



(10) **DE 10 2015 119 495 A1** 2016.05.12

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 119 495.3**

(22) Anmeldetag: **11.11.2015**

(43) Offenlegungstag: **12.05.2016**

(51) Int Cl.: **G08G 1/0967** (2006.01)

B60W 40/064 (2012.01)

(30) Unionspriorität:

14/539,803

12.11.2014

US

(71) Anmelder:

**GM Global Technology Operations LLC, Detroit,
Mich., US**

(72) Erfinder:

**Grimm, Donald K., Utica, Mich., US; Ghoneim,
Youssef A., Rochester, Mich., US; Bai, Fan, Ann
Arbor, Mich., US; Chen, Jinzhu, Sterling Heights,
Mich., US**

(74) Vertreter:

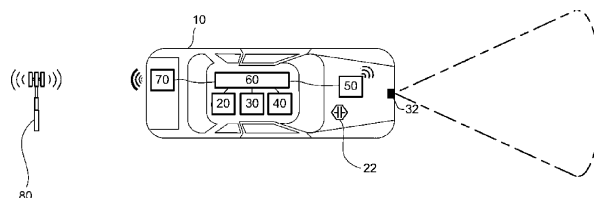
Schweiger & Partners, 80687 München, DE

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verwenden von partizipativen Sensorsystemen zum Ermöglichen einer verbesserten
Abschätzung einer Fahrbahnhaftung**

(57) Zusammenfassung: Es werden Verfahren und Systeme offenbart zum partizipativen Messen von Fahrbahnhaftungsbedingungen durch Fahrzeuge, zum Sammeln der Haftungsdaten von vielen Fahrzeugen durch einen zentralen Server, zum Verarbeiten der Daten, um Haftungsbedingungen für einzelne Fahrbahnen und Positionen zu klassifizieren, und gegebenenfalls zum Senden von Benachrichtigungen über die Haftungsbedingungen an Fahrzeuge. Viele Fahrzeuge verwenden partizipative Sensorsysteme, um Abschätzungen der Fahrbahnhaftung zu identifizieren, die dem zentralen Server gemeldet werden, wobei die Fahrzeuge Sensordaten und dynamischen Fahrzeugbedingungen verwenden, um die Haftung zu schätzen. Der zentrale Server speichert die Haftungsdaten, stellt sie zusammen, filtert sie und lässt sie altern. Fahrzeuge, die Mitteilungen vom zentralen Server anfordern, empfangen Nachrichten über Fahrbahnhaftungsbedingungen, die basierend auf ihrem Standort und ihrem Kurs von Bedeutung sein können. Es können Fahrerwarnungen für anstehende Bedingungen mit geringer Haftung ausgegeben werden, und automatisierte Fahrzeugsysteme können auch auf die Nachrichten antworten.



Beschreibung**HINTERGRUND DER ERFINDUNG****Gebiet der Erfindung**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft im Allgemeinen ein Verwenden von crowd-sourcing Daten von Fahrzeugen, um Fahrbahnhaftungsbedingungen zu bestimmen, und insbesondere ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Bestimmen von Fahrbahnhaftungsbedingungen unter Verwenden von partizipativen Fahrzeug-Sensorsystemen, wobei Fahrbahnoberflächenhaftungsdaten von mehreren Fahrzeugen an einem zentralen Server gesammelt und analysiert werden können, um Haftungsbedingungen für einzelne Fahrbahnen und Positionen zu identifizieren, und den Fahrzeugen auf der Straße Mitteilungen bezüglich der Fahrbahnhaftungsbedingungen mitgeteilt werden.

Beschreibung der verwandten Technik

[0002] Viele Fahrzeuge umfassen heutzutage Systeme, die viele verschiedene Parameter bezüglich der Betriebsumgebung des Fahrzeugs messen können. Beispielsweise können Fahrzeugdynamiksensoren einen dynamischen Fahrzeugzustand definieren, Objekterkennungssysteme können Objekte und andere Fahrzeuge auf und an einer Fahrbahn erkennen, der Zustand der Systeme eines Fahrzeugs, wie etwa Bremsung, Lenkung, ABS und Airbags, ist verfügbar, und Verkehrs- und Fahrbahnbedingungen können durch diverse Verfahren bestimmt werden. Die meisten dieser Daten werden von dem Trägerfahrzeug in Echtzeit ausgewertet und verwendet, und werden verworfen, wenn sie veraltet sind. Gleichzeitig sind auch Telematiksysteme an Bord von vielen modernen Fahrzeugen verfügbar, wobei die Telematiksysteme ständig oder regelmäßig Daten von dem Fahrzeug an ein zentralisiertes Datenbanksystem kommunizieren, das auch Informationen zurück an die Fahrzeuge kommuniziert. Obwohl diese Telematiksysteme verwendet wurden, um einige begrenzte Arten von Fahrzeugdaten für spezifische Zwecke zu sammeln, wie etwa zum Erkennen der Airbag-Entfaltung in einem Fahrzeug und zum automatischen Anfordern von Rettungsdiensten, könnten viel mehr Daten von einer großen Anzahl von Fahrzeugen gesammelt werden, und diese Daten könnten dazu verwendet werden, ein breites Spektrum von verschiedenen Verkehrs- und Fahrbahnbedingungen zu identifizieren, die an andere Fahrzeuge in einer bestimmten geografischen Position verteilt und für diese von Vorteil sein könnten.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0003] Gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindung werden Verfahren und Systeme zum partizipativen Messen von Fahrbahnhaftungsbedingungen durch Fahrbahnfahrzeuge, zum Sammeln der Haftungsdaten von vielen Fahrzeugen durch einen zentralen Server, zum Verarbeiten der Daten, um Haftungsbedingungen für einzelne Fahrbahnen und Positionen zu klassifizieren, und gegebenenfalls zum Senden von Benachrichtigungen über die Haftungsbedingungen an Fahrzeuge offenbart. Viele Fahrzeuge verwenden partizipative Sensorsysteme, um eine Abschätzung der Fahrbahnhaftung zu identifizieren, die dem zentralen Server gemeldet werden kann, wobei die Fahrzeuge Sensordaten und dynamischen Fahrzeugbedingungen verwenden, um die Haftung zu schätzen. Der zentrale Server speichert die Haftungsdaten, stellt sie zusammen, filtert sie und lässt sie altern. Fahrzeuge, die Mitteilungen von dem zentralen Server, typischerweise über ein Telematiksystem, anfordern, empfangen Nachrichten über Fahrbahnhaftungsbedingungen, die basierend auf ihrem Standort und ihrem Kurs von Bedeutung sein können. Es können Fahrerwarnungen für Bedingungen geringer Haftung voraus ausgegeben werden, und automatisierte Fahrzeugsysteme können ebenfalls als Reaktion auf die Nachrichten angepasst werden. Zusätzliche Merkmale der vorliegenden Erfindung werden aus der nachstehenden Beschreibung und den beiliegenden Ansprüchen hervorgehen, die zusammen mit den beiliegenden Zeichnungen zu sehen sind.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0004] Fig. 1 ist eine schematische Abbildung eines Fahrzeugs mit partizipativen Sensorsystemen und einem Telematiksystem zum Kommunizieren von Daten an ein Sammelsystem;

[0005] Fig. 2 ist eine Abbildung mehrerer Fahrzeug auf einer Fahrbahn, wobei einige Fahrzeuge einem zentralen Server Fahrbahnereignisdaten bereitstellen können, und der Server an andere Fahrzeuge, die sich dem Ereignisstandort nähern, Alarme kommunizieren kann;

[0006] Fig. 3 ist ein Blockdiagramm, das den Datenverlauf in dem zentralen Server und zu den Fahrzeugen und anderen interessierten Teilnehmern zeigt;

[0007] Fig. 4 ist ein kombiniertes Blockdiagramm und Flussdiagramm, das ein Verfahren, das von einem partizipativen Messfahrzeug verwendet wird, den Datenverlauf zu einem Cloud-basierten System und die Verarbeitung darin, und ein Verfahren, das von einem Fahrzeug verwendet wird, das Mitteilungen anfordert, zeigt;

[0008] Fig. 5 ist ein Blockdiagramm eines Geräts zum Klassifizieren von Fahrbahnoberflächenbedingungen, das in einem Fahrzeug verwendet werden kann, um Haftungsbedingungen der Fahrbahnoberfläche zu bestimmen;

[0009] Fig. 6 ist ein Flussdiagramm, das ein Verfahren zeigt, um einen geschätzten Reibungskoeffizienten für ein Fahrzeug basierend auf den dynamischen Fahrzeugbedingungen zu berechnen;

[0010] Fig. 7 ist eine Abbildung einer Situation mit mehreren partizipativen Messfahrzeugen, die an einen zentralen Server Fahrbahnhaftungsdaten kommunizieren, und wobei der Server an die Fahrzeuge Haftungsabschätzungen kommuniziert;

[0011] Fig. 8 ist ein Blockdiagramm, das den Datenverlauf in dem zentralen Server aus Fig. 7 und zu den Fahrzeugen und anderen interessierten Teilnehmern zeigt; und

[0012] Fig. 9 ein kombiniertes Blockdiagramm und Flussdiagramm, das ein Haftungsabschätzungsverfahren, das von einem partizipativen Messfahrzeug verwendet wird, den Datenverlauf zu einem Cloud-basierten System und die Verarbeitung darin, und ein Verfahren, das von einem Fahrzeug verwendet wird, das Mitteilungen bezüglich der Fahrbahnhaftung anfordert, zeigt.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0013] Die folgende Diskussion der Ausführungsformen der Erfindung über ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Bestimmen von Fahrbahnhaftungsbedingungen unter Verwenden von partizipativen Fahrzeug-Sensorsystemen ist rein beispielhafter Art und ist keineswegs dazu gedacht, die Erfindung oder ihre Anwendungen oder Verwenden einzuschränken.

[0014] Viele Fahrzeuge sind heutzutage mit vielen verschiedenen Sensoren und Systemen ausgestattet, die Daten bereitstellen können, welche die Bedingungen, unter denen das Fahrzeug in Betrieb ist, und die Ereignisse, die in der Nähe des Fahrzeugs vorgekommen sein können, angeben. Durch das Sammeln dieser Daten von vielen Fahrzeugen und durch das Zusammenstellen derselben, um Tendenzen zu erkennen, kann eine erhebliche Informationsmenge abgeleitet werden, die für andere Fahrzeuge in der Nähe nützlich wäre und ihnen mitgeteilt werden kann.

[0015] Fig. 1 ist eine schematische Abbildung eines Fahrzeugs **10** mit partizipativen Sensorsystemen und einer Telematiksystem-Funktion zum Kommunizieren von Daten an ein Sammelsystem. Das Fahrzeug **10** umfasst ein Fahrzeugdynamikmodul **20** zum Bestimmen der dynamischen Fahrzeugbedingungen und anderer diesbezüglicher Parameter. Das Fahrzeugdynamikmodul **20** empfängt Daten von mindestens einem Sensor **22**. Typischerweise würden viele der Sensoren **22** bereitgestellt, wozu Radgeschwindigkeitssensoren, Sensoren für längsgerichtete, seitliche und senkrechte Beschleunigung und ein Gierratensensor gehören. Die Sensoren **22** können auch Radlastsensoren und andere Arten von Sensoren umfassen. Das Fahrzeugdynamikmodul **20** erhebt Daten von allen Sensoren **22** und nimmt je nach Bedarf Berechnungen vor, um eine vollständige Darstellung der dynamischen Fahrzeugbedingungen **10** bereitzustellen, wozu Positionen, Geschwindigkeiten, Beschleunigungen und Kräfte, die auf das Fahrzeug **10** einwirken, gehören.

[0016] Das Fahrzeug **10** umfasst auch ein Objekterkennungsmodul **30**. Das Objekterkennungsmodul **30** empfängt Daten von mindestens einem Objekterkennungssensor **32**, der ein kamerabasierter Sensor sein könnte oder einen Radar, Lidar oder eine andere Art von Objekterkennungstechnologie verwenden kann (wozu Kurzstrecken-Kommunikationstechnologien, wie etwa dedizierte Kurzstrecken-Kommunikationen [DSRC] oder Ultrabreitband [UWB] gehören). Mehr als einer der Objekterkennungssensoren **32** kann bereitgestellt werden, wozu vorausblickende, zurückblickende und zur Seite blickende Sensoren gehören. Unter Verwenden von Daten von den Sensoren **32** identifiziert das Objekterkennungsmodul **30** Objekte in der Nähe des Fahrzeugs **10**, wobei die Objekte andere Fahrzeuge, Fahrbahnränder und andere Fahrbahnbegrenzungen, Fußgänger und beliebige Objekte, die sich auf oder an der Fahrbahn befinden können, umfassen können. Das Objekter-

kennungsmodul **30** kann zwischen normal großen Autos und Leicht-LKWs und anderen größeren Fahrzeugen, wie etwa Lieferwagen und Sattelschleppern, unterscheiden. Das Objekterkennungsmodul **30** kann auch die Geschwindigkeit von anderen Fahrzeugen auf der Fahrbahn bestimmen und Situationen identifizieren, in denen Fahrzeuge stillstehen, die normalerweise fahren sollten (wie etwa auf einer Autobahn). Zusätzlich kann das Objekterkennungsmodul **30** Spurmarkierungen identifizieren und die Position des Fahrzeugs **10** mit Bezug auf die Spur oder die Spuren auf der Fahrbahn berechnen.

[0017] Das Fahrzeug **10** umfasst auch ein Systemstatusmodul **40**, das Daten von einem Fahrzeugdaten-Kommunikationsbus bezüglich des Status nahezu aller Fahrzeugsysteme erhebt. Beispielsweise kann das Systemstatusmodul Bedingungen bestimmen, wie etwa: Scheibenwischer an, aus oder Intervallschaltung; Scheinwerfer an oder aus; Gaspedalposition; Bremsdruck; Aktivierung des Antiblockiersystems (ABS); Aktivierung des Traction Control Systems (TCS); Airbag-Auslösung; Sitzbelegung; Lenkradposition; Umgebungstemperatur; Verwenden der Infotainment-Anlage, einschließlich Verwenden von Handys im Fahrzeug; Einstellungen der HLK-Anlage; usw. Die Daten, die von dem Systemstatusmodul **40** gesammelt werden, können verwendet werden, um viele verschiedene Arten von Fahrsituationen und Bedingungen zu identifizieren, wie es nachstehend ausführlich besprochen wird.

[0018] Das Fahrzeug **10** umfasst auch ein Modul **50** für Kommunikationen von Fahrzeug zu Fahrzeug (V2V), das mit einem anderen, ähnlich ausgerüsteten Fahrzeug innerhalb einer Kommunikationsreichweite unter Verwenden von dedizierten Kurzstrecken-Kommunikationen (DSRC) oder einer anderen Kommunikationstechnologie kommuniziert. Das V2V-Kommunikationsmodul **50** kann erhebliche Datenmengen von Fahrzeugen in der Nähe sammeln, insbesondere einschließlich Positions-, Geschwindigkeits- und Beschleunigungsdaten, wie sie für "intelligente Autobahnsysteme" oder autonome Fahrzeugsysteme benötigt werden.

[0019] Daten von dem Fahrzeugdynamikmodul **20**, dem Objekterkennungsmodul **30**, dem Systemstatusmodul **40** und dem V2V-Kommunikationsmodul **50** werden einem Daten-Sammelmodul **60** bereitgestellt. Das Daten-Sammelmodul **60** steht in Verbindung mit einem Telematiksystem **70**, das mit einem zentralen Telematikdienst über Mobilfunk-Kommunikationsmasten **80** oder andere Technologien kommuniziert. Die anderen Kommunikationstechnologien können ohne Einschränkung DSRC oder andere Kommunikationen von Fahrzeug zu Infrastruktur (V2I), WiFi, Satellitenkommunikationen usw. umfassen.

[0020] Es versteht sich, dass das Fahrzeugdynamikmodul **20**, das Objekterkennungsmodul **30**, das Systemstatusmodul **40**, das V2V-Kommunikationsmodul **50** und das Daten-Sammelmodul **60** aus mindestens einem Prozessor und einem Speichermodul bestehen, wobei die Prozessoren mit Software konfiguriert sind, die derart konzipiert ist, dass sie Datenerhebung und Berechnungen ausführt, wie zuvor besprochen.

[0021] Es versteht sich ferner, dass die Merkmale und Berechnungen des Fahrzeugdynamikmoduls **20**, des Objekterkennungsmoduls **30**, des Systemstatusmoduls **40**, des V2V-Kommunikationsmoduls **50** und des Daten-Sammelmoduls **60** anders als hier beschrieben zugeteilt werden könnten, ohne den Geist der offenbarten Erfindung zu verlassen. Obwohl beispielsweise die Funktionen der Module **20** bis **60** in der gesamten vorliegenden Offenbarung als unterschiedlich beschrieben werden, könnten sie in der Tat alle auf dem gleichen Prozessor programmiert sein, oder es könnten mehr oder weniger als die gezeigten fünf verschiedenen Module sein.

[0022] Fig. 2 ist eine Abbildung einer Situation **100** mit mehreren Fahrzeugen auf einer Fahrbahn **102**, wobei einige Fahrzeuge einem zentralen Server Fahrbahnereignisdaten bereitstellen können, und der Server an andere Fahrzeuge, die sich dem Ereignisstandort nähern, Mitteilungen kommunizieren kann. Die Situation **100** umfasst Fahrzeuge **110** bis **150**, die auf der zweispurigen Straße **102** fahren, wobei die Fahrzeuge **110**, **120** und **130** in eine Richtung fahren und die Fahrzeuge **140** und **150** in die andere Richtung fahren. Eine Ereignisstelle **160** ist mit einem gestrichelten Rahmen angegeben, wobei die Ereignisstelle **160** ein gefährliches Schlagloch, ein Stück rutschige Straße, ein Baum oder ein anderes Objekt auf der Fahrbahnoberfläche oder eine beliebige von diversen anderen Bedingungen sein kann. Die Fahrzeuge **120** und **130** sind bereits an der Ereignisstelle **160** vorbeigefahren und haben Daten gesammelt, die das Ereignis oder die Bedingung angeben. Beispielsweise könnte ein großes Schlagloch durch eine Radlastspitze in einem Fahrzeug und ein ausweichendes Lenkmanöver in einem anderen Fahrzeug erkannt werden, eine rutschige Fahrbahnoberfläche könnte durch die Aktivierung der Antriebsschlupfregelung und/oder des Antiblockiersystems erkannt werden, und ein Objekt auf der Fahrbahnoberfläche könnte durch das Objekterkennungsmodul **30** erkannt werden.

[0023] Die Fahrzeuge **120** und **130** teilen einem zentralen Server **170** Daten bezüglich der Ereignisstelle **160** mit. Der zentrale Server **170** wird als Cloud-basierter Dienst gezeigt, was bedeutet, dass es sich um einen oder

mehrere Server handeln könnte, der bzw. die sich irgendwo in einem weltweit verbundenen Netzwerk befindet bzw. befinden. Der zentrale Server **170** kann Teil eines Telematikdienstes sein, wie etwa des Dienstes, der von dem Telematiksystem **70** des Fahrzeugs **10** verwendet wird. Der zentrale Server **170** kann stattdessen von einer beliebigen Unternehmens- oder Regierungsentität betrieben werden, die Daten von vielen Fahrzeugen mit partizipativen Sensorsystemen sammeln und verteilen kann.

[0024] Beispielsweise für den Fall eines Baumes oder einer anderen Behinderung auf der Fahrbahn **102** würden die Fahrzeuge **120** und **130** beide das große statische Objekt an einer unerwarteten Stelle auf der Fahrbahnoberfläche erkannt haben. Die Fahrzeuge **120** und **130** können auch Brems- und/oder Lenkmanöver als Reaktion auf das Vorliegen der Behinderung ausgeführt haben. Diese Daten werden dem zentralen Server **170** wie mit Bezug auf das Fahrzeug **10** aus **Fig. 1** besprochen mitgeteilt. In manchen Fällen kann selbst die Tatsache, dass ein einziges Fahrzeug ein Ereignis oder eine Bedingung meldet, aussagekräftig genug sein, damit der zentrale Server **170** Mitteilungen an andere Fahrzeuge ausgibt. Doch die Stärke liegt in großen Zahlen, und der Server **170** kann das Vorhandensein mehrerer Bedingungen mit größerer Genauigkeit bestimmen, indem er Daten von mehreren Fahrzeugen zusammenstellt.

[0025] In der Situation **100** gibt der Server **170** basierend auf der Meldung einer Behinderung auf der Straße durch die Fahrzeuge **120** und **130** Mitteilungen an das Fahrzeug **110** ab, das umgehend auf diese Bedingung stoßen wird. Das Fahrzeug **110** kann als Reaktion auf die Informationen, die es empfängt, unterschiedlich handeln, wozu das Ausgeben eines Alarms an den Fahrer, das Beenden der Geschwindigkeitsregelung, soweit diese aktiviert ist, das Abbremsen des Fahrzeugs **110** durch Betätigen der Bremsen, das Vornehmen einer ausweichenden Lenkaktion und das Neufokussieren der Objekterkennungssensoren an Bord des Fahrzeugs **110**, um zu versuchen, die Behinderung zu finden, gehören. Ähnliche Arten von Maßnahmen und andere (z. B. Ändern der Navigationsstrecke, Anpassen der Warnzeiteinstellungen des Sicherheitssystems) könnten für Fall andersartiger Meldungen, wie etwa Schlaglöcher, rutschige Fahrbahnoberfläche, Verkehrsunfall usw., durch die Fahrzeuge **120** und **130** über den zentralen Server **170** von dem Fahrzeug **110** getroffen werden.

[0026] Der Server **170** gibt auch Mitteilungen bezüglich der Behinderung auf der Fahrbahn **102** an die Fahrzeuge **140** und **150** aus, die Kurs in Richtung auf die Ereignisstelle **160** nehmen. Obwohl die Fahrzeuge **140** und **150** in die entgegengesetzte Richtung und auf der entgegengesetzten Fahrspur zu den Fahrzeugen **120** und **130**, welche die Behinderung gemeldet hatten, fahren, geht aus **Fig. 2** hervor, dass die Mitteilung für sie nützlich sein kann. Es können viele Faktoren von dem Server **170** beim Bestimmen, an welche Fahrzeuge Mitteilungen auszugeben sind, berücksichtigt werden, wozu die Beschaffenheit des gemeldeten Ereignisses oder der gemeldeten Bedingung, die spezifische Stelle des Ereignisses oder der Bedingung auf der Fahrbahnoberfläche (Spurmitte, linker Fahrbahnrand usw.), ob die Fahrbahn **102** unterteilt ist und wie viele Fahrspuren in jeder Richtung verfügbar sind, usw. gehören. Diese Faktoren werden nachstehend näher besprochen.

[0027] Die drei Bedingungsarten (Schlagloch, rutschige Straße, Behinderung), die zuvor beschrieben wurden und in **Fig. 2** gezeigt werden, sind rein beispielhaft; viele andere Arten von sicherheitstechnischen Fahrbahn- und Fahrzeugbedingungen können von den Fahrzeugen erkannt und dem zentralen Server **170** mitgeteilt werden. Andere Bedingungen, die von den Fahrzeugen **120/130** gemeldet werden können, umfassen ein oder mehrere Fahrzeuge, das bzw. die die Geschwindigkeitsbegrenzung erheblich überschreitet bzw. überschreiten, Fahrzeuge, die wesentlich langsamer als die Geschwindigkeitsbegrenzung fahren, Regen, Schnee oder Nebel, eine maßgebliche oder ungewöhnliche Verwenden der Fahrzeugbedienelemente, wie etwa von Lenkung, Gaspedal oder Bremse, Airbag-Auslösung usw. Obwohl die Situation **100** im Hinblick auf die Fahrzeuge **120** und **130**, die an den Server **170** Daten kommunizieren, und die Fahrzeuge **110**, **140** und **150**, die Daten von dem Server **170** empfangen, beschrieben wird, würden ferner in Wirklichkeit alle Fahrzeuge **110** bis **150** ständig in bidirektionaler Verbindung mit dem Server **170** stehen.

[0028] Wie es aus der obigen Diskussion hervorgeht, sammelt jedes der Fahrzeuge **110** bis **150** ständig Daten von bordeigenen Systemen, wie etwa dem Fahrzeugdynamikmodul **20**, dem Objekterkennungsmodul **30**, dem Systemstatusmodul **40** und dem V2V-Kommunikationsmodul **50** des Fahrzeugs **10**. Es ist jedoch wahrscheinlich nicht sinnvoll, dass jedes Fahrzeug alle diese Rohdaten an den Server **170** kommuniziert. Vielmehr nimmt bei einer bevorzugten Ausführungsform jedes der Fahrzeuge **110** bis **150** mit partizipativen Sensorsystemen Berechnungen lokal vor, um zu bestimmen, welche Gefahren oder gefährlichen Ereignisse oder Bedingungen vorliegen, die das Senden einer Meldung an den Server **170** rechtfertigen.

[0029] Die Berechnungen durch jedes Fahrzeug mit partizipativen Sensorsystemen, die an dem Daten-Sammelmodul **60** ausgeführt werden können, können mehrere Teile umfassen. Beispielsweise kann eine Behinderung oder ein Objekt auf der Fahrbahn, die bzw. das größer als eine vorbestimmte Größe ist und über die

Objekterkennung erkannt wird, eine sofortige Meldung an den Server **170** auslösen. Ebenso kann das Treffen auf ein Schlagloch, das zu einer Radlast führt, die größer als ein bestimmter Schwellenwert ist, ebenfalls eine sofortige Meldung an den Server **170** auslösen.

[0030] Andere Arten von Gefahren oder gefährlichen Bedingungen können jedoch nur durch Auswerten mehrerer Parameter bestimmt werden. Ein diesbezügliches Beispiel wäre die Bestimmung, dass ein bestimmtes Fahrzeug in der Umgebung gefährlich fährt. Eine Gefahrenstufe TL_i eines bestimmten Fahrzeugs i kann folgendermaßen berechnet werden:

$$TL_i = \sum_{j=1}^m w_j p_j^i \quad (1)$$

[0031] Wobei w_j ein Gewichtungswert ist, der mit einer spezifischen Eigenschaft j verknüpft ist, und p_j^i die Eigenschaft (wie etwa Bremsung, Beschleunigung oder Geschwindigkeit) für das Fahrzeug i ist. Die Eigenschaft p_j^i wird wiederum folgendermaßen berechnet:

$$p_j^i = f(x_i^1, x_i^2, \dots, x_i^n) \quad (2)$$

[0032] Wobei $x_i^1, x_i^2, \dots, x_i^n$ Fahrzeugparameter sind, die aus seriellen Rohdaten von dem Fahrzeugdynamikmodul **20**, dem Objekterkennungsmodul **30**, dem Systemstatusmodul **40** und dem V2V-Kommunikationsmodul **50** erzielt werden.

[0033] Unter Verwenden der obigen Berechnungen kann eine Gefahrenstufe TL_i für ein Fahrzeug i berechnet werden. Bei einem Ausführungsbeispiel könnte eine "Beobachtungs-"Meldung an den Server **170** ausgegeben werden, wenn die Gefahrenstufe eine erste Schwelle überschreitet. Eine Beobachtungsmeldung würde bedeuten, dass ein Fahrzeug ein einigermaßen gefährliches Fahrverhalten zeigt, das am Server **170** verfolgt werden könnte, um zu sehen, ob andere bestätigende Meldungen empfangen werden. Eine "Warn-"Meldung könnte an den Server **170** ausgegeben werden, wenn die Gefahrenstufe eines Fahrzeugs eine zweite höhere Schwelle überschreitet. Eine Warnmeldung würde bedeuten, dass ein Fahrzeug ein sehr gefährliches Fahrverhalten an den Tag legt, was veranlassen könnte, dass der Server **170** sofort Mitteilungen an Fahrzeuge in der Umgebung ausgibt.

[0034] Das obige Beispiel beschreibt das Berechnen einer Gefahrenstufe eines Fahrzeugs in der Umgebung basierend auf mehreren verschiedenen Eigenschaften des bestimmten Fahrzeugs in der Umgebung. Ein ähnlicher Ansatz könnte verwendet werden, um eine Gefahrenstufe einer Stelle auf einer Fahrbahn basierend auf Eigenschaften von mehreren Fahrzeugen (wie etwa wie viele Fahrzeuge auf einer Schnellstraße unerwartet abbremsen) zu berechnen. Das Fahrzeug **120** mit partizipativen Sensorsystemen (als Beispiel) kann somit Meldungen über gefährliche Bedingungen basierend auf einzelnen oder kumulierten Daten über sich selber (wie etwa das Treffen auf ein Schlagloch oder ein Antriebsverlust), basierend auf Berechnungen, die sich auf ein anderes Fahrzeug konzentrieren (wie etwa ein gefährliches Fahrverhalten), oder basierend auf Berechnungen, die sich auf eine Stelle auf einer Fahrbahn konzentrieren (wie etwa einen Verkehrsstau) an den Server **170** senden.

[0035] Fig. 3 ist ein Blockdiagramm **200**, das den Datenverlauf in dem zentralen Server **170** und zu den Fahrzeugen und anderen interessierten Teilnehmern zeigt. In dem Kästchen **210** werden Daten von vielen partizipativen Messfahrzeugen, wie etwa dem Fahrzeug **10** aus Fig. 1 und den Fahrzeugen **110** bis **150** aus Fig. 2, gesammelt. Obwohl eine einzige Fahrzeugmeldung eines Ereignisses, wie etwa eines Verkehrsunfalls, definitiv ausreichen kann, um dazu zu führen, dass Mitteilungen an andere Fahrzeuge in der Nähe ausgegeben werden, liegt die wahre Stärke der offenbarten Verfahren in der ständigen Datenerhebung von zahlreichen Fahrzeugen. Beispielsweise wäre die Tatsache, dass ein einziger Fahrzeugfahrer auf einer Schnellstraße auf die Bremse tritt, an sich nicht bemerkenswert. Wenn jedoch viele Fahrzeuge eine Bremsung an einer bestimmten Stelle auf einer Schnellstraße melden, bedeutet dies wahrscheinlich, dass sich eine Bedingung von starkem Verkehr entwickelt, die schnell zu einer Situation mit stockendem Verkehr werden kann. Wenn eine reduzierte Sicht oder nasse/vereiste Fahrbahnbedingungen ebenfalls in dem Bereich mit starkem Verkehr gegeben sind, und wenn die Fahrzeuggeschwindigkeiten dennoch hoch sind, kann es gut sein, dass Mitteilungen über die Bremsaktivität voraus für Fahrzeuge, die sich dem Bremsbereich nähern, gerechtfertigt sind. Dies ist nur ein Beispiel dafür, wie Daten von vielen Fahrzeugen verwendet werden können, um Bedingungen zu identifizieren, die nicht aus einem einzigen Fahrzeug oder einer geringen Anzahl von Fahrzeugen abgeleitet werden könnten.

[0036] Der Server **170** empfängt ständig Daten von vielen Tausenden oder Millionen von Fahrzeugen. Es müssen demnach Verfahren verwendet werden, um die Daten zu analysieren, um diverse Arten von eventuell

gefährlichen Fahrbedingungen zu erkennen oder abzuleiten und zu bestimmen, wem die gefährlichen Fahrbedingungen mitzuteilen sind. Eine Technik dafür besteht darin, die eventuell gefährlichen Fahrsituationen in drei Arten zu unterteilen: solche, die sich auf das Verhalten von spezifischen anderen Fahrzeugen und ihren Fahrern beziehen, solche, die sich auf chronische Zustände beziehen, die an einer bestimmten festen Stelle auf einer Fahrbahn vorkommen, und solche, die sich auf vorübergehende Bedingungen an diversen Stellen auf der Fahrbahn beziehen.

[0037] In dem Kästchen **220** werden gefährliche Fahrsituationen bezüglich des Verhaltens spezifischer anderer Fahrzeuge und ihrer Fahrer aus den Daten identifiziert, die in dem Kästchen **210** gesammelt wurden. Wie zuvor besprochen, können Fahrzeuge, wie etwa das Fahrzeug **10** aus **Fig. 1**, eine erhebliche Datenmenge über andere Fahrzeuge in ihrer unmittelbaren Nähe sammeln und dem zentralen Server **170** melden, wobei diese Daten mindestens von dem Objekterkennungsmodul **30** und dem V2V-Kommunikationsmodul **50** gesammelt werden. Insbesondere kann die Analyse der Geschwindigkeits- und Beschleunigungsdaten von anderen Fahrzeugen mögliche Fahrrisiken aufdecken, wie etwa ein gefährliches Fahrverhalten, unkonzentriertes Fahren, Fahren unter Drogeneinfluss oder mit Behinderung usw. Diese Verhaltensmuster können durch Fahrzeuggeschwindigkeiten, die erheblich höher als die Geschwindigkeitsbegrenzung sind, eine Geschwindigkeit, die wesentlich langsamer als die Geschwindigkeitsbegrenzung ist, wenn sie nicht durch starken Verkehr bedingt ist, Beschleunigungen oberhalb einer Schwelle (wie etwa 0,1 g) und/oder scharfes Bremsen oberhalb einer Schwelle (wie etwa 0,3 g), insbesondere wenn die Beschleunigung oder das scharfe Bremsen wiederholt vorkommen, viel zu dichtes Auffahren, eine starke Lenktätigkeit oberhalb einer Schwelle (wie etwa 10 Grad/s), Abweichen von der Spurmitte und/oder teilweise über die Spurmarkierungen, usw. erkannt werden. Die Tatsache, dass ein spezifischer gefährlicher Fahrer/ein spezifisches gefährliches Fahrzeug (oder gefährliche Arten von Massenverhalten) identifiziert werden kann, und dass andere Fahrzeuge in der Nähe vor der Gefahr gewarnt werden können, ist extrem stark. Natürlich ändert sich der Standort des gefährlichen Fahrers/Fahrzeugs ständig, und der vorweggenommen Standort kann berücksichtigt werden, wenn Gefahrenwarnungen an andere Fahrzeuge ausgegeben werden. Beispielsweise könnte folgende Gefahrenwarnung ausgegeben werden "gefährlicher Fahrer möglicherweise an der nächsten Kreuzung von rechts kommend anzutreffen". Ferner wird die Identifizierung des gefährlichen Fahrers/Fahrzeugs oder des gefährlichen Fahrbereichs viel robuster gemacht, indem partizipative Messdaten von vielen Fahrzeugen auf der Fahrbahn zusammengestellt werden.

[0038] In dem Kästchen **222** werden gefährliche Fahrsituationen bezüglich chronischer Bedingungen, die an einem bestimmten festen Standort auf einer Fahrbahn vorkommen, aus den Daten identifiziert, die in dem Kästchen **210** gesammelt wurden. Diese chronischen oder statischen Bedingungen sind Dinge, die wiederholt und regelmäßig vorkommen können, wie etwa Verkehrsstaus an einer bestimmten Kreuzung oder auf einem Stück Schnellstraße zu Stoßzeiten an Werktagen. Diese chronischen Bedingungen können durch schlechte Fahrbahnbauformen verursacht werden, wie etwa komplizierte Übergänge oder zu enge Fahrbahnkrümmung, schlecht abgestimmte Verkehrssignale, Fahrbahnbauarbeiten oder einfach Fahrbahn oder Kreuzungen, die auf Grund von fehlenden Spuren oder anderen Faktoren das Verkehrsaufkommen nicht handhaben können. Chronische Bedingungen können in dem Kästchen **222** leicht identifiziert werden, indem Daten von vielen Fahrzeugen über einen Zeitraum von Tagen oder Monaten überwacht werden und dichter Verkehr, der mit Geschwindigkeiten vorankommt, die erheblich unter der vorgesehenen Geschwindigkeitsbegrenzung liegen, erkannt wird. Ähnlich können Standorte, an denen zu viele Verkehrsunfälle vorkommen, identifiziert werden. Wenn diese Bedingungen regelmäßig erkannt werden, wird eine chronisch gefährliche Verkehrsstelle identifiziert. Die Benachrichtigung über die chronisch gefährliche Verkehrsstelle kann den näherkommenden Fahrzeugen sowie dem entsprechenden Transportministerium oder der Fahrbahnwacht, das bzw. die für die betreffende Fahrbahn verantwortlich ist, bereitgestellt werden.

[0039] In dem Kästchen **224** werden gefährliche Fahrsituationen bezüglich vorübergehender Bedingungen an verschiedenen Stellen auf der Fahrbahn aus den Daten identifiziert, die in dem Kästchen **210** gesammelt wurden. Die vorübergehenden Bedingungen, die in dem Kästchen **224** identifiziert werden, sind temporärer Beschaffenheit, anders als die chronischen Bedingungen, die in dem Kästchen **222** identifiziert werden. Vorübergehende gefährliche Fahrbedingungen können durch Wetterverhältnisse, einen Verkehrsunfall, einen schlechten Fahrbahnzustand, einen Ausfall von Verkehrssignalen oder ein anderes Ereignis verursacht werden und können schlechte Sicht, eine nasse oder vereiste Fahrbahnoberfläche, Schlaglöcher oder Geröll auf der Straße, verunglückte Fahrzeuge und/oder Rettungsfahrzeuge auf der Straße oder an der Böschung usw. umfassen. Diese Bedingungen können durch viele verschiedene Datenarten identifiziert werden, die von den Fahrzeugen mit partizipativen Sensorsystemen bereitgestellt werden, wozu geringe Fahrzeuggeschwindigkeiten, Objekterkennungsdaten (stillstehende Fahrzeuge oder andere Objekte, die nicht auf die Fahrbahn gehören), Radlastdaten, die ein Schlagloch angeben, Aktivierungen des Antiblockiersystems oder der Antriebsschlupfregelung, die eine rutschige Fahrbahnoberfläche angeben, und dergleichen gehören. Gefahrenwarnungen, wie

etwa "großes Schlagloch auf der rechten Spur voraus" oder "fahrunfähiges Fahrzeug an der linken Böschung voraus", können basierend auf den Daten, die in dem Kästchen **224** identifiziert wurden, ausgegeben werden.

[0040] In dem Kästchen **230** erfolgt die Datenzusammenlegung der Sicherheitsmetriken aus den Kästchen **220/222/224**. Die Zusammenlegung der Sicherheitsmetriken kombiniert die zuvor beschriebenen drei Arten von gefährlichen Fahrbedingungen, zusammen mit ihren verknüpften Kommunikationsparametern, in eine einzige Datenbank zur Verteilung. Die Zusammenlegung identifiziert auch Korrelationen zwischen den drei Arten von gefährlichen Fahrbedingungen, wie etwa Verkehrsunfälle aus dem Kästchen **224** und chronischer Stoßzeitstau in dem Kästchen **222**.

[0041] Auf die Daten in den Kästchen **210** bis **230** wird bzw. werden bevorzugt eine oder mehrere Abklingfunktionen angewandt. Beispielsweise können die unbearbeiteten Ereignisdaten von einzelnen Fahrzeugen in dem Kästchen **210** bestimmte Regeln für Halbwertszeit und letztendliche Löschung aufweisen, wobei jede einzelne Ereignismeldung eine Zeit lang eine volle Gewichtung aufweisen kann und der Gewichtungsfaktor danach abklingen kann. Ähnlich können die gefährlichen Bedingungen, die in den Kästchen **220/222/224** bestimmt (und in dem Kästchen **230** zusammengelegt) werden, verschiedene Abklingfunktionen aufweisen, wobei gefährliche Fahrerbedingungen, die in dem Kästchen **220** erkannt werden, sehr schnell abklingen können, chronische Bedingungen, die in dem Kästchen **22** erkannt werden, sehr langsam abklingen können, und vorübergehende Bedingungen, die in dem Kästchen **224** erkannt werden, mit mittelmäßig schnell abklingen können.

[0042] Schließlich führen die Daten, die von dem Server **170** gesammelt, zusammengestellt und analysiert wurden, zu Mitteilungen, die an Fahrzeuge, wie etwa die Fahrzeuge **110** bis **150**, ausgegeben werden können. Diese Mitteilungen können zwei allgemeine Formen annehmen.

[0043] In dem Kästchen **240** werden Mitteilungen sozusagen "nahezu in Echtzeit" ausgegeben. Wohingegen "Echtzeit" bedingen würde, dass die Mitteilungen innerhalb von Millisekunden nach dem Vorkommen eines Ereignisses ausgegeben würden, bezieht sich der Begriff nahezu in Echtzeit auf Mitteilungen, die im Allgemeinen innerhalb einiger Sekunden an die Fahrzeuge ausgegeben werden, für welche die Informationen nützlich sein können. Dies soll nicht bedeuten, dass die Mitteilungen von dem Server **170** nicht in Echtzeit ausgegeben werden können. Eine Echtzeitmitteilung kann beispielsweise in einer Situation ausgegeben werden, in der Fahrzeuge mit hoher Geschwindigkeit fahren und unmittelbar voraus gerade ein Unfall geschehen ist. Andererseits können Mitteilungen nahezu in Echtzeit in vielen Fällen ausgegeben werden, in denen dies durch die Verkehrsverhältnisse oder Fahrbahnverhältnisse voraus gerechtfertigt ist. Bei einigen dieser Fälle dauert es eine Zeit lang, bis sich ein Ereignis so weit entwickelt, dass eine gefährliche Bedingung ersichtlich ist, die somit eine Datenerhebung von vielen Fahrzeugen über einen Zeitraum von vielen Sekunden oder Minuten benötigt. In anderen Fällen kann eine gefährliche Bedingung, wie etwa ein Schlagloch oder ein Verkehrsunfall, bekannt sein, doch wird eine Benachrichtigung der anderen einzelnen Fahrzeuge vorteilhaft verzögert, bis sich jedes der Fahrzeuge in einem bestimmten Abstand oder einer gewissen Zeit vom Treffen auf die Bedingung befindet. Die optimale Benachrichtigungszeit kann in Abhängigkeit von vielen Faktoren von einigen Sekunden bis zu einer Minute oder mehr variieren. Diese Faktoren umfassen die Art und die Ernsthaftigkeit der gefährlichen Bedingung, Verkehrsbedingungen, wie etwa Geschwindigkeit und Dichte, Fahrbahnbedingungen, wie etwa rutschige Bedingungen oder schlechte Sicht, und dergleichen.

[0044] In dem Kästchen **242** werden langfristige Kennzeichnungsmitteilungen an Fahrzeuge oder andere Funktionseinheiten ausgegeben. Langfristige Kennzeichnungsmitteilungen für Fahrzeuge können Mitteilungen, die zur Streckenplanung verwendet werden können, wie etwa eine Empfehlung, eine bestimmte Strecke zu vermeiden, die zu der erwarteten Fahrzeit chronisch verkehrsreich ist, oder eine andere Mitteilung, dass eine bestimmte Straße spät nachts häufig zum Schnellfahren oder anderen gefährlichen Fahren verwendet wird, umfassen. Langfristige Kennzeichnungsmitteilungen für andere Funktionseinheiten können Mitteilungen für Fahrbahnwachten bezüglich gefährlicher Verkehrsbedingungen umfassen, die sich aus der Bauform der Fahrbahn (komplizierte Übergänge, nicht genug Spuren), Abstimmung der Verkehrssignale, Schlaglöcher, vereiste Fahrbahn und vielen anderen Bedingungen ergeben. Einige dieser Mitteilungen (wie etwa solche bezüglich der Bauform der Fahrbahn) können auf der Analyse von Daten über einen Zeitraum von Wochen oder Monaten basieren, wohingegen andere (solche, die eine dringende Aufmerksamkeit und Korrektur benötigen, wie etwa solche bezüglich vereister Fahrbahn oder Ausfällen von Verkehrssignalen) nach nur einer oder zwei Minuten ausgegeben werden können.

[0045] Die Mitteilungen aus den Daten in dem Kästchen **240** werden bevorzugt unter Verwenden des Telematiksystems **70** ausgegeben, das in direkter und ständiger Kommunikation mit dem zentralen Server **170** steht. Wie zuvor erwähnt, könnte das Telematiksystem **70** viele verschiedene Aktionen ausführen, je nach

Beschaffenheit der Mitteilungen, wozu das Ausgeben eines hörbaren, sichtbaren und/oder fühlbaren Alarms an den Fahrer, das Beenden der Geschwindigkeitsregelung, wenn sie aktiviert ist, das Abbremsen des Fahrzeugs durch Betätigen der Bremse, das Vornehmen einer ausweichenden Lenkaktion und das Neufokussieren der Objekterkennungssensoren gehören. Die Mitteilungen aus den Daten in dem Kästchen **242** könnten für den Fall von Mitteilungen für Fahrzeuge über das Telematiksystem **70** erfolgen, und könnten für den Fall von Mitteilungen an Fahrbahnwachten, Flottenbetreiber oder andere Fahrzeugverwalter über E-Mail, Textnachricht oder ein anderes Kommunikationsmedium gesendet werden.

[0046] Fig. 4 ist ein kombiniertes Blockdiagramm und Flussdiagramm, das ein Verfahren, das von einem partizipativen Messfahrzeug verwendet wird, den Datenverlauf zu einem Cloud-basierten System und die Verarbeitung darin, und ein Verfahren, das von einem Fahrzeug verwendet wird, das Mitteilungen anfordert, zeigt. Ein Datensammelfahrzeug **270** könnte eines der zuvor besprochenen Fahrzeuge **10** oder **110** bis **150** sein. D. h. das Sammelfahrzeug **270** verfügt über partizipative Sensorsysteme, um Daten über sich selber und Fahrzeuge und Bedingungen in der Umgebung zu sammeln und diese Daten an eine zentralisierte Erhebung, Zusammenstellung und Verteilung zu senden. Das Fahrzeug **270** führt einen Prozess aus, der in dem Kästchen **272** beginnt, wo die Daten überwacht werden. Die Daten, die in dem Kästchen **272** überwacht werden, umfassen alle Daten über das Fahrzeug **270** selber und über Fahrzeuge und Bedingungen in der Umgebung, wie es zuvor ausführlich besprochen wurde.

[0047] An der Entscheidungsraute **274** wird bestimmt, ob ein Ereignisauslöser vorgekommen ist. Der Ereignisauslöser könnte ein einziges spezifisches Ereignis sein, wie etwa das Treffen auf ein großes Schlagloch oder das Ausrutschen auf einem vereisten Fahrbahnstück, oder der Ereignisauslöser könnte eine kumulative Beobachtung sein, wie etwa eine längere Fahrt über ein Stück holprige Straße oder ein ständig dicht auffahrendes anderes Fahrzeug. Wenn kein Ereignisauslöser erkannt wird, kehrt der Prozess zu dem Kästchen **272** zurück, um die Daten weiter zu überwachen. Wenn ein Ereignisauslöser erkannt wird, dann werden in dem Kästchen **276** eine oder mehrere Sicherheitsmetriken berechnet. Die Sicherheitsmetriken werden unter Verwenden der zuvor beschriebenen Techniken berechnet, welche die Gleichungen (1) und (2) umfassen. In dem Kästchen **278** wird bzw. werden die eine oder die mehreren Sicherheitsmetriken einem Cloud-Server **300** für die Zusammenstellung zugesendet. Zusammen mit den Sicherheitsmetriken können andere Informationen dem Cloud-Server **300** zugesendet werden, einschließlich mindestens des Standorts des Sammelfahrzeugs **270**.

[0048] Ein Mitteilungen empfangendes Fahrzeug **280**, das auch den zuvor besprochenen Fahrzeugen **110** bis **150** entspricht, ist ein beliebiges Fahrbahnfahrzeug, das mit einem Kommunikationssystem (wie etwa einem Telematiksystem oder einem V2V/V2I-System) ausgestattet ist, das in der Lage ist, Mitteilungen von dem Cloud-Server **300** zu empfangen. Wenn bei dem Fahrzeug **280** der Empfang von Mitteilungen eingeschaltet ist, dann führt es einen Prozess aus, wie in Fig. 4 gezeigt. In dem Kästchen **282** erfasst das Fahrzeug **280** seinen geografischen Standort unter Verwenden von GPS. Wenn das Fahrzeug **280** nicht mit GPS ausgestattet ist, kann es dennoch in der Lage sein, seinen Standort durch andere Techniken zu erfassen, wie etwa V2V-Kommunikationen mit einem anderen Fahrzeug, das über GPS verfügt und mit Bezug auf das andere Fahrzeug eine bekannte Position aufweist. In dem Kästchen **284** fordert das Fahrzeug **280** Sicherheitsmarkierungen von dem Cloud-Server **300** basierend auf seinem geografischen Standort an. Wie zuvor besprochen, kann der Server **300** über Sicherheitsereignis- und Bedingungsinformationen von Millionen von Fahrzeugen verfügen und große geografische Bereiche abdecken, so dass das Fahrzeug **280** seinen Standort identifizieren muss, um nur relevante Sicherheitsmarkierungen zu erzielen (solche, die sich auf die Straße vor dem Fahrzeug **280** oder eventuell auf kreuzende Fahrbahn beziehen).

[0049] In dem Kästchen **286** werden die Menüeinstellungen zur spezifischen Anpassung für das Fahrzeug **280** angewendet. Diese Einstellungen umfassen unter anderem Folgendes: Empfang von Mitteilungen an oder aus; Arten zu empfangender Mitteilungen; ob Audio- oder Videosysteme verwendet werden sollen, um den Fahrer über empfangene Mitteilungen zu benachrichtigen; usw.

[0050] In dem Kästchen **288** verarbeitet das Fahrzeug **280** Antwortmarkierungen, die vom Cloud-Server **300** empfangen werden. An der Entscheidungsraute **290** bestimmt das Fahrzeug **280** basierend auf den empfangenen Antwortmarkierungen (Mitteilungen), ob ein Alarm an den Fahrer abgegeben werden soll. Die Entscheidung, einen Alarm auszugeben oder nicht, basiert auf den Einstellungen, wie sie in dem Kästchen **286** festgelegt werden. Beispielsweise kann ein Fahrer eine Vorliebe eingestellt haben, nur über Mitteilungen auf dringendem Warnniveau benachrichtigt zu werden, wobei das Fahrzeug **280** keinen Alarm für eine Informationsmitteilung beispielsweise bezüglich einer mittelmäßigen Verkehrsverlangsamung voraus ausgeben würde.

[0051] Wenn kein Alarm ausgegeben werden soll, dann kehrt der Prozess von der Entscheidungsraute **290** zu dem Kästchen **282** zurück, um wieder den geografischen Standort zu erfassen und wieder Mitteilungen anzufordern. Wenn ein Alarm ausgegeben werden soll, dann wird in dem Kästchen **292** der Alarm an den Fahrer in der Form ausgegeben, die von dem Fahrer ausgewählt wurde (hörbar/sichtbar/fühlbar), basierend auf dem Inhalt der Antwortmarkierungen, die in dem Kästchen **288** empfangen werden. Der Prozess kehrt dann zu dem Kästchen **282** zurück.

[0052] Der Cloud-Server **300** aus **Fig. 4** entspricht dem zentralen Server **170** aus **Fig. 2**. Die Funktionen des Cloud-Servers **300** dienen im Grunde genommen dazu, sicherheitstechnische Datenmeldungen von vielen Fahrzeugen zu empfangen, die Daten zu speichern und zu verarbeiten und sicherheitstechnische Mitteilungen an viele Fahrzeuge zu verteilen, wie sie für jedes einzelne Fahrzeug relevant sind. Wie zuvor besprochen, könnte der Cloud-Server **300** ein Server oder ein Server-Cluster an einem einzigen physischen Standort sein, oder der Server **300** könnte eine richtige Cloud-basierte Architektur sein, die mehrere Server an mehreren Standorten mit kopierten und gemeinsam genutzten Daten umfasst.

[0053] Die Daten in dem Cloud-Server **300** folgen einem Lebenszyklus, der Speichern, Zusammenstellen, Filtern, Abklingen und schließlich Löschen umfasst. Diese Lebenszyklusschritte, insbesondere das Zusammenstellen, Filtern und Abklingen, wurden zuvor mit Bezug auf das Blockdiagramm aus **Fig. 3** besprochen.

[0054] Unter Verwenden der zuvor offenbarten Verfahren können sicherheitstechnische Verkehrereignisse und Bedingungen unter Verwenden von Daten von vielen Fahrzeugen mit partizipativen Sensorsystemen erkannt werden. Durch das Zusammenstellen und Filtern von Daten von zahlreichen teilnehmenden Fahrzeugen können sicherheitstechnische Ereignisse und Bedingungen identifiziert werden, die ansonsten nicht erkannt würden. Zudem erhöhen sich Genauigkeit und Rechtzeitigkeit von identifizierten sicherheitstechnischen Ereignissen und Bedingungen anhand der großen Anzahl von Meldungen, auf denen sie basieren. Die Fahrzeugfahrer können aus den Informationen Nutzen ziehen, die in den genauen, rechtzeitigen und relevanten sicherheitstechnischen Mitteilungen enthalten sind, wodurch gefährliche Situationen vermieden werden, zu denen es ohne die Mitteilungen gekommen wäre.

[0055] Partizipative Sensorsysteme können auch verwendet werden, um andere Arten von Informationen zusätzlich zu sicherheitstechnischen Ereignissen und Bedingungen zu sammeln und zu verteilen. Ein Beispiel von anderen Daten, die gesammelt werden können und ebenfalls für zahlreiche Abtastfahrzeuge nützlich sind, ist die Fahrbahnoberflächenhaftung.

[0056] Wie zuvor mit Bezug auf sicherheitstechnische Ereignisse und Bedingungen besprochen, erhöht die Datenerhebung von zahlreichen Fahrzeugen die Genauigkeit des gemessenen Parameters. Für den Fall der Fahrbahnoberflächenhaftung stellen mehrere Fahrzeuge, die jeweils einen etwas anderen Reifenkontaktweg befahren, und die sich jeweils in verschiedenen Phasen der Bremsung oder Beschleunigung befinden können, eine ausgiebige Datenquelle bereit. Nachdem die Fahrbahnoberflächenhaftungsdaten von vielen Fahrzeugen zusammengestellt und zusammengelegt wurden, kann die sich ergebende Abschätzung der Fahrbahnhaftung an fahrende Fahrzeuge verteilt werden, wo sie sowohl den Fahrern angezeigt als auch automatisch von Fahrzeugsystemen, wie etwa der Antriebssteuerung, verwendet werden kann.

[0057] Mehrere Anwendungsfälle für Fahrbahnhaftungsdaten von Fahrzeugsystemen sind offensichtlich. Systeme zur adaptiven Verwaltung des Antriebsstrangs können die aktuelle Auswahl des Getriebemodus (z. B. normal, sportlich, für den Winter) basierend auf der geschätzten Fahrbahnoberflächenhaftung ständig ändern. Auch können Fahrzeuge mit Allradantrieb (AWD) die Raddrehmomentverteilung für optimalen Antrieb basierend auf Fahrbahnhaftungsdaten adaptiv ändern. Zudem können Stabilitätsregelsysteme ihre Regelparameter basierend auf Fahrbahnhaftungsdaten anpassen und könnten auch die Fahrer vor anstehenden Kurvenbedingungen warnen oder sogar für den Fall einer anstehenden Kurve, die unter den aktuellen Haftungsbedingungen nicht sicher genommen werden kann, das Fahrzeug automatisch abbremsen. Schließlich kann natürlich eine Fahrerbenachrichtigung über Bedingungen mit geringer Haftung bereitgestellt werden.

[0058] Im Allgemeinen in Betrieb ist die Abschätzung der Fahrbahnoberflächenhaftung unter Verwenden von Fahrzeugen mit partizipativen Sensorsystemen wie die zuvor besprochene Erkennung von sicherheitstechnischen Ereignissen und Bedingungen. D. h. ein einzelnes Fahrzeug mit partizipativen Sensorsystemen, wie etwa das Fahrzeug **10** aus **Fig. 1**, enthält Sensoren und Systeme, um aktuelle Bedingungen zu erkennen, eine geschätzte Fahrbahnhaftung zu berechnen und die Haftung einem Datensammeldienst mitzuteilen. Viel Fahrzeuge, wie etwa die Fahrzeuge **110** bis **150** aus **Fig. 2**, teilen ihre Haftungsdaten dem zentralen Server **170** mit, der die Daten verarbeitet und an die Fahrzeuge **110** bis **150** und andere zurück verteilt.

[0059] Zusätzlich zu den Systemen und Sensoren des Fahrzeugs **10** benötigt ein Fahrzeug mit partizipativen Sensorsystemen zur Abschätzung der Fahrbahnhaftung eine Gerät zum Klassifizieren von Fahrbahnoberflächenbedingungen. **Fig. 5** ist ein Blockdiagramm eines Geräts **400** zum Klassifizieren von Fahrbahnoberflächenbedingungen, die ein unabhängiger Prozessor sein kann oder in dem Daten-Sammelmodul **60** (oder einem anderen Prozessormodul) des Fahrzeugs **10** integriert oder ausgebildet sein kann. Das Gerät **400** zum Klassifizieren von Fahrbahnoberflächenbedingungen empfängt Eingaben, die Folgendes umfassen: Daten von Fahrzeugsensoren (Fahrzeugdynamik und dergleichen) auf der Leitung **402**, Daten von Umgebungssensoren (Temperatur, Feuchtigkeit, Niederschlagsbedingungen von Laser oder Kamera usw.) auf der Leitung **404**, Zustandsdaten des Stabilitätsregelsystems (ob die Antiblockierung, die Antriebsschlupfregelung und/oder die Stabilitätsregelung aktiviert wurden) auf der Leitung **406**, und den Zustand der Scheibenwischanlage (aus/Intervall/schwach/stark) auf der Leitung **408**. Unter Verwenden dieser Eingaben berechnet das Gerät **400** zum Klassifizieren von Fahrbahnoberflächenbedingungen einen Wert der Fahrbahnhaftungsbedingung für den vorliegenden Zeitpunkt und Fahrzeugstandort, wobei die Fahrbahnhaftungsbedingung auf einer Skala von 1 (sehr gering, wie etwa bei Eis oder starkem Schneefall, Temperatur unter null, häufige Aktivierungen der Antiblockierung und der Antriebsschlupfregelung) bis 10 (sehr hoch, warme, trockene Straße, keine haftungsmindernden Faktoren) klassifiziert wird.

[0060] Es ist ebenfalls möglich, dass das Gerät **400** zum Klassifizieren von Fahrbahnoberflächenbedingungen nicht nur einen relativen Bedingungswert berechnet, sondern auch einen geschätzten Reibungskoeffizienten μ für die aktuelle Fahrbahnoberfläche. **Fig. 6** ist ein Flussdiagramm **500**, das ein Verfahren zeigt, um einen geschätzten Reibungskoeffizienten μ für ein Fahrzeug basierend auf den dynamischen Fahrzeugbedingungen zu berechnen. In dem Kästchen **502** wird ein effektiver Reibungskoeffizient auf einen anfänglichen Reibungskoeffizient μ_0 oder einen zuvor berechneten Reibungskoeffizient eingestellt. An der Entscheidungsraute **504** wird bestimmt, ob sich das Fahrzeug im linearen Bereich der Reifenleistung befindet, wo das Reifenschlupfverhältnis eine nahezu lineare Funktion der Längskraft ist und der Reifenschlupfwinkel eine nahezu lineare Funktion der seitlichen Kraft ist. Die Bestimmung des linearen Bereichs kann unter Verwenden der Fahrzeugsensordaten (z. B. einschließlich eines Lenkradwinkels, einer seitlichen Beschleunigung und einer Gierrate) und der Daten des Stabilitätsregelsystems erfolgen.

[0061] Wenn das Fahrzeug im nicht linearen Bereich in Betrieb ist, dann wird an der Entscheidungsraute **506** bestimmt, ob das Fahrzeug auf einer geraden Linie oder einer Kurve fährt. Diese Bestimmung kann auch unter Verwenden der Fahrzeugsensordaten erfolgen, wie etwa des Lenkradwinkels, der seitlichen Beschleunigung und der Gierrate. Wenn das Fahrzeug auf einer geraden Linie fährt (d. h. ohne seitliche Beschleunigung), dann wird in dem Kästchen **508** der Reibungskoeffizient μ nur basierend auf dem Schlupf/der Haftung in Längsrichtung berechnet. Ein Verfahren zum Berechnen der Reifen/Fahrbahn-Haftung unter Bedingungen nur in Längsrichtung ist in dem US-Patent Nr. 8,498,775 zu finden, ausgegeben am 30. Juli 2013 unter dem Titel "LINEAR AND NON-LINEAR IDENTIFICATION OF THE LONGITUDINAL TIRE-ROAD FRICTION COEFFICIENT" und auf den Rechtsnachfolger der vorliegenden Anmeldung übertragen.

[0062] Wenn das Fahrzeug in einer Kurve fährt, dann wird in dem Kästchen **510** der Reibungskoeffizient μ für einen nicht linearen Bereich des Fahrzeugbetriebs unter Verwenden der folgenden Gleichung berechnet:

$$\mu = \frac{\max(a_y(t), a_y(t-\Delta T))}{g} \quad (3)$$

[0063] Wobei a_y die seitliche Beschleunigung des Fahrzeugs ist, t die aktuelle Zeit ist, $(t - \Delta T)$ der vorhergehende Zeitschritt oder die Messung ist, und g die Beschleunigung der Schwerkraft ist. Mit anderen Worten ist in dem nicht linearen Betriebszustand, bei dem es eine umfangreiche seitliche Beschleunigung gibt, die seitliche Beschleunigung durch den Reibungskoeffizienten eingeschränkt und vorgeschrieben, wodurch der Reibungskoeffizient direkt aus der seitlichen Beschleunigung berechnet werden kann.

[0064] Nachdem der Reibungskoeffizient μ entweder in dem Kästchen **508** oder dem Kästchen **510** berechnet wurde, wird der Wert von μ gespeichert und der Prozess endet am Endpunkt **512**.

[0065] Wenn das Fahrzeug im linearen Bereich in Betrieb ist (wie an der Entscheidungsraute **504** bestimmt), dann wird an der Entscheidungsraute **514** bestimmt, ob das Fahrzeug auf einer geraden Linie oder einer Kurve fährt. Wenn das Fahrzeug auf einer geraden Linie fährt (d. h. ohne seitliche Beschleunigung), dann wird in dem Kästchen **516** der Reibungskoeffizient μ nur basierend auf dem Schlupf/der Haftung in Längsrichtung berechnet, wie zuvor für das Kästchen **508** besprochen.

[0066] Wenn das Fahrzeug in einer Kurve fährt, dann wird in dem Kästchen **518** der Reibungskoeffizient μ für einen linearen Bereich des Fahrzeugbetriebs unter Verwenden der folgenden Gleichung berechnet:

$$\mu = \frac{1}{2} \left(\frac{\hat{C}_{cf}(t)}{C_{of}} + \frac{\hat{C}_{cr}(t)}{C_{or}} \right) \quad (4)$$

[0067] Wobei C_{of} und C_{or} (jeweils) die vordere und hintere seitliche Reifensteifigkeit auf trockenem Pflaster sind, die aus den Reifeneigenschaften vorbestimmt werden kann, und $\hat{C}_{cf}(t)$ und $\hat{C}_{cr}(t)$ (jeweils) die Abschätzung der vorderen und hinteren seitlichen Reifensteifigkeit auf einer beliebigen Oberfläche, die ständig berechnet wird, sind. Ein Verfahren zum Berechnen der geschätzten Reifensteifigkeiten unter den aktuellen Bedingungen $\hat{C}_{cf}(t)$ und $\hat{C}_{cr}(t)$ ist in dem britischen Patent Nr. GB 2461551 zu finden, ausgegeben am 6. März 2012 unter dem Titel "VEHICLE SIDE SLIP VELOCITY ESTIMATION" und auf den Rechtsnachfolger der vorliegenden Anmeldung übertragen.

[0068] Nachdem der Reibungskoeffizient μ entweder in dem Kästchen **516** oder dem Kästchen **518** berechnet wurde, wird der Wert von μ gespeichert und der Prozess endet am Endpunkt **512**.

[0069] Wie zuvor dargelegt, ermöglicht es das Gerät **400** zum Klassifizieren von Fahrbahnoberflächenbedingungen aus **Fig. 5** unter Verwenden des Verfahrens, das in dem Flussdiagramm **500** aus **Fig. 6** gezeigt wird, einem beliebigen Fahrzeug mit partizipativen Sensorsystemen, seine lokale Fahrbahnoberflächenhaftung (sowohl einen relativen Bedingungswert als auch einen tatsächlichen Reibungskoeffizienten) zu schätzen. Durch das Zusammenstellen der Fahrbahnhaftungsdaten von vielen Fahrzeugen mit partizipativen Sensorsystemen ist es möglich, eine sehr genaue Abschätzung der Fahrbahnhaftung bereitzustellen, die für bestimmte Fahrbahnen und bestimmte Standorte spezifisch ist. Derartige Informationen sind ansonsten extrem schwierig in Echtzeit und mit der notwendigen Genauigkeit von einem einzigen Fahrzeug, das sich durch einen geografischen Bereich bewegt, zu bestimmen.

[0070] **Fig. 7** ist eine Abbildung einer Situation **600** mit mehreren Fahrzeugen mit partizipativen Sensorsystemen, die Fahrbahnhaftungsdaten an einen zentralen Server kommunizieren, und wobei der Server an die Fahrzeuge wiederum Haftungsabschätzungen kommuniziert. Eine Vielzahl von Fahrzeugen **610** umfasst Fahrzeuge mit partizipativen Sensorsystemen, wie zuvor mit Bezug auf das Fahrzeug **10**, die Fahrzeuge **110** bis **150** usw. beschrieben. Die Fahrzeuge **610** fahren auf vielen verschiedenen Fahrbahnen und können sich an Positionen befinden, die voneinander entfernt sind, so dass sie verschiedenen Wetterverhältnissen ausgesetzt sind. Wie zuvor erwähnt, kann es Tausende oder Millionen von Fahrzeugen **610** geben. Die Fahrzeuge **610** umfassen Sensoren und einen Prozessor, der derart konfiguriert ist, dass er laufend lokale Fahrbahnhaftungsbedingungen berechnet, wie zuvor besprochen.

[0071] Die Fahrzeuge **610** melden ihre lokalen Fahrbahnhaftungsbedingungen zusammen mit ihrem Standort einem cloud-basierten Server **630**, über Mobilfunk-Kommunikationsmasten **620** oder eine andere drahtlose Kommunikationstechnologie. Der Server **630** berechnet ständig Fahrbahnhaftungsabschätzungen basierend auf den Daten von der Vielzahl von Fahrzeugen **610** zusammen mit anderen Informationen, die aus dem Internet **640** und anderen Quellen verfügbar sind. Der Server **630** berechnet Fahrbahnhaftungsabschätzungen, die für einzelne Fahrbahn in einzelnen Positionen spezifisch sind, und teilt den Fahrzeugen **610** die Haftungsabschätzungen mit. Die Fahrzeuge **610** können jeweils basierend auf ihrer bestimmten Fahrtrichtung aus der Fahrbahnhaftung für die Straße voraus Nutzen ziehen. Beispielsweise kann ein bestimmtes Fahrzeug auf einer Straße mit einem aktuellen Reibungskoeffizient von 0,6 befinden, sich jedoch einem Fahrbahnabschnitt nähern, der nicht zur Schnee- und Eisräumung behandelt wurde und demnach vereist ist und einen viel geringeren Reibungskoeffizienten aufweist.

[0072] Der Server **630** berechnet die Fahrbahnhaftungsabschätzungen basierend auf drei Datentypen: aktuellen Haftungsabschätzungen von den Fahrzeugen **610**, früheren Haftungsabschätzungen von den Fahrzeugen **610** und anderen Daten, wie etwa der Art der Fahrbahnoberfläche aus digitalen Karten und aktuellen Wetterverhältnissen für jede Position. Die Fahrbahnhaftungsabschätzungen werden demnach für spezifische Fahrbahnen an spezifischen Positionen folgendermaßen berechnet:

$$\text{Haftung} = f_{\text{synthese}}(n_{i=1}^K(V_i^{\text{akt}}), n_{j=1}^K(V_j^{\text{hist}}), n_{n=1}^L(V_n^{\text{online}})) \quad (5)$$

[0073] Wobei $n_{i=1}^K(V_i^{\text{akt}})$ die aktuellen Haftungsabschätzungen von den Fahrzeugen **610** $V_{i,i=1,K}$ sind, sind, $n_{j=1}^K(V_j^{\text{hist}})$ die früheren Haftungsabschätzungen von den Fahrzeugen **610** sind, und $n_{n=1}^L(V_n^{\text{online}})$ die haftungsrelevanten Daten von Online-Quellen sind (wie etwa Art der Straße und Wetterdaten). Diese Ausdrücke werden

alle als Schnittmengen gezeigt, weil die Berechnungen nur basierend auf Datenpunkten erfolgen, die für eine bestimmte Fahrbahn und Position relevant sind. Ferner ist f_{synthese} eine Synthesefunktion der drei Datenarten, die eine beliebige geeignete Funktion sein könnte, wie etwa ein gewichteter Mittelwert. Schließlich kann der berechnete Wert "Haftung" ein relativer Qualitätswert der Fahrbahnhaftung sein (der beispielsweise von 1 bis 10 reicht) oder kann ein geschätzter Reibungskoeffizient sein, oder beide können unter Verwenden von verschiedenen Synthesefunktionen getrennt berechnet werden.

[0074] Die Fahrbahnhaftungsabschätzungen werden von dem Server **630** für alle Fahrbahnen und Positionen berechnet, für die Daten verfügbar sind. Beispielsweise kann eine bestimmte Fernstraße, die sich über mehrere hundert Kilometer erstreckt, diskrete Reibwerte aufweisen, die jedem Kilometer zugeteilt sind, um variable Wetterverhältnisse zu berücksichtigen. Die Fahrbahnhaftungsabschätzungen, die von dem Server **630** berechnet werden, werden den Fahrzeugen **610** zu ihrer Verwenden mitgeteilt, wie es nachstehend besprochen wird.

[0075] Fig. 8 ist ein Blockdiagramm **700**, das den Datenverlauf in dem zentralen Server **630** und zu den Fahrzeugen und anderen interessierten Teilnehmern zeigt. In dem Kästchen **710** werden Fahrbahnhaftungsdaten von vielen Fahrzeugen **610** mit partizipativen Sensorsystemen gesammelt. Wie zuvor besprochen, liegt die wahre Stärke der offenbarten Verfahren in der ständigen Datenerhebung von zahlreichen Fahrzeugen. Für den Fall von Fahrbahnhaftungsdaten befinden sich verschiedene Fahrzeuge in verschiedenen Fahrmodi; d. h. einige fahren geradeaus, andere fahren in einer Kurve, einige beschleunigen, einige bremsen ab, usw. Somit ist jedes Fahrzeug verschiedenen Bedingungen ausgesetzt, auf denen seine lokale Abschätzung der Fahrbahnhaftung zu basieren ist. Der Server **630** kann die Fahrbahnhaftung aus den vielen verschiedenen einzelnen Fahrzeugabschätzungen berechnen, die wiederum auf verschiedenen dynamischen Fahrzeugbedingungen basieren, und daher den Genauigkeitsvorteil erlangen, der einer Abtastung auf breiter Basis innewohnt. Ferner empfängt der Server **630** mehrere Haftungsabschätzungen für jeweils viele verschiedene Fahrbahn und Positionen, wodurch eine Grundlage für die unterschiedlichen Berechnungen der Haftungsabschätzung bereitgestellt wird.

[0076] In dem Kästchen **720** werden die Fahrbahnhaftungsdaten gefiltert und vorläufig analysiert. Beispielsweise können relative Haftungsdaten (die Werte von 1 bis 10) von Abschätzungen des Reibungskoeffizienten von den Fahrzeugen **610** getrennt sein, und die Daten können für jede Fahrbahn und Position isoliert werden. In dem Kästchen **730** erfolgt eine Datenzusammenlegung an den Fahrbahnhaftungsdaten. Die Datenzusammenlegung in dem Kästchen **730** kann unter Verwenden von Gleichung (5) erfolgen, was zu Haftungsabschätzungen führt, die für bestimmte Fahrbahnen und Positionen spezifisch sind.

[0077] Drei verschiedene Anwendungsfälle sind für die zusammengelegten Fahrbahnhaftungsdaten aus dem Kästchen **730** ersichtlich. In dem Kästchen **740** können Benachrichtigungen des Fahrzeugfahrers unter Verwenden von Haftungsdaten über die Straße vor einem bestimmten Fahrzeug ausgeführt werden. Beispielsweise kann man die Fahrer auf sich verschlechternde Haftungsbedingungen auf einem vereisten Stück Straße voraus hinweisen, oder man kann sie auf eine anstehende Kurve hinweisen, die basierend auf den vorliegenden Haftungsbedingungen nicht sicher genommen werden kann. In dem Kästchen **742** können Haftungsabschätzungen den Fahrzeugen **610** mitgeteilt werden und als Eingabe für Fahrzeugsysteme, wie etwa Getriebebesteuerung und Stabilitätsregelung, verwendet werden. Obwohl dieser Anwendungsfall weiterhin eine Kommunikation an die Fahrzeuge bedingt, erfolgen die sich ergebenden Maßnahmen für den Fahrer transparent. In dem Kästchen **744** kann eine langfristige Kennzeichnung der Fahrbahnhaftung basierend auf Tendenzen der Haftungsdaten im Verlauf der Zeit erreicht werden. Beispielsweise wäre zu beobachten, dass ein bestimmtes Stück Fahrbahn dazu neigt, vereisten Verhältnissen ausgesetzt zu sein, selbst ohne vorherigen Schnellfall. Dies kann sich aus einer überhöhten Fahrbahnoberfläche ergeben, an der abgelaufenes Wasser von schmelzendem Schnee über Nacht wieder einfriert.

[0078] In dem Kästchen **750** werden geeignete Informationen über die Fahrbahnhaftungsbedingungen dem Transportministerium der Regierung und Fahrbahnwachen mitgeteilt. Diese Informationen können Informationen über aktuelle Bedingungen umfassen, die für Meldungen auf elektronischen Signaltafeln in Echtzeit verwendet werden können, oder um ein Streufahrzeug loszuschicken, um eine Fahrbahnoberfläche zu behandeln. Die Informationen können auch chronisch wiederkehrende Bedingungen umfassen, die man verwenden kann, um die Anordnung von dauerhaften Fahrbahnschildern vorzuschreiben, oder um Aktualisierungen und Verbesserungen der Fahrbahngeometrie vorzuschlagen.

[0079] Fig. 9 ein kombiniertes Blockdiagramm und Flussdiagramm, das ein Haftungsabschätzungsverfahren, das von einem partizipativen Messfahrzeug verwendet wird, den Datenverlauf zu einem Cloud-basierten System und die Verarbeitung darin, und ein Verfahren, das von einem Fahrzeug verwendet wird, das Mitteilungen

über die Fahrbahnhaftung anfordert, zeigt. Ein Datensammelfahrzeug **800** könnte eines der zuvor besprochenen Fahrzeuge **610** sein. D. h. das Sammelfahrzeug **800** verfügt über partizipative Sensorsysteme, um Daten über die Fahrbahnhaftungsbedingungen zu sammeln, denen es ausgesetzt ist, und um diese Daten an eine zentralisierte Erhebung, Zusammenstellung und Verteilung zu senden. Das Fahrzeug **800** führt einen Prozess aus, der in dem Kästchen **802** beginnt, wo die Fahrzeugdaten überwacht werden. Die Daten, die in dem Kästchen **802** überwacht werden, umfassen alle Daten über das Fahrzeug **800**, die zur Haftungsabschätzung verwendet werden können, wie es zuvor mit Bezug auf **Fig. 5** besprochen wurde.

[0080] An der Entscheidungsraute **804** wird bestimmt, ob ein Ereignisauslöser vorgekommen ist. Der Ereignisauslöser könnte einfach das Vergehen einer bestimmten Strecke oder Zeit seit einer vorhergehenden Haftungsabschätzung sein, oder kann eine Änderung des Fahrbahnoberflächentyps, ein Einbiegen in eine andere Fahrbahn, eine merkliche Änderung des Wetters, ein spezifisches Ereignis mit geringer Haftung, wie eine ABS- oder TCS-Aktivierung, usw. sein. Wenn kein Ereignisauslöser erkannt wird, kehrt der Prozess zu dem Kästchen **802** zurück, um die Daten weiter zu überwachen. Wenn ein Ereignisauslöser erkannt wird, dann wird in dem Kästchen **806** eine Abschätzung der Fahrbahnhaftung berechnet. Die Haftungsabschätzung wird unter Verwenden der zuvor beschriebenen Techniken berechnet, wozu das Flussdiagramm **500** aus **Fig. 6** gehört. In dem Kästchen **808** wird die Abschätzung der Fahrbahnhaftung dem Cloud-Server **630** für die Zusammenstellung zugesendet. Zusammen mit der Haftungsabschätzung können andere Informationen dem Cloud-Server **630** zugesendet werden, einschließlich mindestens des Standortes des Sammelfahrzeugs **800** und der Straße, auf der es fährt.

[0081] Ein Mitteilungen empfangendes Fahrzeug **820** ist eines der Fahrzeuge **610**, das mit einem Kommunikationssystem (wie etwa einem Telematiksystem oder einem V2V/V2I-System) ausgestattet ist, das in der Lage ist, Mitteilungen von dem Cloud-Server **630** zu empfangen. Wenn bei dem Fahrzeug **820** der Empfang von Mitteilungen eingeschaltet ist, dann führt es einen Prozess aus, wie in **Fig. 9** gezeigt. In dem Kästchen **822** erfasst das Fahrzeug **820** seinen geografischen Standort unter Verwenden von GPS. Wenn das Fahrzeug **820** nicht mit GPS ausgestattet ist, kann es dennoch in der Lage sein, seinen Standort durch andere Techniken zu erfassen, wie etwa V2V-Kommunikationen mit einem anderen Fahrzeug, das über GPS verfügt und mit Bezug auf das andere Fahrzeug eine bekannte Position aufweist. In dem Kästchen **824** fordert das Fahrzeug **820** basierend auf seinem geografischen Standort Fahrbahnhaftungs-Markierungen von dem Cloud-Server **630** an. Wie zuvor besprochen, kann der Server **630** über Informationen über die Fahrbahnhaftungsbedingungen von Millionen von Fahrzeugen verfügen und große geografische Bereiche abdecken, so dass das Fahrzeug **820** seinen Standort identifizieren muss, um nur relevante Haftungsmarkierungen zu erzielen (solche, die sich auf die Straße beziehen, auf der das Fahrzeug **820** fährt, und an der gleichen geografischen Position).

[0082] In dem Kästchen **826** werden die Menüeinstellungen zur spezifischen Anpassung für das Fahrzeug **820** angewendet. Diese Einstellungen umfassen unter anderem Folgendes: Empfang von Mitteilungen über die Fahrbahnhaftung an oder aus; ob Audio- oder Videosysteme verwendet werden sollen, um den Fahrer über empfangene Mitteilungen zu benachrichtigen; usw.

[0083] In dem Kästchen **828** verarbeitet das Fahrzeug **820** Antwortmarkierungen (Fahrbahnhaftungsdaten, die für das Fahrzeug **820** relevant sind), die von dem Cloud-Server **630** empfangen werden. In dem Kästchen **830** werden die Fahrbahnhaftungsdaten, die von dem Server **630** empfangen werden, Fahrzeugsystemen bereitgestellt, wie etwa Allradantrieb-Steuerungen, Stabilitätsregelsystemen, ABS und TCS. Diese Fahrzeugsysteme können in der Lage sein, die Leistung basierend auf den erwarteten Bedingungen der Fahrbahnoberflächenhaftung auf der Straße voraus zu optimieren.

[0084] An der Entscheidungsraute **832** bestimmt das Fahrzeug **820**, ob ein Alarm an den Fahrer auszugeben ist, basierend auf den empfangenen Antwortmarkierungen (Haftungsmitteilungen). Die Entscheidung, einen Alarm auszugeben oder nicht, basiert auf den Einstellungen, wie sie in dem Kästchen **826** festgelegt werden. Beispielsweise kann ein Fahrer eine Vorliebe eingestellt haben, nur über Mitteilungen auf dringendem Warnniveau benachrichtigt zu werden, wobei das Fahrzeug **820** keinen Alarm für eine Informationsmitteilung beispielsweise bezüglich einer nassen Fahrbahnoberfläche voraus ausgeben würde.

[0085] Wenn kein Alarm ausgegeben werden soll, dann kehrt der Prozess von der Entscheidungsraute **832** zu dem Kästchen **822** zurück, um wieder den geografischen Standort zu erfassen und wieder Mitteilungen anzufordern. Wenn ein Alarm ausgegeben werden soll, dann wird in dem Kästchen **834** der Alarm an den Fahrer in der Form ausgegeben, die von dem Fahrer ausgewählt wurde (hörbar/sichtbar/fühlbar), basierend auf dem Inhalt der Antwortmarkierungen, die in dem Kästchen **828** empfangen werden. Der Prozess kehrt dann zu dem Kästchen **822** zurück.

[0086] Die Funktionen des Cloud-Servers **630** dienen im Grunde genommen dazu, haftungstechnische Datenmeldungen von vielen Fahrzeugen zu empfangen, die Daten zu speichern und zu verarbeiten und haftungstechnische Mitteilungen an viele Fahrzeuge zu verteilen, wie sie für jedes einzelne Fahrzeug basierend auf seiner Position und der Straße, auf der es fährt, relevant sind. Wie zuvor besprochen, könnte der Cloud-Server **630** ein Server oder ein Server-Cluster an einem einzigen physischen Standort sein, oder der Server **630** könnte eine richtige Cloud-basierte Architektur sein, die mehrere Server an mehreren Standorten mit kopierten und gemeinsam genutzten Daten umfasst.

[0087] Die Daten in dem Cloud-Server **630** folgen einem Lebenszyklus, der das Speichern, Zusammenstellen, Filtern, Abklingen und schließlich Löschen umfasst. Diese Lebenszyklusschritte, insbesondere das Zusammenstellen, Filtern und Abklingen, wurden zuvor besprochen.

[0088] Unter Verwenden der zuvor besprochenen Verfahren können die Bedingungen der Fahrbahnoberflächenhaftung unter Verwenden von Daten von vielen Fahrzeugen mit partizipativen Sensorsystemen erkannt werden. Durch das Zusammenstellen und Filtern von Daten von zahlreichen teilnehmenden Fahrzeugen können die Fahrbahnhaftungsbedingungen für viele verschiedene Fahrbahn an vielen verschiedenen Positionen genau geschätzt werden. Die Fahrzeugfahrer können aus den Informationen, die in den genauen, rechtzeitigen und relevanten haftungstechnischen Mitteilungen enthalten sind, Nutzen ziehen, wodurch gefährliche Situationen vermieden werden, zu denen es ohne die Mitteilungen gekommen wäre. Zudem können Fahrzeugsysteme, wie etwa ABS und TCS, für optimale Leistung basierend auf den erwarteten Bedingungen der Fahrbahnoberflächenhaftung auf der Straße voraus abgestimmt werden.

[0089] Die vorstehende Diskussion offenbart und beschreibt rein beispielhafte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung. Der Fachmann wird aus dieser Diskussion und aus den beiliegenden Zeichnungen und Ansprüchen ohne Weiteres erkennen, dass diverse Änderungen, Modifikationen und Variationen daran vorgenommen werden können, ohne Geist und Umfang der Erfindung, wie sie in den nachstehenden Ansprüchen definiert sind, zu verlassen.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 8498775 [0061]
- GB 2461551 [0067]

Patentansprüche

1. Ein Verfahren zum Schätzen von Fahrbahnhaftungsbedingungen unter Verwenden von partizipativen Fahrzeugsensorsystemen, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:

- Bereitstellen von Daten über Fahrbahnhaftungsbedingungen durch eine Vielzahl von Fahrzeugen mit partizipativen Sensorsystemen;
- Sammeln der Daten über die Fahrbahnhaftungsbedingungen von den Fahrzeugen mit partizipativen Sensorsystemen auf einem Server-Computer, der einen Prozessor und einen Speicher umfasst;
- Analysieren der Daten über die Fahrbahnhaftungsbedingungen durch den Server-Computer, um Konsens-Abschätzungen der Fahrbahnhaftungen zu bestimmen;
- Ausgeben von Mitteilungen über die Fahrbahnhaftungen von dem Server-Computer an Mitteilungen empfangende Fahrzeuge und andere Funktionseinheiten, wobei die Mitteilungen über die Fahrbahnhaftungen die Konsens-Abschätzung der Fahrbahnhaftung für eine bestimmte Straße und Position umfassen;
- Verwenden der Mitteilungen über die Fahrbahnhaftungen als Eingabe für antriebstechnische Systeme in den Mitteilungen empfangenden Fahrzeugen; und
- Benachrichtigen der Fahrer der Mitteilungen empfangenden Fahrzeuge über eventuelle Bedingungen mit geringer Haftung, die in den Mitteilungen beschrieben werden.

2. Das Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Bereitstellen von Daten über die Fahrbahnhaftungsbedingungen ein Überwachen von Daten von Fahrzeugsensoren und Systemen, ein Identifizieren eines Trigger-Ereignisses, ein Berechnen eines Fahrbahnhaftungswertes und ein Kommunizieren des Fahrbahnhaftungswertes und eines Fahrzeugstandorts an den Server-Computer umfasst.

3. Das Verfahren nach Anspruch 2, wobei das Überwachen von Daten von Fahrzeugsensoren und -systemen ein Überwachen von Daten von Fahrzeugdynamiksensoren, Daten von Umgebungssensoren und Daten von Fahrzeugsystemen, die auf einem Fahrzeugdatenbus verfügbar sind, umfasst.

4. Das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Bereitstellen von Daten über die Fahrbahnhaftungsbedingungen ein Bestimmen, ob sich das Fahrzeug mit partizipativen Sensorsystemen in einem Betriebszustand befindet, der linear oder nicht linear ist, ein Bestimmen, ob das Fahrzeug mit partizipativen Sensorsystemen auf einem Weg fährt, der gerade oder kurvig ist, und ein Berechnen eines Wertes eines Reibungskoeffizienten auf eine Art und Weise, die von dem Betriebszustand und dem Weg abhängig ist, umfasst.

5. Das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Analysieren der Daten über die Fahrbahnhaftungsbedingungen, um Konsens-Abschätzungen der Fahrbahnhaftungen zu bestimmen, ein Zusammenstellen der Daten, ein Filtern der Daten, ein Anwenden eines zeitlichen Abklingens auf die Daten und das Löschen der Daten umfasst.

6. Das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Analysieren der Daten über die Fahrbahnhaftungsbedingungen, um Konsens-Abschätzungen der Fahrbahnhaftungen zu bestimmen, ein Berechnen der Konsens-Abschätzungen der Fahrbahnhaftungen als Funktion von aktuellen Daten über die Fahrbahnhaftungsbedingungen von den Fahrzeugen mit partizipativen Sensorsystemen, von historischen Daten über die Fahrbahnhaftungsbedingungen von den Fahrzeugen mit partizipativen Sensorsystemen und von haftungsrelevanten Daten von Online-Quellen, einschließlich Wetterdaten, umfasst.

7. Das Verfahren nach Anspruch 6, wobei die Funktion, die verwendet wird, um die Konsens-Abschätzungen der Fahrbahnhaftungen zu berechnen, eine schnittmengenbasierte Funktion ist, die nur die Daten über die Fahrbahnhaftungsbedingungen berücksichtigt, die für jede bestimmte Straße und jeden bestimmten Standort anwendbar sind.

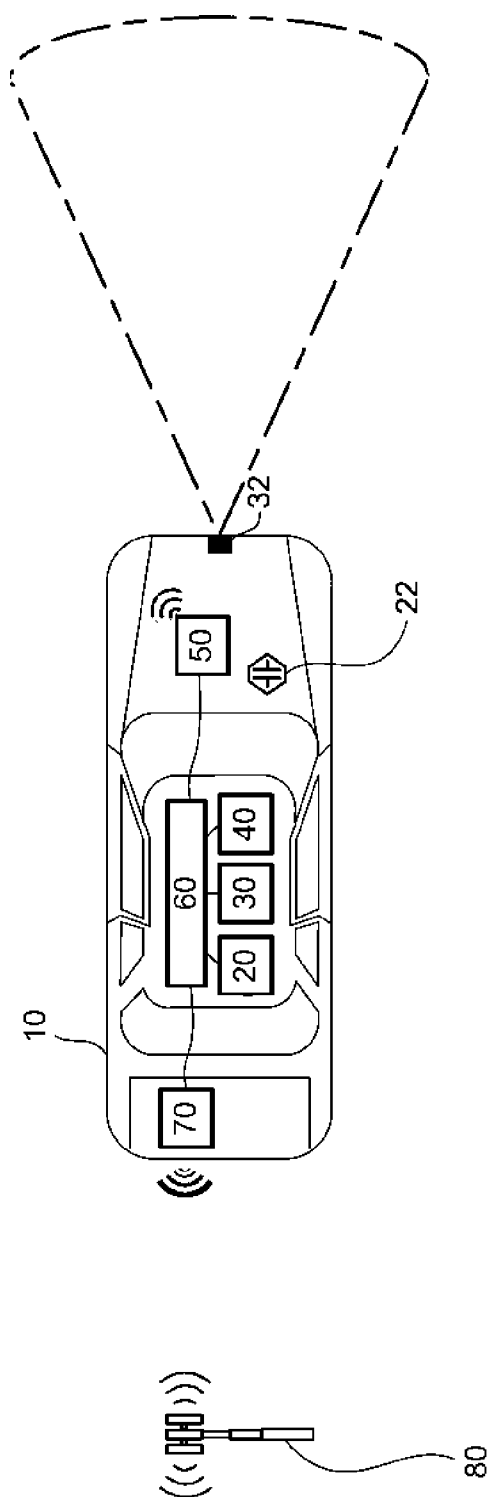
8. Das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Verwenden der Mitteilungen über die Fahrbahnhaftungen als Eingabe in antriebstechnische Systeme in den Mitteilungen empfangenden Fahrzeugen ein Verwenden der Konsens-Abschätzung der Fahrbahnhaftung, die in den Mitteilungen enthalten ist, als Eingabe für ein Stabilitätsregelsystem, ein Antiblockiersystem, ein Antriebsschlupfregelungssystem und ein Getriebe-modus-Auswahlsystem umfasst.

9. Das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei das Ausgeben von Mitteilungen über die Fahrbahnhaftung von dem Server-Computer an andere Funktionseinheiten ein Ausgeben von Mitteilungen auf Bedingungen mit geringer Haftung an ein Straßenamt, das für eine Straße verantwortlich ist, auf der die Bedingung mit geringer Haftung vorhanden ist, umfasst.

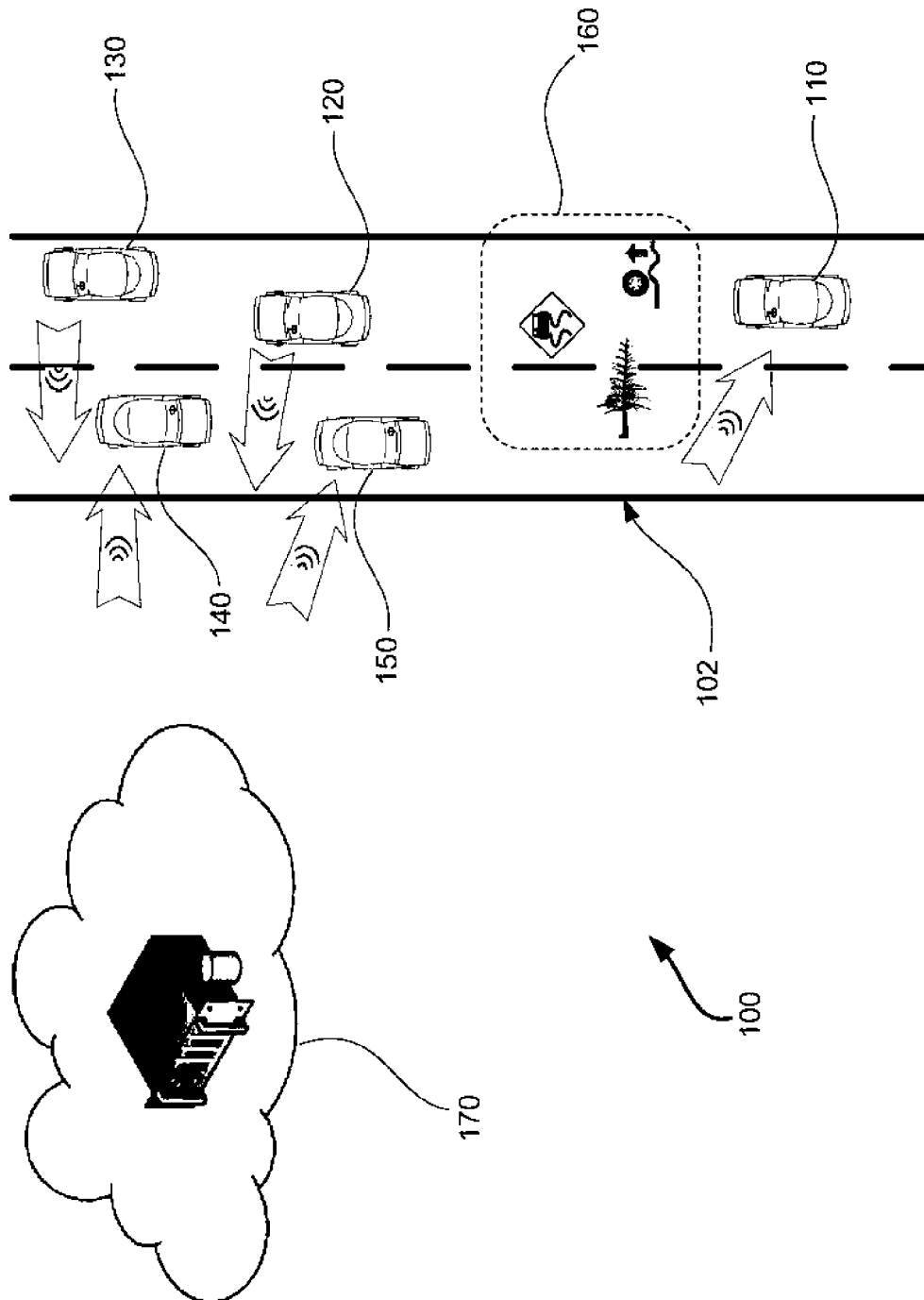
10. Das Verfahren nach Anspruch 9, wobei die Mitteilungen an das Straßenamt Mitteilungen über Bedingungen mit geringer Haftung, die eine sofortige Aufmerksamkeit benötigen, wozu Schneeräumen und Salzstreuen und der Nachrichteninhalt von elektronischen Schildern gehören, und Mitteilungen über chronische Bedingungen mit geringer Haftung, die langfristige Aufmerksamkeit benötigen, wozu Änderungen der Fahrbahnbauform und dauerhafte Änderungen von Fahrbahnschildern gehören, umfassen.

Es folgen 9 Seiten Zeichnungen

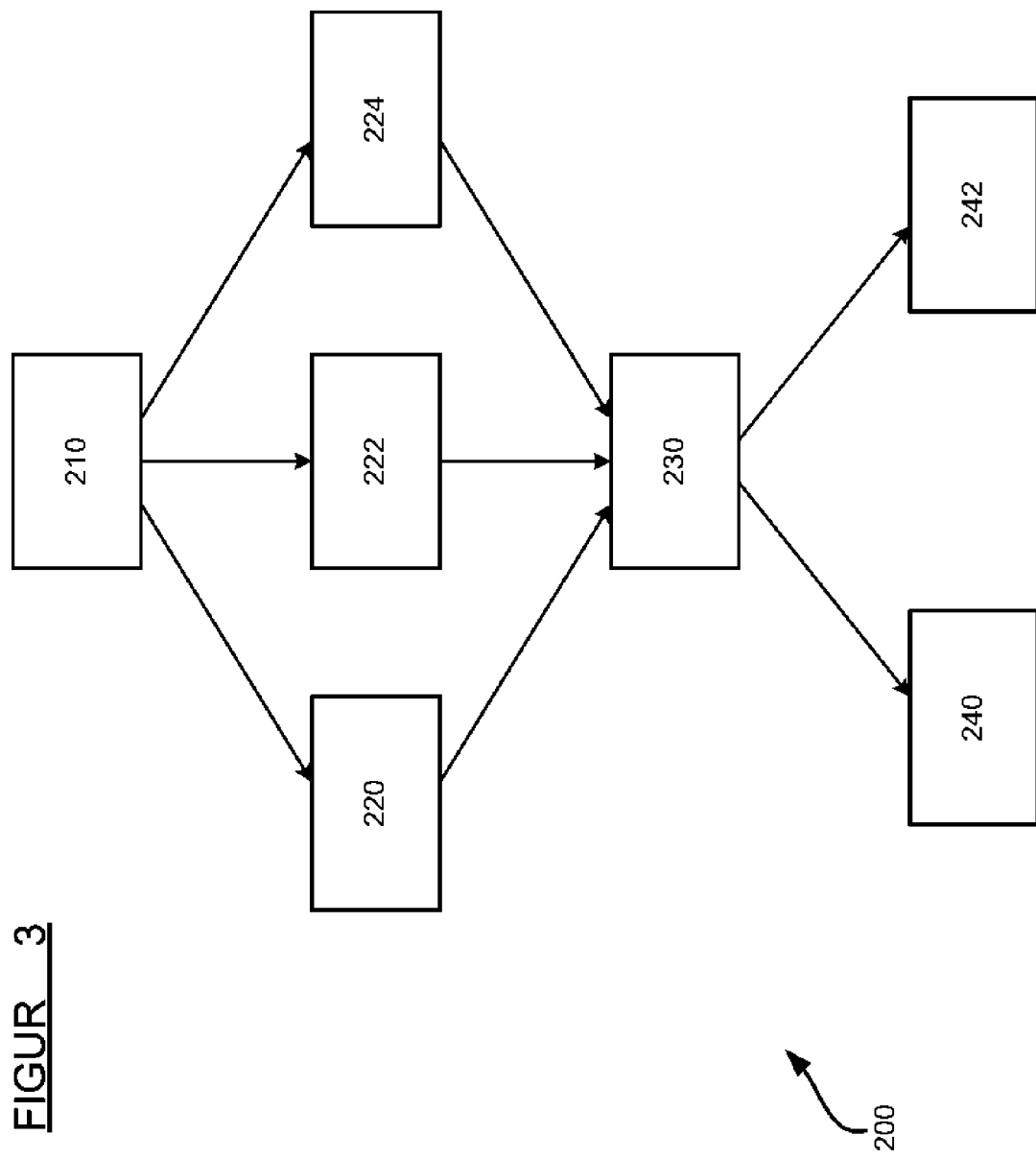
Anhängende Zeichnungen

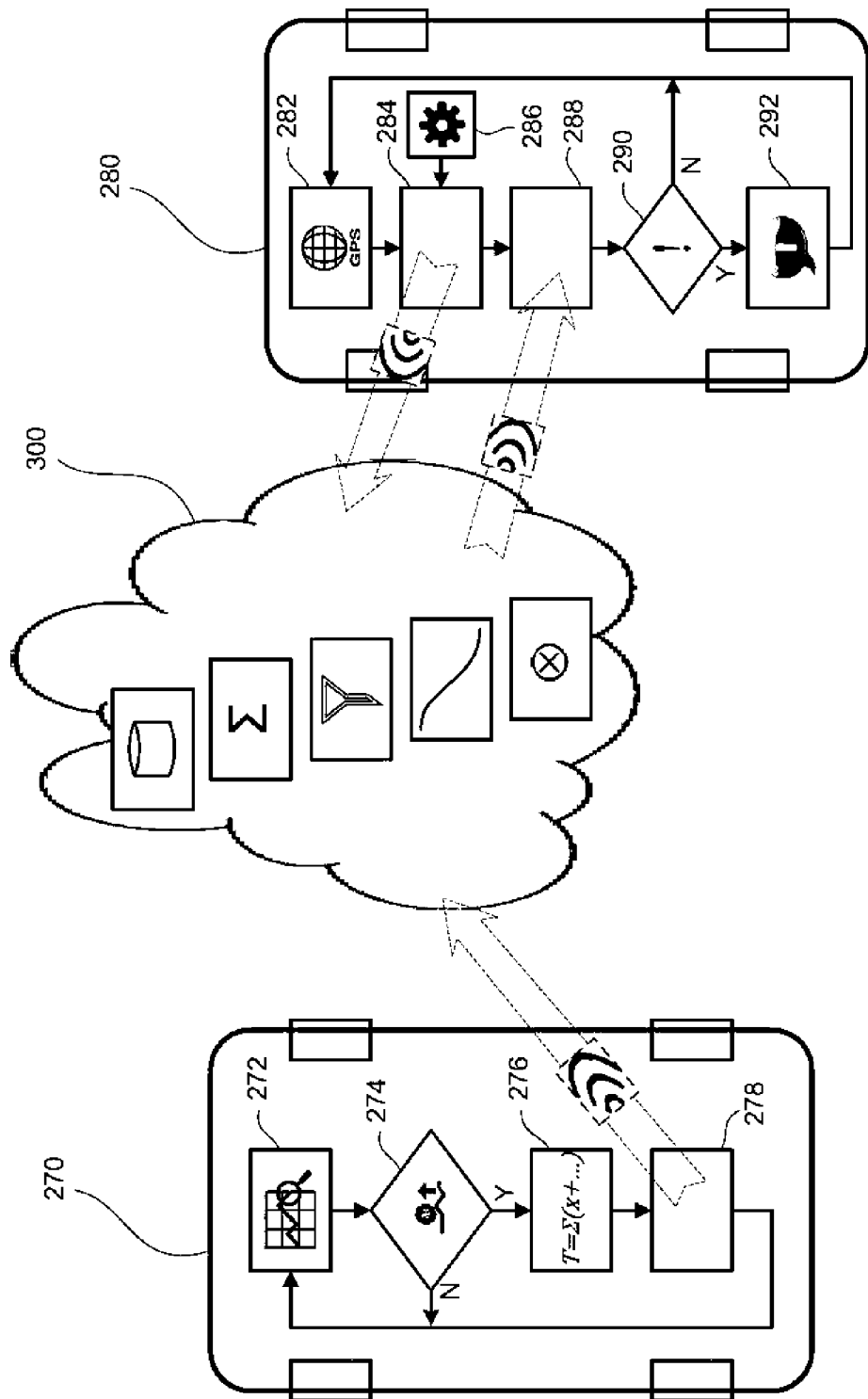


FIGUR 1



FIGUR 2





FIGUR 4

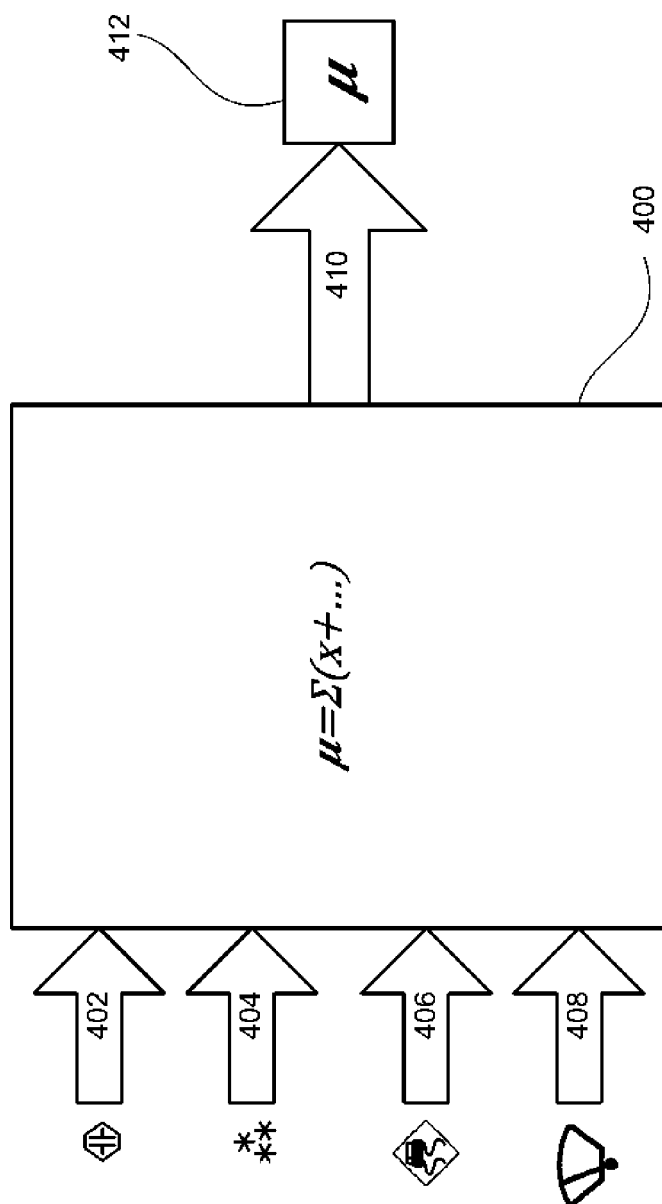
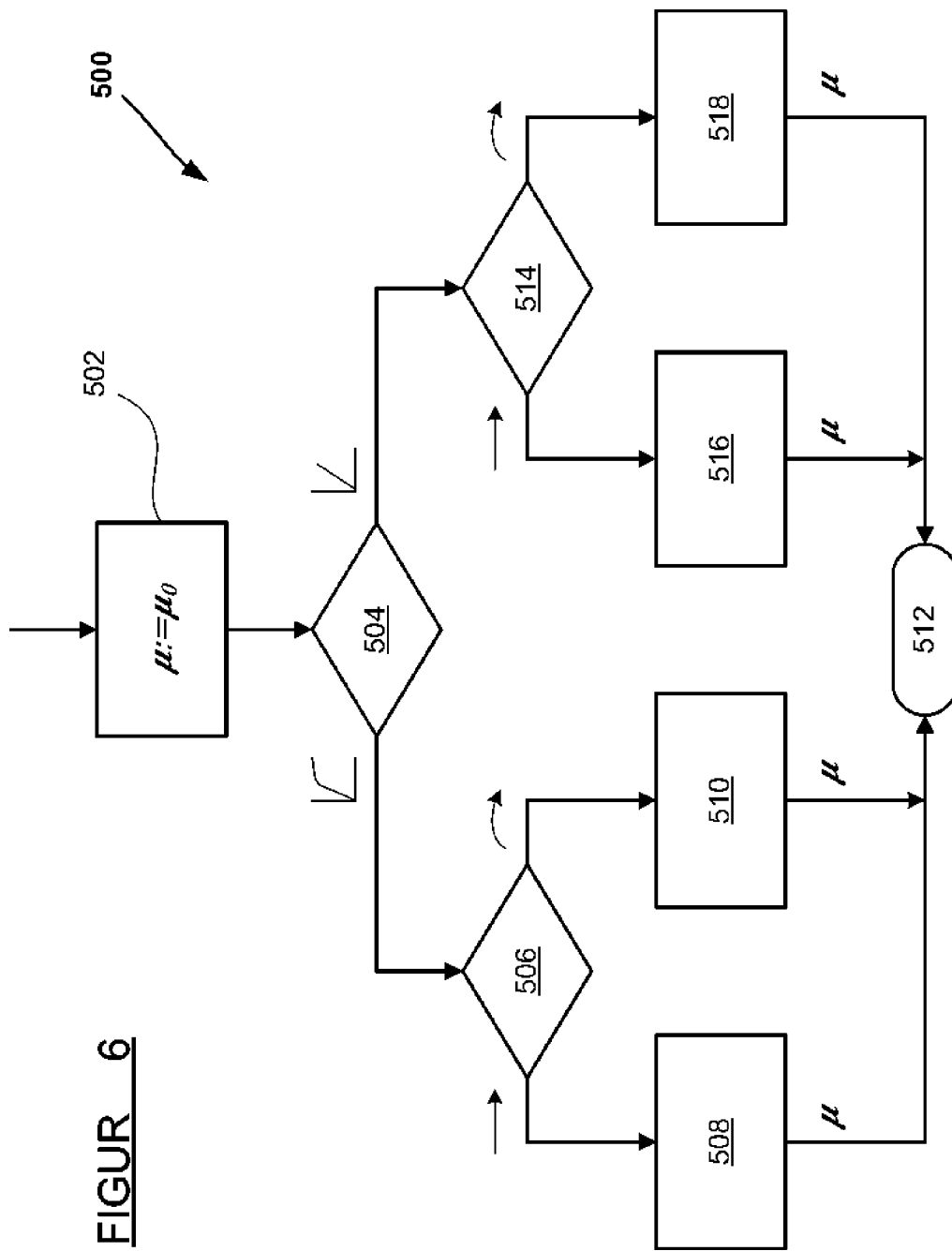
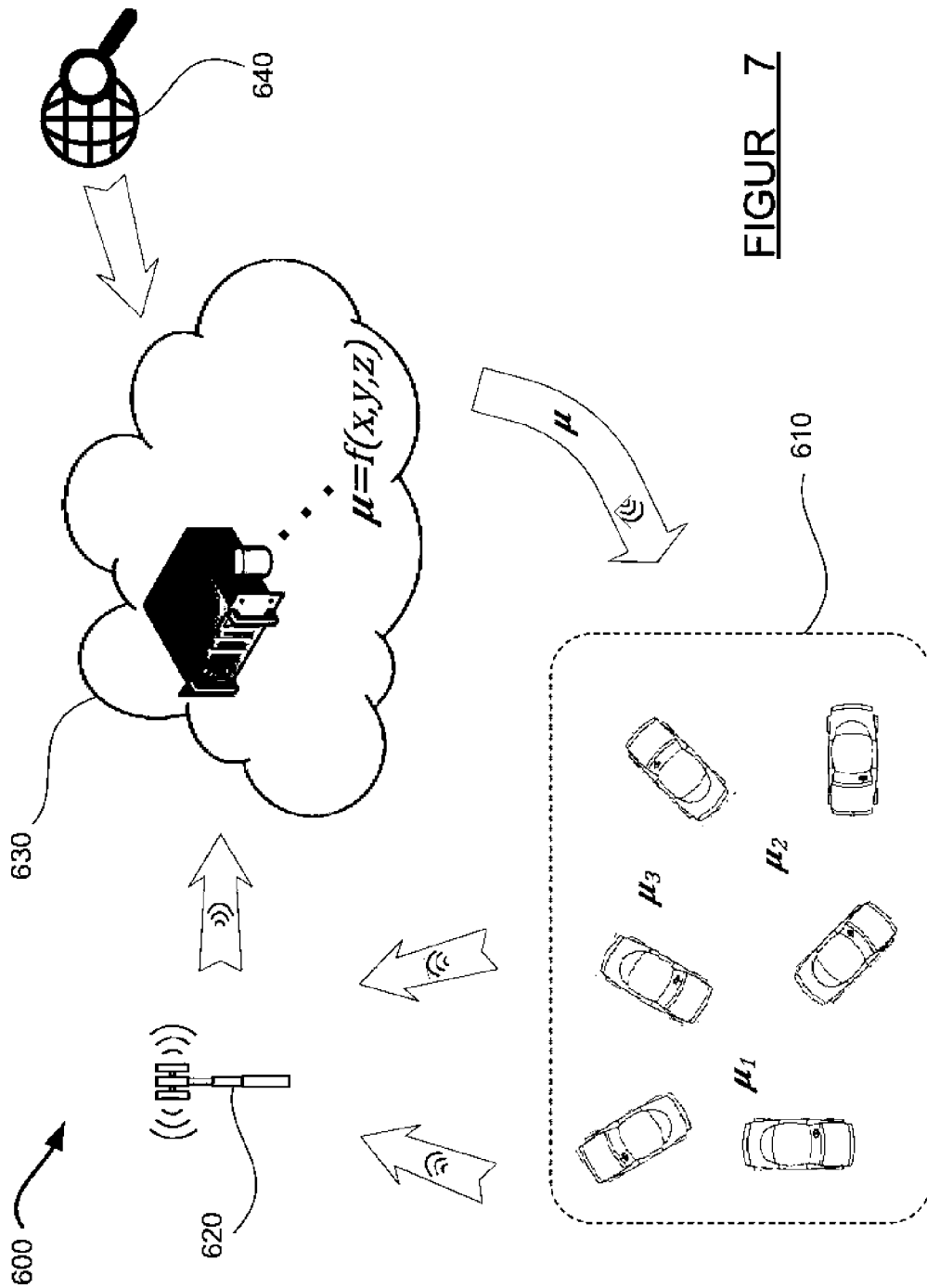


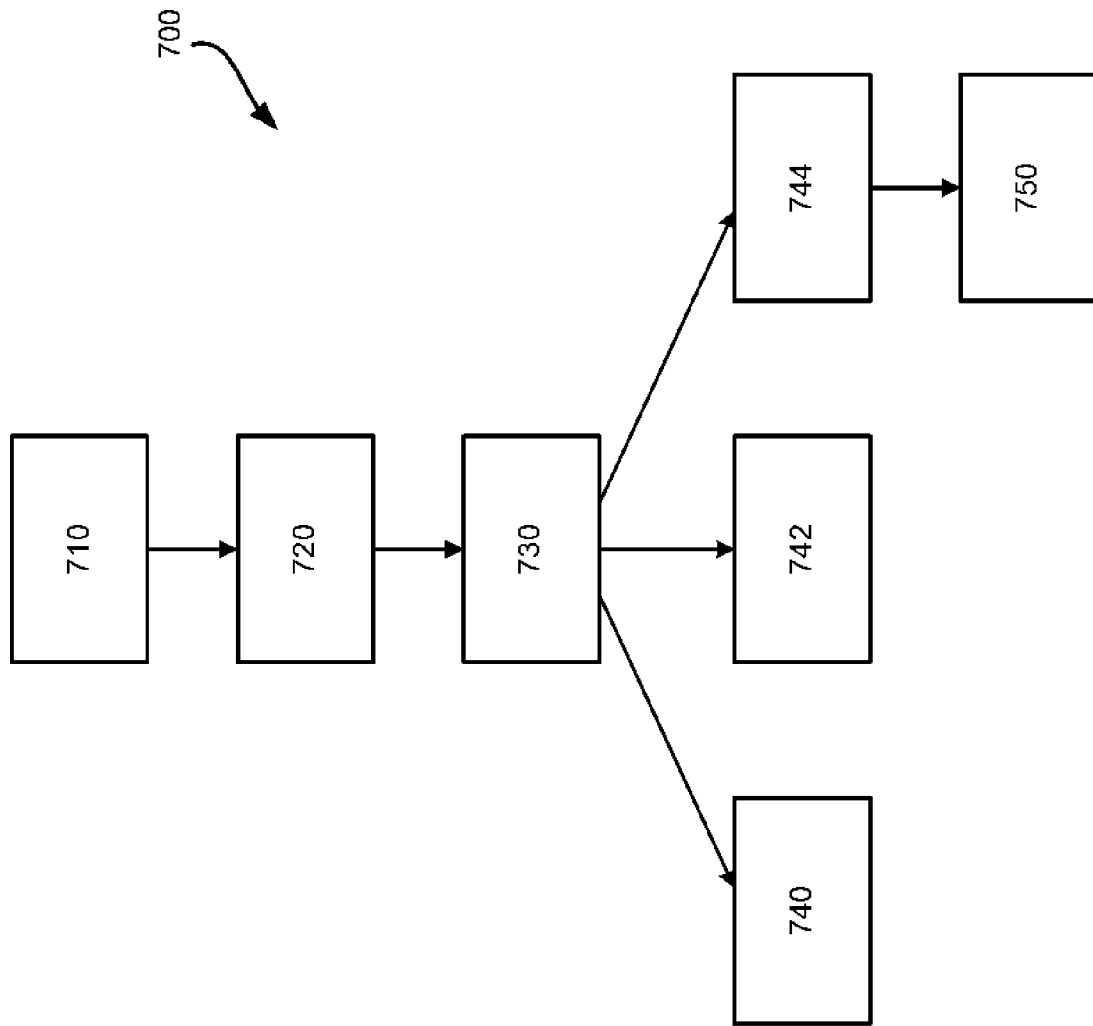
FIGURE 5





FIGUR 7

FIGUR 8



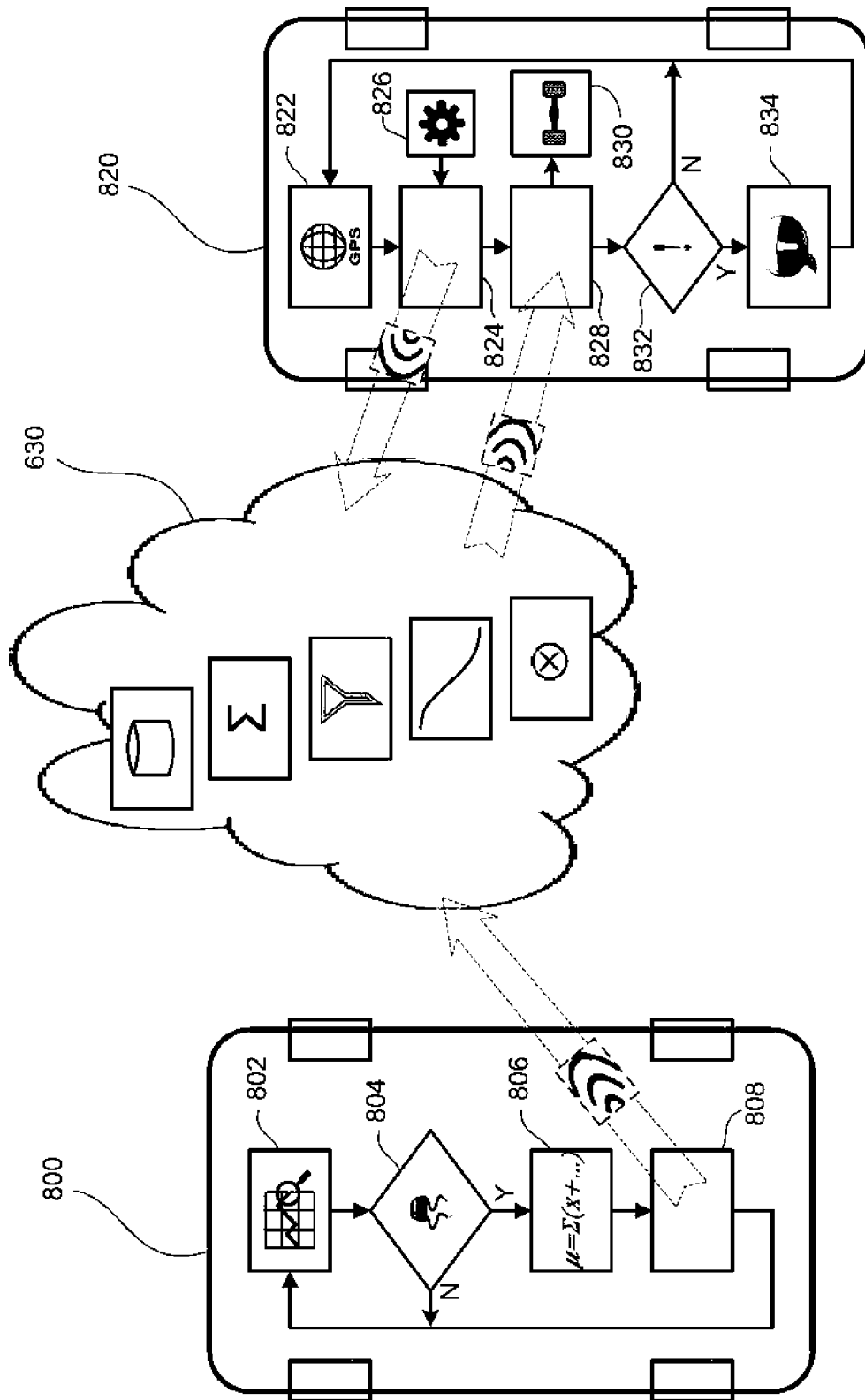


FIGURE 9