



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2021 104 243.7**

(51) Int Cl.: **B60W 30/182 (2020.01)**

(22) Anmeldetag: **23.02.2021**

(43) Offenlegungstag: **25.08.2022**

(71) Anmelder:

**Dr. Ing. h.c. F. Porsche Aktiengesellschaft, 70435
Stuttgart, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2017 211 026	A1
DE	10 2017 218 075	A1
DE	10 2018 200 381	A1
US	2009 / 0 271 078	A1

(72) Erfinder:

Donnevert, Tobias, Dr., 70435 Stuttgart, DE

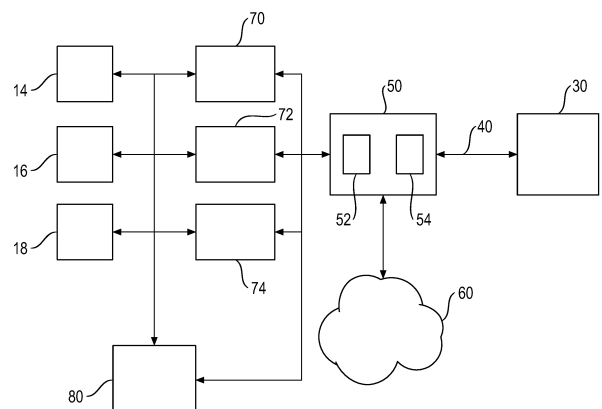
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren, System und Computerprogrammprodukt zur automatischen Anpassung zumindest einer Fahrassistenzfunktion eines Fahrzeugs an einen Anhängerbetriebszustand**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur automatischen Anpassung zumindest einer Fahrassistenzfunktion eines Fahrzeugs (10) an einen Anhängerbetriebszustand des Fahrzeugs (10), wobei im Anhängerbetriebszustand ein Anhänger (20) mit dem Fahrzeug (10) verbunden ist, umfassend die folgenden Verfahrensschritte:

- Aufnehmen (S10) von Daten (40) in einem Aufnahmebereich, in dem sich ein Anhänger (20) befinden könnte, von zumindest einer Kamera (32) einer Sensor- und Kameraeinrichtung (30);
- Übermitteln (S20) der Daten (40) an ein Auswertungsmodul (50);
- Auswerten (S30) der Daten (40) mittels Auswertungsalgorithmen des Auswertungsmoduls (50) um zu ermitteln, ob ein Anhänger (20) mit dem Fahrzeug (10) verbunden ist und somit ein Anhängerbetriebszustand gegeben ist;
- Übermitteln (S40) eines Anhängerbetriebszustands von dem Auswertungsmodul (50) an zumindest ein Fahrassistenzmodul (70, 72, 74) mit zumindest einer Fahrassistenzfunktion, falls ein Anhängerbetriebszustand ermittelt wurde;
- Berechnen (S50) einen an den Anhängerbetriebszustand angepassten Modus der jeweiligen Fahrassistenzfunktion durch das Fahrassistenzmodul (70, 72, 74).



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren, ein System und ein Computerprogrammprodukt zur automatischen Anpassung zumindest einer Fahrassistenzfunktion eines Fahrzeugs an einen Anhängerbetriebszustand des Fahrzeugs.

[0002] Moderne Fahrzeuge sind mit einer Vielzahl von Fahrassistenzsystemen bzw. Fahrassistenzfunktionen ausgestattet, um den Fahrer beim Fahren zu unterstützen und seine Sicherheit zu erhöhen. So sind Parkassistenzsysteme bekannt, die den Fahrer mittels optischer und akustischer Signale beim Einparken und Rangieren unterstützen. Hierzu werden insbesondere Ultraschallsensoren und Kamerasysteme eingesetzt. Das Kamerasystem kann eine Rückfahrkamera oder mehrere an der Vorderseite, den Seitenflächen und der Rückseite des Fahrzeugs angebrachte Einzelkameras umfassen, aus denen eine Rundumansicht errechnet wird. Das Bild wird auf einem Bildschirm im Fahrzeug dargestellt, wobei optional in dem Bild Hilfslinien eingezeichnet sind, die den Abstand zu einem Objekt wie einer Wand oder einem anderen Fahrzeug anzeigen.

[0003] Darüber hinaus sind Fahrassistenzsysteme zur Geschwindigkeits- und Abstandsregelung sowie Spurhalte- und Spurwechselassistenten bekannt. Hierbei kann eine bestimmte maximale Geschwindigkeit eingestellt werden, die nicht überschritten wird, solange die Geschwindigkeitsbegrenzungsfunktion aktiviert ist. Für die Abstandsregelung, bei der ein bestimmter Abstand insbesondere zu einem vorausfahrenden Fahrzeug eingestellt wird, werden Radarsensoren, aber auch Kamerasysteme eingesetzt. Hierdurch kann der Abstand zu vorausfahrenden Fahrzeugen, aber auch zu Fahrzeugen im Seitenbereich überwacht werden. Hierdurch können der Fahrkomfort und die Sicherheit insbesondere bei Fahrten auf der Autobahn und bei Überholmanövern erhöht werden.

[0004] Darüber hinaus sind Fahrassistenzsysteme bekannt, die basierend auf Navigationsdaten für die nächsten Kilometer der Wegstrecke optimale Beschleunigungs- und Verzögerungswerte berechnen und mittels einer Steuerungseinrichtung den Motor und die Bremsvorrichtungen des Fahrzeugs entsprechend aktivieren. Da durch die Navigationsdaten der Streckenverlauf bekannt ist, können Daten zu den Straßenverhältnissen und der Topographie, wie etwaige Kurven und Steigungen, abgerufen und für die Berechnung verwendet werden. Zusätzlich können Daten zur aktuellen Verkehrssituation, die mittels eines Radar- und Kamerasystems des Fahrzeugs aufgenommen werden, berücksichtigt werden. Hierdurch kann die Sicherheit insbesondere beim Befahren von Landstraßen erhöht und zudem der Kraftstoffverbrauch optimiert werden.

[0005] Allerdings sind die derzeit verfügbaren Fahrassistenzsysteme nur für das Fahrzeug an sich ausgelegt und berücksichtigen keinen Anhängerbetriebszustand des Fahrzeugs, bei dem das Fahrzeug mittels einer Anhängerkupplung mit einem Anhänger wie beispielsweise einem Transportanhänger, einem Wohnwagen oder Pferdetransporter verbunden ist und somit ein Gespann bildet. Da sich jedoch durch den Anhängerbetrieb der Fahrzeugzustand und damit auch die Fahreigenschaften ändern, sind die Fahrassistenzsysteme nicht optimal für den Anhängerbetrieb ausgelegt.

[0006] Die DE 44 18 044 A1 beschreibt einen elektronisch gesteuerten Geschwindigkeitsbegrenzer bei einem Gespannfahrzeug, der durch Ankuppeln eines Anhängers aktiviert wird. Beim Ankuppeln eines Anhängers an ein ansonsten ohne Tempolimit zugelassenes Kraftfahrzeug wird über einen Kontakt in der elektronischen Anschlussbuchse des Zugfahrzeugs ein in diesem sich befindlicher Tempomat aktiviert, der die gesetzlich zugelassene Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h elektronisch auf maximal erreichbare 100 km/h begrenzt.

[0007] Die DE 10 2012 016 941 A1 beschreibt ein Verfahren zum Betreiben eines Kraftfahrzeugs mit einem Anhänger, wobei ermittelt wird, ob eine Verbindung zwischen dem Kraftfahrzeug und zumindest einer Transportvorrichtung mittels der Anhängervorrichtung besteht. Falls eine Verbindung besteht, werden vorgegebene unterschiedliche Werte einer Geschwindigkeitsbegrenzung für den Fahrbetrieb des Kraftfahrzeugs definiert.

[0008] Die DE 102 42 112 A1 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Überwachung der Geschwindigkeit eines Fahrzeugs in Abhängigkeit von einer Zustandsgröße des Fahrzeugs wie beispielsweise einen Anhängerbetrieb.

[0009] Die DE 10 2015 122 328 A1 beschreibt ein Fahrzeug mit einem Geschwindigkeitsregelungssystem. Wenn das Fahrzeug an einen Anhänger gekoppelt ist und eine Bremsentemperatur höher ist als ein vorgegebener Schwellenwert, wird die Geschwindigkeit des Fahrzeugs reduziert, um die Bremsentemperatur zu senken.

[0010] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, ein Verfahren, ein System und ein Computerprogrammprodukt zur automatischen Anpassung zumindest einer Fahrassistenzfunktion eines Fahrzeugs an einen Anhängerbetriebszustand des Fahrzeugs zu schaffen, so dass die Sicherheit und der Komfort beim Fahren des Fahrzeugs mit einem Anhänger erhöht wird.

[0011] Diese Aufgabe wird hinsichtlich eines Verfahrens durch die Merkmale des Patentanspruchs 1,

hinsichtlich eines Systems durch die Merkmale des Patentanspruchs 8, und hinsichtlich eines Computerprogrammprodukt durch die Merkmale des Patentanspruchs 15 erfindungsgemäß gelöst. Die weiteren Ansprüche betreffen bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung.

[0012] Gemäß einem ersten Aspekt betrifft die Erfindung ein Verfahren zur automatischen Anpassung zumindest einer Fahrassistentenfunktion eines Fahrzeugs an einen Anhängerbetriebszustand des Fahrzeugs, wobei im Anhängerbetriebszustand ein Anhänger mit dem Fahrzeug verbunden ist, umfassend die folgenden Verfahrensschritten: Aufnehmen von Daten in einem Aufnahmebereich, in dem sich ein Anhänger befinden könnte, von zumindest einer Kamera einer Sensor- und Kameraeinrichtung; Übermitteln der Daten an ein Auswertungsmodul; Auswerten der Daten mittels Auswertungsalgorithmen des Auswertungsmoduls um zu ermitteln, ob ein Anhänger mit dem Fahrzeug verbunden ist und somit ein Anhängerbetriebszustand gegeben ist; Übermitteln eines Anhängerbetriebszustands von dem Auswertungsmodul an zumindest ein Fahrassistentenmodul mit zumindest einer Fahrassistentenfunktion, falls ein Anhängerbetriebszustand ermittelt wurde; Berechnen eines an den Anhängerbetriebszustand angepassten Modus der jeweiligen Fahrassistentenfunktion durch das Fahrassistentenmodul.

[0013] In einer vorteilhaften Weiterentwicklung ist vorgesehen, dass die Fahrassistentenfunktion zumindest einen Steuerungsparameter für zumindest eine Steuerungsvorrichtung für zumindest eine Komponente des Fahrzeugs umfasst, wobei es sich bei der Komponente des Fahrzeugs insbesondere um einen Motor und/oder ein Bremssystem und/oder ein Lenkungssystem handelt.

[0014] In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass das Fahrassistentenmodul eine Fahrassistentenfunktion zur Geschwindigkeits- und Abstandsregelung, und/oder zum Spurhalten und Spurwechseln, und/oder zum Berechnen von optimalen Beschleunigungs- und Verzögerungswerten basierend auf Navigationsdaten für die nächsten Kilometer der Wegstrecke umfasst.

[0015] Insbesondere umfassen die Auswertungsalgorithmen des Auswertungsmoduls neuronale Netzwerke, insbesondere ein gefaltetes neuronales Netzwerk (convolutional neural network).

[0016] Vorteilhafterweise umfasst die Sensor- und Kameraeinrichtung optische RGB-Kameras, und/oder Action-Kameras, und/oder LIDAR (Light detection and ranging) Systeme mit optischer Abstands- und Geschwindigkeitsmessung, und/oder stereoskopische optische Kamerasysteme, und/oder Ultra-

schallsysteme, und/oder Radarsysteme, und/oder Infrarot-Kameras.

[0017] In einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass das Auswertungsmodul mit einer Cloud-Computing-Infrastruktur über eine Mobilfunkverbindung verbunden ist.

[0018] In einer Weiterbildung ist vorgesehen, den Anhänger mit einem nachrüstbaren Sensor- und Kameramodul zu versehen, das mittels einer Mobilfunkverbindung mit dem Auswertungsmodul verbunden ist.

[0019] Gemäß einem zweiten Aspekt betrifft die Erfindung ein System zur automatischen Anpassung zumindest einer Fahrassistentenfunktion eines Fahrzeugs an einen Anhängerbetriebszustand des Fahrzeugs, wobei im Anhängerbetriebszustand ein Anhänger mit dem Fahrzeug verbunden ist. Das System umfasst eine Sensor- und Kameraeinrichtung, ein Auswertungsmodul und zumindest ein Fahrassistentenmodul. Die Sensor- und Kameraeinrichtung ist ausgebildet, Daten in einem Aufnahmebereich, in dem sich ein Anhänger befinden könnte, aufzunehmen und an das Auswertungsmodul zu übermitteln. Das Auswertungsmodul ist ausgebildet, die Daten mittels Auswertungsalgorithmen auszuwerten, um zu ermitteln, ob ein Anhänger mit dem Fahrzeug verbunden ist und somit ein Anhängerbetriebszustand gegeben ist, und falls ein Anhängerbetriebszustand ermittelt wurde, den Anhängerbetriebszustand an zumindest ein Fahrassistentenmodul zu übermitteln. Das Fahrassistentenmodul ist ausgebildet, einen an den Anhängerbetriebszustand angepassten Modus der jeweiligen Fahrassistentenfunktion zu berechnen.

[0020] In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Fahrassistentenfunktion zumindest einen Steuerungsparameter für zumindest eine Steuerungsvorrichtung für zumindest eine Komponente des Fahrzeugs umfasst, wobei es sich bei der Komponente des Fahrzeugs insbesondere um einen Motor und/oder ein Bremssystem und/oder ein Lenkungssystem handelt.

[0021] In einer vorteilhaften Weiterbildung ist vorgesehen, dass das Fahrassistentenmodul eine Fahrassistentenfunktion zur Geschwindigkeits- und Abstandsregelung, und/oder zum Spurhalten und Spurwechseln, und/oder zum Berechnen von optimalen Beschleunigungs- und Verzögerungswerten basierend auf Navigationsdaten für die nächsten Kilometer der Wegstrecke umfasst.

[0022] In einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Auswertungsalgorithmen des Auswertungsmoduls neuronale Netzwerke, insbesondere ein gefaltetes neuronales Netzwerk (convolutional neural network) umfassen.

[0023] Vorteilhafterweise umfasst die Sensor- und Kameraeinrichtung optische RGB-Kameras, und/oder Action-Kameras, und/oder LIDAR (Light detection and ranging) Systeme mit optischer Abstands- und Geschwindigkeitsmessung, und/oder stereoskopische optische Kamerasysteme, und/oder Ultraschallsysteme, und/oder Radarsysteme, und/oder Infrarot-Kameras.

[0024] Insbesondere ist das Auswertungsmodul mit einer Cloud-Computing-Infrastruktur über eine Mobilfunkverbindung verbunden.

[0025] In einer Weiterbildung ist vorgesehen, dass der Anhänger mit einem nachrüstbaren Sensor- und Kameramodul versehen ist, das mittels einer Mobilfunkverbindung mit dem Auswertungsmodul verbunden ist.

[0026] Gemäß einem dritten Aspekt betrifft die Erfindung ein Computerprogrammprodukt, umfassend einen ausführbaren Programmcode, der so konfiguriert ist, dass er bei seiner Ausführung das Verfahren gemäß dem ersten Aspekt ausführt.

[0027] Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

[0028] Dabei zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Fahrzeugs mit einem Anhänger;

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Systems zur automatischen Anpassung zumindest einer Fahrassistenzfunktion eines Fahrzeugs an einen Anhängerbetriebszustand;

Fig. 3 ein Flussdiagramm zur Erläuterung der einzelnen Verfahrensschritte eines erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 4 ein Computerprogrammprodukt gemäß einer Ausführungsform der des dritten Aspekts der Erfindung.

[0029] Zusätzliche Merkmale, Aspekte und Vorteile der Erfindung oder ihrer Ausführungsbeispiele werden durch die ausführliche Beschreibung in Verbindung mit den Ansprüchen ersichtlich.

[0030] **Fig. 1** zeigt eine schematische Darstellung eines Fahrzeugs 10 in einem Anhängerbetriebszustand. Das Fahrzeug 10 ist mittels einer Anhängerkupplung 12 mit einem Anhänger 20 wie beispielsweise einem Transportanhänger, einem Wohnwagen oder einem Pferdetransporter verbunden. Zudem umfasst das Fahrzeug 10 eine Sensor- und Kameraeinrichtung 30, die unterschiedlichen Sensorsysteme und Kameras 32, 34, 36, 38 umfasst,

die an verschiedenen Positionen im oder am Fahrzeug 10 angeordnet sind. Die Kameras 32, 34, 36, 38 sind insbesondere als RGB-Kameras im sichtbaren Bereich mit den Grundfarben Blau, Grün und Rot ausgebildet. Es können aber auch UV-Kameras im ultravioletten Bereich und/oder IR-Kameras im infraroten Bereich insbesondere als Nachtsichtgeräte vorgesehen sein. Die sich durch ihr Aufnahmespektrum unterscheidenden Kameras können somit unterschiedliche Lichtverhältnisse in ihrem jeweiligen Aufnahmebereich abbilden.

[0031] Des Weiteren kann die Aufnahmefrequenz der Kameras 32, 34, 36, 38 für schnelle Geschwindigkeiten des Kraftfahrzeugs 10 ausgelegt sein und Bilddaten mit einer hohen Bildaufnahmefrequenz aufnehmen. Zudem kann vorgesehen sein, dass die Kameras 32, 34, 36, 38 automatisch den Bildaufnahmeprozess dann starten, wenn sich eine flächenmäßig signifikante Änderung im Aufnahmebereich der jeweiligen Kamera 32, 34, 36, 38 ergibt, beispielsweise wenn ein Objekt wie ein anderes Fahrzeug oder eine Fahrbahnbegrenzung wie Markierungsstreifen im Aufnahmebereich erscheint. Hierdurch wird ein selektiver Datenerfassungsprozess ermöglicht und nur relevante Bilddaten werden aufgenommen. Hierdurch können Rechenkapazitäten effizienter genutzt werden.

[0032] Insbesondere kann vorgesehen sein, für die Kameras 32, 34, 36, 38 wetterfeste Action-Kameras zu verwenden, die insbesondere im Außenbereich des Fahrzeugs 10 angeordnet sein können. Action-Kameras verfügen über weitwinkelige Fischaugen-Objektive, wodurch es möglich ist, einen sichtbaren Radius von über 90° zu erreichen. Insbesondere kann der Aufnahmeradius 180° erreichen, so dass zwei Kameras ausreichend sind, um die Umgebung des Fahrzeugs 10 in einem Umkreis von 360° aufzunehmen. Action-Kameras können üblicherweise Videos in Full HD (1.920 x 1.080 Pixel) aufzeichnen, jedoch können auch Action-Kameras in Ultra HD bzw. 4K (mindestens 3.840 x 2.160 Pixel) eingesetzt werden, wodurch sich eine deutliche Qualitätssteigerung in der Bildqualität ergibt. Die Bildaufnahmefrequenz beträgt üblicherweise 60 Bilder pro Sekunde in 4K und bis zu 240 pro Sekunde in Full HD. Außerdem kann noch ein integrierter Bildstabilisator vorgesehen sein. Zudem sind Action-Kameras häufig mit einem integrierten Mikrofon ausgestattet, so dass zusätzlich akustische Signale aufgezeichnet werden können. Um Hintergrundgeräusche gezielt auszublenken, können darüber hinaus Verfahren der differentiellen Signalverarbeitung verwendet werden.

[0033] Des Weiteren können als Sensoren LIDAR (Light detection and ranging) Systeme mit optischer Abstands- und Geschwindigkeitsmessung, stereoskopische optische Kamerasysteme, Ultraschallsysteme und/oder Radarsysteme verwendet werden.

[0034] Wenn somit ein Anhänger 20 mit dem Fahrzeug verbunden ist, wird der Anhänger 20 von der Sensor- und Kameraeinrichtung 30 erfasst.

[0035] In Fig. 2 ist ein erfindungsgemäßes System 100 zur automatischen Anpassung zumindest einer Fahrassistenzfunktion dargestellt. Die von der Sensor- und Kameraeinrichtung 30 aufgenommenen Daten 40 werden an ein Auswertungsmodul 50 weitergeleitet. Das Auswertungsmodul 50 umfasst einen integrierten oder zugeordneten Prozessor 52 und/oder ein oder mehrere Speichereinheiten 54.

[0036] Unter einem „Modul“ kann daher im Zusammenhang mit der Erfindung beispielsweise ein Prozessor und/oder eine Speichereinheit zum Speichern von Programmbefehlen verstanden werden. Beispielsweise ist das Modul speziell dazu eingerichtet, die Programmbefehle derart auszuführen, um das erfindungsgemäße Verfahren oder einen Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens zu implementieren oder zu realisieren.

[0037] Unter einem „Prozessor“ kann im Zusammenhang mit der Erfindung beispielsweise eine Maschine oder eine elektronische Schaltung oder ein leistungsfähiger Computer verstanden werden. Bei einem Prozessor kann es sich insbesondere um einen Hauptprozessor (engl. Central Processing Unit, CPU), einen Mikroprozessor oder einen Mikrocontroller, beispielsweise eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung oder einen digitalen Signalprozessor, möglicherweise in Kombination mit einer Speichereinheit zum Speichern von Programmbefehlen, handeln. Auch kann unter einem Prozessor ein virtualisierter Prozessor, eine virtuelle Maschine oder eine Soft-CPU verstanden werden. Es kann sich beispielsweise auch um einen programmierbaren Prozessor handeln, der mit Konfigurationsschritten zur Ausführung des genannten erfindungsgemäßen Verfahrens ausgerüstet wird oder mit Konfigurationsschritten derart konfiguriert ist, dass der programmierbare Prozessor die erfindungsgemäßen Merkmale des Verfahrens, der Komponente, der Module, oder anderer Aspekte und/oder Teilaspekte der Erfindung realisiert. Außerdem können hochparallele Recheneinheiten und leistungsfähige Grafikkomponenten vorgesehen sein. Zudem kann vorgesehen sein, dass der Prozessor 52 nicht im Fahrzeug 10 angeordnet ist, sondern in einer Cloud-Computing-Infrastruktur 60 integriert ist.

[0038] Unter einer „Speichereinheit“ oder „Speichermodul“ und dergleichen kann im Zusammenhang mit der Erfindung beispielsweise ein flüchtiger Speicher in Form von Arbeitsspeicher (engl. Random-Access Memory, RAM) oder ein dauerhafter Speicher wie eine Festplatte oder ein Datenträger oder z. B. ein wechselbares Speichermodul verstanden werden.

Es kann sich bei dem Speichermodul aber auch um eine cloudbasierte Speicherlösung handeln.

[0039] Unter den aufgenommenen Daten 40 sind im Zusammenhang mit der Erfindung sowohl die Rohdaten als auch bereits aufbereitete Daten aus den Aufnahmeergebnissen der Sensor- und Kameraeinrichtung 30 zu verstehen. Insbesondere handelt es sich bei den Daten 40 um Bilddaten, wobei die Datenformate der Bilddaten vorzugsweise als Tensoren ausgebildet sind. Es können aber auch andere Bildformate verwendet werden.

[0040] Insbesondere kann die Sensor- und Kameraeinrichtung 30 und/oder eine ihr zugeordnete Steuereinrichtung und/oder das Auswertungsmodul 50 über Mobilfunkmodule des 5G-Standards verfügen. 5G ist der Mobilfunkstandard der fünften Generation und zeichnet sich im Vergleich zum 4G-Mobilfunkstandard durch höhere Datenraten bis zu 10 Gbit/sec, der Nutzung höherer Frequenzbereiche wie beispielsweise 2100, 2600 oder 3600 Megahertz, eine erhöhte Frequenzkapazität und damit einen erhöhten Datendurchsatz und eine Echtzeitdatenübertragung aus, da bis zu eine Million Geräte pro Quadratkilometer gleichzeitig ansprechbar sind. Die Latenzzeiten betragen wenige Millisekunden bis unter 1 ms, so dass Echtzeitübertragungen von Daten und von Berechnungsergebnissen möglich sind. Die von der Sensor- und Kameraeinrichtung 30 aufgenommenen Bilddaten 40 können in Echtzeit an die Cloud-Computing-Infrastruktur 60 gesendet werden, wo die entsprechende Analyse und Berechnung durchgeführt wird. Die Analyse- und Berechnungsergebnisse können an das Fahrzeug 10 in Echtzeit zurückgesandt werden und damit schnell in Handlungsanweisungen an den Fahrer oder in automatisierte Fahrfunktionen integriert werden. Diese Geschwindigkeit bei der Datenübermittlung ist erforderlich, wenn cloudbasierte Lösungen für die Verarbeitung der Bilddaten 40 verwendet werden sollen. Cloudbasierte Lösungen bieten den Vorteil von hohen und damit schnellen Rechenleistungen. Um die Verbindung zu einer Cloud-Computing-Infrastruktur 60 mittels einer Mobilfunkverbindung zu schützen, sind insbesondere kryptographische Verschlüsselungsverfahren vorgesehen.

[0041] Wenn das Auswertungsmodul 50 in dem Fahrzeug 10 integriert ist, wird für den Prozessor 52 vorteilhaftweise eine KI-Hardwarebeschleunigung wie das Coral Dev Board verwendet, um eine Bearbeitung in Echtzeit zu ermöglichen. Es handelt sich hierbei um einen Mikrocomputer mit einer Tensorverarbeitungseinheit (engl.: tensor processing unit (TPU)), wodurch eine vortrainierte Softwareapplikation bis zu 70 Bilder pro Sekunde auswerten kann.

[0042] Zur Auswertung der Daten 40 verwendet der Prozessor 52 einen oder mehrere Auswertungsalgo-

rithmen, um aus den aufgenommenen Daten 40 zu ermitteln, ob ein Anhänger 20 mit dem Fahrzeug 10 verbunden ist. Insbesondere können Algorithmen der Künstlichen Intelligenz wie neuronale Netze für die Bildverarbeitung verwendet werden.

[0043] Ein neuronales Netzwerk besteht aus Neuronen, die in mehreren Schichten angeordnet und unterschiedlich miteinander verbunden sind. Ein Neuron ist in der Lage, an seinem Eingang Informationen von außerhalb oder von einem anderen Neuron entgegenzunehmen, die Information in einer bestimmten Art zu bewerten und sie in veränderter Form am Neuronen-Ausgang an ein weiteres Neuron weiterzuleiten oder als Endergebnis auszugeben. Hidden-Neuronen sind zwischen den Input-Neuronen und Output-Neuronen angeordnet. Je nach Netzwerktyp können mehrere Schichten von Hidden-Neuronen vorhanden sein. Sie sorgen für die Weiterleitung und Verarbeitung der Informationen. Output-Neuronen liefern schließlich ein Ergebnis und geben dieses an die Außenwelt aus.

[0044] Durch die Anordnung und die Verknüpfung der Neuronen entstehen verschiedene Typen von neuronalen Netzwerken wie Feedforward-Netzwerke, Rekurrente Netzwerke oder Convolutional Neural Networks. Die Netzwerke lassen sich durch unbeaufsichtigtes oder überwachtetes Lernen trainieren

[0045] Das Convolutional Neural Network besitzt mehrere Faltungsschichten und ist für maschinelles Lernen und Anwendungen mit Künstlicher Intelligenz (KI) im Bereich der Bilderkennung sehr gut geeignet. Die Funktionsweise eines Convolutional Neural Networks ist zu einem gewissen Teil biologischen Vorgängen nachempfunden und der Aufbau ist vergleichbar der Sehrinde des Gehirns. Die einzelnen Schichten des CNN sind die Convolutional-Schicht, die Pooling-Schicht und die vollständig verknüpfte Schicht. Die Pooling-Schicht folgt der Convolutional-Schicht und kann in dieser Kombination mehrfach hintereinander vorhanden sein. Da die Pooling-Schicht und die Convolutional-Schicht lokal verknüpfte Teilnetze sind, bleibt die Anzahl an Verbindungen in diesen Schichten selbst bei großen Eingabemengen begrenzt und in einem beherrschbaren Rahmen. Den Abschluss bildet eine vollständig verknüpfte Schicht. Die Convolutional-Schicht ist die eigentliche Faltungsebene und in der Lage, in den Eingabedaten einzelne Features (Merkmale) zu erkennen und zu extrahieren. Bei der Bildverarbeitung können dies Merkmale wie Linien, Kanten oder bestimmte Formen sein. Die Verarbeitung der Eingabedaten erfolgt in Form von Tensoren wie einer Matrix oder Vektoren.

[0046] Das Convolutional Neural Network (CNN) bietet daher gegenüber herkömmlichen nicht gefalte-

ten neuronalen Netzen zahlreiche Vorteile. Es eignet sich für maschinelles Lernen und Anwendungen der Künstlichen Intelligenz mit großen Mengen an Eingabedaten wie in der Bilderkennung. Das Netzwerk arbeitet zuverlässig und ist gegenüber Verzerrungen oder anderen optischen Veränderungen unempfindlich. Das CNN kann unter verschiedenen Lichtverhältnissen und in unterschiedlichen Perspektiven aufgenommene Bilder verarbeiten. Es erkennt dennoch die typischen Merkmale eines Bildes. Da das CNN in mehrere lokale teilverknüpfte Schichten aufgeteilt ist, hat es einen wesentlich geringeren Speicherplatzbedarf als vollverknüpfte neuronale Netze. Die Faltungsschichten reduzieren die Speicheranforderungen drastisch. Ebenfalls stark verkürzt ist die Trainingszeit des Convolutional Neural Networks. Mit dem Einsatz moderner Grafikprozessoren lassen sich CNNs sehr effizient trainieren.

[0047] In dem Fall, dass das Auswertungsmodul 50 einen Anhängerbetriebszustand des Fahrzeugs 10 erkannt hat, wird dieses Ergebnis an ein oder mehrere Fahrassistenzmodule 70, 72, 74 weitergegeben. So kann ein Fahrassistenzmodul 70 eine Fahrassistenzfunktion zur Geschwindigkeits- und Abstandsregelung aufweisen, die über Steuerungsvorrichtungen mit dem Motor 14, dem Bremssystem 16 und/oder dem Lenkungssystem 18 und/oder weiteren Fahrzeugkomponenten verbunden ist. Beim Erkennen eines Anhängerbetriebes wählt das Fahrassistenzmodul 70 automatisch eine Begrenzung der Geschwindigkeit entsprechend der für einen Anhänger 20 erlaubten Höchstgeschwindigkeit von beispielsweise 80 km/h oder 100 km/h und gibt diese an die entsprechenden Steuerungsvorrichtungen weiter. Da erfindungsgemäß vorgesehen ist, dass das Auswertungsmodul 50 aufgrund der von ihm verwendeten Algorithmen zwischen verschiedenen Typen von Anhängern 20 wie beispielsweise einem einfachen Transportanhänger zum Transport von Fahrrädern oder einem Wohnwagen oder einem Pferdetransporter unterscheiden kann, für die jeweils unterschiedliche Höchstgeschwindigkeiten vorgesehen sind, kann automatisch die korrekte Höchstgeschwindigkeit ausgewählt werden. Vorzugsweise wird diese Höchstgeschwindigkeit dem Fahrer auf einer Benutzerschnittstelle 80 angezeigt. Die Benutzerschnittstelle 80 ist insbesondere als Display mit einem Touchscreen ausgebildet.

[0048] Ein anderes Fahrassistenzmodul 72 umfasst eine Spurhalte- und Spurwechselfunktion. Es ist bekannt, dass ein Fahrstreifenwechsel auf mehrspurigen Schnellstraßen eine Risikosituation darstellt. Im Anhängerbetrieb erhöht sich dieses Risiko nochmals, da sich die Dimensionen des Gespanns bestehend aus Fahrzeug 10 und Anhänger 20 vergrößert haben und sich daher die Fahreigenschaften ändern. Beim Erkennen eines Anhängerbetriebes wählt das Fahrassistenzmodul 72 automatisch beispielsweise

einen anderen Modus der Lenkunterstützung und/oder gibt akustische oder optische Warnsignale aus. Da das Fahrassistenzenzmodul 72 mit einer Spurhalte- und Spurwechselfunktion vorteilhaftweise auch mit einem Regensensor verbunden ist, kann bei Nässe oder heftigen Regenfällen eine zusätzliche Geschwindigkeitsbegrenzung im Anhängerbetriebe vorgesehen werden. Insbesondere kann der Abstand zu anderen Fahrzeugen, sowohl zu einem vorausfahrenden Fahrzeug als auch zu den Fahrzeugen auf den Nachbarspuren bei mehrspurigen Verkehrsstraßen, im Anhängerbetriebszustand modifiziert werden, da sich aufgrund der vergrößerten Masse und damit des Gewichts des Gespanns das Kollisionsverhalten verändern würde. Eine optische oder akustische Warnung kann wiederum über die Benutzerschnittstelle 80 ausgegeben werden, aber auch durch Warnungen im Außenspiegel an der Fahrerseite des Fahrzeugs 10.

[0049] Darüber kann das Fahrassistenzenzmodul 74 ausgebildet sein, basierend auf Navigationsdaten für die nächsten Kilometer der Wegstrecke optimale Beschleunigungs- und Verzögerungswerte zu berechnen und mittels einer Steuerungseinrichtung den Motor 14 und das Bremssystem 16 entsprechend zu aktivieren. Da durch die Navigationsdaten der Streckenverlauf bekannt ist, können Daten zu den Straßenverhältnissen und der Topographie, wie etwaige Kurven und Steigungen, abgerufen und für die Berechnung verwendet werden. Zusätzlich können Daten zur aktuellen Verkehrssituation, die mittels der Sensor- und Kameraeinrichtung 30 des Fahrzeugs 10 aufgenommen werden, berücksichtigt werden. Beim Erkennen eines Anhängerbetriebes wählt das Fahrassistenzenzmodul 74 automatisch einen anderen Modus der Berechnung der optimalen Beschleunigungs- und Verzögerungswerte, da nun der zusätzliche Anhänger 20 berücksichtigt wird. Hierdurch kann die Sicherheit insbesondere beim Befahren von Landstraßen erhöht und zudem der Kraftstoffverbrauch optimiert werden.

[0050] Auch diese Fahrassistenzenzmodule 70, 72, 74 können wiederum Algorithmen der künstlichen Intelligenz anwenden für die Berechnung der entsprechenden Fahrassistenzenzfunktionen. Insbesondere können Algorithmen mit Optimierungsfunktionalitäten wie beispielsweise genetische und evolutionäre Algorithmen eingesetzt werden.

[0051] Des Weiteren kann vorgesehen sein, dass das Bildsignal von dem Anhänger 20, das von der Sensor- und Kameraeinrichtung 30, insbesondere von der Kamera 32 aufgenommen wird, auf dem Bildschirm der Benutzerschnittstelle 80 dargestellt wird. Hierdurch hat der Fahrer des Fahrzeugs 10 den Anhänger 20 während des Fahrens im Blick. Dies kann insbesondere sinnvoll sein, wenn der Anhänger 20 als Transportanhänger ausgebildet ist

und mit sperrigen Gütern wie Baumaterialien beladen ist. Da es immer wieder passiert, dass sich Gegenstände von Transportanhängern lösen, kann der Fahrer hierdurch die Position der Gegenstände auf dem Transportanhänger beobachten und beispielsweise eine Parkposition anfahren, wenn er den Eindruck gewinnt, dass die Gegenstände fester verzurrt werden sollten. Hierdurch wird die Sicherheit beim Transport von Gegenständen mittels eines Transportanhängers deutlich erhöht. In einer Weiterentwicklung kann auch vorgesehen sein, dass Änderungen der Position der mittels des Transportanhängers transportierten Gegenstände von dem Auswertungsmodul 50 mittels entsprechender Bildverarbeitungsalgorithmen erkannt werden und ein Hinweissignal an den Fahrer insbesondere über die Benutzerschnittstelle 80 ausgegeben wird. Beispielsweise kann in diesem Fall das Bild des Anhängers 20 automatisch auf dem Bildschirm angezeigt werden.

[0052] In einer Weiterentwicklung kann vorgesehen sein, dass die Kamera 32 als Nachtsichtassistent ausgebildet ist und eine Wärmebildkamera umfasst. Hierdurch kann auch in der Nacht die Position der mit dem Transportanhänger transportierten Gegenstände beobachtet werden, wodurch die Sicherheit bei Nachtfahrten mit einem Anhänger 20 deutlich erhöht wird. Dies kann beispielsweise sinnvoll für Pferdeanhänger sein, da das Verhalten der Pferde auf dem Anhänger 20 beobachtet werden kann, wenn es sich um einen teilweise offenen Anhänger handelt.

[0053] In einer Weiterentwicklung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Anhänger 20 selbst mit einem Sensor- und Kameramodul 22 versehen werden kann. Das Sensor- und Kameramodul 22 ist insbesondere als mobiles, nachrüstbares Modul ausgebildet, das bei Bedarf mit dem Anhänger 20 verbunden werden kann, beispielsweise über eine magnetische Verbindung. Insbesondere wird das Sensor- und Kameramodul 22 im Heckbereich des Anhängers 20 angebracht und kann somit Daten des rückwärtigen Verkehrs aufnehmen. Die aufgenommenen Daten werden über eine Mobilfunkverbindung an das Auswertungsmodul 50 übermittelt und das Auswertungsergebnis an die Fahrassistenzenzmodule 70, 72, 74 weitergegeben.

[0054] Insbesondere kann bei geschlossenen Anhängern 20 wie beispielsweise Pferdetransportern vorgesehen sein, ein Sensor- und Kameramodul 22 im Innern des Anhängers 20 anzubringen. Das Sensor- und Kameramodul 22 kann ein permanentes Videosignal aus dem Innern des Anhängers 20 senden, das auf dem Bildschirm der Benutzerschnittstelle 80 angezeigt wird. Insbesondere bei langen Fahrten von Turnierpferden kann dies sinnvoll sein, da auf diese Weise der Fahrer feststellen kann, wie sich das Pferd im Anhänger verhält. Sinnvoll kann es

auch sein, zusätzlich einen Temperatursensor vorzusehen, da die Temperatur im Pferdetransporter sich während der Fahrt verändern kann und einen wichtigen Faktor für das Wohlbefinden des Pferdes darstellt. Die Daten des Temperatursensors werden gleichfalls an das Auswertungsmodul 50 übermittelt.

[0055] In einer weiteren Weiterentwicklung kann vorgesehen sein, dass die Anhängerkupplung 12 mit Drucksensoren versehen ist, deren Daten ebenfalls an das Auswertungsmodul 50 übermittelt werden. Hierdurch kann das Gewicht des Anhängers 20 abgeschätzt werden, das neben den Dimensionen (Länge, Breite, Höhe) des Anhängers 20 einen Einfluss auf die Fahreigenschaften und die Manövrierfähigkeit des Gespanns aus Fahrzeug 10 und Anhänger 20 hat.

[0056] Ein Verfahren zur automatischen Anpassung zumindest einer Fahrassistentenfunktion eines Fahrzeugs 10 an einen Anhängerbetriebszustand des Fahrzeugs 10, wobei im Anhängerbetriebszustand ein Anhänger 20 mit dem Fahrzeug 10 verbunden ist, umfasst die folgenden Verfahrensschritte:

In einem Schritt S10 werden Daten 40 in einem Aufnahmebereich, in dem sich ein Anhänger 20 befinden könnte, von zumindest einer Kamera 32 einer Sensor- und Kameraeinrichtung 30 aufgenommen.

In einem Schritt S20 werden die Daten 40 an ein Auswertungsmodul 50 übermittelt.

In einem Schritt S30 wertet das Auswertungsmodul 50 mittels Auswertungsalgorithmen die Daten 40 aus, um zu ermitteln, ob ein Anhänger 20 mit dem Fahrzeug 10 verbunden ist und damit ein Anhängerbetriebszustand gegeben ist.

In einem Schritt S40 übermittelt das Auswertungsmodul 50 einen Anhängerbetriebszustand an zumindest ein Fahrassistenzenzmodul 70, 72, 74 mit zumindest einer Fahrassistentenfunktion, falls ein Anhängerbetriebszustand ermittelt wurde.

In einem Schritt S50 berechnet das Fahrassistenzenzmodul 70, 72, 74 einen an den Anhängerbetriebszustand angepassten Modus der jeweiligen Fahrassistentenfunktion.

[0057] Durch die vorliegende Erfindung kann die Sicherheit beim Fahren eines Gespanns bestehend aus einem Fahrzeug 10 und einem Anhänger 20 signifikant erhöht werden, da die Fahrassistentenfunktionen hinsichtlich ihrer Steuerungsparameter an die geänderten Fahreigenschaften des Gespanns automatisch angepasst werden. Hierzu wird das vorhandene Sensor- und Kamerasystem 30 des Fahrzeugs verwendet, um Daten 40 von dem Anhänger 20 aufzunehmen. Die Daten werden in dem Auswertungs-

modul 50 ausgewertet, um zu ermitteln, ob ein Anhänger 20 mit dem Fahrzeug verbunden ist. Im Falle eines Anhängerbetriebszustands wird den Fahrassistenzenzmodulen 70, 72, 74 mitgeteilt, dass das Fahrzeug 10 mit einem Anhänger 20 verbunden ist. Die Fahrassistenzenzmodule 70, 72, 74 modifizieren ihre jeweiligen Fahrassistentenfunktionen derart, dass sie optimal an den Anhängerbetriebszustand angepasst sind. Durch diese automatische Anpassung werden sowohl der Komfort als auch die Sicherheit beim Fahren eines Fahrzeugs 10 mit einem Anhänger 20 deutlich erhöht.

Bezugszeichenliste

10	Fahrzeug
12	Anhängerkupplung
14	Motor
16	Bremssystem
18	Lenkungssystem
20	Anhänger
22	Sensor- und Kameramodul
30	Sensor- und Kameraeinrichtung
32	Kamera, Sensor
34	Kamera, Sensor
36	Kamera, Sensor
38	Kamera, Sensor
40	Daten
50	Auswertungsmodul
52	Prozessor
54	Speichereinheit
60	Cloud-Computing-Infrastruktur
70	Fahrassistenzenzmodul
72	Fahrassistenzenzmodul
74	Fahrassistenzenzmodul
80	Benutzerschnittstelle
100	System
200	Computerprogrammprodukt
250	Programmcode

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Zitierte Patentliteratur

- DE 4418044 A1 [0006]
- DE 102012016941 A1 [0007]
- DE 10242112 A1 [0008]
- DE 102015122328 A1 [0009]

Patentansprüche

1. Verfahren zur automatischen Anpassung zumindest einer Fahrassistenzfunktion eines Fahrzeugs (10) an einen Anhängerbetriebszustand des Fahrzeugs (10), wobei im Anhängerbetriebszustand ein Anhänger (20) mit dem Fahrzeug (10) verbunden ist, umfassend die folgenden Verfahrensschritte:

- Aufnehmen (S10) von Daten (40) in einem Aufnahmebereich, in dem sich ein Anhänger (20) befinden könnte, von zumindest einer Kamera (32) einer Sensor- und Kameraeinrichtung (30);
- Übermitteln (S20) der Daten (40) an ein Auswertungsmodul (50);
- Auswerten (S30) der Daten (40) mittels Auswertungsalgorithmen des Auswertungsmoduls (50) um zu ermitteln, ob ein Anhänger (20) mit dem Fahrzeug (10) verbunden ist und somit ein Anhängerbetriebszustand gegeben ist;
- Übermitteln (S40) eines Anhängerbetriebszustands von dem Auswertungsmodul (50) an zumindest ein Fahrassistenzmodul (70, 72, 74) mit zumindest einer Fahrassistenzfunktion, falls ein Anhängerbetriebszustand ermittelt wurde;
- Berechnen (S50) einen an den Anhängerbetriebszustand angepassten Modus der jeweiligen Fahrassistenzfunktion durch das Fahrassistenzmodul (70, 72, 74).

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Fahrassistenzfunktion zumindest einen Steuerungsparameter für zumindest eine Steuerungsvorrichtung für zumindest eine Komponente des Fahrzeugs (10) umfasst, wobei es sich bei der Komponente des Fahrzeugs (10) insbesondere um einen Motor (14) und/oder ein Bremssystem (16) und/oder ein Lenkungssystem (18) handelt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Fahrassistenzmodul (70, 72, 74) eine Fahrassistenzfunktion zur Geschwindigkeits- und Abstandsregelung, und/oder zum Spurhalten und Spurwechseln, und/oder zum Berechnen von optimalen Beschleunigungs- und Verzögerungswerten basierend auf Navigationsdaten für die nächsten Kilometer der Wegstrecke umfasst.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Auswertungsalgorithmen des Auswertungsmoduls (50) neuronale Netzwerke, insbesondere ein gefaltetes neuronales Netzwerk (convolutional neural network) umfassen.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Sensor- und Kameraeinrichtung (30) optische RGB-Kameras (32, 34, 36, 38), und/oder Action-Kameras, und/oder LIDAR (Light detection and ranging) Systeme mit optischer Abstands- und Geschwindigkeitsmessung, und/oder stereoskopi-

sche optische Kamerasysteme, und/oder Ultraschallsysteme, und/oder Radarsysteme, und/oder Infrarot-Kameras umfasst.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Auswertungsmodul (50) mit einer Cloud-Computing-Infrastruktur (60) über eine Mobilfunkverbindung verbunden ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Anhänger (20) mit einem nachrüstbaren Sensor- und Kameramodul (22) versehen ist, das mittels einer Mobilfunkverbindung mit dem Auswertungsmodul (50) verbunden ist.

8. System (100) zur automatischen Anpassung zumindest einer Fahrassistenzfunktion eines Fahrzeugs (10) an einen Anhängerbetriebszustand des Fahrzeugs (10), wobei im Anhängerbetriebszustand ein Anhänger (20) mit dem Fahrzeug (10) verbunden ist, umfassend eine Sensor- und Kameraeinrichtung (30), ein Auswertungsmodul (50) und zumindest ein Fahrassistenzmodul (70, 72, 74), wobei die Sensor- und Kameraeinrichtung (30) ausgebildet ist, Daten (40) in einem Aufnahmebereich, in dem sich ein Anhänger (20) befinden könnte, aufzunehmen und an das Auswertungsmodul (50) zu übermitteln; wobei das Auswertungsmodul (50) ausgebildet ist, die Daten (40) mittels Auswertungsalgorithmen auszuwerten, um zu ermitteln, ob ein Anhänger (20) mit dem Fahrzeug (10) verbunden ist und somit ein Anhängerbetriebszustand gegeben ist, und falls ein Anhängerbetriebszustand ermittelt wurde, den Anhängerbetriebszustand an zumindest ein Fahrassistenzmodul (70, 72, 74) zu übermitteln; wobei das Fahrassistenzmodul (70, 72, 74) ausgebildet ist, einen an den Anhängerbetriebszustand angepassten Modus der jeweiligen Fahrassistenzfunktion zu berechnen.

9. System (100) nach Anspruch 8, wobei die Fahrassistenzfunktion zumindest einen Steuerungsparameter für zumindest eine Steuerungsvorrichtung für zumindest eine Komponente des Fahrzeugs (10) umfasst, wobei es sich bei der Komponente des Fahrzeugs (10) insbesondere um einen Motor (14) und/oder ein Bremssystem (16) und/oder ein Lenkungssystem (18) handelt.

10. System (100) nach Anspruch 8 oder 9, wobei das Fahrassistenzmodul (70, 72, 74) eine Fahrassistenzfunktion zur Geschwindigkeits- und Abstandsregelung, und/oder zum Spurhalten und Spurwechseln, und/oder zum Berechnen von optimalen Beschleunigungs- und Verzögerungswerten basierend auf Navigationsdaten für die nächsten Kilometer der Wegstrecke umfasst.

11. System (100) nach einem der Ansprüche 8 bis 10, wobei die Auswertungsalgorithmen des Aus-

wertungsmoduls (50) neuronale Netzwerke, insbesondere ein gefaltetes neuronales Netzwerk (convolutional neural network) umfassen.

12. System (100) nach einem der Ansprüche 8 bis 11, wobei die Sensor- und Kameraeinrichtung (30) optische RGB-Kameras (32, 34, 36, 38), und/oder Action-Kameras, und/oder LIDAR (Light detection and ranging) Systeme mit optischer Abstands- und Geschwindigkeitsmessung, und/oder stereoskopische optische Kamerasysteme, und/oder Ultraschallsysteme, und/oder Radarsysteme, und/oder Infrarot-Kameras umfasst.

13. System (100) nach einem der Ansprüche 8 bis 12, wobei das Auswertungsmodul (50) mit einer Cloud-Computing-Infrastruktur (60) über eine Mobilfunkverbindung verbunden ist.

14. System (100) nach einem der Ansprüche 8 bis 13, wobei der Anhänger (20) mit einem nachrüstbaren Sensor- und Kameramodul (22) versehen ist, das mittels einer Mobilfunkverbindung mit dem Auswertungsmodul (50) verbunden ist.

15. Computerprogrammprodukt (200), umfassend einen ausführbaren Programmcode (250), der so konfiguriert ist, dass er bei seiner Ausführung das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7 ausführt.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

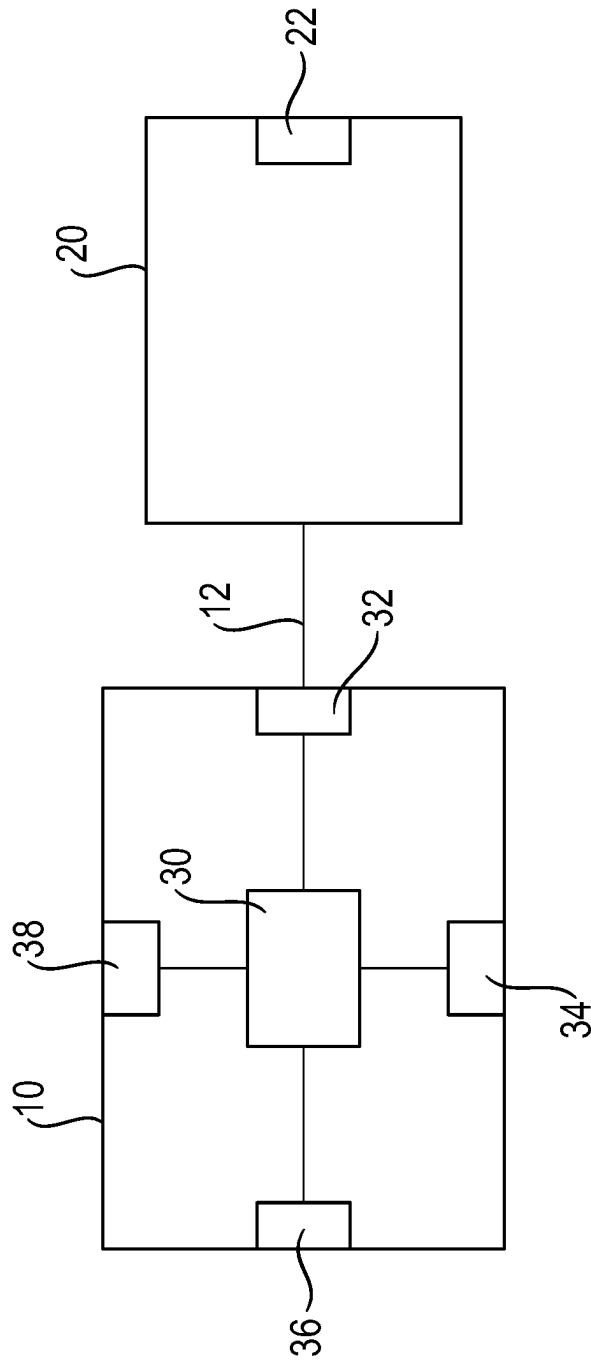


Fig. 1

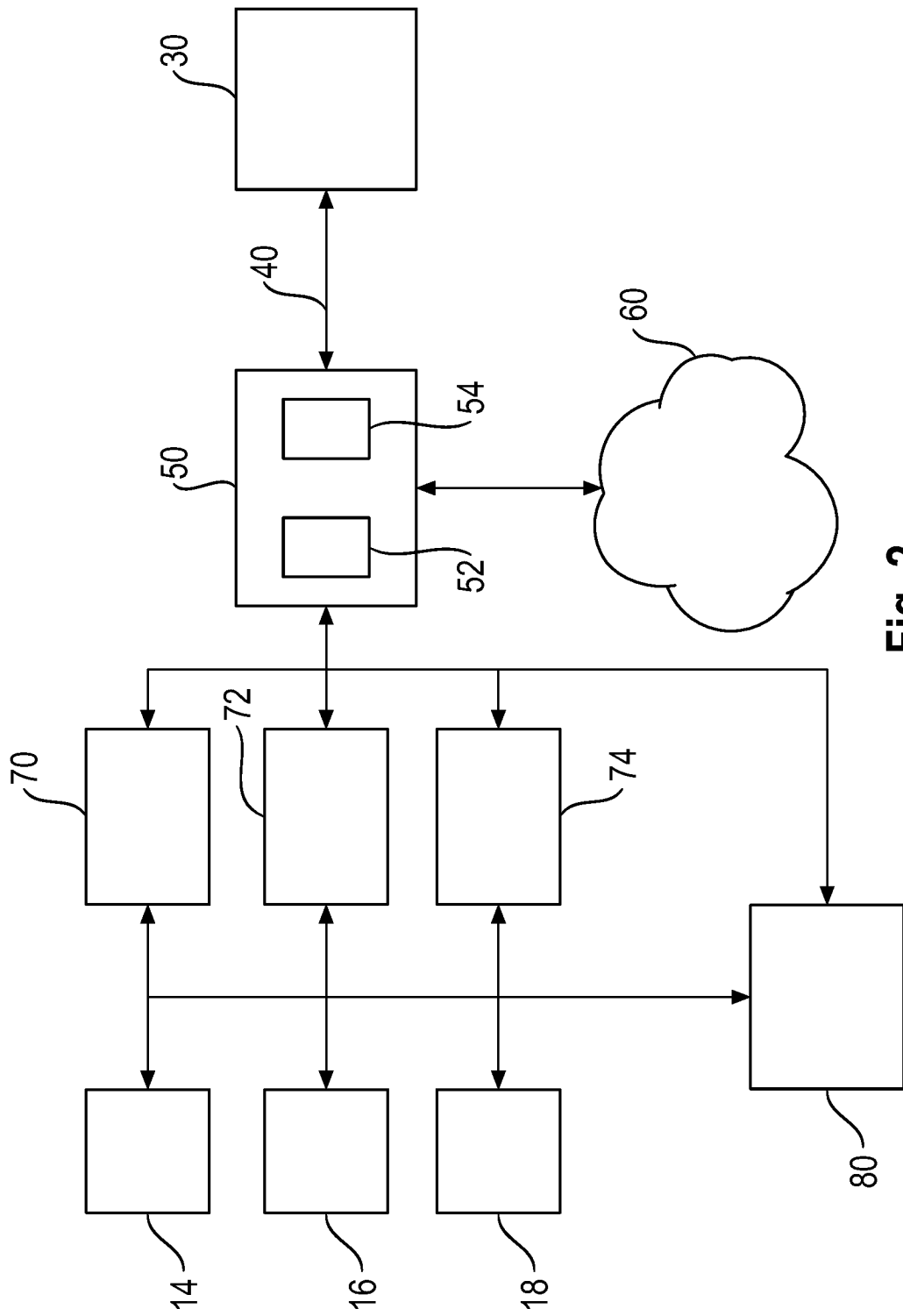


Fig. 2

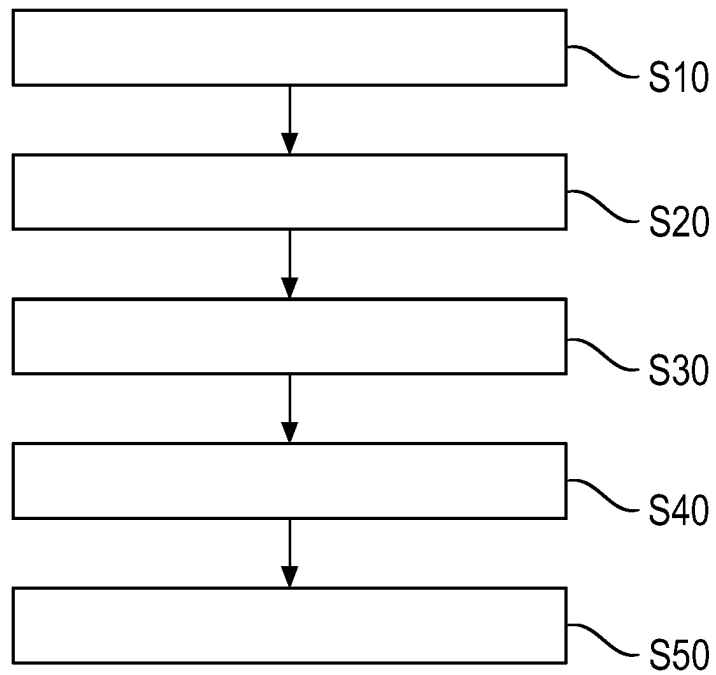


Fig. 3

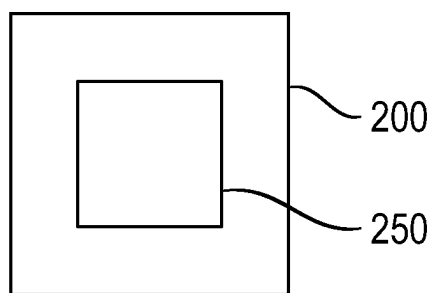


Fig. 4