe **120**, durch das Antriebssystem **122** und auf die Räder **124** übertragen. Das Antriebssystem **122** beinhaltet eine Antriebswelle **164**, ein Differential **166**, und Achswellen **168**. Der Drehmomentwandler **118**, das Getriebe **120** und das Differential **166** verstärken das Motordrehmoment durch mehrere Übersetzungsverhältnisse, um Achsdrehmoment an den Achswellen **168** bereitzustellen. Das Achsdrehmoment dreht die Räder **124**, wodurch das Fahrzeug **110** vorwärts oder rückwärts beschleunigt.

[0050] Die Reibungsbremsen **125** sind an den Rädern **124** angebracht. Die Reibungsbremsen **125** widerstehen einer (verlangsamen die) Drehung der Räder **124**, wenn die Reibungsbremsen **125** betätigt werden. Die Reibungsbremsen **125** können Trommelbremsen und/oder Scheibenbremsen beinhalten, und sie können elektrohydraulische und/oder elektromechanische Stellglieder beinhalten, die beim Betätigen der Reibungsbremsen **125** einen Bremsbelag gegen eine Brems Scheibe und/oder Trommel drücken. Ein Bremsstellgliedmodul **170** wendet Reibungsbremsen **125** basierend auf einer Bremspedalposition und/oder einem Signal von dem DCM **130** an. Die Reibungsbremsen **125** können unabhängig voneinander bei unterschiedlichen Niveaus angewendet werden. Das DCM **130** kann die Reibungsbremsen **125** zum Beispiel anwenden, um eine Soll-Geschwindigkeit des Fahrzeugs aufrechtzuerhalten und/oder den vorgegebenen Folgeabstand im Verhältnis zu einem sich vor dem Fahrzeug **110** befindlichen Objekt aufrechtzuerhalten.

[0051] Das Lenksystem **126** wendet die Vorderräder **124** selektiv, um dadurch das Fahrzeug **110** zu wenden. Das Lenksystem **126** beinhaltet ein Lenkrad **172**, eine Lenksäule **174**, eine oder mehrere Lenkgestänge **176** und ein Lenkstellglied **178**. Ein Fahrer kann das Lenkrad **172** drehen, um das Fahrzeug **110** nach links oder nach rechts wenden oder um eine Anforderung einzugeben, um das Fahrzeug **110** nach links oder nach rechts zu wenden. Die Lenksäule **174** ist mit dem Lenkrad **172** verbunden, sodass sich die Lenksäule **174** dreht, wenn das Lenkrad **172** gedreht wird. Die Lenksäule **174** kann auch mit dem Lenkgestänge **176** verbunden sein, sodass die Drehung der Lenksäule **174** eine Translation des Lenkgestänges **176** bewirkt. Die Lenkgestänge **176** sind mit den linken und rechten Vorderrädern **124** verbunden, sodass die Translation der Lenkgestänge **176** die linken und rechten Vorderräder **124** wendet.

[0052] Das Lenkstellglied **178** ist mit den Lenkgestängen **176** verbunden und betriebsbereit für die Translation des Lenkgestänges **176**, um so die linken und rechten Vorderräder **124** zu wenden. In verschiedenen Implementierungen kann das Lenkstellglied **178** ein elektrohydraulisches und/oder elektromechanisches Stellglied sein. In Implementierungen, in denen die Lenksäule **174** mit den Lenkgestängen **176** verbunden ist, kann das Lenkstellglied **178** den Aufwand verringern, den der Fahrer aufbringen muss, um das Fahrzeug **110** nach rechts oder links zu wenden. In verschiedenen Implementierungen kann die Lenksäule **174** nicht mit dem Lenkgestänge **176** verbunden sein, und das Lenkstellglied **178** allein kann die Translation des Lenkgestänges **176** bewirken. Lenksysteme, wo die Lenksäule **174** nicht an das Lenkgestänge **176** gekoppelt ist, können als ein Steer-by-Wire-System bezeichnet werden.

[0053] Ein Lenkstellgliedmodul **180** regelt die Betätigung des Lenkstellglieds **178** basierend auf einem Signal von dem DCM **130**. Das DCM **130** kann das Lenkstellglied **178** basierend auf der Winkelposition des Lenkrads **172** steuern. Alternativ kann das DCM **130** das Lenkstellglied **178** autonom steuern (z. B. unabhängig von der Winkelposition des Lenkrads **172**). Zum Beispiel kann das DCM **130** das Lenkstellglied **178** steuern, um einen Unterschied zwischen einem Soll-Weg des Fahrzeugs **110** und einem tatsächlichen Weg des Fahrzeugs **110** zu minimieren, oder um das Fahrzeug **110** zwischen den Fahrspuren zu zentrieren.

[0054] Ein oder mehrere Raddrehzahlsensoren **182** sind an einem oder mehreren der Räder **124** angebracht und messen die jeweilige Drehzahl der Räder **124**. Zum Beispiel kann ein Raddrehzahlsensor für jedes Rad bereitgestellt werden und die Raddrehzahl dieses bestimmten Rads messen.

[0055] Eine nach vorne gerichtete Kamera **184** ist angebracht, um Bilder vor der Karosserie des Fahrzeugs **112** zu erfassen und erzeugt ein Bild des sich vor dem Fahrzeug **110** befindlichen Umfelds. Die nach vorne gerichtete Kamera **184** kann, wie in **Fig. 2** gezeigt, zum Beispiel in einer Verkleidung des Fahrzeugs **110** positioniert sein. Die nach vorn gerichtete Kamera **184**, kann jedoch auch andersorts positioniert sein, wie etwa an einem Rückspiegel an der Innenseite einer vorderen Windschutzscheibe des Fahrzeugs oder an einem anderen geeigneten Ort, um Bilder von dem sich vor dem Fahrzeug **110** befindlichen Umfeld zu erfassen.

[0056] Die zur Seite gerichteten Kameras **186** und **187** sind an der linken und rechten Seite der Karosserie des Fahrzeugs **112** angebracht und erzeugen Bilder von dem sich auf der jeweils linken und rechten Seite des Fahrzeugs **110** befindlichen Umfeld. Wie nachfolgend abgehandelt, können zur Seite gerichtete

te Kameras **186** und **187** unter dem jeweils linken und rechten Außenrückblickspiegel des Fahrzeugs implementiert werden.

[0057] Ein Beschleunigungsmessgerät kann an der Karosserie des Fahrzeugs **112** (z. B. im hinteren Teil dieser) angebracht sein und die laterale, längs verlaufende und senkrechte Beschleunigung des Fahrzeugs **110** messen. Das Beschleunigungsmessgerät kann einen dreiachsigen Beschleunigungsmesser, einen zweiachsigen Beschleunigungsmesser und/oder einen oder mehrere einachsige Beschleunigungsmesser beinhalten. In einem Beispiel ist das Beschleunigungsmessgerät ein zweiachsiges Beschleunigungsmessgerät, das die laterale und längs verlaufende Beschleunigung des Fahrzeugs **110** misst.

[0058] Ein Lenkradwinkelsensor **190** misst die Winkelposition des Lenkrads **172** in Bezug auf eine vorbestimmte Position. Die vorgegebene Position kann einem Standard entsprechen, an dem das Fahrzeug sich nach vorne entlang einer Längsachse des Fahrzeugs fortbewegen sollte (oder dies tut). Der Lenkradwinkelsensor **190** kann an der Lenksäule **174** montiert sein und kann zum Beispiel einen Hall-Effekt-Sensor beinhalten, der die Winkelposition einer Welle misst, die innerhalb der Lenksäule **174** angeordnet und drehbar mit dem Lenkrad **172** gekoppelt ist.

[0059] Ein Getriebesteuerungsmodul (DCM) **192** schaltet die Gänge des Getriebes **120** basierend auf Betriebsbedingungen des Fahrzeugs **110** und einem vorgegebenen Schaltzeitplan. Die Betriebsbedingungen können die Geschwindigkeit des Fahrzeugs **110**, eine Soll-Beschleunigung des Fahrzeugs **110** und/oder eine Soll-Drehmomentausgabe des Motors **114** beinhalten. Das TCM **192** kann die Fahrzeuggeschwindigkeit basierend auf einer oder mehreren Raddrehzahlen ermitteln, die mittels Raddrehzahlsensoren **182** gemessen wurden. Das TCM **192** kann beispielsweise die Fahrzeuggeschwindigkeit basierend auf einem Mittelwert der Raddrehzahlen oder einem Mittelwert von Drehzahlen von unbefahrenen (d. h. nicht befahrenen) Rädern des Fahrzeugs ermitteln. Das TCM **192** kann die Soll-Beschleunigung des Fahrzeugs und/oder das Soll-Drehmoment des Motors von dem DCM **130** und/oder dem ECM **136** empfangen. Das ECM **136** kann mit einem Getriebesteuerungsmodul (TCM) **192** in Verbindung stehen, um den Gangwechsel im Getriebe **120** zu koordinieren. Beispielsweise kann das ECM **136** bei einem Gangwechsel das Motordrehmoment reduzieren.

[0060] Das DCM **130** kann den Soll-Weg des Fahrzeugs **110** regeln, um das Fahrzeug **110** innerhalb der Begrenzungen einer Fahrspur, in der sich das Fahrzeug **110** fortbewegt, zu halten. Das DCM **130** kann die Trajektorie (z. B. den zukünftigen Weg) des

Fahrzeugs **110** wiederholt ermitteln und potentiell Verlassen der Fahrspur basierend auf Trajektorien des Fahrzeugs identifizieren. Das DCM **130** kann die Fahrerwarnvorrichtung **128** aktivieren, um den Fahrer auf ein potentielles Verlassen der Fahrspur hinzuweisen.

[0061] Die Fahrerwarnvorrichtung **128** kann eine elektronische Anzeige (z. B. ein Touchscreen) beinhalten, die sich in Sichtweite des Fahrers befindet und zur Anzeige von Lichtern, Text und/oder Bildern bedienbar ist. Zusätzlich oder alternativ kann die Fahrerwarnvorrichtung **128** ein Heads-Up-Display (HUD) beinhalten, das zum Beispiel Lichter, Text und/oder Bilder auf eine Windschutzscheibe (nicht dargestellt) des Fahrzeugs **110** projiziert. Ferner kann die Fahrerwarnvorrichtung **128** einen oder mehrere Vibratoren beinhalten, die beispielsweise am Lenkrad **172** und/oder am Fahrersitz (nicht dargestellt) angebracht sind, um dem Fahrer ein haptisches Feedback bereitzustellen. Darüber hinaus oder alternativ kann die Fahrerwarnvorrichtung **128** einen Lautsprecher beinhalten, der betrieben werden kann, um einen Laut oder eine hörbare Nachricht innerhalb des Fahrzeugs **110** zu erzeugen.

[0062] Bezugnehmend auf **Fig. 3**, beinhaltet eine exemplarische Implementierung des DCM **130** ein Fahrspurbegrenzungsmodul **202**. Das Fahrspurbegrenzungsmodul **202** bestimmt die linke und rechte Begrenzung der Fahrspur, in der sich das Fahrzeug **110** fortbewegt.

[0063] Das Fahrspurbegrenzungsmodul **202** bestimmt die linke und die rechte Begrenzung der Fahrspur, in der sich das Fahrzeug **110** fortbewegt, basierend auf Bildern von der nach vorn gerichteten Kamera **184** und den zur Seite gerichteten Kameras **186** und **187**. Zum Beispiel ermittelt das Fahrspurbegrenzungsmodul **202** die linke Begrenzung (d.h. die linke Fahrspurlinie) der Fahrspur, in der sich das Fahrzeug **110** fortbewegt, basierend auf Bildern von der nach vorne gerichteten Kamera **184** und der zur Seite gerichteten Kamera **186**. Das Fahrspurbegrenzungsmodul **202** ermittelt die rechte Begrenzung (d.h. die rechte Fahrspurlinie) der Fahrspur, in der sich das Fahrzeug **110** fortbewegt, basierend auf Bildern von der nach vorne gerichteten Kamera **184** und der zur Seite gerichteten Kamera **186**.

[0064] Zusätzlich oder alternativ zum Verwenden von Bildern von der nach vorne gerichteten Kamera **184** kann das Fahrspurbegrenzungsmodul **202** die linke rechte Begrenzung der Fahrspur ermitteln, in der sich das Fahrzeug **110** fortbewegt, basierend auf Bildern von der nach hinten gerichteten Kamera **188**. Zum Beispiel kann das Fahrspurbegrenzungsmodul **202** die linke Begrenzung (d.h. die linke Fahrspurlinie) der Fahrspur, in der sich das Fahrzeug **110** fortbewegt, basierend auf Bildern von der nach hinten

gerichteten Kamera **188** und der zur Seite gerichteten Kamera **186** (und optional der nach vorne gerichteten Kamera **184**) ermitteln. Das Fahrspurbegrenzungsmodul **202** kann die rechte Begrenzung (d.h. die rechte Fahrspurlinie) der Fahrspur, in der sich das Fahrzeug **110** den fortbewegt, basierend auf Bildern von der nach hinten gerichteten Kamera **188** und der zur Seite gerichteten Kamera **187** (und optional der nach vorne gerichteten Kamera **184**) ermitteln.

[0065] Obwohl das Beispiel der linken Fahrspur und eines linken Außenrückblickspiegels erörtert wird, ist die Anmeldung auch auf die rechte Fahrspurlinie, die zur Seite gerichtete Kamera **187** und den rechten Außenrückblickspiegel anwendbar.

[0066] Zur Zusammenfassung des Beispiels der linken Fahrspurlinie ermittelt das Fahrspurbegrenzungsmodul **202** eine erste lineare Gleichung für die linke Fahrspur, basierend auf einem Standort der Fahrspurlinie in einem Bild von der nach vorne gerichteten Kamera **184**. Das Fahrspurbegrenzungsmodul **202** bestimmt auch eine zweite lineare Gleichung für die linke Fahrspur, basierend auf der linken Fahrspurlinie in einem Bild von der zur Seite gerichteten Kamera **186**. Wenn ein kleinster Winkel zwischen der ersten und der zweiten Linie größer als ein vorgegebener Winkel ist, kann die automatisierte Steuerung (z. B. Lenkung, Bremsen, und/oder Beschleunigung) basierend auf dem Standort der Fahrspurlinien deaktiviert werden. Eine oder mehrere andere Abhilfemaßnahmen können ebenfalls eingeleitet werden, wie etwa das Speichern eines vorgegebenen Diagnosefehlercodes (DTC) im Speicher, der zum Aufleuchten einer Fehlfunktionskontrollleuchte(MIL) und/oder sonstigen Abhilfemaßnahmen führt.

[0067] Wie bereits vorstehend erörtert, ist die zur Seite gerichtete Kamera **186** an den linken Außenrückblickspiegel angebracht, wie etwa unter dem linken Außenrückblickspiegel. Zum Beispiel beinhaltet **Fig. 4** eine exemplarische Draufsicht einschließlich eines linken Außenrückblickspiegels **304** des Fahrzeugs und die zur Seite gerichtete Kamera **186**, die sich unter dem linken Außenrückblickspiegel **304** befindet.

[0068] Wie in **Fig. 4** durch Pfeil **308** angegeben, kann der linke Außenrückblickspiegel **304** sich radial um einen Drehpunkt **312** bewegen. Der Drehpunkt **312** ist stationär während der linke Außenrückblickspiegel **304** sich bewegt. Der linke Außenrückblickspiegel **304** kann bewegt werden, beispielsweise als Reaktion auf die Anwendung von physischer Kraft auf den linken Außenrückblickspiegel **304**. Einige Fahrzeuge beinhalten einen Spiegelstellantrieb (z. B. Elektromotor), der den linken Außenrückblickspiegel **304** basierend auf Signalen, die von einem Spiegelsteuermodul erzeugt werden, zum Beispiel basierend auf einer Benutzereingabe, bewegt.

[0069] Zum Beispiel beinhaltet **Fig. 5** eine exemplarische Veranschaulichung von Positionen der linken Fahrspurlinien, basierend auf Bildern von der zur Seite gerichteten Kamera **186** für unterschiedliche Positionen des linken Außenrückblickspiegels **304**. Bezieht man sich nun auf **Fig. 4** und **Fig. 5** bewegt sich der linke Außenrückblickspiegel **304**, wie oben erörtert, radial um den Drehpunkt **312**. Punkt **404** (**Fig. 5**) entspricht einem ersten oder standardmäßigen (oder erwarteten) Standort der zur Seite gerichteten Kamera **186**. Ein Fahrzeughersteller des Fahrzeugs kann die zur Seite gerichtete Kamera **186** an demjenigen Standort **404** positionieren, wo sie sich vor der Auslieferung des Fahrzeugs an einen Händler oder Käufer des Fahrzeugs befand. Die Linie **408** (**Fig. 5**) entspricht einer Linie, die basierend auf einem oder mehreren Bildern von der nach vorne gerichteten Kamera **184** ermittelt wird.

[0070] Punkt **412** (**Fig. 5**) entspricht einem zweiten Standort der zur Seite gerichteten Kamera **186**, wenn die zur Seite gerichtete Kamera **186** radial um den Drehpunkt **312** in Richtung der Rückseite des Fahrzeugs bewegt wird. Obwohl die exemplarische Rückwärtsbewegung bereitgestellt wird, kann der Seitenrückblickspiegel (und damit auch die zur Seite gerichtete Kamera **186**) sich auch nach vorne bewegen, sich nach oben neigen und sich nach unten neigen. Die zur Seite gerichtete Kamera **186** kann sich zum Beispiel als Reaktion auf physischen Kontakt, zum Beispiel durch eine Autowäsche, und durch eine oder mehrere andere Arten von Objekten bewegen. Die Linie **416** (**Fig. 5**) entspricht einer Linie, die basierend auf einem oder mehreren Bildern von der zur Seite gerichteten Kamera **186** ermittelt wird, wenn die zur Seite gerichtete Kamera **186** sich am Standort **412** befindet. Der Winkel **418** entspricht dem Winkel zwischen den Linien **408** und **416**.

[0071] Wie veranschaulicht, ändert die Bewegung des linken Außenrückblickspiegels **304** (**Fig. 4**) die zweite lineare Gleichung für die linke Fahrspur, die basierend auf einem Standort der linken Fahrspurlinie von der zur Seite gerichteten Kamera **186** ermittelt wird. Als solche kann die Bewegung des linken Außenrückblickspiegels **304** den Winkel zwischen der ersten und der zweiten Linie veranlassen, größer als der vorgegebene Winkel zu sein.

[0072] **420** (**Fig. 5**) entspricht einer Entfernung zwischen der zur Seite gerichteten Kamera **186** und der Linie **416**, die basierend auf einem oder mehreren Bildern von der zur Seite gerichteten Kamera **186** ermittelt werden, wenn die zur Seite gerichtete Kamera **186**, sich am Standort **412** befindet. Da die zur Seite gerichtete Kamera **186** sich um den Drehpunkt **312** dreht, kann die Entfernung zwischen dem Fahrzeug und der Linie **416** basierend auf einer (i) vorbestimmten Entfernung zwischen dem Fahrzeug und der zur Seite gerichteten Kamera **186** und (ii) der Ent-

fernung zwischen der zur Seite gerichteten Kamera **186** und der linken Fahrspurlinie eingestellt werden. **424 (Fig. 5)** entspricht einer erwarteten Entfernung zwischen der zur Seite gerichteten Kamera **186** und der Linie **416**, die basierend auf der Entfernung der zur Seite gerichteten Kamera **186** ermittelt wird, dass diese sich an dem Standort **404** befindet, wie etwa basierend auf einem oder mehreren Bildern von der nach vorne gerichteten Kamera **184**.

[0073] Gemäß der vorliegenden Anmeldung ermittelt das Fahrspurbegrenzungsmodul **202** einen Winkel zwischen den gemäß der ersten und der zweiten Gleichung gezogenen Linien. Das Fahrspurbegrenzungsmodul **202** korrigiert eine Entfernung zwischen dem Fahrzeug und der linken Fahrspurlinie, die von einem Bild von der zur Seite gerichteten Kamera **186** ermittelt wird, basierend auf dem Winkel, anhand dessen eine korrigierte Entfernung **206** zwischen dem Fahrzeug und der linken Fahrspurlinie ermittelt wird. Als solche kann die automatisierte Steuerung (z. B. lenken, bremsen und/oder beschleunigen) basierend auf dem Standort der Fahrspurlinie in fortgesetzt werden, selbst wenn der Winkel größer als der vorgegebene Winkel ist, um die Leistung des Systems und die Benutzerzufriedenheit dadurch zu verbessern.

[0074] Auf ähnliche oder auf identische Weise dazu, wie das Fahrspurbegrenzungsmodul **202** die korrigierte Entfernung **206** ermittelt, ermittelt das Fahrspurbegrenzungsmodul **202** eine korrigierte Entfernung **210** zwischen dem Fahrzeug und der rechten Fahrspurlinie, basierend auf Bildern von der nach vorne gerichteten Kamera **184** und der zur Seite gerichteten Kamera **187**. Eine oder mehrere Handlungen können basierend auf der korrigierten Entfernung **206** und/oder der korrigierten Entfernung **210** durchgeführt werden.

[0075] Beispielsweise kann ein Lenksteuermodul **214** das Lenkstellglied **178** anpassen, und somit die Fahrzeuglenkung basierend auf der korrigierten Entfernung **206** und/oder der korrigierten Entfernung **210** anpassen. Nur als Beispiel kann das Lenksteuermodul **214** das Lenkstellglied **178** basierend auf dem Aufrechterhalten der korrigierten Entfernung **206**, die gleich der korrigierten Entfernung **210** ist, oder basierend auf dem Aufrechterhalten der korrigierten Entfernungen **206** und **210**, die größer als eine vorgegebene Entfernung sind (z. B. 0 oder größer als Null) regeln. Zusätzlich oder alternativ kann ein Beschleunigungssteuermodul **218** ein oder mehrere Motorstellglieder (über das ECM **136**) regeln und/oder ein oder mehrere Getriebestellglieder (über das DCM **192**) regeln, um das Fahrzeug basierend auf der korrigierten Entfernung **206** und/oder der korrigierten Entfernung **210** zu beschleunigen oder abzubremesen. Die Motorstellglieder können z. B. ein Drosselventil **134**, Kraftstoffeinspritzvorrichtungen, Zündker-

zen, Einlass- und Auslassnockenwellen-Verstelleinrichtungen und sonstige Arten von Motorstellgliedern beinhalten. Getriebestellglieder können zum Beispiel ein Getriebeübersetzungsverhältnis, eine oder mehrere Kupplungen, und eine oder mehrere Arten von Getriebestellgliedern beinhalten. Zusätzlich oder alternativ kann ein Bremssteuermodul **222** die Reibungsbremsen **125**, basierend auf der korrigierten Entfernung **206** und/oder der korrigierten Entfernung **210** anwenden oder freigeben.

[0076] Zusätzlich oder alternativ kann ein Fahrerwarnmodul **226** die Fahrerwarnvorrichtung **128** basierend auf der korrigierten Entfernung **206** und/oder der korrigierten Entfernung **210** aktivieren. Zum Beispiel kann das Fahrerwarnmodul **226** die Fahrerwarnvorrichtung **128** aktivieren, wenn die korrigierte Entfernung **206** und/oder die korrigierte Entfernung **210** kleiner als eine vorbestimmte Entfernung ist, die ein Verlassen der Fahrspur angibt und wenn ein Blinkersignal nicht aktiviert ist. Aktivieren der Fahrerwarnvorrichtung **128** kann zum Beispiel aktivieren einer Blinkerleuchte, Aktivieren einer haptischen Vorrichtung und oder Ausgabe einer akustischen Warnung beinhalten. Eine oder mehrere Handlungen können zusätzlich oder alternativ basierend auf der korrigierten Entfernung **206** und/oder der korrigierten Entfernung **210** durchgeführt werden.

[0077] Obwohl das Beispiel der korrigierten Entfernung in **206** und **210** als Entfernungen zwischen dem Fahrzeug und den entsprechenden Fahrspurlinien erörtert werden wird, können die korrigierten Entfernungen **206** und **210** alternativ hinsichtlich der Entfernungen zwischen den zur Seite gerichteten Kameras **186** und **187** und den entsprechenden Fahrspurlinien ausgedrückt werden. Dies ist der Fall, weil die Entfernungen zwischen dem Fahrzeug und den zur Seite gerichteten Kameras **186** und **187** feststehend sind.

[0078] **Fig. 6** beinhaltet ein Funktionsblockdiagramm einer exemplarischen Implementierung des Fahrspurbegrenzungsmoduls **202**. Die nach vorne gerichteten, die zur Seite gerichteten und die nach hinten gerichteten Kameras **184**, **186**, **187**, und **188** können Bilder bei einer oder mehreren vorgegebenen Raten erfassen. Für jedes von der nach vorne gerichteten Kamera **184** erfasste Bild, identifiziert ein Linienmodul **504** Indikatoren (z. B. Straßenmarkierungen) der linken Fahrspur und identifiziert Indikatoren der rechten Fahrspur. Das Linienmodul **504** erzeugt eine lineare Gleichung **508** für die linke Fahrspurlinie für die zur Seite gerichtete Kamera **186**, die sich basierend auf den Standorten der Indikatoren der linken Fahrspur in dem Bild von der nach vorne gerichteten Kamera **184** in der erwarteten Position befindet. Das Linienmodul **504** kann die lineare Gleichung **508** durch Anpassen einer Linie zu den Standorten der Indikatoren, zum Beispiel unter Verwendung eines Best-Fit-Algorithmus, erzeugen. Das

Linienmodul **504** erzeugt eine lineare Gleichung 512 für die rechte Fahrspurlinie für die zur Seite gerichtete Kamera **186**, die sich in der erwarteten Position der zur Seite gerichteten Kamera **187** befindet, basierend auf den Standorten der Indikatoren der rechten Fahrspur in dem Bild von der nach vorne gerichteten Kamera **184**. Das Linienmodul **504** kann die lineare Gleichung 512 durch Anpassen einer Linie zu den Standorten der Indikatoren, zum Beispiel unter Verwendung eines Best-Fit-Algorithmus, erzeugen. Obwohl das Beispiel der linearen Gleichungen hierin besprochen werden wird, ist die vorliegende Anmeldung auch auf andere Arten von Polynomgleichungen anwendbar.

[0079] Die linearen Gleichungen 508 und 512 können mit Bezug auf die X- und Y-Koordinate bereitgestellt werden, zum Beispiel bezogen auf die erwarteten Positionen der Außenspiegel **186** und **187**. Die X-Koordinate gibt einen Standort entlang der Länge einer Straße an, auf der das Fahrzeug **110** sich fortbewegt, und die Y-Koordinate gibt einen Standort entlang der Breite der Straße an.

[0080] Da sie nach vorne gerichtete Kamera **184** Bilder der sich vor dem Fahrzeug befindlichen Umgebung und die zur Seite gerichteten Kameras **186** und **187** Bilder von der sich seitlich neben dem Auto befindlichen Umgebung erfassen, kann es eine Weile dauern, bis Abschnitte der Fahrspurlinie, die von der nach vorne gerichteten Kamera **184** abgebildet werden, von den zur Seite gerichteten Kameras **186** und **187** abgebildet werden. Die Zeit kann zum Beispiel eine Funktion der Fahrzeuggeschwindigkeit **516** sein. Die Fahrzeuggeschwindigkeit **516** kann, wie zum Beispiel vorstehend beschrieben, durch das TCM **192** bestimmt und bereitgestellt werden. Ein Verzögerungsmodul **520** speichert die linearen Gleichungen 508 und 512 ab und gibt die gespeicherten der linearen Gleichungen 508 und 512, die von dem Zeitpunkt früher als jeweils verzögerte lineare Gleichungen 524 und 528 ermittelt wurden, aus.

[0081] Für jedes von der zur Seite gerichteten Kamera **186** erfasste Bild identifiziert ein Linienmodul **532** Indikatoren (z. B. Straßenmarkierungen) der linken Fahrspur. Das Linienmodul **532** erzeugt eine lineare Gleichung 536 für die linke Fahrspurlinie für die zur Seite gerichtete Kamera **186**, die sich an ihrer tatsächlichen Position befindet, basierend auf den Standorten der Indikatoren der linken Fahrspur in dem Bild von der zur Seite gerichteten Kamera **186**. Das Linienmodul **532** kann die lineare Gleichung 536 durch Anpassen einer Linie zu den Standorten der Indikatoren, zum Beispiel unter Verwendung eines Best-Fit-Algorithmus, erzeugen. Die lineare Gleichung 536 kann mit Bezug auf die X- und Y-Koordinaten, zum Beispiel bezogen auf die tatsächliche Position der zur Seite gerichteten Kamera **186** bereitgestellt werden. Die X-Koordinate gibt einen Standort

entlang der Länge einer Straße an, auf der das Fahrzeug **110** sich fortbewegt, und die Y-Koordinate gibt einen Standort entlang der Breite der Straße an.

[0082] Das Linienmodul **532** ermittelt auch eine Entfernung **540** zwischen dem Fahrzeug und der linken Fahrspurlinie. Das Linienmodul **532** kann die Entfernung **540**, zum Beispiel durch Lösen der linearen Gleichung 536 ermitteln, um die X-Koordinate mit Y gleich Null zu ermitteln. Das Linienmodul **532** kann auch die vorgegebene Entfernung zwischen dem Fahrzeug und der zur Seite gerichteten Kamera **186** (Y-Koordinate) hinzufügen. Alternativ kann die Entfernung **540** zwischen der zur Seite gerichteten Kamera **186** und der linken Fahrspurlinie verwendet werden.

[0083] Das Winkelmodul **544** ermittelt einen Winkel **548** zwischen der Linie, die der verzögerten linearen Gleichung 524 für die linke Fahrspurlinie (die durch das Linienmodul 504 ermittelt wird) entspricht und der Linie, die der linearen Gleichung 536 entspricht. Beispielsweise kann das Winkelmodul **544** die Steigungen von der verzögerten linearen Gleichung 524 und der linearen Gleichung 536 ermitteln, die Arkustangens jeder Steigung ermitteln, um den Neigungswinkel jeder Linie zu ermitteln, die zwei Neigungswinkel subtrahieren und den kleinsten (akuten) Winkel lösen.

[0084] Ein Korrekturmodul **552** ermittelt die korrigierte Entfernung **206** basierend auf der Entfernung **540** und dem Winkel **548**. Das Korrekturmodul **552** kann zum Beispiel die korrigierte Entfernung **206** basierend auf oder unter Verwendung der folgenden Beziehung einstellen:

$$d * \cos(\theta),$$

wobei die Entfernung **540** ist, \cos die Kosinus-Funktion und θ den Winkel **548** darstellt.

[0085] Für jedes von der zur Seite gerichteten Kamera **187** erfasste Bild identifiziert ein Linienmodul **556** Indikatoren (z. B. Straßenmarkierungen) der rechten Fahrspur. Das Linienmodul **556** erzeugt eine lineare Gleichung 560 für die rechte Fahrspurlinie für die zur Seite gerichtete Kamera **187**, die sich an ihrer tatsächlichen Position befindet, basierend auf den Standorten der Indikatoren der rechten Fahrspur in dem Bild von der zur Seite gerichteten Kamera **187**. Das Linienmodul **556** kann die lineare Gleichung 560 durch Anpassen einer Linie zu den Standorten der Indikatoren, zum Beispiel unter Verwendung eines Best-Fit-Algorithmus, erzeugen. Die lineare Gleichung 560 kann mit Bezug auf die X- und Y-Koordinaten, zum Beispiel bezogen auf die tatsächliche Position der zur Seite gerichteten Kamera **187** bereitgestellt werden. Die X-Koordinate gibt einen Standort

entlang der Länge einer Straße an, auf der das Fahrzeug **110** sich fortbewegt, und die Y-Koordinate gibt einen Standort entlang der Breite der Straße an.

[0086] Das Linienmodul **556** ermittelt auch eine Entfernung **564** zwischen dem Fahrzeug und der rechten Fahrspurlinie. Das Linienmodul **556** kann die Entfernung **564**, zum Beispiel durch Lösen der linearen Gleichung 560 ermitteln, um die X-Koordinate mit Y gleich Null zu ermitteln. Das Linienmodul **556** kann auch die vorgegebene Entfernung zwischen dem Fahrzeug und der Kamera **187** (zur X-Koordinate) hinzufügen. Alternativ kann die Entfernung **564** zwischen der zur Seite gerichteten Kamera **187** und der linken Fahrspurlinie verwendet werden.

[0087] Ein Winkelmodul **568** ermittelt einen Winkel **572** zwischen der Linie, die der verzögerten linearen Gleichung 528 für die rechte Fahrspur (die durch das Linienmodul **504** ermittelt wird) entspricht und der Linie, die der linearen Gleichung 560 entspricht. Beispielsweise kann das Winkelmodul **568** die Steigungen von der verzögerten linearen Gleichung 528 und der linearen Gleichung 560 ermitteln, die Arkustangens jeder Steigung ermitteln, um den Neigungswinkel jeder Linie zu ermitteln, die zwei Neigungswinkel subtrahieren und den kleinsten (akuten) Winkel lösen.

[0088] Ein Korrekturmodul **576** ermittelt die korrigierte Entfernung **210** basierend auf der Entfernung **564** und dem Winkel **572**. Das Korrekturmodul **576** kann zum Beispiel die korrigierte Entfernung **210** basierend auf oder unter Verwendung der folgenden Beziehung einstellen:

$$d * \cos(\theta),$$

wobei die Entfernung **564** ist, \cos die Kosinus-Funktion und θ den Winkel **572** darstellt.

[0089] Obwohl das Beispiel der Verwendung der nach vorne gerichteten Kamera **184** bereitgestellt wird, könnte die nach hinten gerichtete Kamera **188** anstelle der nach vorne gerichteten Kamera **184** verwendet werden. Alternativ könnte sowohl die nach vorne gerichtete Kamera **184** als auch die nach hinten gerichtete Kamera **188** verwendet werden, zum Beispiel durch Verdoppelung der 504, 520, 544, 552, 568, und 576 für das Einbeziehen der nach hinten gerichteten Kamera **188**. Im Beispiel kann die korrigierte Entfernung **206** und die korrigierte Entfernung **210** basierend auf der Verwendung sowohl der nach vorne gerichteten als auch der nach hinten gerichteten Kamera **184** und **188** ermittelt werden. Zum Beispiel können Ausgaben aus den beiden Instanzen von 552 gemittelt werden, um die korrigierte Entfernung **206** zu ermitteln, und die Ausgaben der beiden Instanzen

von 576 können gemittelt werden, die korrigierte Entfernung **210** zu ermitteln.

[0090] In verschiedenen Implementierungen kann das Fahrzeug ein Spiegelsteuermodul **580** beinhalten. Das Spiegelsteuermodul **580** betätigt ein linkes Spiegelstellglied **584** (einen Elektromotor oder ein anderes elektrische Stellglied) selektiv, um den linken Außenrückblickspiegel basierend auf dem Winkel **548** zu betätigen. Zum Beispiel kann das Spiegelsteuermodul **580** das linke Spiegelstellglied **584** betätigen, um den linken Außenrückblickspiegel zu betätigen, um den Winkel **548** in Richtung Null oder auf null einzustellen. Das Spiegelsteuermodul **580** betätigt ein rechtes Spiegelstellglied **588** (z. B. einen Elektromotor oder ein anderes elektrisches Stellglied) selektiv, um den rechten Außenrückblickspiegel basierend auf dem Winkel **572** zu betätigen. Zum Beispiel kann das Spiegelsteuermodul **580** das rechte Spiegelstellglied **588** betätigen, um den rechten Außenrückblickspiegel zu betätigen, um den Winkel **572** in Richtung Null oder auf null einzustellen.

[0091] Fig. 7 ist ein Flussdiagramm, das ein exemplarisches Verfahren zum Korrigieren von Entfernungen zur rechten und linken Fahrspurlinie und zum selektiven Anpassen eines oder mehrerer Fahrzeugstellglieder, basierend auf korrigierten Entfernungen abbildet. Die Steuerung beginnt mit 604, wo die Linienmodule **504**, **532**, und **556** ermitteln, ob die nach vorne gerichtete und die zur Seite gerichtete Kamera **184**, **186** und **187** neue Bilder erfasst haben. Die nach vorne und zur Seite gerichteten Kameras **184**, **186** und **187** erfassen neue Bilder mit einer vorgegebenen Geschwindigkeit. Wenn **604** wahr ist, fährt die Steuerung mit 608 fort. Ist **604** falsch, verbleibt die Steuerung bei 604.

[0092] Bei **608** ermittelt das Linienmodul **504** die linearen Gleichungen 508 und 512 für die jeweils linke und rechte Fahrspurlinie, basierend auf erwarteten Standorten der jeweiligen zur Seite gerichteten Kameras **186** und **187**, und dem Bild von der nach vorne gerichteten Kamera **184**. Das Linienmodul **504** kann die linearen Gleichungen 508 und 512 speichern. Die Linienmodule **532** und **556** ermitteln auch die linearen Gleichungen 536 und 560 bei 608 für die jeweils linke rechte Fahrspurlinie, basierend auf Bildern von den zur Seite gerichteten Kameras **186** und **187**. Die Bilder von den zur Seite gerichteten Kameras **186** und **187** stammen jedoch von den tatsächlichen Standorten der zur Seite gerichteten Kameras **186** und **187**.

[0093] Bei **612** ermitteln die Linienmodule **532** und **556** die Entfernungen **540** und **564**. Die Linienmodule **532** und **556** können auch die Entfernungen, zum Beispiel durch Lösen der linearen Gleichungen 536 und 560 für X wo Y gleich Null ist, ermitteln. Bei **616** kann das Verzögerungsmodul **520** die verzögerten linearen Gleichungen 524 und 528 ermit-

teln. Zum Beispiel kann das Verzögerungsmodul **520** eine Verzögerungsperiode zwischen dem Zeitpunkt, an dem die Fahrspurline in dem Bild von der nach vorne gerichteten Kamera **184** in den Bildern von den zur Seite gerichteten Kameras **186** und **187** abgebildet wird, basierend auf der Fahrzeuggeschwindigkeit, zum Beispiel unter Verwendung einer Funktion und einer Lookup-Tabelle, die die Fahrzeuggeschwindigkeiten zu den Verzögerungsperioden in Beziehung setzt. Das Verzögerungsmodul kann die abgespeicherten der linearen Gleichungen 508 und 512 von der vorhergehenden Verzögerungsperiode als verzögerte lineare Gleichungen 524 und 528 auswählen. In verschiedenen Implementierungen können Sichtfelder (FOVs) der nach vorne und zur Seite gerichteten Kameras **184**, **186** und **187** sich überlappen, sodass das Speichern und Anwenden der Verzögerungszeit entfällt. Mit anderen Worten können die zur Seite gerichteten Kameras **186** und **187** Bildabschnitte von der linken und der rechten Fahrspurline zeitgleich mit der nach vorne gerichteten Kamera **184** abbilden.

[0094] Bei **620** ermitteln die Winkelmodule **544** und **568** die jeweiligen Winkel **548** und **572**. Das Winkelmodul **544** ermittelt den Winkel zwischen den Linien, die der linearen Gleichung 536 und der verzögerten linearen Gleichung 524 entsprechen. Das Winkelmodul **568** ermittelt den Winkel zwischen den Linien, die der linearen Gleichung 560 und der verzögerten linearen Gleichung 528 entsprechen.

[0095] Bei **624** ermitteln die Korrekturmodule **552** und **576** die korrigierten Entfernungen 206 und 210 basierend auf den jeweiligen Entfernungen **540** und **564** und den jeweiligen Winkeln **548** und **572**. Bei **628** können ein oder mehrere Fahrzeugstellglieder basierend auf der korrigierten Entfernung **206** und/oder der korrigierten Entfernung **210** eingestellt werden. Zum Beispiel kann das Lenksteuermodul **214** das Lenkstellglied **178** basierend auf der korrigierten Entfernung **206** und/oder der korrigierten Entfernung **210** einstellen. Zusätzlich oder alternativ kann das Beschleunigungssteuermodul **218** ein oder mehrere Motor- und/oder Getriebestellglieder basierend auf der korrigierten Entfernung **206** und/oder der korrigierten Entfernung **210** anpassen. Zusätzlich oder alternativ kann das Bremssteuermodul **222** die Anwendung der Reibungsbremsen **125** basierend auf der korrigierten Entfernung **206** und/oder der korrigierten Entfernung **210** anpassen. Zusätzlich oder alternativ kann das Spiegelsteuermodul **580** das linke Spiegelstellglied **584** und oder das rechte Spiegelstellglied **588** basierend auf jeweils dem Winkel **548** und oder dem Winkel **572** einstellen. Während das Beispiel der Beendigung vorgesehen ist, ist das Beispiel von **Fig. 7** veranschaulichend für einen Regelkreis und die Steuerung kann zu 604 zurückkehren.

[0096] Die vorhergehende Beschreibung ist rein illustrativ und soll die vorliegende Offenbarung sowie ihre Anwendungen oder Verwendungen keineswegs einschränken. Die umfassenden Lehren der Offenbarung können in zahlreichen Formen umgesetzt werden. Obwohl die vorliegende Offenbarung also bestimmte Beispiele beinhaltet, ist der eigentliche Umfang der Offenbarung hierdurch in keiner Weise eingeschränkt, und weitere Modifikationen gehen aus dem Studium der Zeichnungen, der Beschreibung und den folgenden Ansprüchen hervor. Es sei darauf hingewiesen, dass einer oder mehrere Schritte innerhalb eines Verfahrens in anderer Reihenfolge (oder gleichzeitig) ausgeführt werden können, ohne die Prinzipien der vorliegenden Offenbarung zu verändern. Ferner, obwohl jede der Ausführungsformen oben dahingehend beschrieben ist, dass sie bestimmte Merkmale aufweist, kann/können eines oder mehrere dieser Funktionen, die in Bezug auf jede Ausführungsform der Offenbarung beschrieben sind, in jeder der anderen Ausführungsformen implementiert und/oder kombiniert werden, selbst wenn diese Kombination nicht explizit beschrieben wird. Mit anderen Worten ausgedrückt schließen sich die beschriebenen Ausführungsformen nicht gegenseitig aus, und Permutationen von einer oder mehreren Ausführungsformen gegeneinander bleiben innerhalb des Schutzzumfangs dieser Offenbarung.

[0097] Räumliche und funktionale Beziehungen zwischen Elementen (z. B. zwischen Modulen, Schaltkreiselementen, Halbleiterschichten usw.) werden unter Verwendung von verschiedenen Begriffen beschrieben, einschließlich „verbunden“, „eingerasst“, „gekoppelt“, „benachbart“, „neben“, „oben auf“, „über“, „unter“ und „angeordnet“. Sofern nicht ausdrücklich als „direkt“ beschrieben, kann eine Beziehung eine direkte Beziehung sein, wenn eine Beziehung zwischen einem ersten und zweiten Element in der oben genannten Offenbarung beschrieben wird, wenn keine anderen intervenierenden Elemente zwischen dem ersten und zweiten Element vorhanden sind, kann jedoch auch eine indirekte Beziehung sein, wenn eines oder mehrere intervenierende Elemente (entweder räumlich oder funktional) zwischen dem ersten und zweiten Element vorhanden ist/sind. Wie hierin verwendet, sollte der Satz „zumindest eines von A, B und C“ so zu verstehen sein, dass damit eine Logik gemeint ist (A ODER B ODER C), unter Verwendung eines nicht ausschließlichen logischen ODER, und sollte nicht dahingehend zu verstehen sein, dass gemeint ist „zumindest eines von A, zumindest eines von B und zumindest eines von C.“

[0098] In den Figuren bezeichnen die Pfeilrichtungen, wie angezeigt, durch die Pfeilspitze im Allgemeinen den Fluss von Informationen (wie Daten oder Befehlen), die im Kontext der Darstellung relevant sind. Wenn beispielsweise Element A und Element B eine Vielzahl von Informationen austauschen, aber die In-

formationen, die von Element A nach Element B übertragen werden, für die Darstellung relevant sind, kann der Pfeil von Element A nach Element B zeigen. Diese unidirektionalen Pfeile implizieren nicht, dass keine anderen Informationen von Element B nach Element A übertragen werden. Zudem kann Element B im Zusammenhang mit Informationen, die von Element A nach Element B gesendet werden, Anforderungen oder Bestätigungen dieser Informationen zu Element A senden.

[0099] In dieser Anwendung, einschließlich der folgenden Definitionen, kann der Begriff „Modul“ oder der Begriff „Steuerung“ ggf. durch den Begriff „Schaltung“ ersetzt werden. Der Begriff „Modul“ kann auf Folgendes verweisen bzw. Teil von Folgendem sein oder Folgendes beinhalten: eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung (ASIC); eine digitale, analoge oder gemischt analog/digitale diskrete Schaltung; eine digitale, analoge oder gemischt analog/digitale integrierte Schaltung; eine kombinatorische Logikschaltung; ein feldprogrammierbares Gate-Array (FPGA); einen Prozessor (gemeinsam genutzt, dediziert oder Gruppe), der Code ausführt; einen Speicher (gemeinsam genutzt, dediziert oder Gruppe), der einen von einem Prozessor ausgeführten Code speichert; andere geeignete Hardware-Komponenten, die die beschriebene Funktionalität bereitstellen; oder eine Kombination von einigen oder allen der oben genannten, wie zum Beispiel in einem System-on-Chip.

[0100] Das Modul kann eine oder mehrere Schnittstellenschaltungen beinhalten. In einigen Beispielen können die Schnittstellen-Schaltkreise kabelgebundene oder -lose Schnittstellen beinhalten, die mit einem lokalen Netzwerk (LAN), dem Internet, einem Weitverkehrsnetz (WAN) oder Kombinationen hieraus verbunden sind. Die Funktionalität der in dieser Offenbarung genannten Module kann auf mehrere Module verteilt werden, die mit Schnittstellen-Schaltkreisen verbunden sind. So können zum Beispiel mehrere Module einen Lastenausgleich zulassen. In einem anderen Beispiel können von einem Servermodul (z. B. Remote-Server oder Cloud) bestimmte Funktionen eines Client-Moduls übernommen werden.

[0101] Der Begriff Code, wie oben verwendet, kann Software, Firmware und/oder Mikrocode beinhalten, und auf Programme, Routinen, Funktionen, Klassen, Datenstrukturen und/oder Objekte verweisen. Der Begriff „gemeinsame Prozessorschaltung“ bezieht sich auf eine einzelne Prozessorschaltung, die ermittelten oder vollständigen Code von mehreren Modulen ausführt. Der Begriff „gruppierte Prozessorschaltung“ bezieht sich auf eine Prozessorschaltung, die in Kombination mit zusätzlichen Prozessorschaltungen ermittelten oder vollständigen Code von ggf. mehreren Modulen ausführt. Verweise auf meh-

rere Prozessorschaltungen umfassen mehrere Prozessorschaltungen auf diskreten Matrizen, mehrere Prozessorschaltungen auf einer einzelnen Scheibe, mehrere Kerne auf einer einzelnen Prozessorschaltung, mehrere Threads einer einzelnen Prozessorschaltung oder eine Kombination der oben genannten. Der Begriff „gemeinsame Memory-Schaltung“ bezieht sich auf eine einzelne Memory-Schaltung, die ermittelten oder vollständigen Code von mehreren Modulen speichert. Der Ausdruck „gruppierte Memory-Schaltung“ bezieht sich auf eine Memory-Schaltung, die in Kombination mit zusätzlichem Speicher ermittelte oder vollständige Codes von ggf. mehreren Modulen speichert.

[0102] Der Begriff Memory-Schaltung ist dem Begriff computerlesbares Medium untergeordnet. Der Begriff „computerlesbares Medium“, wie er hier verwendet wird, bezieht sich nicht auf flüchtige elektrische oder elektromagnetische Signale, die sich in einem Medium ausbreiten (z. B. im Falle einer Trägerwelle); der Ausdruck „computerlesbares Medium“ ist daher als konkret und nichtflüchtig zu verstehen. Nicht einschränkende Beispiele eines nichtflüchtigen konkreten computerlesbaren Mediums sind nichtflüchtige Memory-Schaltungen (z. B. Flash-Memory-Schaltungen, löschbare programmierbare ROM-Schaltungen oder Masken-ROM-Schaltungen), flüchtige Memory-Schaltungen (z. B. statische oder dynamische RAM-Schaltungen), magnetische Speichermedien (z. B. analoge oder digitale Magnetbänder oder ein Festplattenlaufwerk) und optische Speichermedien (z. B. CD, DVD oder Blu-Ray).

[0103] Die im Rahmen dieser Anmeldung beschriebenen Vorrichtungen und Verfahren können teilweise oder vollständig mit einem speziellen Computer, der für die Ausführung ermittelter Computerprogrammfunktionen dazu konfiguriert ist, implementiert werden. Die Funktionsblöcke, Flussdiagramm-Komponenten und weiter oben beschriebenen Elemente dienen als Softwarespezifikationen, die von entsprechend geschulten Technikern oder Programmierern in Computerprogramme umgesetzt werden können.

[0104] Die Computerprogramme beinhalten prozessorausführbare Anweisungen, die auf zumindest einem nicht-flüchtigen, konkreten, computerlesbaren Medium gespeichert sind. Die Computerprogramme können ebenfalls gespeicherte Daten enthalten oder auf gespeicherten Daten basieren. Die Computerprogramme können ein Basic-Input-Output-System (BIOS) umfassen, das mit der Hardware des speziellen Computers zusammenwirkt, Vorrichtungstreiber, die mit ermittelten Vorrichtungen des speziellen Computers, einem oder mehreren Betriebssystemen, Benutzeranwendungen, Hintergrunddiensten, im Hintergrund laufenden Anwendungen usw. zusammenwirken.

[0105] Die Computerprogramme können Folgendes beinhalten: (i) Beschreibungstext, der geparkt wird, wie etwa HTML (hypertext markup language), XML (extensible markup language) oder JSON (JavaScript Object Notation) (ii) Assemblercode, (iii) Objektcode, der aus Quellcode von einem Compiler erstellt wurde, (iv) Quellcode zur Ausführung durch einen Interpreter, (v) Quellcode zur Kompilierung und Ausführung durch einen Just-in-time-Compiler usw. Ausschließlich als Beispiel kann Quellcode mit einer Syntax von Sprachen, wie etwa C, C++, C#, Objective-C, Swift, Haskell, Go, SQL, R, Lisp, Java®, Fortran, Perl, Pascal, Curl, OCaml, Javascript®, HTML5 (Hypertext Markup Language 5. Revision), Ada, ASP (Active Server Pages), PHP (PHP: Hypertext-Präprozessor), Scala, Eiffel, Smalltalk, Erlang, Ruby, Flash®, Visual Basic®, Lua, MATLAB, SIMULINK und Python®, geschrieben werden.

[0106] Keines der in den Ansprüchen genannten Elemente ist als „Mittel für eine Funktion“ (sog. „means plus function“) gemäß 35 U.S.C. §112(f) zu verstehen, es sei denn ein Element wird ausdrücklich unter Verwendung des Ausdrucks „means for“ (Mittel für) beschrieben oder falls in einem Verfahrensanspruch die Ausdrücke „Operation für“ oder „Schritt für“ verwendet werden.

Patentansprüche

1. Fahrspurerfassungssystem für ein Fahrzeug, umfassend:

ein erstes Linienmodul, das zu Folgendem konfiguriert ist:

Identifizieren der Standorte einer Fahrspurlinie, die in einem ersten Bild enthalten ist, das unter Verwendung einer ersten Kamera erfasst wurde, die Bilder außerhalb von und neben dem Fahrzeug erfasst, worin die erste Kamera auf einem Außenrückblickspiegel angebracht ist, das um einen festen Drehpunkt beweglich ist;

Basierend auf den Standorten der Fahrspur, die im ersten Bild enthalten ist, Ermitteln einer ersten linearen Gleichung, die der Fahrspur entspricht; und Ermitteln einer Entfernung zur Fahrspur basierend auf der ersten linearen Gleichung;

ein zweites Linienmodul, das zu Folgendem konfiguriert ist:

Identifizieren der Standorte der in einem zweiten Bild enthaltenen Fahrspurlinie, das unter Verwendung einer zweiten Kamera erfasst wurde, die Bilder außerhalb von und vor dem Fahrzeug erfasst; und basierend auf den Standorten der Fahrspurlinie, die im zweiten Bild enthalten ist, Ermitteln einer zweiten linearen Gleichung, die der Fahrspurlinie entspricht; ein Winkelmodul das dazu konfiguriert ist, um, basierend auf der ersten und der zweiten linearen Gleichung, jeweils einen Winkel zwischen einer ersten und einer zweiten Linie entsprechend der ersten und der zweiten linearen Gleichung zu ermitteln; und

ein Korrekturmodul, das dazu konfiguriert ist, eine korrigierte Entfernung zur Fahrspurlinie basierend auf der Entfernung und dem Winkel zu ermitteln.

2. Fahrspurerfassungssystem nach Anspruch 1, weiterhin umfassend:

ein drittes Modul das zu Folgendem konfiguriert ist: Identifizieren von Standorten auf der zweiten Fahrspurlinie, die in einem dritten Bild enthalten sind, das unter Verwendung einer dritten Kamera erfasst wurde, das Bilder außerhalb von und neben dem Fahrzeug erfasst, worin die Kamera auf einem zweiten Außenrückblickspiegel angebracht ist, der um einen zweiten festen Drehpunkt beweglich ist; basierend auf den Standorten der zweiten Fahrspurlinie, die in dem dritten Bild enthalten ist, Ermitteln einer dritten linearen Gleichung, die der zweiten Fahrspurlinie entspricht; und

Ermitteln einer zweiten Entfernung zu der zweiten Fahrspurlinie, basierend auf der dritten linearen Gleichung,

worin das zweite Linienmodul ferner zu Folgendem konfiguriert ist:

Identifizieren von Standorten der zweiten Fahrspurlinie, die im zweiten Bild enthalten ist, das unter Verwendung der zweiten Kamera erfasst wurde; und basierend auf den Standorten der zweiten Fahrspurlinie, die in dem zweiten Bild enthalten ist, Ermitteln einer vierten linearen Gleichung, die der zweiten Fahrspurlinie entspricht;

ein zweites Winkelmodul, das dazu konfiguriert ist, basierend auf der dritten und der vierten linearen Gleichung, einen zweiten Winkel zwischen der dritten und der vierten Linie, die der dritten und der vierten linearen Gleichung entspricht, jeweils zu ermitteln; und ein zweites Korrekturmodul, das dazu konfiguriert ist, eine zweite korrigierte Entfernung zur zweiten Fahrspurlinie basierend auf der zweiten Entfernung und dem zweiten Winkel zu ermitteln.

3. Fahrspurerfassungssystem nach Anspruch 1, ferner umfassend ein Lenksteuerungsmodul, das dazu konfiguriert ist, ein Lenkstellglied des Fahrzeugs basierend auf der korrigierten Entfernung selektiv einzustellen.

4. Fahrspurerfassungssystem nach Anspruch 1, weiterhin umfassend ein Spiegelsteuermodul, das dazu konfiguriert ist, den Außenrückblickspiegel um einen festen Drehpunkt selektiv Richtung null zu bewegen, basierend auf dem Einstellen des Winkels zwischen der ersten und der zweiten Linie, die der jeweils ersten und zweiten linearen Gleichung entsprechen.

5. Fahrspurerfassungssystem nach Anspruch 1, weiterhin umfassend ist ein Motorsteuermodul das dazu konfiguriert ist, ein Motorstellglied des Fahrzeugs basierend auf der korrigierten Entfernung selektiv einzustellen.

6. Fahrspurerfassungssystem nach Anspruch 1, weiterhin umfassend ein Bremssteuermodul das dazu konfiguriert ist, das Anwenden der Reibungsbremsen des Fahrzeugs, basierend auf der korrigierten Entfernung, selektiv einzustellen.

7. Fahrspurerfassungssystem nach Anspruch 1, worin das zweite Linienmodul dazu konfiguriert ist, die zweite Liniengleichung ferner, basierend auf einem erwarteten Standort der ersten Kamera, zu ermitteln.

8. Fahrspurerfassungssystem nach Anspruch 1, worin das zweite Linienmodul dazu konfiguriert ist, die zweite lineare Gleichung ferner, basierend auf einem Verzögerungszeitraum zwischen einem Zeitpunkt, an dem ein Abschnitt der Fahrspurlinie im zweiten Bild enthalten ist und einem Zeitpunkt, an dem der Abschnitt der Fahrspurlinie im ersten Abschnitt enthalten ist, zu ermitteln.

9. Fahrspurerfassungssystem nach Anspruch 1, worin das erste Linienmodul dazu konfiguriert ist, die Entfernung zur Fahrspurlinie ferner basierend auf einer vorgegebenen Entfernung zwischen einer Seite des Fahrzeugs und einem Standort auf der ersten Kamera zu ermitteln.

10. Fahrspurerfassungssystem nach Anspruch 1, weiterhin umfassend ein Fahrerwarnmodul das dazu konfiguriert ist, basierend auf der korrigierten Entfernung, mindestens eine aus einer akustischen, einer visuellen und einer taktilen Ausgabe selektiv zu generieren.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

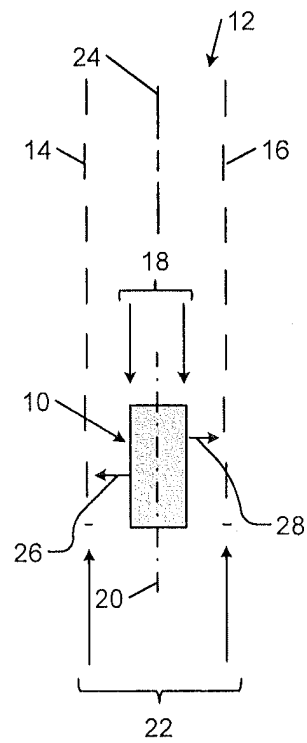


FIG. 1

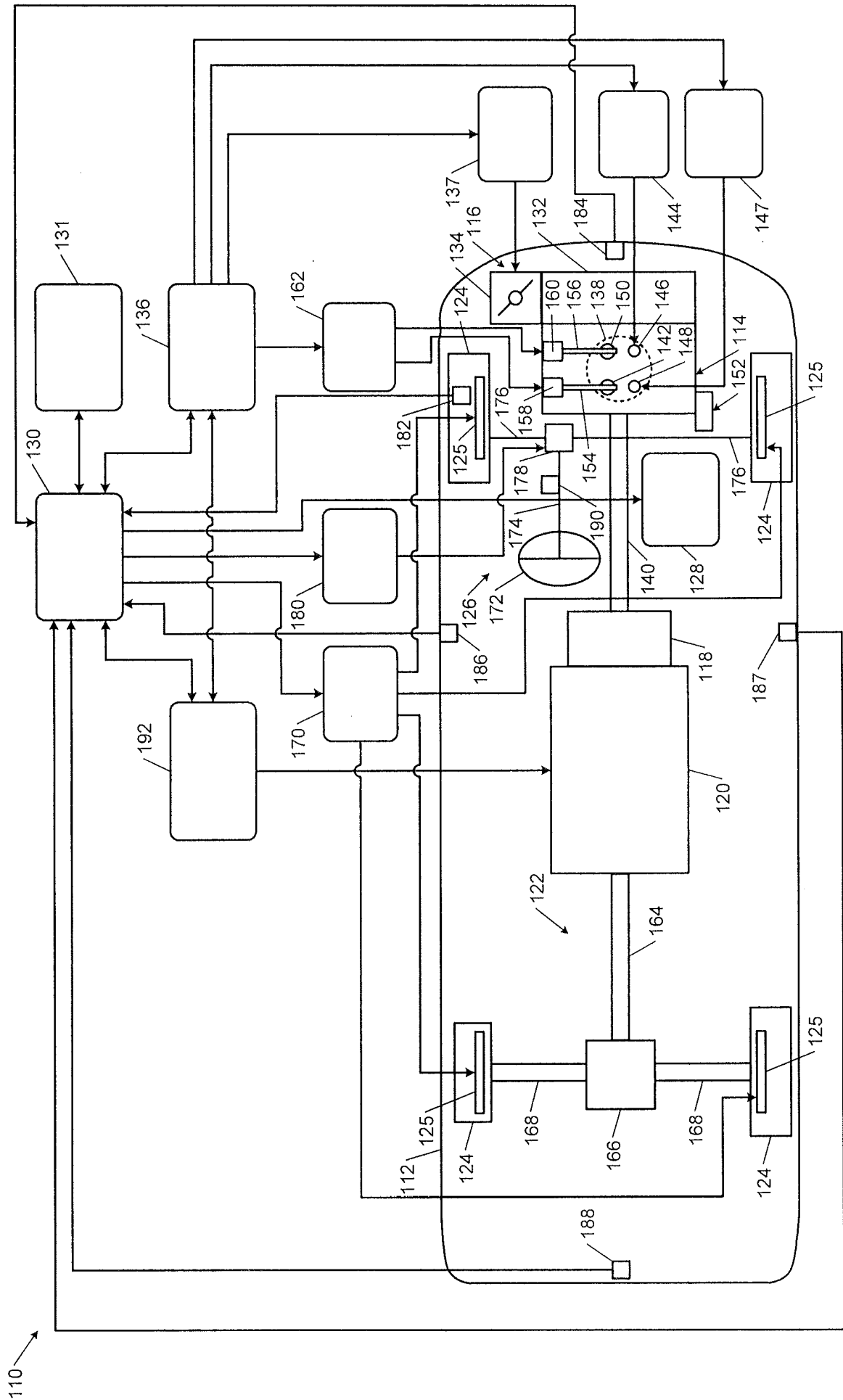


FIG. 2

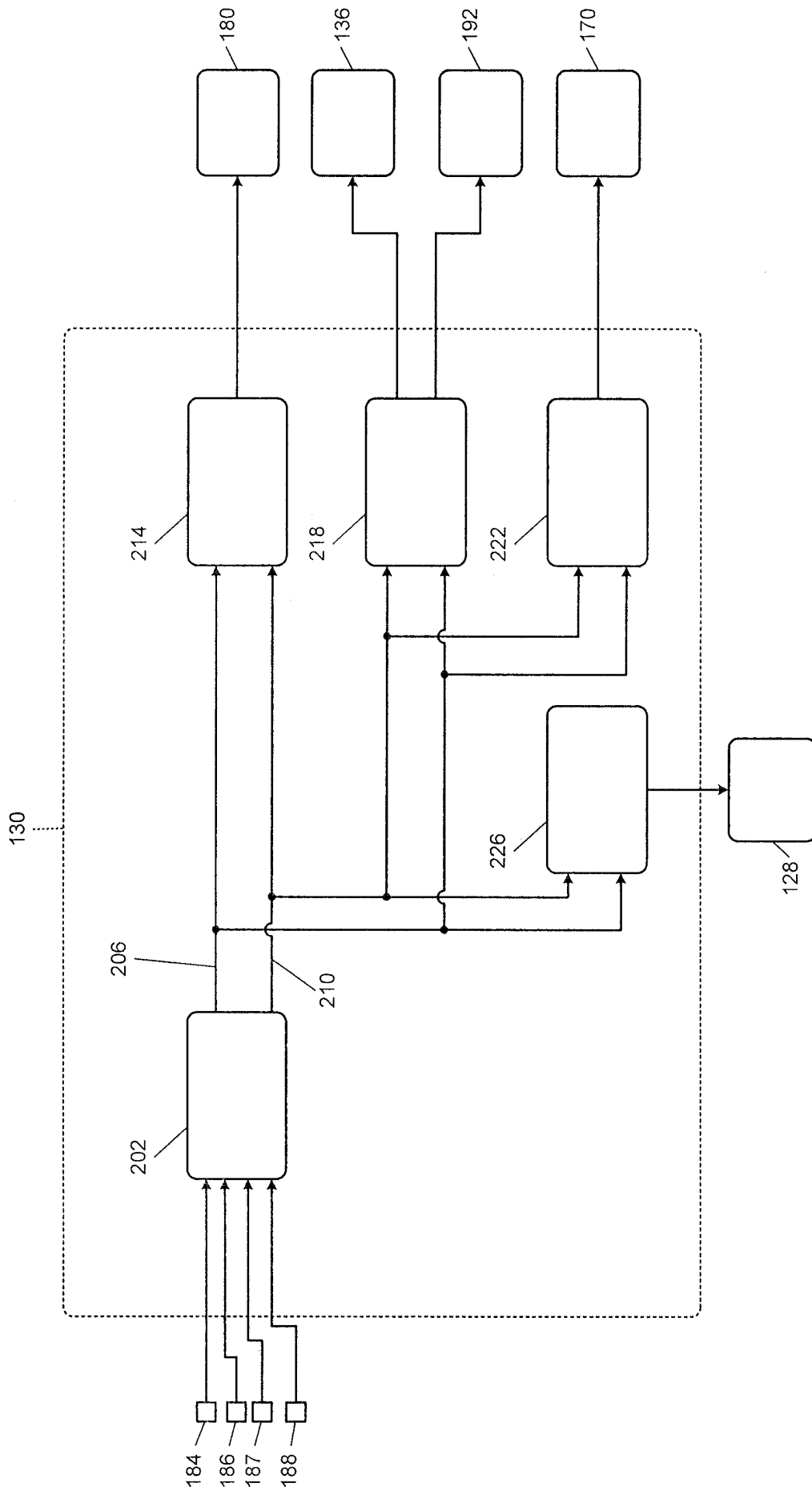


FIG. 3

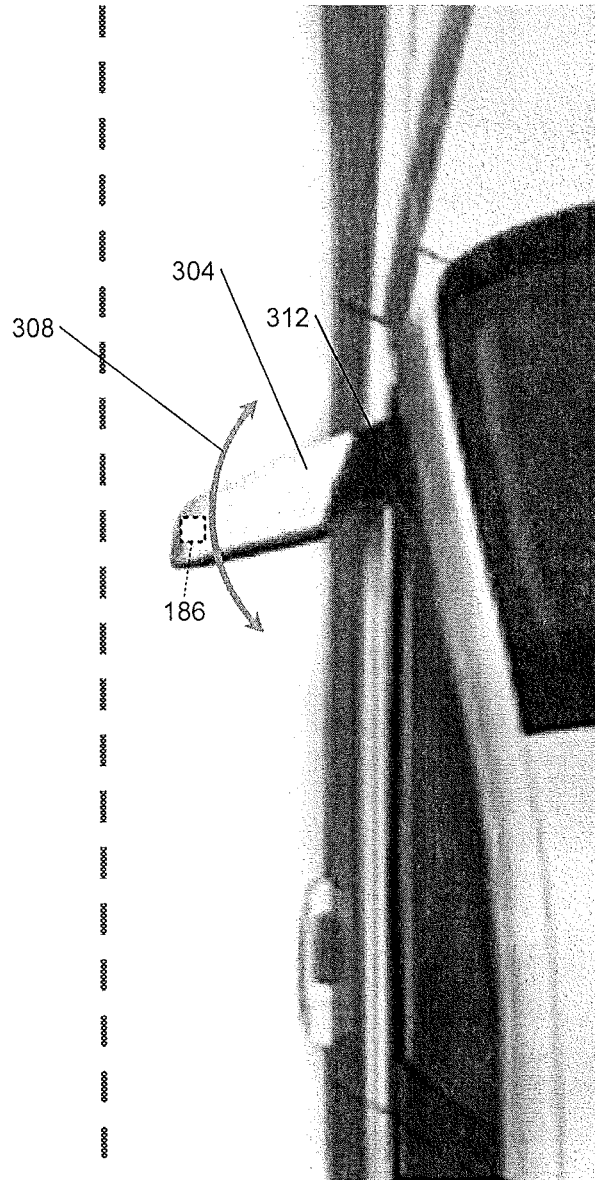


FIG. 4

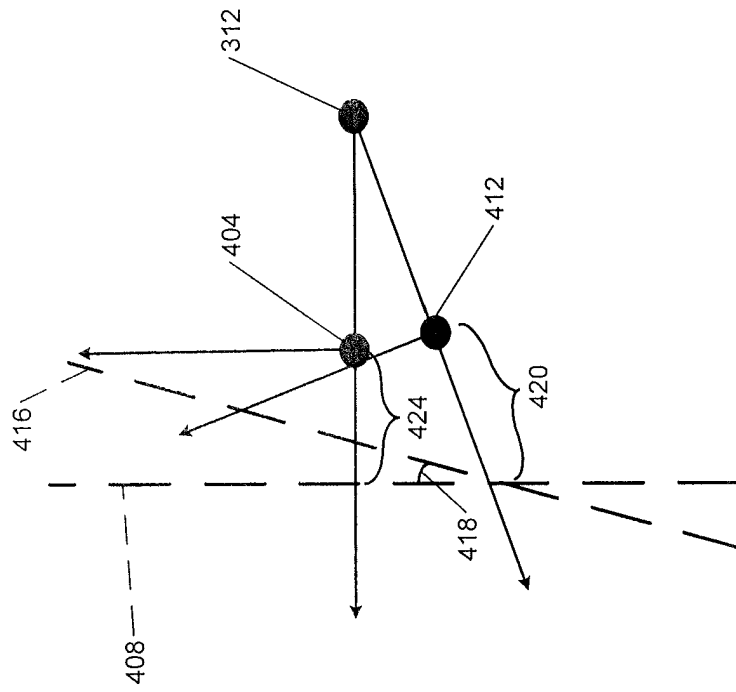


FIG. 5

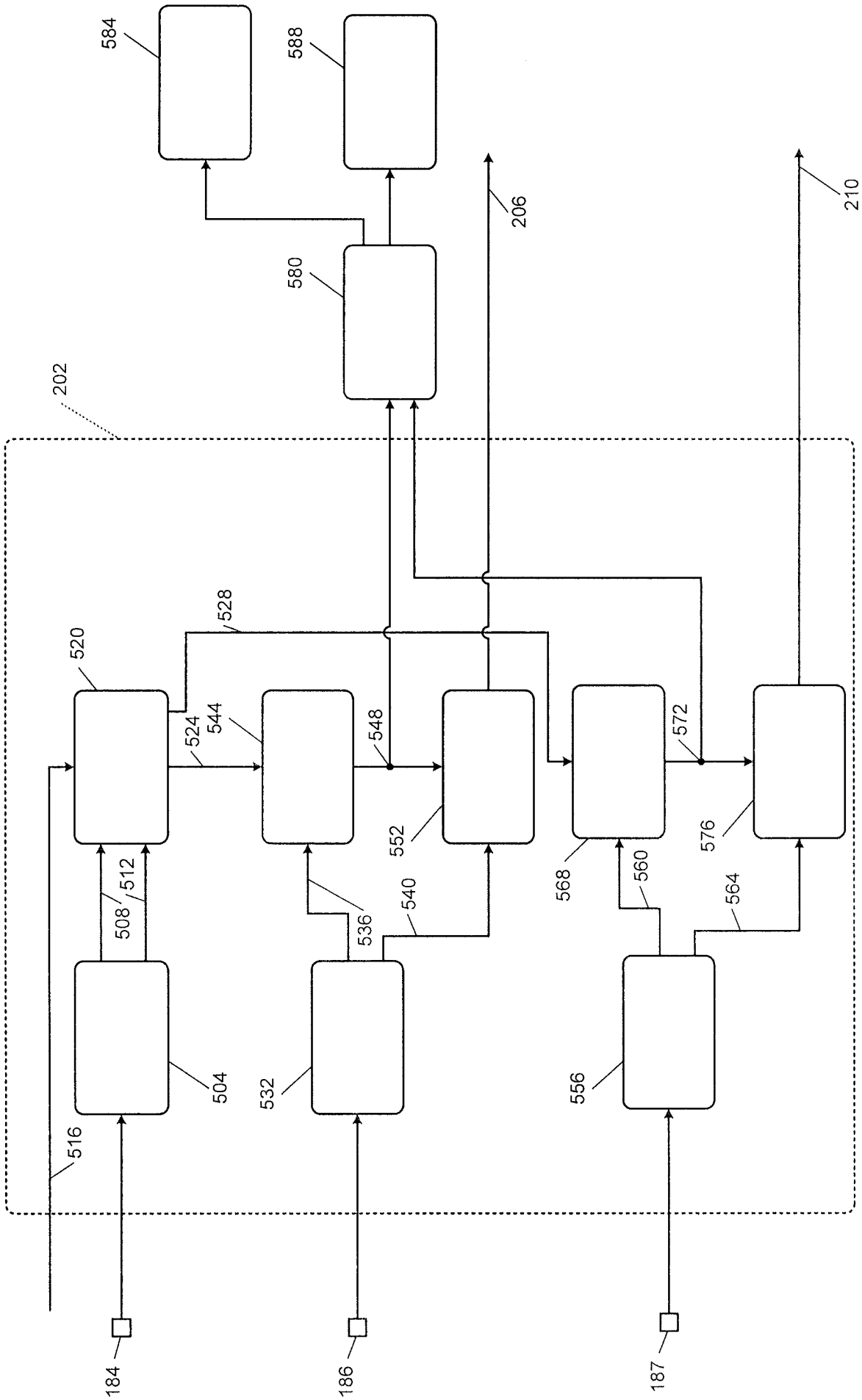


FIG. 6

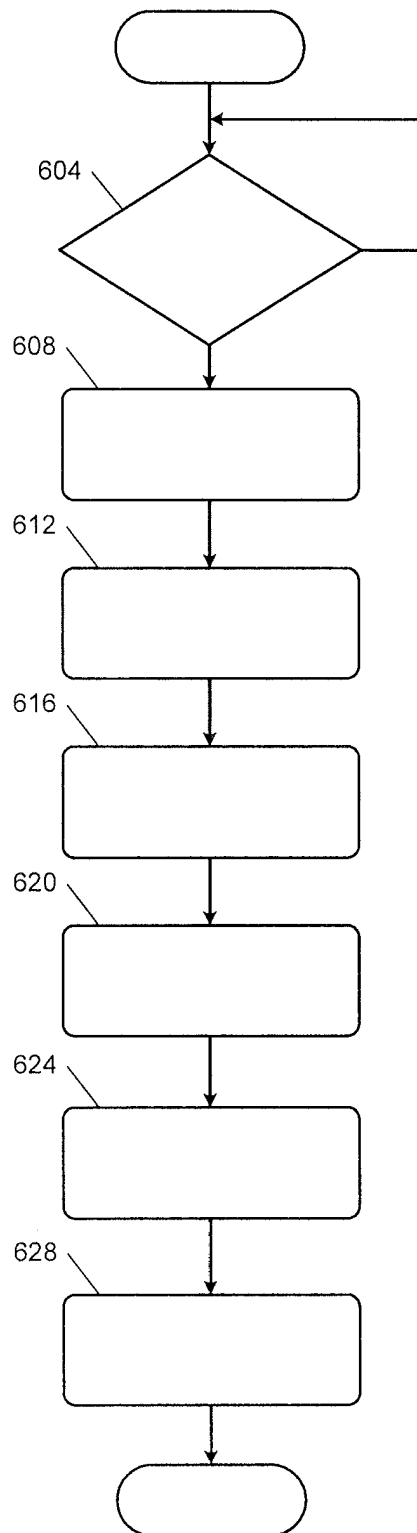


FIG. 7