



(10) **DE 10 2021 110 863 B4** 2023.12.28

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2021 110 863.2**
 (22) Anmeldetag: **28.04.2021**
 (43) Offenlegungstag: **14.04.2022**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **28.12.2023**

(51) Int Cl.: **G09B 19/16 (2006.01)**
B60W 50/08 (2020.01)

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

(30) Unionspriorität:
17/070,366 14.10.2020 US

(72) Erfinder:
Patenaude, Russell A., Warren, US; Edwards, Ryan M., Warren, US

(73) Patentinhaber:
GM GLOBAL TECHNOLOGY OPERATIONS LLC, Detroit, US

(56) Ermittelte Stand der Technik:

(74) Vertreter:
LKGLOBAL Lorenz und Kopf Patentanwalt, Attorney at Law PartG mbB, 80333 München, DE

DE	10 2019 110 924	A1
DE	11 2017 006 567	T5
US	2017 / 0 166 222	A1
US	2018 / 0 118 219	A1

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN UND SYSTEME ZUR AUTONOMEN FAHRERSCHULUNG**

(57) Hauptanspruch: Verfahren (500) zum Trainieren eines Trainierenden unter Verwendung eines autonomen Fahrzeugs (10), das Verfahren aufweisend:

Messen (510), über einen oder mehrere Sensoren (28, 40, 40a-40n) eine oder mehrere manuelle Eingaben (405) des Trainierenden in Bezug auf die Steuerung des autonomen Fahrzeugs (10);

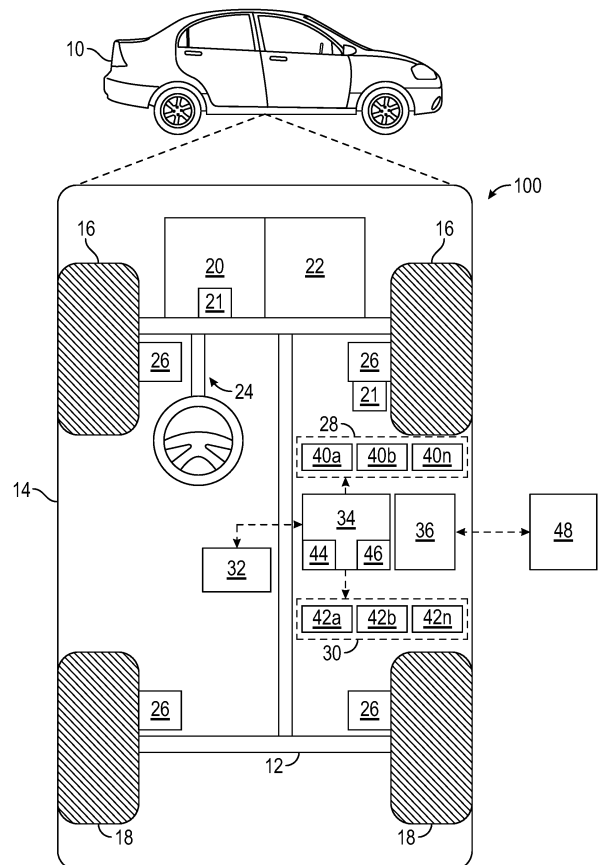
Bestimmen (508, 512), über einen Prozessor (44) unter Verwendung eines in einem Speicher (46) des autonomen Fahrzeugs (10) gespeicherten Algorithmus für autonomes Fahren, einer oder mehrerer empfohlener Aktionen für das autonome Fahrzeug (10);

Vergleichen (514) der einen oder mehreren manuellen Eingaben (405) des Trainierenden mit den einen oder mehreren empfohlenen Aktionen für das autonome Fahrzeug (10) über den Prozessor (44), Erzeugen (514) eines Vergleichs; Bestimmen (514), über den Prozessor (44), einer Punktzahl für den Trainierenden basierend auf dem Vergleich zwischen der einen oder mehreren manuellen Eingaben (405) des Trainierenden mit der einen oder mehreren empfohlenen Aktionen für das autonome Fahrzeug (10)

Bestimmen (516), ob die Punktzahl für den Trainierenden einen oder mehrere vorbestimmte steigende Schwellenwerte überschreitet; und

selektives Erlauben (518) des Trainierenden, eines oder mehrere Merkmale der Fahrfunktionalität für das autonome Fahrzeug (10) zu steuern;

wobei das selektive Erlauben (518) stufenweise basierend auf dem Überschreiten des einen oder der mehreren steigenden Schwellenwerte erfolgt.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich im Allgemeinen auf Fahrzeuge und im Besonderen auf Systeme und Methoden für das Training von Fahrern mit autonomen Fahrzeugen.

Hintergrund

[0002] Ein autonomes Fahrzeug ist ein Fahrzeug, das in der Lage ist, seine Umgebung zu erfassen und mit wenigen oder keinen Benutzereingaben zu navigieren. Dazu verwendet es Erfassungsgeräte wie Radar, Lidar, Bildsensoren und dergleichen. Autonome Fahrzeuge nutzen darüber hinaus Informationen aus der GPS-Technologie (Global Positioning Systems), Navigationssysteme, Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation, Fahrzeug-zu-Infrastruktur-Technologie und/oder Drive-by-Wire-Systeme, um das Fahrzeug zu navigieren.

[0003] Während autonome Fahrzeuge viele potenzielle Vorteile gegenüber herkömmlichen Fahrzeugen bieten, kann es unter bestimmten Umständen wünschenswert sein, Menschen so zu trainieren, dass sie in der Lage sind, ein Fahrzeug ohne autonome Unterstützung für das Fahrzeug zu fahren. Zum Beispiel kann in verschiedenen Ausführungsformen ein Mensch zur persönlichen Befriedigung fahren wollen und/oder in bestimmten Situationen fahren müssen, z. B. wenn der Mensch irgendwann in der Zukunft in einer Situation sein könnte, in der ein betriebsbereites autonomes Fahrzeug an einem bestimmten Ort oder in einer bestimmten Situation nicht verfügbar oder erlaubt ist.

[0004] Aktuelle Techniken für die Ausbildung von Menschen für das Fahren beinhalten einen menschlichen Ausbilder. In bestimmten Situationen sind typische Techniken, die einen menschlichen Fahrlehrer verwenden, jedoch nicht immer optimal, da dies z. B. Voreingenommenheiten des menschlichen Fahrlehrers einbringen kann und/oder zeitaufwändiger, kostspieliger und/oder schwieriger zu planen ist und/oder Risiken und/oder Ineffizienzen beinhalten kann.

[0005] Die DE 10 2019 110 924 A1 beschreibt technische Lösungen, um einem Fahrer eines Fahrzeugs eine Rückmeldung zur Fahrerleistung bereitzustellen. Ein exemplarisches Verfahren beinhaltet das Empfangen einer ersten Manöversteuerung durch eine Steuerung von einem automatisierten Fahrsystem des Fahrzeugs. Das Verfahren beinhaltet ferner das Empfangen einer zweiten Manöversteuerung durch die Steuerung vom Fahrer. Das Verfahren beinhaltet ferner, als Reaktion darauf, dass sich die erste Manöversteuerung von der zweiten Manöversteuerung unterscheidet, das Erzeugen einer Fah-

rerbenachrichtigung, die bezeichnend für die erste Manöversteuerung vom automatisierten Fahrsystem ist, und das Betreiben des Fahrzeugs mit der zweiten Manöversteuerung.

[0006] Die DE 11 2017 006 567 T5 beschreibt ein autonomes Fahrzeug mit Fahrerausbildung. Es wird ein Verfahren zum Verwenden eines autonomen Fahrzeugs offenbart, um einem Schüler das Fahren beizubringen. Das Verfahren kann das Erzeugen eines Plans zum Navigieren auf einem Straßenabschnitt durch das autonome Fahrzeug während einer Trainingseinheit beinhalten. Während der Trainingseinheit kann das autonome Fahrzeug vom Schüler Steueranweisungen dahingehend erhalten, wie der Schüler auf dem den Straßenabschnitt navigieren möchte. Wenn das autonome Fahrzeug bestimmt, dass das Umsetzen der Anweisungen sicher und legal ist, kann es diese Anweisungen umsetzen. Wenn das autonome Fahrzeug jedoch feststellt, dass die Umsetzung der Anweisungen nicht sicher und legal ist, kann es den Plan ausführen. Während einer Trainingseinheit kann ein autonomes Fahrzeug dem Schüler auf einer Head-up-Anzeige eine bestimmte visuelle Rückmeldung bezüglich einer Fahrleistung des Schülers geben.

[0007] Die US 2017 / 0 166 222 A1 beschreibt das Bewerten der menschlichen Fahrleistung mit einem autonomen Fahrzeug. Ein autonomes Fahrzeug kann einen manuellen Betriebsmodus und einen oder mehrere autonome Betriebsmodi haben. Während das Fahrzeug im manuellen Betriebsmodus betrieben wird, können Fahrdaten zu einem manuellen Fahrmanöver erfasst werden. Die erfassten Fahrdaten können relativ zu einem Fahrscenenmodell ausgewertet werden, um zu bestimmen, ob das manuelle Fahrmanöver auf der Grundlage der erfassten Fahrdaten akzeptabel oder inakzeptabel ist. Als Reaktion auf die Feststellung, dass das manuelle Fahrmanöver inakzeptabel ist, kann dem Benutzer eine Rückmeldung gegeben werden. In einigen Fällen kann das Feedback aktiv oder passiv sein. In einigen Fällen kann der Benutzer der menschliche Fahrer des Fahrzeugs oder eine andere Person sein, die in irgendeiner Weise mit dem Fahrer verbunden ist.

[0008] Die US 2018 / 0 118 219 A1 beschreibt einen Feedback-Server, der eine Verarbeitungsschaltung enthält, die so konfiguriert ist, dass sie ein tatsächliches Fahrverhalten eines Fahrers in einem manuellen Fahrmodus und ein projiziertes Fahrverhalten bestimmt, wenn das Fahrzeug in einem autonomen Fahrmodus betrieben worden wäre, das Fahrverhalten in dem manuellen Fahrmodus und dem autonomen Fahrmodus vergleicht und auf der Grundlage des Vergleichs ein Feedback an den Fahrer übermittelt. Die Verarbeitungsschaltung kann ferner so konfiguriert sein, dass sie einen Fahrerzustand des Fah-

riers im manuellen Fahrmodus bestimmt, die Umgebungs-fahrbedingungen des Fahrzeugs ermittelt und ein Grundlinienverhalten des Fahrers als Funktion des Fahrerzustands und der Umgebungs-fahrbedingungen festlegt.

[0009] Dementsprechend ist es wünschenswert, Systeme und Verfahren für die Ausbildung von menschlichen Fahrern von Fahrzeugen bereitzustellen. Darüber hinaus werden andere wünschenswerte Merkmale und Eigenschaften der vorliegenden Erfindung aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung der Erfindung und den beigefügten Ansprüchen, in Verbindung mit den begleitenden Zeichnungen und diesem Hintergrund der Erfindung genommen werden.

Beschreibung der Erfindung

[0010] Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum Trainieren eines Trainierenden unter Verwendung eines autonomen Fahrzeugs bereitgestellt, wobei das Verfahren Folgendes umfasst Messen einer oder mehrerer manueller Eingaben des Trainierenden bezüglich der Steuerung des autonomen Fahrzeugs über einen oder mehrere Sensoren; Bestimmen einer oder mehrerer empfohlener Aktionen für das autonome Fahrzeug über einen Prozessor unter Verwendung eines autonomen Fahralgorithmus, der in einem Speicher des autonomen Fahrzeugs gespeichert ist; Vergleichen der einen oder mehreren manuellen Eingaben des Trainierenden mit der einen oder mehreren empfohlenen Aktionen für das autonome Fahrzeug über den Prozessor, Erzeugen eines Vergleichs; Bestimmen einer Punktzahl für den Trainierenden über den Prozessor auf der Grundlage des Vergleichs zwischen der einen oder mehreren manuellen Eingaben des Trainierenden mit der einen oder mehreren empfohlenen Aktionen für das autonome Fahrzeug; Bestimmen, ob die Punktzahl für den Trainierenden einen oder mehrere vorbestimmte steigende Schwellenwerte überschreitet; und selektives Erlauben des Trainierenden, eines oder mehrere Merkmale der Fahrfunktionalität für das autonome Fahrzeug zu steuern. Das selektive Erlauben erfolgt stufenweise basierend auf dem Überschreiten des einen oder der mehreren steigenden Schwellenwerte.

[0011] In einer beispielhaften Ausführungsform umfasst der Schritt des Messens manueller Eingaben das Messen einer oder mehrerer manueller Eingaben des Trainierenden beim Betätigen eines Gaspedals für das autonome Fahrzeug über einen oder mehrere Sensoren; der Schritt des Vergleichens der manuellen Eingaben mit den empfohlenen Aktionen umfasst das Vergleichen der einen oder mehreren manuellen Eingaben des Trainierenden beim Betätigen des Gaspedals mit der einen oder mehreren empfohlenen Aktionen für das autonome Fahrzeug

über den Prozessor, wobei der Vergleich erzeugt wird; und der Schritt des Bestimmens der Punktzahl beinhaltet das Bestimmen, über den Prozessor, der Punktzahl für den Trainierenden basierend auf dem Vergleich zwischen der einen oder den mehreren manuellen Eingaben von dem Trainierenden beim Betätigen des Gaspedals mit der einen oder den mehreren empfohlenen Aktionen für das autonome Fahrzeug.

[0012] Ebenfalls in einer beispielhaften Ausführungsform umfasst der Schritt des Messens manueller Eingaben das Messen einer oder mehrerer manueller Eingaben des Trainierenden beim Eingreifen in ein Lenkrad für das autonome Fahrzeug über einen oder mehrere Sensoren; der Schritt des Vergleichens der manuellen Eingaben mit den empfohlenen Aktionen umfasst das Vergleichen der einen oder mehreren manuellen Eingaben des Trainierenden beim Eingreifen in das Lenkrad mit der einen oder mehreren empfohlenen Aktionen für das autonome Fahrzeug über den Prozessor, wobei der Vergleich erzeugt wird; und der Schritt des Bestimmens der Punktzahl beinhaltet das Bestimmen, über den Prozessor, der Punktzahl für den Trainierenden basierend auf dem Vergleich zwischen der einen oder den mehreren manuellen Eingaben von dem Trainierenden beim Eingreifen in das Lenkrad mit der einen oder den mehreren empfohlenen Aktionen für das autonome Fahrzeug.

[0013] Ebenfalls in einer beispielhaften Ausführungsform umfasst der Schritt des Messens manueller Eingaben das Messen einer oder mehrerer manueller Eingaben des Trainierenden beim Betätigen eines Bremspedals für das autonome Fahrzeug über einen oder mehrere Sensoren; der Schritt des Vergleichens der manuellen Eingaben mit den empfohlenen Aktionen umfasst das Vergleichen der einen oder mehreren manuellen Eingaben des Trainierenden beim Betätigen des Bremspedals mit der einen oder mehreren empfohlenen Aktionen für das autonome Fahrzeug über den Prozessor, wobei der Vergleich erzeugt wird; und der Schritt des Bestimmens der Punktzahl beinhaltet das Bestimmen, über den Prozessor, der Punktzahl für den Trainierenden basierend auf dem Vergleich zwischen der einen oder den mehreren manuellen Eingaben von dem Trainierenden beim Betätigen des Bremspedals mit der einen oder den mehreren empfohlenen Aktionen für das autonome Fahrzeug.

[0014] In einer beispielhaften Ausführungsform umfasst das Verfahren ferner das Bereitstellen einer sofortigen Rückmeldung für den Trainierenden auf der Grundlage des Vergleichs zwischen der einen oder mehreren manuellen Eingaben des Trainierenden und der einen oder mehreren empfohlenen Aktionen für das autonome Fahrzeug.

[0015] In einer beispielhaften Ausführungsform umfasst das Verfahren ferner das Bereitstellen von Ergebnissen, die mit der Punktzahl für den Teilnehmer verbunden sind, an eine oder mehrere dritte Parteien.

[0016] Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung wird ein System zum Trainieren eines Trainierenden unter Verwendung eines autonomen Fahrzeugs bereitgestellt, wobei das System umfasst: einen oder mehrere Sensoren, die konfiguriert sind, um manuelle Eingaben von dem Trainierenden in Bezug auf die Steuerung des autonomen Fahrzeugs zu messen; einen nicht-flüchtigen computerlesbaren Speicher, der konfiguriert ist, um einen autonomen Fahralgorithmus für das autonome Fahrzeug zu speichern; und einen Prozessor, der mit dem einen oder den mehreren Sensoren und dem nicht-flüchtigen computerlesbaren Speicher gekoppelt ist und konfiguriert ist, um zumindest das Bestimmen, unter Verwendung des autonomen Fahralgorithmus, einer oder mehrerer empfohlener Aktionen für das autonome Fahrzeug; Vergleichen der einen oder mehreren manuellen Eingaben von dem Trainierenden mit der einen oder mehreren empfohlenen Aktionen für das autonome Fahrzeug, Erzeugen eines Vergleichs; Bestimmen einer Punktzahl für den Trainierenden basierend auf dem Vergleich zwischen der einen oder mehreren manuellen Eingaben von dem Trainierenden mit der einen oder mehreren empfohlenen Aktionen für das autonome Fahrzeug; Bestimmen, ob die Punktzahl für den Trainierenden einen oder mehrere vorbestimmte steigende Schwellenwerte überschreitet; und selektives Erlauben des Trainierenden, eines oder mehrere Merkmale der Fahrfunktionalität für das autonome Fahrzeug zu steuern. Das selektive Erlauben erfolgt stufenweise basierend auf dem Überschreiten des einen oder der mehreren steigenden Schwellenwerte.

[0017] Ebenfalls in einer beispielhaften Ausführungsform sind der eine oder die mehreren Sensoren so konfiguriert, dass sie die eine oder die mehreren manuellen Eingaben des Trainierenden beim Betätigen eines Gaspedals für das autonome Fahrzeug messen; und der Prozessor ist so konfiguriert, dass er zumindest Folgendes erleichtert: Vergleichen der einen oder der mehreren manuellen Eingaben des Trainierenden beim Betätigen des Gaspedals mit der einen oder den mehreren empfohlenen Aktionen für das autonome Fahrzeug, Erzeugen des Vergleichs; und Bestimmen der Punktzahl für den Trainierenden auf der Grundlage des Vergleichs zwischen der einen oder den mehreren manuellen Eingaben des Trainierenden beim Betätigen des Gaspedals mit der einen oder den mehreren empfohlenen Aktionen für das autonome Fahrzeug.

[0018] Ebenfalls in einer beispielhaften Ausführungsform sind der eine oder die mehreren Sensoren

so konfiguriert, dass sie die eine oder die mehreren manuellen Eingaben des Trainierenden beim Eingreifen in ein Lenkrad für das autonome Fahrzeug messen; und der Prozessor ist so konfiguriert, dass er zumindest Folgendes erleichtert: Vergleichen der einen oder mehreren manuellen Eingaben des Trainierenden beim Eingreifen in das Lenkrad mit der einen oder den mehreren empfohlenen Aktionen für das autonome Fahrzeug, Erzeugen des Vergleichs; und Bestimmen der Punktzahl für den Trainierenden auf der Grundlage des Vergleichs zwischen der einen oder den mehreren manuellen Eingaben des Trainierenden beim Eingreifen in das Lenkrad mit der einen oder den mehreren empfohlenen Aktionen für das autonome Fahrzeug.

[0019] Ebenfalls in einer beispielhaften Ausführungsform sind der eine oder die mehreren Sensoren so konfiguriert, dass sie die eine oder die mehreren manuellen Eingaben des Trainierenden beim Betätigen eines Bremspedals für das autonome Fahrzeug messen; und der Prozessor ist so konfiguriert, dass er zumindest Folgendes erleichtert: Vergleichen der einen oder der mehreren manuellen Eingaben des Trainierenden beim Betätigen des Bremspedals mit der einen oder den mehreren empfohlenen Aktionen für das autonome Fahrzeug, Erzeugen des Vergleichs; und Bestimmen der Punktzahl für den Trainierenden auf der Grundlage des Vergleichs zwischen der einen oder den mehreren manuellen Eingaben des Trainierenden beim Betätigen des Bremspedals mit der einen oder den mehreren empfohlenen Aktionen für das autonome Fahrzeug.

[0020] In einer beispielhaften Ausführungsform ist der Prozessor ferner so konfiguriert, dass er zumindest die Bereitstellung einer sofortigen Rückmeldung für den Trainierende auf der Grundlage des Vergleichs zwischen der einen oder den mehreren manuellen Eingaben des Trainierenden und der einen oder den mehreren empfohlenen Aktionen für das autonome Fahrzeug erleichtert.

[0021] In einer beispielhaften Ausführungsform ist der Prozessor ferner so konfiguriert, dass er die Bereitstellung von Ergebnissen, die mit der Punktzahl für den Trainierenden verbunden sind, an eine oder mehrere dritte Parteien zumindest erleichtert.

[0022] Gemäß einem dritten Aspekt der Erfindung wird ein autonomes Fahrzeug zum Trainieren eines Trainierenden bereitgestellt, das Folgendes umfasst: ein Gaspedal; ein Bremspedal; ein Lenkrad; eine Vielzahl von Sensoren, die so konfiguriert sind, dass sie manuelle Eingaben des Trainierenden in Bezug auf die Steuerung des autonomen Fahrzeugs über die Betätigung des Gaspedals, des Bremspedals und des Lenkrads durch den Trainierenden messen; einen nicht-flüchtigen, computerlesbaren Speicher, der so konfiguriert ist, dass er einen auto-

nomen Fahralgorithmus für das autonome Fahrzeug speichert; und einen Prozessor, der mit dem einen oder den mehreren Sensoren und dem nicht-flüchtigen, computerlesbaren Speicher verbunden ist und so konfiguriert ist, dass er zumindest Folgendes erleichtert: Bestimmen, unter Verwendung des autonomen Fahralgorithmus, einer oder mehrerer empfohlener Aktionen für das autonome Fahrzeug; Vergleichen der einen oder mehreren manuellen Eingaben von dem Trainierenden mit der einen oder mehreren empfohlenen Aktionen für das autonome Fahrzeug, Erzeugen eines Vergleichs; Bestimmen einer Punktzahl für den Trainierenden basierend auf dem Vergleich zwischen der einen oder mehreren manuellen Eingaben von dem Trainierenden mit der einen oder mehreren empfohlenen Aktionen für das autonome Fahrzeug; Bestimmen, ob die Punktzahl für den Trainierenden einen oder mehrere vorbestimmte steigende Schwellenwerte überschreitet; und selektives Erlauben des Trainierenden, eines oder mehrere Merkmale der Fahrfunktionalität für das autonome Fahrzeug zu steuern. Das selektive Erlauben erfolgt stufenweise basierend auf dem Überschreiten des einen oder der mehreren steigenden Schwellenwerte.

[0023] In einer beispielhaften Ausführungsform ist der Prozessor ferner so konfiguriert, dass er zumindest Folgendes ermöglicht: Bereitstellen einer sofortigen Rückmeldung für den Trainierende auf der Grundlage des Vergleichs zwischen der einen oder den mehreren manuellen Eingaben des Trainierenden und der einen oder den mehreren empfohlenen Aktionen für das autonome Fahrzeug; und Bereitstellen von Ergebnissen, die mit der Bewertung für den Trainierende verbunden sind, für eine oder mehrere dritte Parteien.

[0024] In einer beispielhaften Ausführungsform ist der Prozessor ferner so konfiguriert, dass er zumindest Folgendes ermöglicht: dem Trainierenden selektiv zu erlauben, bestimmte Merkmale der Fahrfunktionalität für das autonome Fahrzeug zu steuern, basierend darauf, ob die Punktzahl einen oder mehrere erste Schwellenwerte überschreitet; und bestimmte andere Merkmale der Fahrfunktionalität automatisch zu steuern, und zwar über Anweisungen, die vom Prozessor in Übereinstimmung mit dem autonomen Fahralgorithmus bereitgestellt werden, basierend darauf, ob die Punktzahl einen oder mehrere zweite Schwellenwerte überschreitet, die sich von den ersten Schwellenwerten unterscheiden.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0025] Die beispielhaften Ausführungsformen werden im Folgenden in Verbindung mit den folgenden Zeichnungsfiguren beschrieben, wobei gleiche Ziffern gleiche Elemente bezeichnen, und wobei:

Fig. 1 ist ein funktionales Blockdiagramm, das ein autonomes Fahrzeug in Übereinstimmung mit verschiedenen Ausführungsformen darstellt;

Fig. 2 ist ein funktionales Blockdiagramm, das ein Transportsystem mit einem oder mehreren autonomen Fahrzeugen, wie in **Fig. 1** gezeigt, in Übereinstimmung mit verschiedenen Ausführungsformen darstellt;

Fig. 3 ist ein funktionales Blockdiagramm, das ein autonomes Fahrsystem (ADS) veranschaulicht, das mit einem autonomen Fahrzeug verbunden ist, in Übereinstimmung mit verschiedenen Ausführungsformen;

Fig. 4 ist ein Datenflussdiagramm zur Veranschaulichung eines Fahrertrainings-Steuerungssystems für autonome Fahrzeuge, gemäß verschiedener Ausführungsformen; und

Fig. 5 ist ein Flussdiagramm für einen Steuerungsprozess für das Training von Fahrern mit autonomen Fahrzeugen, in Übereinstimmung mit verschiedenen Ausführungsformen.

Detaillierte Beschreibung

[0026] Die folgende detaillierte Beschreibung hat lediglich beispielhaften Charakter und soll die Anwendung und Verwendungen nicht einschränken. Darüber hinaus besteht keine Absicht, an irgendeiner ausdrücklichen oder impliziten Theorien gebunden zu sein, die in dem vorangehenden technischen Gebiet, dem Hintergrund, der kurzen Zusammenfassung oder der folgenden detaillierten Beschreibung dargestellt sind. Wie hierin verwendet, bezieht sich der Begriff „Modul“ auf jegliche Hardware, Software, Firmware, elektronische Steuerkomponente, Verarbeitungslogik und/oder Prozessorgerät, einzeln oder in beliebiger Kombination, einschließlich und ohne Einschränkung: anwendungsspezifische integrierte Schaltung (ASIC), ein feldprogrammierbares Gate-Array (FPGA), eine elektronische Schaltung, ein Prozessor (gemeinsam, dediziert oder Gruppe) und Speicher, der ein oder mehrere Software- oder Firmwareprogramme ausführt, eine kombinatorische Logikschaltung und/oder andere geeignete Komponenten, die die beschriebene Funktionalität bereitstellen.

[0027] Ausführungsformen der vorliegenden Offenlegung können hier in Form von funktionalen und/oder logischen Blockkomponenten und verschiedenen Verarbeitungsschritten beschrieben werden. Es ist zu beachten, dass solche Blockkomponenten durch eine beliebige Anzahl von Hardware-, Software- und/oder Firmware-Komponenten realisiert werden können, die so konfiguriert sind, dass sie die angegebenen Funktionen ausführen. Zum Beispiel kann eine Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung verschiedene integrierte Schaltungs-

komponenten verwenden, z. B. Speicherelemente, digitale Signalverarbeitungselemente, Logikelemente, Nachschlagetabellen oder ähnliches, die eine Vielzahl von Funktionen unter der Steuerung eines oder mehrerer Mikroprozessoren oder anderer Steuergeräte ausführen können. Darüber hinaus wird der Fachmann verstehen, dass Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung in Verbindung mit einer beliebigen Anzahl von Systemen praktiziert werden können, und dass die hier beschriebenen Systeme lediglich beispielhafte Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung sind.

[0028] Der Kürze halber werden konventionelle Techniken im Zusammenhang mit Signalverarbeitung, Datenübertragung, Signalisierung, Steuerung, maschinellem Lernen, Bildanalyse und anderen funktionalen Aspekten der Systeme (und der einzelnen Betriebskomponenten der Systeme) hier möglicherweise nicht im Detail beschrieben. Darüber hinaus sollen die in den verschiedenen hierin enthaltenen Figuren dargestellten Verbindungslinien beispielhafte funktionale Beziehungen und/oder physikalische Kopplungen zwischen den verschiedenen Elementen darstellen. Es ist zu beachten, dass viele alternative oder zusätzliche funktionale Beziehungen oder physikalische Verbindungen in einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung vorhanden sein können.

[0029] Mit Bezug auf **Fig. 1** ist ein Fahrertrainingssteuerungssystem 100, das allgemein als 100 dargestellt ist, mit einem Fahrzeug 10 in Übereinstimmung mit verschiedenen Ausführungsformen verbunden. Im Allgemeinen bietet das Fahrertrainingskontrollsystem (oder einfach „System“) 100 ein Training von Menschen für das Fahren unter Verwendung des Fahrzeugs 10. In verschiedenen Ausführungsformen umfasst das Fahrzeug 10 ein autonomes Fahrzeug.

[0030] Wie in **Fig. 1** dargestellt, umfasst das Fahrzeug 10 im Allgemeinen ein Fahrgestell 12, einen Aufbau 14, Vorderräder 16 und Hinterräder 18. Die Karosserie 14 ist auf dem Fahrgestell 12 angeordnet und umschließt im Wesentlichen Komponenten des Fahrzeugs 10. Die Karosserie 14 und das Fahrgestell 12 können gemeinsam einen Rahmen bilden. Die Räder 16-18 sind jeweils in der Nähe einer entsprechenden Ecke der Karosserie 14 drehbar mit dem Fahrgestell 12 verbunden. Während ein Kraftfahrzeug in **Fig. 1** dargestellt ist, wird es geschätzt, dass in verschiedenen Ausführungsformen das Fahrzeug 10 kann eine beliebige Anzahl von anderen Arten von Fahrzeugen (wie zum Beispiel Boote, andere Wasserfahrzeuge, Züge, Flugzeuge und / oder Raumfahrzeuge) und / oder eine oder mehrere andere Arten von mobilen Plattformen umfassen.

[0031] In verschiedenen Ausführungsformen ist das Fahrzeug 10 ein autonomes Fahrzeug und das Fahrertrainingssteuerungssystem 100 und/oder Komponenten davon sind in das autonome Fahrzeug 10 (im Folgenden als autonomes Fahrzeug 10 bezeichnet) eingebaut. Das autonome Fahrzeug 10 ist z. B. ein Fahrzeug, das automatisch gesteuert wird, um Fahrgäste von einem Ort zu einem anderen zu befördern. Das Fahrzeug 10 ist in der gezeigten Ausführungsform als PKW dargestellt, aber es sollte gewürdigt werden, dass jedes andere Fahrzeug, einschließlich Motorräder, LKWs, Sport Utility Vehicles (SUVs), Freizeitfahrzeuge (RVs), Wasserfahrzeuge, Flugzeuge und dergleichen, ebenfalls verwendet werden können. Wie weiter unten näher beschrieben, ist das Fahrzeug 10 auch so konfiguriert, dass es Menschen das Führen eines Fahrzeugs beibringt, beispielsweise so, dass der Mensch in der Lage ist, nach dem Training ein Fahrzeug zu führen, ohne sich auf die autonome Fahrzeugfunktionalität zu verlassen.

[0032] In einer beispielhaften Ausführungsform entspricht das autonome Fahrzeug 10 einem Automatisierungssystem der Stufe vier oder fünf nach der Standardtaxonomie der Society of Automotive Engineers (SAE) „J3016“ für automatisierte Fahrstufen. Unter Verwendung dieser Terminologie bedeutet ein System der Stufe vier „hohe Automatisierung“ und bezieht sich auf einen Fahrmodus, in dem das automatisierte Fahrsystem alle Aspekte der dynamischen Fahraufgabe ausführt, auch wenn ein menschlicher Fahrer nicht angemessen auf eine Aufforderung zum Eingreifen reagiert. Ein System der Stufe 5 hingegen bedeutet „Vollautomatisierung“ und bezieht sich auf einen Fahrmodus, in dem das automatisierte Fahrsystem alle Aspekte der dynamischen Fahraufgabe unter allen Fahrbahn- und Umgebungsbedingungen ausführt, die von einem menschlichen Fahrer bewältigt werden können. Es wird jedoch deutlich, dass die Ausführungsformen in Übereinstimmung mit dem vorliegenden Gegenstand nicht auf eine bestimmte Taxonomie oder Rubrik von Automatisierungskategorien beschränkt sind. Darüber hinaus können Systeme gemäß der vorliegenden Ausführungsform in Verbindung mit jedem autonomen oder anderen Fahrzeug verwendet werden, das ein Navigationssystem und/oder andere Systeme zur Routenführung und/oder -durchführung nutzt.

[0033] Wie dargestellt, umfasst das autonome Fahrzeug 10 im Allgemeinen ein Antriebssystem 20, ein Getriebesystem 22, ein Lenksystem 24, ein Bremsensystem 26, ein Sensorsystem 28, ein Aktuatorssystem 30, mindestens eine Datenspeichereinrichtung 32, mindestens einen Controller 34 und ein Kommunikationssystem 36.

[0034] Das Antriebssystem 20 kann in verschiedenen Ausführungsformen einen Verbrennungsmotor, eine elektrische Maschine, wie z. B. einen Fahrmo-

tor, und/oder ein Brennstoffzellen-Antriebssystem umfassen. In verschiedenen Ausführungsformen hat das Antriebssystem 20 ein Gaspedal 21 oder ist mit diesem gekoppelt, damit ein Fahrer (und/oder ein Trainierender) manuelle Beschleunigungseingaben für das Antriebssystem 20 bereitstellen kann, um eine Beschleunigung des Fahrzeugs 10 nachzuweisen.

[0035] Das Getriebesystem 22 ist so konfiguriert, dass es Leistung vom Antriebssystem 20 zu den Fahrzeugrädern 16 und 18 entsprechend wählbarer Übersetzungsverhältnisse überträgt. Gemäß verschiedenen Ausführungsformen kann das Getriebesystem 22 ein stufenloses Automatikgetriebe, ein stufenloses Getriebe oder ein anderes geeignetes Getriebe umfassen.

[0036] Das Bremssystem 26 ist so konfiguriert, dass es ein Bremsmoment auf die Fahrzeugräder 16 und 18 ausübt. Das Bremssystem 26 kann in verschiedenen Ausführungsformen Reibungsbremsen, Bremse durch Draht, ein regeneratives Bremssystem, wie eine elektrische Maschine, und/oder andere geeignete Bremssysteme umfassen. In verschiedenen Ausführungsformen umfasst das Bremssystem 26 ein Bremspedal 27 für einen Fahrer (und/oder Trainierenden), um manuelle Bremsingaben für das Bremssystem 26 bereitzustellen.

[0037] Das Lenksystem 24 beeinflusst eine Position der Fahrzeugräder 16 und/oder 18. In verschiedenen Ausführungsformen umfasst das Lenksystem 24 ein Lenkrad 25, mit dem ein Fahrer (und/oder Trainierender) manuelle Lenkeingaben für das Lenksystem 24 vornehmen kann.

[0038] Das Sensorsystem 28 umfasst eine oder mehrere Erfassungsvorrichtungen 40a-40n, die beobachtbare Bedingungen der äußeren Umgebung und/oder der inneren Umgebung des autonomen Fahrzeugs 10 erfassen. Die Erfassungsvorrichtungen 40a-40n können unter anderem Bremspedalsensoren, Lenkradsensoren, Gaspedalsensoren, Radare, Lidare, globale Positionierungssysteme, optische Kameras, Wärmekameras, Ultraschallsensoren, Blinker und Sensoren dafür, Kameras und/oder andere Sensoren zur Beobachtung von Fahrern (z. B. zur korrekten Verwendung der Spiegel usw.) und/oder andere Sensoren umfassen. Das Aktuator-system 30 umfasst eine oder mehrere Aktuatorvorrichtungen 42a-42n, die eine oder mehrere Fahrzeugfunktionen des Fahrzeugs 10 steuern. In verschiedenen Ausführungsformen steuern die Aktuatorvorrichtungen 42a-42n (auch als Aktuatoren 42 bezeichnet) ein oder mehrere Merkmale, wie z. B. das Antriebssystem 20, das Getriebesystem 22, das Lenksystem 24 und das Bremssystem 26, ohne darauf beschränkt zu sein. In verschiedenen Ausführungsformen kann das autonome Fahrzeug 10 auch

innere und/oder äußere Fahrzeugmerkmale aufweisen, die in **Fig. 1** nicht dargestellt sind, wie z. B. einen Kofferraum und Kabinenmerkmale wie Luft, Musik, Beleuchtung, Touchscreen-Display-Komponenten (wie z. B. solche, die in Verbindung mit Navigationssystemen verwendet werden) und dergleichen.

[0039] Die Datenspeichervorrichtung 32 speichert Daten zur Verwendung bei der automatischen Steuerung des autonomen Fahrzeugs 10 und zur Durchführung von Fahrertraining mit dem autonomen Fahrzeug 10. In verschiedenen Ausführungsformen speichert die Datenspeichervorrichtung 32 Informationen, die sich auf die Bewertung der Fahrweise eines aktuellen Fahrers (oder Trainierenden) beziehen, auch basierend auf Vergleichen zwischen den manuellen Fahreingaben des Fahrers (oder Trainierenden) im Vergleich zu den von der autonomen Funktionalität des Fahrzeugs 10 empfohlenen Fahreingaben.

[0040] Darüber hinaus speichert die Datenspeichervorrichtung 32 in verschiedenen Ausführungsformen definierte Karten der navigierbaren Umgebung. In verschiedenen Ausführungsformen können die definierten Karten durch ein entferntes System vordefiniert und von diesem bezogen werden (in Bezug auf **Fig. 2** näher beschrieben). Zum Beispiel können die definierten Karten von dem entfernten System zusammengestellt und an das autonome Fahrzeug 10 (drahtlos und/oder drahtgebunden) übermittelt und in der Datenspeichervorrichtung 32 gespeichert werden. Routeninformationen können ebenfalls in der Datenspeichervorrichtung 32 gespeichert werden - d.h. ein Satz von Straßensegmenten (die geografisch mit einer oder mehreren der definierten Karten verbunden sind), die zusammen eine Route definieren, die der Benutzer nehmen kann, um von einem Startort (z.B. dem aktuellen Standort des Benutzers) zu einem Zielort zu fahren. In verschiedenen Ausführungsformen speichert die Datenspeichervorrichtung 32 auch Daten, die sich auf die Straßen beziehen, auf denen das Fahrzeug 10 fahren kann. Wie zu erkennen ist, kann die Datenspeichervorrichtung 32 Teil der Steuerung 34, getrennt von der Steuerung 34 oder Teil der Steuerung 34 und Teil eines separaten Systems sein.

[0041] Der Controller 34 umfasst mindestens einen Prozessor 44 und ein computerlesbares Speichergerät oder Medium 46. Der Prozessor 44 kann ein beliebiger kundenspezifischer oder handelsüblicher Prozessor sein, eine Zentraleinheit (CPU), eine Grafikverarbeitungseinheit (GPU), ein Hilfsprozessor unter mehreren Prozessoren, die dem Controller 34 zugeordnet sind, ein Mikroprozessor auf Halbleiterbasis (in Form eines Mikrochips oder Chipsatzes), eine beliebige Kombination davon oder allgemein eine beliebige Vorrichtung zur Ausführung von Anweisungen. Die computerlesbare Speichereinrich-

tung oder -medien 46 können flüchtige und nicht-flüchtige Speicher umfassen, z. B. Festwertspeicher (ROM), Direktzugriffsspeicher (RAM) und Keep-Alive-Speicher (KAM). KAM ist ein dauerhafter oder nichtflüchtiger Speicher, der zum Speichern verschiedener Betriebsvariablen verwendet werden kann, während der Prozessor 44 ausgeschaltet ist. Die computerlesbare(n) Speichervorrichtung(en) 46 kann/können unter Verwendung einer beliebigen Anzahl bekannter Speichervorrichtungen implementiert werden, wie z. B. PROMs (programmierbarer Festwertspeicher), EPROMs (elektrisch löschbare PROMs), EEPROMs (elektrisch löschbare PROMs), Flash-Speicher oder beliebige andere elektrische, magnetische, optische oder kombinierte Speichervorrichtungen, die in der Lage sind, Daten zu speichern, von denen einige ausführbare Anweisungen darstellen, die von der Steuereinheit 34 bei der Steuerung des autonomen Fahrzeugs 10 und bei der Bereitstellung von Fahrertraining verwendet werden.

[0042] In verschiedenen Ausführungsformen bietet der Prozessor 44 ein Fahrertraining für einen menschlichen Fahrer an, das auf der Bewertung der Fahrweise eines aktuellen Fahrers (oder Trainierenden) basiert, einschließlich auf Vergleichen zwischen den manuellen Fahreingaben des Fahrers (oder Trainierenden) im Vergleich zu den von der autonomen Funktionalität des Fahrzeugs 10 empfohlenen Fahreingaben.

[0043] Die Anweisungen können ein oder mehrere separate Programme umfassen, von denen jedes eine geordnete Auflistung von ausführbaren Anweisungen zur Implementierung logischer Funktionen enthält. Die Anweisungen, wenn sie vom Prozessor 44 ausgeführt werden, empfangen und verarbeiten Signale vom Sensorsystem 28, führen Logik, Berechnungen, Methoden und/oder Algorithmen für das Fahrertraining sowie für die automatische Steuerung der Komponenten des autonomen Fahrzeugs 10 durch und erzeugen Steuersignale, die an das Aktuatorssystem 30 übertragen werden, um die Komponenten des autonomen Fahrzeugs 10 basierend auf der Logik, den Berechnungen, Methoden und/oder Algorithmen automatisch zu steuern. Obwohl in **Fig. 1** nur ein Controller 34 dargestellt ist, können Ausführungsformen des autonomen Fahrzeugs 10 eine beliebige Anzahl von Controllern 34 umfassen, die über ein beliebiges geeignetes Kommunikationsmedium oder eine Kombination von Kommunikationsmedien kommunizieren und die zusammenarbeiten, um die Sensorsignale zu verarbeiten, Logik, Berechnungen, Methoden und/oder Algorithmen durchzuführen und Steuersignale zu erzeugen, um Merkmale des autonomen Fahrzeugs 10 automatisch zu steuern. In einer Ausführungsform, wie unten im Detail besprochen, ist der Controller 34 für die Verwendung bei der Bereitstellung von Fahrer-

training mit dem autonomen Fahrzeug 10 konfiguriert.

[0044] Das Kommunikationssystem 36 ist so konfiguriert, dass es drahtlos Informationen an und von anderen Einheiten 48 übermittelt, wie z. B., aber nicht beschränkt auf, andere Fahrzeuge („V2V“-Kommunikation), Infrastruktur („V2I“-Kommunikation), Schulungs- und Transportsysteme und/oder Benutzergeräte (ausführlicher beschrieben in Bezug auf **Fig. 2**). In einer beispielhaften Ausführungsform ist das Kommunikationssystem 36 ein drahtloses Kommunikationssystem, das so konfiguriert ist, dass es über ein drahtloses lokales Netzwerk (WLAN) unter Verwendung von IEEE 802.11 -Standards oder unter Verwendung zellulärer Datenkommunikation kommuniziert. Zusätzliche oder alternative Kommunikationsmethoden, wie z. B. ein dedizierter Kurzstrecken-Kommunikationskanal (DSRC-Kanal), werden jedoch ebenfalls im Rahmen der vorliegenden Offenlegung berücksichtigt. DSRC-Kanäle beziehen sich auf ein- oder zweiseitige drahtlose Kommunikationskanäle mit kurzer bis mittlerer Reichweite, die speziell für den Einsatz im Automobilbereich entwickelt wurden, sowie auf einen entsprechenden Satz von Protokollen und Standards.

[0045] Mit Bezug auf **Fig. 2** kann das in **Fig. 1** beschriebene autonome Fahrzeug 10 in verschiedenen Ausführungsformen zur Verwendung im Kontext einer Gruppe oder Flotte von Fahrzeugen geeignet sein oder einfach von einem entfernten System verwaltet werden. Beispielsweise kann das autonome Fahrzeug 10 mit einer Gruppe oder Flotte von autonomen Fahrzeugen zur Ausbildung von Trainierenden (und in bestimmten Ausführungsformen auch zum Transport) verbunden sein. **Fig. 2** zeigt eine beispielhafte Ausführungsform einer Betriebsumgebung, die allgemein mit 50 dargestellt ist und ein auf einem autonomen Fahrzeug basierendes Fernsystem (oder einfach „Schulungs- und Transportsystem“) 52 umfasst, das mit einem oder mehreren autonomen Fahrzeugen 10a-10n verbunden ist, wie in Bezug auf **Fig. 1** beschrieben. In verschiedenen Ausführungsformen umfasst die Betriebsumgebung 50 (die ganz oder teilweise den in **Fig. 1** dargestellten Einheiten 48 entsprechen kann) ferner ein oder mehrere Benutzergeräte 54, die mit dem autonomen Fahrzeug 10 und/oder dem Schulungs- und Transportsystem 52 über ein Kommunikationsnetzwerk 56 kommunizieren.

[0046] Das Kommunikationsnetzwerk 56 unterstützt bei Bedarf die Kommunikation zwischen Geräten, Systemen und Komponenten, die von der Betriebsumgebung 50 unterstützt werden (z. B. über materielle Kommunikationsverbindungen und/oder drahtlose Kommunikationsverbindungen). Zum Beispiel kann das Kommunikationsnetzwerk 56 ein drahtloses Trägersystem 60 wie ein zelluläres Telefonsystem

tem umfassen, das eine Vielzahl von Zellentürmen (nicht dargestellt), eine oder mehrere mobile Vermittlungsstellen (MSCs) (nicht dargestellt) sowie alle anderen Netzwerkkomponenten enthält, die erforderlich sind, um das drahtlose Trägersystem 60 mit einem Landkommunikationssystem zu verbinden. Jeder Mobilfunkturn umfasst Sende- und Empfangsantennen und eine Basisstation, wobei die Basisstationen von verschiedenen Mobilfunktürmen entweder direkt oder über Zwischengeräte wie einen Basisstationscontroller mit der MSC verbunden sind. Das drahtlose Trägersystem 60 kann jede geeignete Kommunikationstechnologie implementieren, z. B. digitale Technologien wie CDMA (z. B. CDMA2000), LTE (z. B. 4G LTE oder 5G LTE), GSM/GPRS oder andere aktuelle oder zukünftige drahtlose Technologien. Andere Zellmast/Basisstation/MSC-Anordnungen sind möglich und könnten mit dem drahtlosen Trägersystem 60 verwendet werden. Zum Beispiel könnten die Basisstation und der Mobilfunkturn am selben Standort stehen oder sie könnten voneinander entfernt sein, jede Basisstation könnte für einen einzelnen Mobilfunkturn zuständig sein oder eine einzelne Basisstation könnte verschiedene Mobilfunktürme bedienen, oder verschiedene Basisstationen könnten mit einem einzelnen MSC gekoppelt sein, um nur einige der möglichen Anordnungen zu nennen.

[0047] Neben der Einbeziehung des drahtlosen Trägersystems 60 kann ein zweites drahtloses Trägersystem in Form eines Satellitenkommunikationssystems 64 einbezogen werden, um eine unidirektionale oder bidirektionale Kommunikation mit den autonomen Fahrzeugen 10a-10n zu ermöglichen. Dies kann unter Verwendung eines oder mehrerer Kommunikationssatelliten (nicht dargestellt) und einer Uplink-Sendestation (nicht dargestellt) erfolgen. Unidirektionale Kommunikation kann z. B. Satellitenradiodienste umfassen, bei denen Programminhalte (Nachrichten, Musik und ähnliches) von der Sendestation empfangen, für den Upload verpackt und dann an den Satelliten gesendet werden, der das Programm an die Abonnenten sendet. Die bidirektionale Kommunikation kann z. B. Satellitentelefoniedienste umfassen, bei denen der Satellit zur Weiterleitung der Telefonkommunikation zwischen dem Fahrzeug 10 und der Station verwendet wird. Die Satellitentelefonie kann entweder zusätzlich zu oder anstelle des drahtlosen Trägersystems 60 verwendet werden.

[0048] Weiterhin kann ein Landkommunikationssystem 62 enthalten sein, das ein herkömmliches landgestütztes Telekommunikationsnetz ist, das mit einem oder mehreren Festnetztelefonen verbunden ist und das drahtlose Trägersystem 60 mit dem Schulungs- und Transportsystem 52 verbindet. Das Landkommunikationssystem 62 kann zum Beispiel ein öffentliches Telefonnetz (PSTN) umfassen, wie es

für die Bereitstellung von festverdrahteter Telefonie, paketvermittelter Datenkommunikation und der Internet-Infrastruktur verwendet wird. Ein oder mehrere Segmente des Landkommunikationssystems 62 können durch die Verwendung eines standardmäßigen drahtgebundenen Netzwerks, eines Glasfaser- oder anderen optischen Netzwerks, eines Kabelnetzwerks, von Stromleitungen, anderen drahtlosen Netzwerken wie drahtlosen lokalen Netzwerken (WLANs) oder Netzwerken, die einen drahtlosen Breitbandzugang (BWA) bereitstellen, oder einer beliebigen Kombination davon implementiert werden. Darüber hinaus muss das Schulungs- und Transportsystem 52 nicht über das Landkommunikationssystem 62 verbunden sein, sondern kann eine drahtlose Telefonieausrüstung enthalten, so dass es direkt mit einem drahtlosen Netzwerk, wie dem drahtlosen Trägersystem 60, kommunizieren kann.

[0049] Obwohl in **Fig. 2** nur ein Benutzergerät 54 dargestellt ist, können Ausführungsformen der Betriebsumgebung 50 eine beliebige Anzahl von Benutzergeräten 54 unterstützen, einschließlich mehrerer Benutzergeräte 54, die einer Person gehören, von ihr betrieben oder anderweitig verwendet werden. Jedes von der Betriebsumgebung 50 unterstützte Benutzergerät 54 kann mit einer beliebigen geeigneten Hardwareplattform implementiert werden. In dieser Hinsicht kann das Benutzergerät 54 in jedem gängigen Formfaktor realisiert werden, einschließlich, aber nicht beschränkt auf: einen Desktop-Computer; einen mobilen Computer (z. B. einen Tablet-Computer, einen Laptop-Computer oder einen Netbook-Computer); ein Smartphone; ein Videospiegelgerät; einen digitalen Medienplayer; eine Komponente eines Home-Entertainment-Geräts; eine Digitalkamera oder Videokamera; ein tragbares Computergerät (z. B. eine intelligente Uhr, eine intelligente Brille, intelligente Kleidung); oder Ähnliches. Jedes von der Betriebsumgebung 50 unterstützte Benutzergerät 54 ist als computerimplementiertes oder computergestütztes Gerät realisiert, das über die Hardware, Software, Firmware und/oder Verarbeitungslogik verfügt, die zur Ausführung der verschiedenen hierin beschriebenen Techniken und Methoden erforderlich sind. Beispielsweise umfasst das Benutzergerät 54 einen Mikroprozessor in Form einer programmierbaren Vorrichtung, die eine oder mehrere Anweisungen enthält, die in einer internen Speicherstruktur gespeichert sind und angewendet werden, um binäre Eingaben zu empfangen und binäre Ausgaben zu erzeugen. In einigen Ausführungsformen enthält das Benutzergerät 54 ein GPS-Modul, das in der Lage ist, GPS-Satellitensignale zu empfangen und GPS-Koordinaten basierend auf diesen Signalen zu erzeugen. In anderen Ausführungsformen enthält das Benutzergerät 54 eine zelluläre Kommunikationsfunktionalität, so dass das Gerät Sprach- und/oder Datenkommunikation über das Kommunikationsnetzwerk 56 unter Verwendung

eines oder mehrerer zellulärer Kommunikationsprotokolle, wie sie hierin diskutiert werden, durchführt. In verschiedenen Ausführungsformen umfasst das Benutzergerät 54 eine visuelle Anzeige, wie z. B. eine grafische Touchscreen-Anzeige oder eine andere Anzeige.

[0050] Das Schulungs- und Transportsystem 52 umfasst ein oder mehrere Backend-Serversysteme (nicht dargestellt), die Cloud-basiert, netzwerkbasierend oder auf dem jeweiligen Campus oder geografischen Standort, der vom Schulungs- und Transportsystem 52 bedient wird, ansässig sein können. Das Schulungs- und Transportsystem 52 kann mit einem Live-Berater, einem automatisierten Berater, einem System mit künstlicher Intelligenz oder einer Kombination davon besetzt sein. Das Schulungs- und Transportsystem 52 kann mit den Benutzergeräten 54 und den autonomen Fahrzeugen 10a-10n kommunizieren, um Fahrertraining anzubieten sowie Fahrten zu planen, autonome Fahrzeuge 10a-10n zu disponieren und Ähnliches. In verschiedenen Ausführungsformen speichert das Schulungs- und Transportsystem 52 Kontoinformationen wie Teilnehmer-Authentifizierungsinformationen, Fahrzeugkennungen, Profildaten, biometrische Daten, Verhaltensmuster und andere relevante Teilnehmerinformationen.

[0051] In Übereinstimmung mit einem typischen Anwendungsfall-Workflow kann ein registrierter Benutzer des Schulungs- und Transportsystems 52 über das Benutzergerät 54 eine Fahrplanfrage erstellen. Die Fahrplanfrage gibt typischerweise den gewünschten Abholort des Fahrgastes (oder die aktuelle GPS-Position), den gewünschten Zielort (der eine vordefinierte Fahrzeughaltestelle und/oder ein benutzerdefiniertes Fahrgastziel identifizieren kann) und eine Abholzeit an. Das Schulungs- und Transportsystem 52 empfängt die Fahrplanfrage, verarbeitet die Anfrage und sendet ein ausgewähltes der autonomen Fahrzeuge 10a-10n (wenn und falls eines verfügbar ist), um den Fahrgast am gewünschten Abholort und zur entsprechenden Zeit abzuholen. Das Transportsystem 52 kann auch eine geeignete konfigurierte Bestätigungsnachricht oder Benachrichtigung an das Benutzergerät 54 erzeugen und senden, um den Fahrgast wissen zu lassen, dass ein Fahrzeug unterwegs ist.

[0052] Wie zu erkennen ist, bietet der hier offengelegte Gegenstand bestimmte erweiterte Merkmale und Funktionen für ein autonomes Standard- oder Basisfahrzeug 10 und/oder ein autonomes fahrzeugbasiertes Schulungs- und Transportsystem 52. Zu diesem Zweck können ein autonomes Fahrzeug und ein auf einem autonomen Fahrzeug basierendes Trainings- und Transportsystem modifiziert, verbessert oder anderweitig ergänzt werden, um die im Fol-

genden näher beschriebenen zusätzlichen Merkmale bereitzustellen.

[0053] In Übereinstimmung mit verschiedenen Ausführungsformen implementiert der Controller 34 ein autonomes Fahrsystem (ADS), wie in **Fig. 3** dargestellt. Das heißt, geeignete Software- und/oder Hardwarekomponenten des Controllers 34 (z. B. Prozessor 44 und computerlesbares Speichergerät 46) werden verwendet, um ein ADS bereitzustellen, das in Verbindung mit dem Fahrzeug 10 verwendet wird.

[0054] In verschiedenen Ausführungsformen können die Anweisungen des autonomen Fahrsystems 70 nach Funktionen oder Systemen organisiert sein. Wie in **Fig. 3** gezeigt, kann das autonome Fahrsystem 70 beispielsweise ein Sensorfusionssystem 74, ein Positionierungssystem 76, ein Führungssystem 78 und ein Fahrzeugsteuerungssystem 80 umfassen. Wie zu erkennen ist, können die Anweisungen in verschiedenen Ausführungsformen in eine beliebige Anzahl von Systemen organisiert werden (z. B. kombiniert, weiter unterteilt usw.), da die Offenbarung nicht auf die vorliegenden Beispiele beschränkt ist.

[0055] In verschiedenen Ausführungsformen synthetisiert und verarbeitet das Sensorfusionssystem 74 Sensordaten und sagt das Vorhandensein, den Ort, die Klassifizierung und/oder den Weg von Objekten und Merkmalen in der Umgebung des Fahrzeugs 10 voraus. In verschiedenen Ausführungsformen kann das Sensorfusionssystem 74 Informationen von mehreren Sensoren einbeziehen, einschließlich, aber nicht beschränkt auf Kameras, Lidars, Radars und/oder eine beliebige Anzahl anderer Arten von Sensoren.

[0056] Das Positionierungssystem 76 verarbeitet Sensordaten zusammen mit anderen Daten, um eine Position (z. B. eine lokale Position in Bezug auf eine Karte, eine genaue Position in Bezug auf die Fahrspur einer Straße, die Fahrzeugrichtung, die Geschwindigkeit usw.) des Fahrzeugs 10 relativ zur Umgebung zu bestimmen. Das Lenksystem 78 verarbeitet Sensordaten zusammen mit anderen Daten, um einen Pfad zu bestimmen, dem das Fahrzeug 10 folgen soll. Das Fahrzeugsteuerungssystem 80 erzeugt Steuersignale zur Steuerung des Fahrzeugs 10 entsprechend dem ermittelten Pfad.

[0057] In verschiedenen Ausführungsformen implementiert der Controller 34 maschinelle Lerntechniken, um die Funktionalität des Controllers 34 zu unterstützen, wie z. B. Merkmalerkennung/-klassifizierung, Hindernisvermeidung, Routendurchquerung, Kartierung, Sensorintegration, Bestimmung der Bodenwahrheit und Ähnliches.

[0058] Mit Rückbezug auf **Fig. 1** sind in verschiedenen Ausführungsformen eine oder mehrere Anweisungen des Controllers 34 in dem Benutzerfahrert-rainingssteuerungssystem 100 von **Fig. 1** verkörpert, das das Fahrertraining über das autonome Fahrzeug 10 steuert.

[0059] Bezug nehmend auf **Fig. 4** umfasst ein beispielhaftes Fahrertrainingssteuerungssystem 400 im Allgemeinen ein Erfassungsmodul 402, ein Eingabemodul 404, ein Bestimmungsmodul 406 und ein Steuermodul 408.

[0060] In verschiedenen Ausführungsformen erhält das Erfassungsmodul 402 Sensordaten für das Fahrzeug 10 und seine Umgebung, einschließlich eines Standorts des Fahrzeugs 10, Betriebsparameter für das Fahrzeug 10 (z. B. Richtung, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Lenkwinkel usw.) und eine Umgebung, die das Fahrzeug 10 umgibt (z. B. Fahrbahnen, andere Fahrzeuge und andere Objekte in der Nähe des Fahrzeugs 10, Wetter, Verkehrsbedingungen, Straßenzustand usw.). In verschiedenen Ausführungsformen werden die Sensordaten über die Erfassungsgeräte (z. B. Sensoren) 40 des Sensorsystems von **Fig. 1** erhalten. In verschiedenen Ausführungsformen stellt das Erfassungsmodul 402 die Sensordaten als Eingaben 403 für das Eingabemodul 404 und/oder das Bestimmungsmodul 406 bereit, die im Folgenden beschrieben werden.

[0061] In verschiedenen Ausführungsformen empfängt das Eingabemodul 404 auch manuelle Eingaben von einem Trainierenden für das Fahrzeug 10. Zum Beispiel empfängt das Eingabemodul in verschiedenen Ausführungsformen manuelle Eingaben von der Betätigung der Fahrzeugeingabegeräte durch den Trainierenden, wie z. B. das Gaspedal 21, das Lenkrad 25 und das Bremspedal 27 von **Fig. 1**, über Sensoren 40 von **Fig. 1**, die mit solchen Eingabegeräten gekoppelt sind (z. B. die mit dem Gaspedal 21, dem Lenkrad 25, dem Bremspedal 27 usw. gekoppelt sind). In verschiedenen Ausführungsformen umfassen die manuellen Eingaben des Fahrers die vom Fahrer beabsichtigte Bedienung des Fahrzeugs 10 (z. B. für Antrieb, Lenkung, Bremsen usw.) und werden als Eingaben 405 für das Bestimmungsmodul 406 bereitgestellt, das im Folgenden beschrieben wird.

[0062] Ebenfalls in verschiedenen Ausführungsformen bestimmt das Bestimmungsmodul 406 empfohlene Aktionen für das Fahrzeug 10 basierend auf den Sensoreingaben 403, die vom Erfassungsmodul 402 bereitgestellt werden, unter Verwendung der autonomen Steuerungsfunktionalität und der zugehörigen Algorithmen des autonomen Fahrzeugs 10. Darüber hinaus vergleicht das Bestimmungsmodul 406 in verschiedenen Ausführungsformen auch die manuellen Eingaben 405 des Benutzers mit den empfohlenen

Aktionen des Fahrzeugs 10 und bestimmt auf der Grundlage dieses Vergleichs eine Punktzahl für den Trainierenden. In verschiedenen Ausführungsformen wird die Wertung als Eingaben 407 für das Steuermodul 407 bereitgestellt.

[0063] Darüber hinaus meldet das Steuermodul 408 in verschiedenen Ausführungsformen die Bewertung für den Trainierenden und/oder eine oder mehrere Stellen und/oder Behörden (z. B. einen Betreiber eines Fuhrparks, eine Kraftfahrzeug-Fahrbehörde usw.) auf der Grundlage der Bewertungseingaben 407. Ebenfalls in verschiedenen Ausführungsformen steuert das Steuermodul 408 den Fahrzeugbetrieb (z. B. einschließlich Antrieb, Lenkung und Bremsen) im Allgemeinen in Übereinstimmung mit den Sensoreingaben 403. Darüber hinaus ermöglicht das Steuermodul 408 in verschiedenen Ausführungsformen eine schrittweise Kontrolle des Trainierenden über das Fahren des Fahrzeugs 10 (z. B. in bestimmten Ausführungsformen einen schrittweisen Zugang zu verschiedenen Ebenen und/oder Kontrolle über den Betrieb des Fahrzeugs 10), basierend auf der Bewertung für den Trainierenden, wie sie in den Bewertungseingaben 407 reflektiert wird.

[0064] In verschiedenen Ausführungsformen stellen das Erfassungsmodul 402, das Eingabemodul 404, das Bestimmungsmodul 406 und das Steuermodul 408 von **Fig. 4** zusammen mit zugehörigen Komponenten des Fahrzeugs 10 von **Fig. 1** (z. B. die Sensoren 40, der Prozessor 44 und die computerlesbare Speichervorrichtung) diese Funktionen in Übereinstimmung mit dem Verfahren 500 bereit, das in **Fig. 5** dargestellt und im Zusammenhang damit unten beschrieben wird.

[0065] **Fig. 5** ist ein Flussdiagramm für ein Steuerungsverfahren 500 zum Trainieren von Fahrern mit autonomen Fahrzeugen, gemäß einer beispielhaften Ausführungsform. Das Steuerungsverfahren 500 wird unten in Verbindung mit **Fig. 5** sowie unter fortgesetzter Bezugnahme auf **Fig. 1-4** erörtert. In verschiedenen Ausführungsformen kann das Steuerungsverfahren 500 durch das System 100, das autonome Fahrzeug 10, das Fahrertrainingssteuerungssystem 400 und die verschiedenen Komponenten und zugehörigen Implementierungen von **Fig. 1-4** gemäß beispielhaften Ausführungsformen durchgeführt werden. Wie in Anbetracht der Offenbarung zu erkennen ist, ist die Reihenfolge des Betriebs innerhalb des Verfahrens nicht auf die sequentielle Ausführung, wie in **Fig. 5** dargestellt, beschränkt, sondern kann in einer oder mehreren variierenden Reihenfolgen ausgeführt werden, wie anwendbar und in Übereinstimmung mit der vorliegenden Offenbarung. In verschiedenen Ausführungsformen kann das Steuerungsverfahren 500 so geplant werden, dass es auf der Grundlage eines oder mehrerer vorbestimmter Ereignisse ausgeführt wird, und/oder es

kann während des Betriebs des autonomen Fahrzeugs 10 kontinuierlich ausgeführt werden.

[0066] In verschiedenen Ausführungsformen kann das Steuerungsverfahren 500 bei Schritt 502 beginnen. In verschiedenen Ausführungsformen tritt 502 ein, wenn sich ein Insasse/Teilnehmer im Fahrzeug 10 befindet und in einen Trainingsmodus für das Fahrzeug 10 eintritt.

[0067] In verschiedenen Ausführungsformen werden in Schritt 504 das Profil und die Einstellungen für den Trainierenden bestimmt. Insbesondere wird in verschiedenen Ausführungsformen der Trainierende identifiziert (z. B. über einen Schlüsselanhänger und/oder andere Merkmale des Trainierenden und/oder eine manuelle Eingabe des Namens des Trainierenden und/oder einer anderen Identifikation usw.). In verschiedenen Ausführungsformen werden auch geeignete Steuerungen für den Trainierende auf der Grundlage der vorherigen Erfahrung und/oder Bewertung des Trainierenden in Bezug auf das Fahrzeug 10 festgelegt. In bestimmten Ausführungsformen kann dem Trainierenden beispielsweise schrittweise erlaubt werden, verschiedene Funktionen des Fahrzeugs 10 für das Fahren und den Betrieb des Fahrzeugs 10 zu verwenden, nachdem der Trainierende bestimmte Test- und/oder Bewertungsmetriken in Bezug auf diese Funktionen erfüllt hat, und so weiter. In verschiedenen Ausführungsformen werden diese Festlegungen über den Prozessor 44 von **Fig. 1** unter Verwendung von Sensoreingaben von den Sensoren 40 von **Fig. 1** und Daten, die bezüglich des Trainierenden in der computerlesbaren Speichereinrichtung (z. B. Computerspeicher) 46 von **Fig. 1** gespeichert sind, getroffen.

[0068] In verschiedenen Ausführungsformen wird in Schritt 506 auch festgestellt, ob der Trainierende versucht, die Kontrolle über das Fahrzeug 10 zu übernehmen. In verschiedenen Ausführungsformen wird diese Bestimmung durch den Prozessor 44 von **Fig. 1** über die Sensoren 40 von **Fig. 1** vorgenommen, z. B. ob der Trainierende ein oder mehrere Eingabegeräte wie das Gaspedal 21, das Lenkrad 25 und/oder das Bremspedal 27 von **Fig. 1** betätigt hat.

[0069] Wenn festgestellt wird, dass der Trainierende versucht, die Kontrolle zu übernehmen, werden in verschiedenen Ausführungsformen empfohlene Fahrzeugaktionen bestimmt und mit den manuellen Eingaben des Benutzers in den unten beschriebenen Schritten 508-514 verglichen.

[0070] Insbesondere verwendet in verschiedenen Ausführungsformen ein autonomer Algorithmus für das Fahrzeug 10 in Schritt 508 verschiedene Eingaben (einschließlich Sensordaten bezüglich des Betriebs des Fahrzeugs 10 und der Umgebung des Fahrzeugs). In verschiedenen Ausführungsformen

wird dies vom Prozessor 44 von **Fig. 1** auf der Grundlage der von den Sensoren 40 von **Fig. 1** gelieferten Daten unter Verwendung von im Speicher 46 von **Fig. 1** gespeicherten autonomen Fahralgorithmen durchgeführt.

[0071] Darüber hinaus werden in verschiedenen Ausführungsformen in Schritt 510 die manuellen Eingaben und die Steuerung des Fahrzeugs 10 durch den Menschen ermittelt. Insbesondere werden in verschiedenen Ausführungsformen die beabsichtigten Aktionen des Trainierenden für das Fahrzeug über den Eingriff des Trainierenden in die Fahrzeugeingabegeräte, wie z. B. das Gaspedal 21, das Lenkrad 25 und das Bremspedal 27 des Fahrzeugs 10, ermittelt, die über die damit gekoppelten Sensoren 40 von **Fig. 1** gemessen werden.

[0072] In verschiedenen Ausführungsformen werden in Schritt 512 auch Daten von anderen Fahrzeugsensoren erhalten. Insbesondere werden in verschiedenen Ausführungsformen Daten von anderen Fahrzeugsensoren 40, z. B. wie Kameras, Radar, Lidar, Sonar und dergleichen, erhalten und weiter verwendet, um die Fahrzeugaktion gemäß dem autonomen Algorithmus zu bestimmen und zum Vergleich mit den manuellen Eingaben des Benutzers für die beabsichtigten Aktionen des Trainierenden für das Fahrzeug 10 zu verwenden. In verschiedenen Ausführungsformen können die Sensordaten von den anderen Fahrzeugsensoren neben anderen Sensordaten auch Sensordaten von anderen Sensoren, Eingängen, Kameras und dergleichen umfassen, die möglicherweise nicht Teil des autonomen Systems sind, aber für den Fahrbewertungsalgorithmus verwendet werden können (z. B. Innenkameras, die den Fahrer beobachten, um zu sehen, ob er oder sie während der Fahrt aufmerksam ist und in beide Richtungen schaut usw.).

[0073] Darüber hinaus wird in verschiedenen Ausführungsformen in Schritt 514 ein Algorithmus verwendet, um die manuellen Eingaben des Benutzers mit den Ausgaben des autonomen Fahralgorithmus zu vergleichen. Zum Beispiel werden in verschiedenen Ausführungsformen die vom Trainierenden angeforderten Fahrzeugaktionen (z. B. für die angeforderte Beschleunigung, Lenkung und Bremsung des Fahrzeugs, wie durch den Eingriff des Trainierenden in das Gaspedal 21, das Lenkrad 25 bzw. das Bremspedal 27 des Fahrzeugs 10 bestimmt) mit den empfohlenen Fahrzeugaktionen verglichen, wie sie durch den autonomen Fahralgorithmus bestimmt werden (z. B. hinsichtlich der empfohlenen Beschleunigung, Lenkung und Bremsung des Fahrzeugs 10).

[0074] In verschiedenen Ausführungsformen führt der Prozessor 44 von **Fig. 1** diese Feststellungen durch. Darüber hinaus berechnet der Prozessor 44

in verschiedenen Ausführungsformen auch eine Punktzahl für den Trainierende auf der Grundlage dieser Vergleiche. Darüber hinaus gibt der Prozessor 44 in verschiedenen Ausführungsformen Anweisungen für verschiedene Benachrichtigungen und/oder Warnungen an den Trainierenden und/oder eine oder mehrere andere Parteien (z. B. an ein Backoffice, einen Flottenbetreiber, eine staatliche Fahrbehörde usw.) bezüglich der Punktzahl sowie spezifische Anweisungen zur Verbesserung für den Trainierenden. Zum Beispiel, in verschiedenen Ausführungsformen, wenn der Trainierende ein bestimmtes Benutzergerät (z.B. Gaspedal 21, Lenkrad 25, oder Bremspedal 27) des Fahrzeugs 10 betätigt, liefert der Prozessor 44 eine unmittelbare akustische, visuelle, haptische und/oder andere Rückmeldung für den Trainierenden, ob die beabsichtigte Aktion des Trainierenden (z.B. Beschleunigen, Lenken oder Bremsen) mit der empfohlenen Fahrzeugaktion übereinstimmt oder nicht, wie durch den autonomen Fahralgorithmus bestimmt, der im Speicher 46 des Computersystems des autonomen Fahrzeugs 10 gespeichert ist und durch den Prozessor 44 davon ausgeführt wird.

[0075] In verschiedenen Ausführungsformen werden in Schritt 516 auch eine oder mehrere Bestimmungen darüber vorgenommen, ob der Trainierende die Kontrolle über bestimmte Merkmale der Fahrzeugfunktionalität erlangt hat oder nicht. Insbesondere bestimmt der Prozessor 44 von **Fig. 1** in verschiedenen Ausführungsformen, ob die Punktzahl des Trainierenden einen oder mehrere Schwellenwerte überschritten hat, die erforderlich sind, damit der Trainierende ein oder mehrere bestimmte Merkmale der Fahrzeugfunktionalität steuern darf (z. B. bestimmte Arten der Beschleunigung, Lenkung, Bremsen usw.).

[0076] Zum Beispiel sind in verschiedenen Ausführungsformen verschiedene Stufen der Punktevergabe erforderlich, damit ein Trainierender/Fahrer verschiedene spezifische Arten von Merkmalen der Fahrzeugfunktionalität unter einem stufenweisen oder schrittweisen Ansatz erhalten kann. Zum Beispiel, in bestimmten Ausführungsformen: (i) ein erster Schwellenwert ist erforderlich, damit der Trainierende die Lenkung innerhalb einer Fahrspur auf einer Autobahn steuern kann; (ii) ein zweiter Schwellenwert (höher oder schwieriger zu erreichen als der erste Schwellenwert) ist erforderlich, damit der Trainierende das Fahrzeug 10 beschleunigen kann; (iii) ein dritter Schwellenwert (höher oder schwieriger zu erfüllen, verglichen mit dem zweiten Schwellenwert) ist erforderlich, damit der Trainierende das Fahrzeug 10 bremsen kann; und (iv) ein vierter Schwellenwert (höher oder schwieriger zu erfüllen, verglichen mit dem dritten Schwellenwert) ist erforderlich, damit der Trainierende das Fahrzeug 10 vollständig steuern kann, und so weiter.

[0077] Wenn in Schritt 516 festgestellt wird, dass die Bewertung des Trainierenden die jeweiligen vorbestimmten Schwellenwerte für bestimmte Merkmale der Fahrunktionalität nicht erreicht hat, dann sperrt der Prozessor 44 die Kontrolle des Trainierenden über diese Merkmale der Fahrunktionalität und gibt Anweisungen für die Steuerung solcher Fahrfunktionen, die über den autonomen Fahralgorithmus bereitgestellt werden sollen, zum Beispiel über Anweisungen, die vom Prozessor 44 von **Fig. 1** an die Aktoren 42 bereitgestellt werden.

[0078] Wenn stattdessen in Schritt 516 festgestellt wird, dass die Bewertung des Trainierenden die jeweiligen vorbestimmten Schwellenwerte für bestimmte Merkmale der Fahrunktionalität erreicht hat, dann erlaubt der Prozessor 44 dem Trainierenden die Kontrolle über diese Fahrmerkmale, zum Beispiel basierend auf der Betätigung von Eingabegeräten wie dem Gaspedal 21, dem Lenkrad 25 und dem Bremspedal 27 des Fahrzeugs 10 durch den Trainierenden /Fahrer.

[0079] Wie oben erwähnt, wird in verschiedenen Ausführungsformen ein schrittweiser oder phasenweiser Ansatz verwendet, um dem Fahrer die Kontrolle über verschiedene Merkmale der Fahrunktionalität zu ermöglichen. Dementsprechend kann der Prozessor 44 in bestimmten Ausführungsformen gleichzeitig (i) dem Trainierenden die Kontrolle über bestimmte Fahrfunktionen in Schritt 518 erlauben, während er (ii) dem Trainierenden die Kontrolle über bestimmte Fahrfunktionen in Schritt 518 erlaubt: (i) dem Trainierenden die Kontrolle über bestimmte Fahrfunktionen in Schritt 518 erlauben und gleichzeitig (ii) die autonome Kontrolle über bestimmte andere Fahrfunktionen in Schritt 516 beibehalten.

[0080] In verschiedenen Ausführungsformen wird in Schritt 520 bestimmt, ob die Fahrzeugfahrt fortgesetzt wird. In verschiedenen Ausführungsformen bestimmt der Prozessor 44 in Schritt 520, ob der Trainierende das Fahrzeug 10 noch in einem Trainingsmodus verwendet.

[0081] In verschiedenen Ausführungsformen kehrt der Prozess zu Schritt 506 zurück, wenn in Schritt 520 festgestellt wird, dass die Fahrzeugfahrt fortgesetzt wird. In verschiedenen Ausführungsformen werden die Schritte 506-520 danach in neuen Iterationen wiederholt, bis in einer nachfolgenden Iteration von Schritt 520 festgestellt wird, dass die Fahrzeugfahrt abgeschlossen ist.

[0082] In verschiedenen Ausführungsformen wird, sobald in einer Iteration von Schritt 520 festgestellt wird, dass die Fahrzeugfahrt nicht mehr fortgesetzt wird (z. B. dass die Fahrzeugfahrt abgeschlossen ist), stattdessen mit Schritt 522 fortgefahren. Insbe-

sondere werden in verschiedenen Ausführungsformen während Schritt 522 die Bewertungsergebnisse für den Trainierenden bereitgestellt. In verschiedenen Ausführungsformen wird die Bewertung für den Trainierenden an den Trainierenden (z. B. an das Benutzergerät 54 von Fig. 1) sowie an ein Back-Office (z. B. für einen Betreiber einer Fahrzeugflotte) und an behördliche Stellen (z. B. die Fahrprüfungen überwachen, Führerscheine ausstellen, das Fahren regeln usw.) übermittelt.

[0083] In verschiedenen Ausführungsformen wird in Schritt 524 auch eine Bewertung der Punktzahl des Trainierenden in die Cloud hochgeladen. In bestimmten Ausführungsformen wird die Bewertung des Trainierenden in einer oder mehreren zentralen Datenbanken für die zukünftige Verwendung gespeichert, z. B. wenn der Trainierende anschließend das Fahrzeug 10 und/oder ein anderes Fahrzeug 10 eines ähnlichen Typs betritt usw.

[0084] In verschiedenen Ausführungsformen wird das Verfahren dann in Schritt 526 beendet, da die Fahrsitzung endet.

[0085] Dementsprechend wird in verschiedenen Ausführungsformen ein autonomes Fahrzeug bei der Ausbildung von menschlichen Trainierenden zum Führen eines Fahrzeugs verwendet. In verschiedenen Ausführungsformen werden die manuellen Eingaben des Fahrers mit den Ausgaben eines autonomen Fahralgorithmus verglichen, um Training, Beurteilungen und Bewertungen für den Trainierenden bereitzustellen. Darüber hinaus wird in verschiedenen Ausführungsformen ein Echtzeit-Feedback für den Trainierenden bereitgestellt. Darüber hinaus werden in verschiedenen Ausführungsformen bei Erreichen verschiedener Schwellenwerte in Bezug auf die Bewertung des Trainierenden verschiedene Fahrfunktionen für das Fahrzeug effektiv freigeschaltet, wodurch die Fahrkontrolle allmählich an den Trainierenden /Fahrer übertragen wird, wenn die Bewertung des Trainierenden /Fahrers allmählich verschiedene steigende Schwellenwerte überschreitet. Darüber hinaus werden in verschiedenen Ausführungsformen die Bewertungsergebnisse sowohl dem Trainierenden/Fahrer als auch einer oder mehreren anderen interessierten Stellen zur Verfügung gestellt, wie z. B. dem Kontrolleur des Fuhrparks und/oder staatlichen Behörden, die für die Regulierung des Fahrens, die Durchführung von Fahrprüfungen, die Ausstellung von Führerscheinen usw. zuständig sind. Schließlich wird angemerkt, dass der schrittweise Ansatz der schrittweisen

[0086] Übergabe der Kontrolle an den Fahrer das Gegenteil von dem ist, was heute typischerweise durchgeführt wird, z. B. in dem autonome Fahrzeuge sich von manuell gesteuerten Gaspedalen, Lenkrädern, Bremspedalen usw. wegbewegen können.

Patentansprüche

1. Verfahren (500) zum Trainieren eines Trainierenden unter Verwendung eines autonomen Fahrzeugs (10), das Verfahren aufweisend:
Messen (510), über einen oder mehrere Sensoren (28, 40, 40a-40n) eine oder mehrere manuelle Eingaben (405) des Trainierenden in Bezug auf die Steuerung des autonomen Fahrzeugs (10);
Bestimmen (508, 512), über einen Prozessor (44) unter Verwendung eines in einem Speicher (46) des autonomen Fahrzeugs (10) gespeicherten Algorithmus für autonomes Fahren, einer oder mehrerer empfohlener Aktionen für das autonome Fahrzeug (10);
Vergleichen (514) der einen oder mehreren manuellen Eingaben (405) des Trainierenden mit den einen oder mehreren empfohlenen Aktionen für das autonome Fahrzeug (10) über den Prozessor (44), Erzeugen (514) eines Vergleichs;
Bestimmen (514), über den Prozessor (44), einer Punktzahl für den Trainierenden basierend auf dem Vergleich zwischen der einen oder mehreren manuellen Eingaben (405) des Trainierenden mit der einen oder mehreren empfohlenen Aktionen für das autonome Fahrzeug (10)
Bestimmen (516), ob die Punktzahl für den Trainierenden einen oder mehrere vorbestimmte steigende Schwellenwerte überschreitet; und
selektives Erlauben (518) des Trainierenden, eines oder mehrere Merkmale der Fahrfunktionalität für das autonome Fahrzeug (10) zu steuern;
wobei das selektive Erlauben (518) stufenweise basierend auf dem Überschreiten des einen oder der mehreren steigenden Schwellenwerte erfolgt.

2. Verfahren (500) nach Anspruch 1, wobei:
der Schritt des Messens (510) der manuellen Eingaben (405) das Messen (510), über einen oder mehrere Sensoren (28, 40, 40a-40n), einer oder mehrerer manueller Eingaben des Trainierenden beim Betätigen eines Gaspedals (21) für das autonome Fahrzeug (10) umfasst;
der Schritt des Vergleichens (514) der manuellen Eingaben (405) mit den empfohlenen Aktionen das Vergleichen (514) der einen oder mehreren manuellen Eingaben (405) des Trainierenden beim Betätigen des Gaspedals (21) mit der einen oder mehreren empfohlenen Aktionen für das autonome Fahrzeug (10) über den Prozessor (44) umfasst, wobei der Vergleich erzeugt wird; und
der Schritt des Bestimmens (514) der Punktzahl das Bestimmen (514), über den Prozessor (44), der Punktzahl für den Trainierenden basierend auf dem Vergleich zwischen der einen oder mehreren manuellen Eingaben (405) des Trainierenden beim Betätigen des Gaspedals (21) mit der einen oder mehreren empfohlenen Aktionen für das autonome Fahrzeug (10) umfasst.

3. Verfahren (500) nach Anspruch 1, wobei:
 der Schritt des Messens (510) der manuellen Eingaben (405) das Messen (510), über einen oder mehrere Sensoren (28, 40, 40a-40n), einer oder mehrerer manueller Eingaben (405) des Trainierenden beim Eingreifen in ein Lenkrad (25) für das autonome Fahrzeug (10) umfasst;
 der Schritt des Vergleichens (514) der manuellen Eingaben (405) mit den empfohlenen Aktionen das Vergleichen (514) der einen oder mehreren manuellen Eingaben (405) von dem Trainierenden beim Eingreifen in das Lenkrad (25) mit der einen oder mehreren empfohlenen Aktionen für das autonome Fahrzeug (10) über den Prozessor (44) umfasst, wobei der Vergleich erzeugt wird; und
 der Schritt des Bestimmens (514) der Punktzahl das Bestimmen (514), über den Prozessor (44), der Punktzahl für den Trainierenden basierend auf dem Vergleich zwischen der einen oder mehreren manuellen Eingaben (405) des Trainierenden beim Eingreifen in das Lenkrad (25) mit der einen oder mehreren empfohlenen Aktionen für das autonome Fahrzeug (10) umfasst.

4. Verfahren (500) nach Anspruch 1, wobei:
 der Schritt des Messens (510) der manuellen Eingaben (405) das Messen (510), über einen oder mehrere Sensoren (28, 40, 40a-40n), einer oder mehrerer manueller Eingaben (405) des Trainierenden beim Betätigen eines Bremspedals (27) für das autonome Fahrzeug (10) umfasst;
 der Schritt des Vergleichens (514) der manuellen Eingaben (405) mit den empfohlenen Aktionen das Vergleichen (514) der einen oder mehreren manuellen Eingaben (405) des Trainierenden beim Betätigen des Bremspedals (27) mit den einen oder mehreren empfohlenen Aktionen für das autonome Fahrzeug (10) über den Prozessor (44) umfasst, wobei der Vergleich erzeugt wird; und
 der Schritt des Bestimmens (514) der Punktzahl das Bestimmen (514), über den Prozessor (44), der Punktzahl für den Trainierende basierend auf dem Vergleich zwischen der einen oder mehreren manuellen Eingaben (405) des Trainierenden beim Betätigen des Bremspedals (27) mit der einen oder mehreren empfohlenen Aktionen für das autonome Fahrzeug (10) umfasst.

5. Verfahren (500) nach Anspruch 1, ferner umfassend:
 Bereitstellen (514) einer sofortigen Rückmeldung für den Trainierenden basierend auf dem Vergleich zwischen der einen oder mehreren manuellen Eingaben (405) des Trainierenden und der einen oder mehreren empfohlenen Aktionen für das autonome Fahrzeug (10).

6. Verfahren (500) nach Anspruch 1, ferner umfassend:
 Bereitstellen (514) von Ergebnissen, die mit der

Punktzahl für den Teilnehmer verbunden sind, an eine oder mehrere dritte Parteien.

7. System (100) zum Trainieren eines Trainierenden unter Verwendung eines autonomen Fahrzeugs (10), wobei das System umfasst:
 einen oder mehrere Sensoren (28, 40, 40a-40n), die so konfiguriert sind, dass sie manuelle Eingaben (405) des Trainierenden in Bezug auf die Steuerung des autonomen Fahrzeugs (10) messen (510);
 einen nicht-flüchtigen computerlesbaren Speicher (46), der so konfiguriert ist, dass er einen autonomen Fahralgorithmus für das autonome Fahrzeug (10) speichert; und
 einen Prozessor (44), der mit dem einen oder den mehreren Sensoren (28, 40, 40a-40n) und dem nicht-flüchtigen computerlesbaren Speicher (46) gekoppelt ist und konfiguriert ist, zumindest zu ermöglichen:
 Bestimmen (508, 512), unter Verwendung des Algorithmus für autonomes Fahren, einer oder mehrerer empfohlener Aktionen für das autonome Fahrzeug (10);
 Vergleichen (514) der einen oder mehreren manuellen Eingaben des Trainierenden mit den einen oder mehreren empfohlenen Aktionen für das autonome Fahrzeug (10), Erzeugen eines Vergleichs; und
 Bestimmen (514) einer Punktzahl für den Trainierenden basierend auf dem Vergleich zwischen der einen oder mehreren manuellen Eingaben (405) des Trainierenden mit der einen oder mehreren empfohlenen Aktionen für das autonome Fahrzeug (10);
 Bestimmen (516), ob die Punktzahl für den Trainierenden einen oder mehrere vorbestimmte steigende Schwellenwerte überschreitet; und
 selektives Erlauben (518) des Trainierenden, eines oder mehrere Merkmale der Fahrfunktionalität für das autonome Fahrzeug (10) zu steuern;
 wobei das selektive Erlauben (518) stufenweise basierend auf dem Überschreiten des einen oder der mehreren steigenden Schwellenwerte erfolgt.

8. Autonomes Fahrzeug (10) zum Trainieren eines Trainierenden, wobei das autonome Fahrzeug umfasst:
 ein Gaspedal (21);
 ein Bremspedal (27);
 ein Lenkrad (25);
 eine Vielzahl von Sensoren (28, 40, 40a-40n), die so konfiguriert sind, dass sie manuelle Eingaben (405) des Trainierenden in Bezug auf die Steuerung des autonomen Fahrzeugs (10) über die Betätigung des Gaspedals (21), des Bremspedals (27) und des Lenkrads (25) durch den Trainierenden messen (510);
 einen nicht-flüchtigen computerlesbaren Speicher (46), der so konfiguriert ist, dass er einen autonomen Fahralgorithmus für das autonome Fahrzeug (10) speichert; und

einen Prozessor (44), der mit dem einen oder den mehreren Sensoren (28, 40, 40a-40n) und dem nicht-flüchtigen computerlesbaren Speicher (46) gekoppelt ist und so konfiguriert ist, dass er folgendes zumindest erleichtert:

Bestimmen (508, 512), unter Verwendung des Algorithmus für autonomes Fahren, einer oder mehrerer empfohlener Aktionen für das autonome Fahrzeug (10);

Vergleichen (514) der einen oder mehreren manuellen Eingaben (405) des Trainierenden mit den einen oder mehreren empfohlenen Aktionen für das autonome Fahrzeug (10), Erzeugen (514) eines Vergleichs; und

Bestimmen (514) einer Punktzahl für den Trainierenden basierend auf dem Vergleich zwischen der einen oder mehreren manuellen Eingaben (405) des Trainierenden mit der einen oder mehreren empfohlenen Aktionen für das autonome Fahrzeug (10);

Bestimmen (516), ob die Punktzahl für den Trainierenden einen oder mehrere vorbestimmte steigende Schwellenwerte überschreitet; und

selektives Erlauben (518) des Trainierenden, eines oder mehrere Merkmale der Fahrfunktionalität für das autonome Fahrzeug (10) zu steuern;

wobei das selektive Erlauben (518) stufenweise basierend auf dem Überschreiten des einen oder der mehreren steigenden Schwellenwerte erfolgt.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

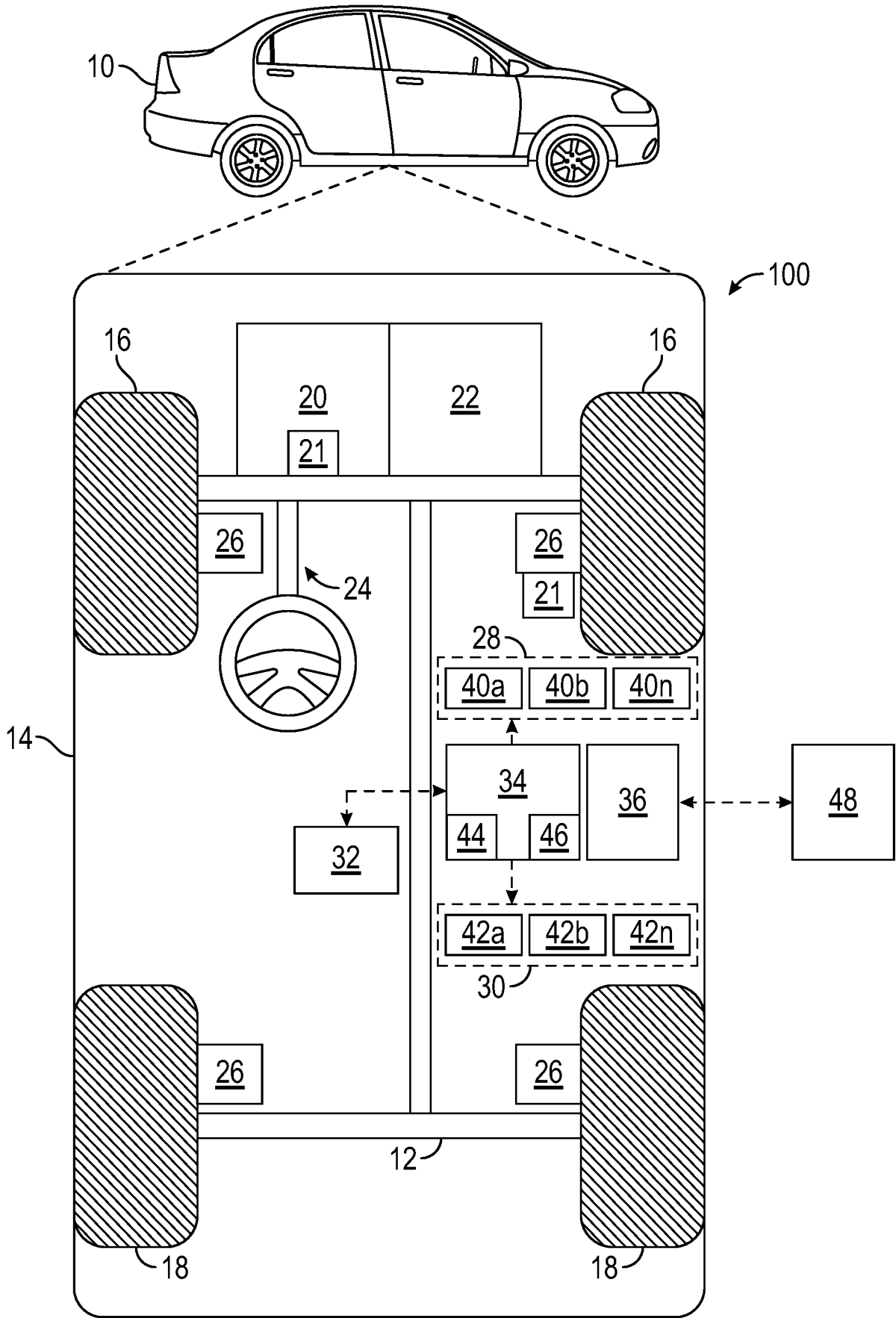


FIG. 1

50 →

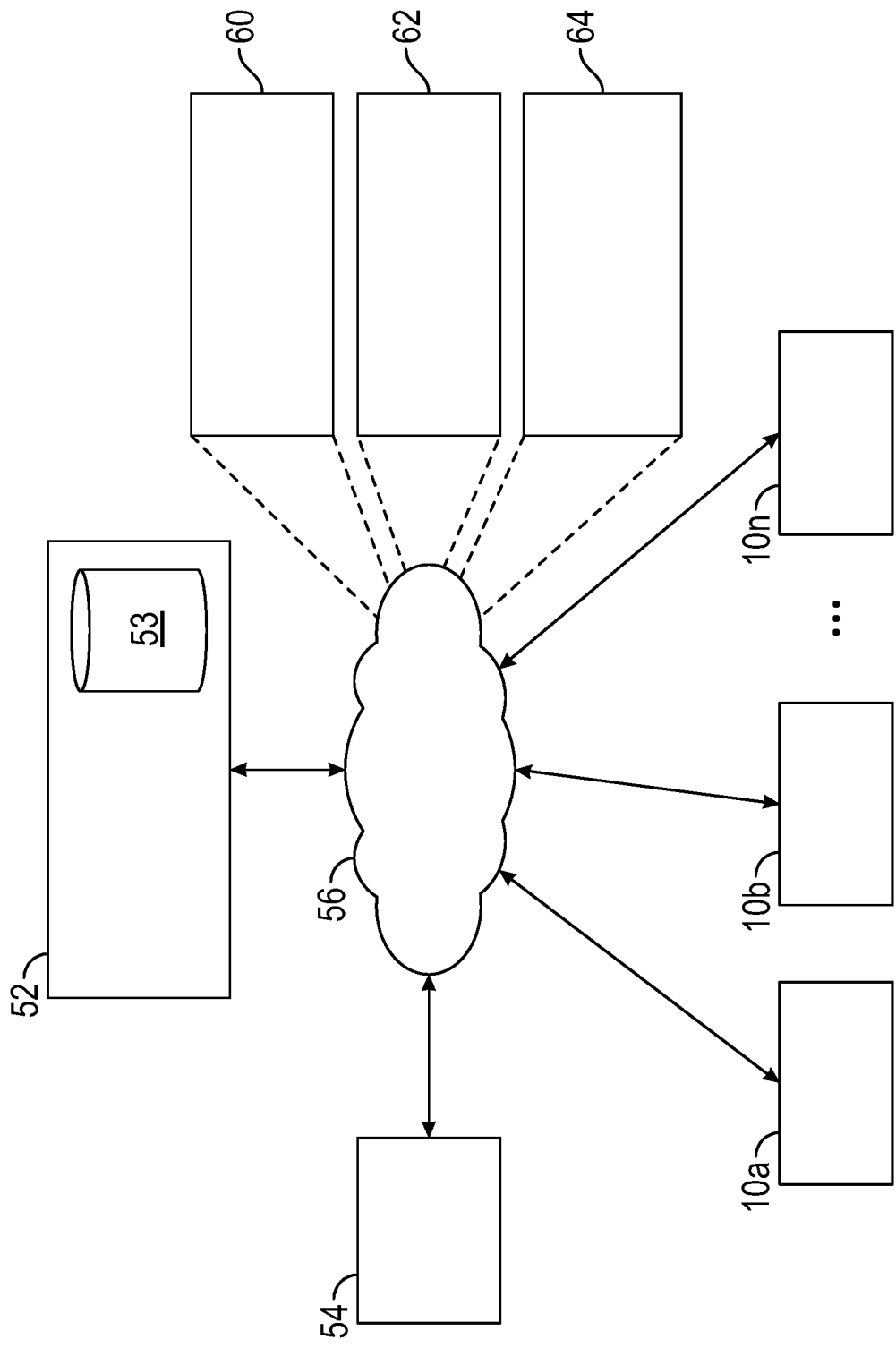


FIG. 2

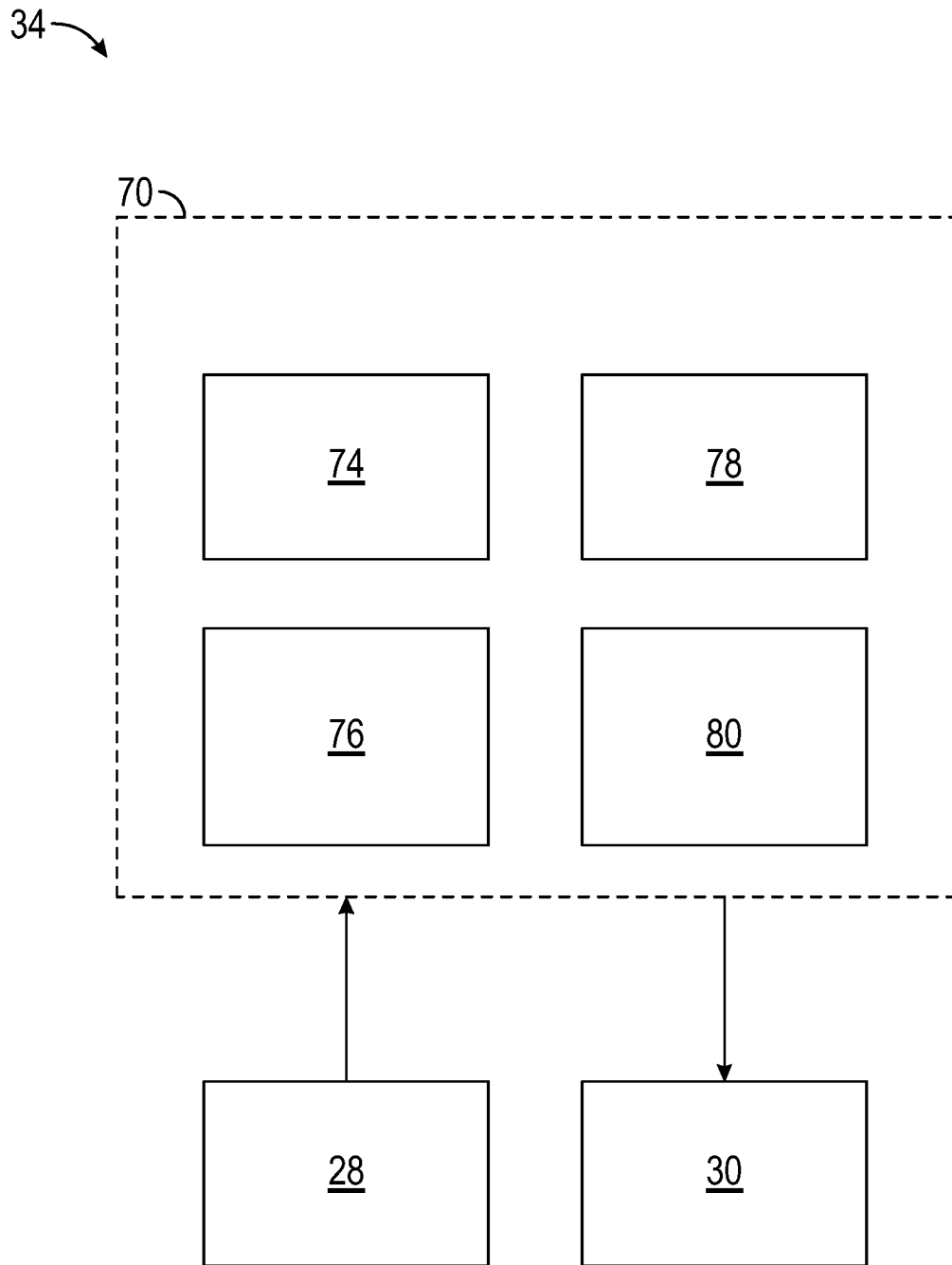


FIG. 3

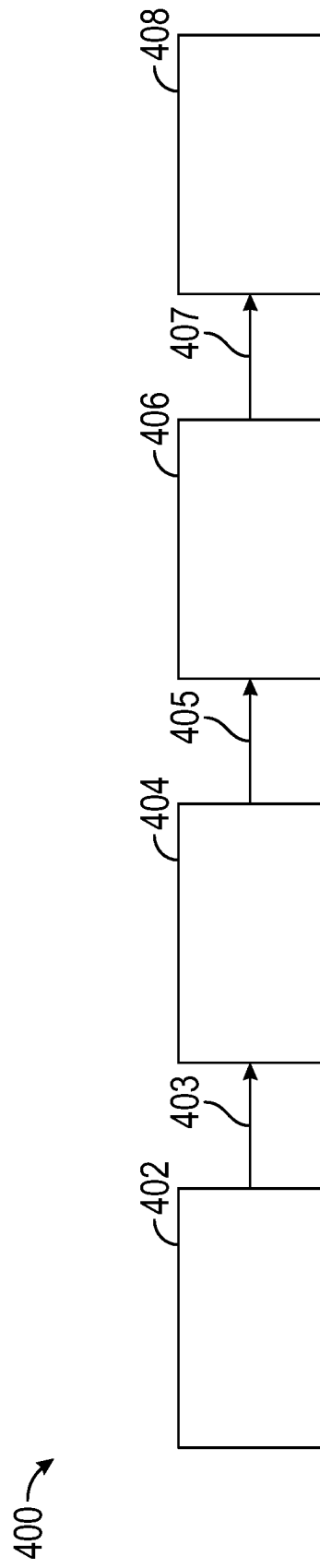


FIG. 4

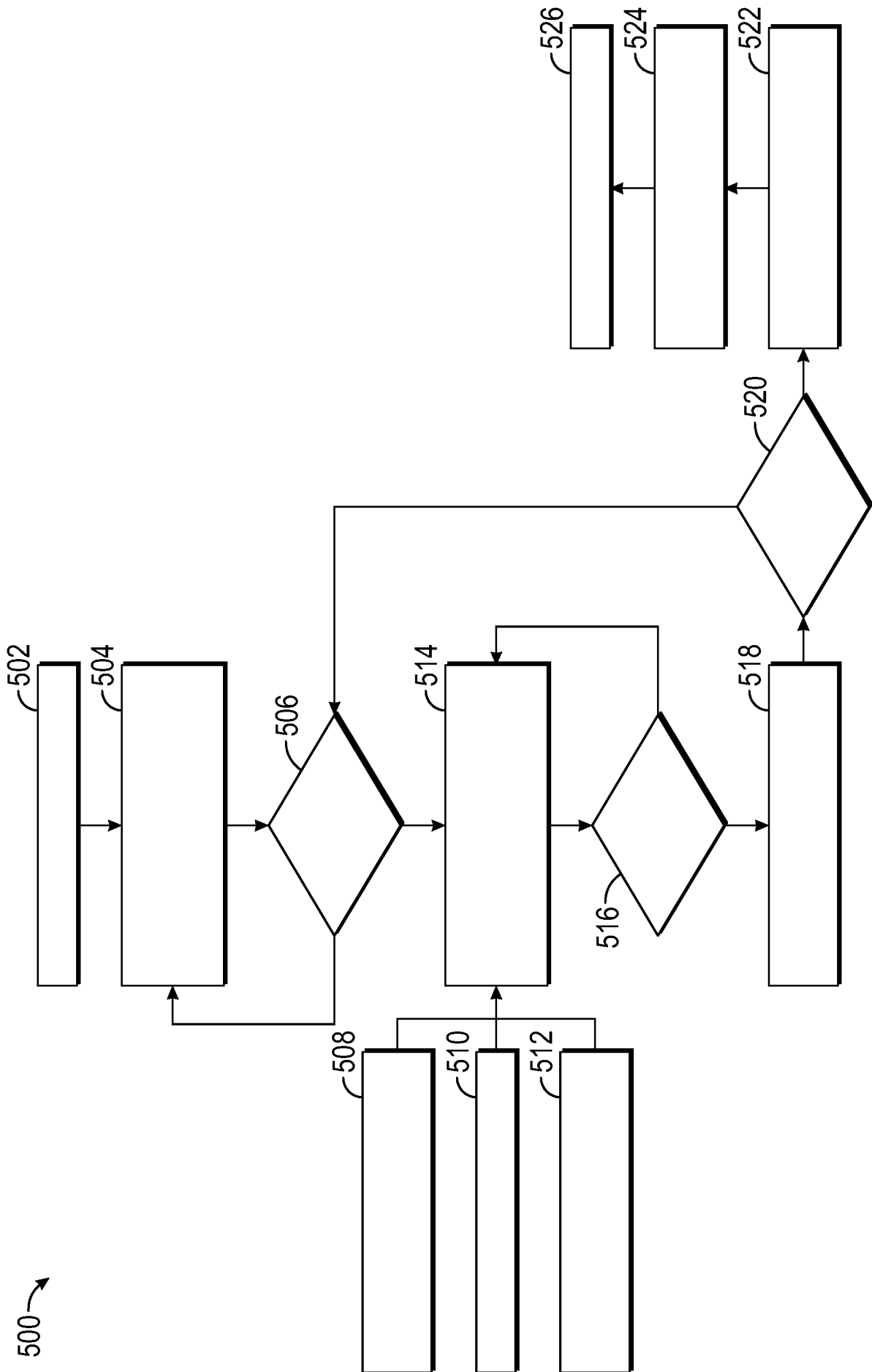


FIG. 5