



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2023 121 647.3**

(22) Anmeldetag: **13.08.2023**

(43) Offenlegungstag: **11.07.2024**

(51) Int Cl.: **H04W 4/40** (2018.01)

H04W 4/44 (2018.01)

(30) Unionspriorität:
18/150,371 **05.01.2023** **US**

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

(74) Vertreter:
**Manitz Finsterwald Patent- und
Rechtsanwaltspartnerschaft mbB, 80336
München, DE**

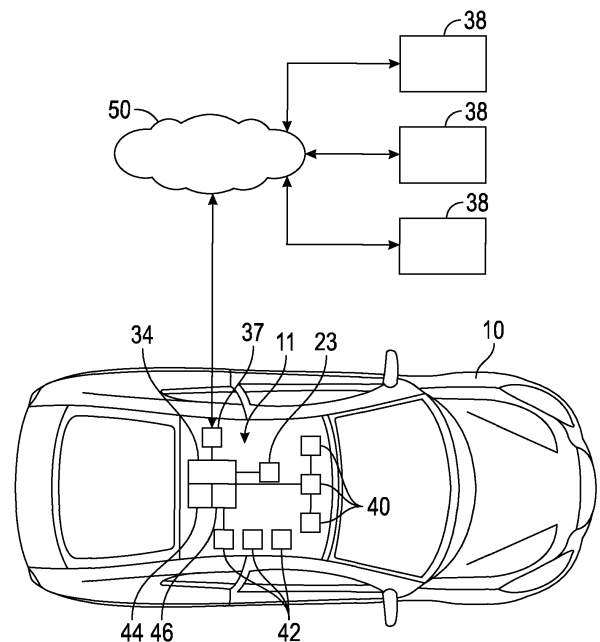
(72) Erfinder:
**Li, Chuan, Warren, MI, US; Bai, Fan, Warren, MI,
US; Carlak, Can, Warren, MI, US; Liu, Sheng,
Warren, MI, US**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN ZUM AUFRECHTERHALTEN DER NETZDIENSTQUALITÄT FÜR
FAHRZEUGINTERNE ANWENDUNGEN**

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren zum Aufrechterhalten der Netzdienstqualität (Netz-QoS) für fahrzeuginterne Anwendungen enthält das Empfangen vergangenheitsbezogener Netzgeschwindigkeitsdaten von mehreren entfernten Akteuren und das Kartografieren einer Netzgeschwindigkeit entlang der Straße vor dem Host-Fahrzeug unter Verwendung der vergangenheitsbezogenen Netzgeschwindigkeitsdaten von den mehreren entfernten Akteuren und das Identifizieren einer Zone schlechter Netzabdeckung entlang der Straße vor dem Host-Fahrzeug. Ferner enthält das Verfahren das Bestimmen einer Zeitdauer, die das Host-Fahrzeug in der Zone schlechter Netzabdeckung verbringt, das Bestimmen einer Menge im Cache abzulegender Anwendungsdaten als eine Funktion der Zeitdauer, die das Host-Fahrzeug in der Zone schlechter Netzabdeckung verbringt, und das Ablegen der Menge von Anwendungsdaten im Cache, bevor das Host-Fahrzeug die Zone schlechter Netzabdeckung erreicht.



Beschreibung

EINLEITUNG

[0001] Die vorliegende Offenbarung betrifft Systeme und Verfahren zum Aufrechterhalten der Netzdienstqualität (Netz-QoS) für fahrzeuginterne Anwendungen.

[0002] Diese Einleitung stellt allgemein den Kontext der Offenbarung dar. Arbeit der vorliegend genannten Erfinder in dem Umfang, in dem sie in dieser Einleitung beschrieben ist, sowie Aspekte der Beschreibung, die nicht auf andere Weise als Stand der Technik zum Zeitpunkt der Einreichung berechtigen, sind weder explizit noch implizit als Stand der Technik gegenüber dieser Offenbarung anerkannt.

[0003] Aktuell kann die Zellennetzabdeckung entlang Straßen ungleichmäßig und lückenhaft sein. Folglich können fahrzeuginterne Anwendungen in Bereichen schlechter Netzabdeckung unzureichend arbeiten. Üblicherweise reagieren aktuelle QoS-Abstimmungstechniken auf aktuelle Netzbedingungen und können sie nicht in der Lage sein, Dienstauffälle zu vermeiden. Somit ist es erwünscht, ein System und ein Verfahren zu entwickeln, die Netzabstimmungstechniken nutzen, bevor das Host-Fahrzeug Bereiche schlechter Netzabdeckung erreicht, um die Qualität QoS für fahrzeuginterne Anwendungen aufrechtzuerhalten und Dienstauffälle zu vermeiden.

ZUSAMMENFASSUNG

[0004] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung enthält das Verfahren zum Aufrechterhalten der QoS für fahrzeuginterne Anwendungen das Empfangen vergangenheitsbezogener Netzgeschwindigkeitsdaten von mehreren entfernten Akteuren. Die vergangenheitsbezogenen Netzgeschwindigkeitsdaten enthalten vergangenheitsbezogene Netzgeschwindigkeitsmesswerte zu verschiedenen Zeiten entlang einer Straße vor einem Host-Fahrzeug. Ferner enthält das Verfahren das Kartografieren einer Netzgeschwindigkeit entlang der Straße vor dem Host-Fahrzeug unter Verwendung der vergangenheitsbezogenen Netzgeschwindigkeitsdaten von den mehreren entfernten Akteuren und das Identifizieren einer Zone schlechter Netzabdeckung entlang der Straße vor dem Host-Fahrzeug. Die Zone schlechter Netzabdeckung ist ein Gebiet auf der Straße, in dem die Netzgeschwindigkeit kleiner als ein vorgegebener Geschwindigkeitsschwellenwert ist. Ferner enthält das Verfahren das Bestimmen einer Zeitdauer, die das Host-Fahrzeug in der Zone schlechter Netzabdeckung verbringt, das Bestimmen einer Menge im Cache abzulegender Anwendungsdaten als eine Funktion der Zeitdauer, die das Host-Fahrzeug in der Zone schlechter Netzabdeckung

verbringt, und das Ablegen der Menge von Anwendungsdaten im Cache, bevor das Host-Fahrzeug die Zone schlechter Netzabdeckung erreicht. Das in diesem Absatz beschriebene Verfahren verbessert die Fahrzeugtechnologie durch Nutzung von QoS-Abstimmungstechniken, bevor das Host-Fahrzeug Bereiche schlechter Netzabdeckung erreicht, um die Qualität QoS fahrzeuginterner Anwendungen aufrechtzuerhalten und Ausfälle im Dienst zu vermeiden.

[0005] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung enthält das Verfahren das Empfangen aktueller Netzgeschwindigkeitsdaten. Die aktuellen Netzgeschwindigkeitsdaten enthalten aktuelle Netzgeschwindigkeitsmesswerte zu einer aktuellen Zeit entlang einer Straße. Das Host-Fahrzeug bewegt sich aktuell entlang der Straße. Die Netzgeschwindigkeit wird unter Verwendung der vergangenheitsbezogenen Netzgeschwindigkeitsdaten von den mehreren entfernten Akteuren und den aktuellen Netzgeschwindigkeitsdaten kartografiert.

[0006] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung enthält das Verfahren ferner das praktische Teilen der Straße in mehrere Straßenabschnitte. Jeder der mehreren Straßenabschnitte weist dieselbe Länge auf. Wenigstens zwei der vergangenheitsbezogenen Netzgeschwindigkeitsmessungen werden in demselben der mehreren Straßenabschnitte, aber zu verschiedenen Zeiten vorgenommen.

[0007] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung enthält das Verfahren das Erzeugen einer kumulativen Verteilungsfunktion (CDF) der vergangenheitsbezogenen Netzgeschwindigkeitsmesswerte. Die Netzgeschwindigkeit wird unter Verwendung der CDF der vergangenheitsbezogenen Netzgeschwindigkeitsmesswerte kartografiert.

[0008] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung ist die Menge im Cache abzulegender Anwendungsdaten für eine konstante Bitrate eine Funktion der Zeitdauer, die das Host-Fahrzeug in der Zone schlechter Netzabdeckung verbringt, und wird sie unter Verwendung der folgenden Gleichung bestimmt:

$$A_C = S_{avg} \cdot T - A_T,$$

wobei:

A_T ein Netzverkehr in der Zone schlechter Netzabdeckung ist;

T eine Zeit, die das Host-Fahrzeug in der Zone schlechter Netzabdeckung verbringt, ist;

S_{avg} eine durchschnittliche Netzgeschwindigkeit in der Zone schlechter Netzabdeckung ist; und

Ac die Menge im Cache abzulegender Anwendungsdaten ist.

[0009] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung enthält das Verfahren ferner das Bestimmen einer Pufferfähigkeit in den mehreren Straßenabschnitten unter Verwendung der folgenden Gleichungen:

$$A_i = \bar{s}_i (S - \bar{s}_i)^\alpha t_i,$$

$$\alpha < 0,$$

wobei:

i einer der mehreren Straßenabschnitte der Straße ist;

A_i eine erwartete Menge an zu pufferndem Verkehr in einem der mehreren Straßenabschnitte ist;

\bar{s}_i eine erwartete Netzgeschwindigkeit in einem der mehreren Straßenabschnitte ist;

S die maximal erzielbare Netzgeschwindigkeit, die durch die Kommunikationstechnologie unter idealen Netzbedingungen zugelassen ist, ist;

t_i eine erwartete Fahrzeugfahrzeit in einem der mehreren Straßenabschnitte ist; und

α eine vorgegebene Zahl ist.

[0010] Einer der mehreren Straßenabschnitte kann die Zone schlechter Netzabdeckung sein.

[0011] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung ist die Menge im Cache abzulegender Anwendungsdaten eine Funktion einer erwarteten Menge an zu pufferndem Verkehr in der Zone schlechter Netzabdeckung.

[0012] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung enthält das Kartografieren der Netzgeschwindigkeit entlang der Straße vor dem Host-Fahrzeug unter Verwendung der vergangenheitsbezogenen Netzgeschwindigkeitsdaten von den mehreren entfernten Akteuren das Bestimmen einer Abschnittsnetzgeschwindigkeit für jeden der mehreren Straßenabschnitte der Straße vor dem Host-Fahrzeug.

[0013] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung enthält das Verfahren ferner der Steuern eines QoS-Parameters einer Echtzeitanwendung auf der Grundlage der Abschnittsnetzgeschwindigkeit in einem ersten Straßenabschnitt der mehreren Straßenabschnitte, bevor das Host-Fahrzeug den ersten Straßenabschnitt der mehreren Straßenabschnitte erreicht.

[0014] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung kann der QoS-Parameter die Bitrate und/oder der Empfangssignalstärkeindikator (RSSI) und/oder die Verzögerung und/oder der Jitter und/oder der Videocodec und/oder die Videoauflösung und/oder die Bildwiederholgeschwindigkeit sein.

[0015] Außerdem beschreibt die vorliegende Offenbarung ein konkretes nichttransitorisches maschinenlesbares Medium, das maschinenlesbare Anweisungen enthält, die, wenn sie durch einen oder mehrere Prozessoren ausgeführt werden, veranlassen, dass ein oder mehrere Prozessoren die oben beschriebenen Verfahren ausführen.

[0016] Außerdem beschreibt die vorliegende Offenbarung ein System, das einen Kommunikations-Transceiver und einen Controller in Kommunikation mit dem Kommunikations-Transceiver enthält. Der Controller ist dafür programmiert, das oben beschriebene Verfahren auszuführen.

[0017] Weitere Bereiche der Anwendbarkeit der vorliegenden Offenbarung gehen aus der im Folgenden gegebenen ausführlichen Beschreibung hervor. Selbstverständlich sind die ausführliche Beschreibung und die spezifischen Beispiele nur zur Veranschaulichung bestimmt und sollen sie den Schutzzumfang der Offenbarung nicht einschränken.

[0018] Die obigen Merkmale und Vorteile und weitere Merkmale und Vorteile des vorliegend offenbarten Systems und des vorliegend offenbarten Verfahrens gehen leicht aus der ausführlichen Beschreibung einschließlich der Ansprüche und aus beispielhaften Ausführungsformen, wenn sie zusammen mit den beigefügten Zeichnungen genommen werden, hervor.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0019] Die vorliegende Offenbarung wird umfassender verständlich aus der ausführlichen Beschreibung und aus den beigefügten Zeichnungen; es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Draufsicht eines Fahrzeugs, das ein System zum Aufrechterhalten der Netz-QoS für fahrzeuginterne Anwendungen enthält;

Fig. 2 eine schematische Draufsicht einer in Abschnitte geteilten Straße;

Fig. 3 einen Ablaufplan eines Verfahrens zum Aufrechterhalten der Netz-QoS für verzögerungstolerante Anwendungen; und

Fig. 4 einen Ablaufplan eines Verfahrens zum Aufrechterhalten der Netz-QoS für Echtzeitanwendungen.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0020] Es wird nun ausführlich auf mehrere Beispiele der Offenbarung Bezug genommen, die in den beigefügten Zeichnungen gezeigt sind. Überall, wo es möglich ist, werden in den Zeichnungen und in der Beschreibung zur Bezugnahme auf dieselben oder gleiche Teile oder Schritte dieselben oder ähnliche Bezugszeichen verwendet.

[0021] In Fig. 1 enthält ein Host-Fahrzeug 10 ein System 11 zum Aufrechterhalten der Netz-QoS für fahrzeuginterne Anwendungen (oder steht in Kommunikation damit). Obwohl das System 11 innerhalb des Host-Fahrzeugs 10 gezeigt ist, wird in Betracht gezogen, dass das System 11 außerhalb des Host-Fahrzeugs 10 sein kann. Als ein nicht einschränkendes Beispiel kann das System 11 ein Cloud-gestütztes System in drahtloser Kommunikation mit dem Host-Fahrzeug 10 sein. Obwohl das Host-Fahrzeug 10 als eine Limousine gezeigt ist, ist denkbar, dass das Host-Fahrzeug 10 ein anderer Fahrzeugtyp wie etwa ein Lieferwagen mit offener Ladefläche, ein Coupe, ein Geländefahrzeug (SUV), ein Wohnmobil (RV) usw. sein kann. Das Host-Fahrzeug 10 kann ein autonomes Fahrzeug sein, das dafür konfiguriert ist, autonom zu fahren.

[0022] Das Host-Fahrzeug 10 enthält einen Controller 34 und einen oder mehrere Sensoren 40 in Kommunikation mit dem Controller 34. Die Sensoren 40 erheben Informationen und erzeugen Sensordaten, die die erhobenen Informationen angeben. Als nicht einschränkende Beispiele können die Sensoren 40 unter anderem Transceiver oder Empfänger des Globalen Navigationssatellitensystems (GNSS), Gierratensensoren, Geschwindigkeitssensoren, Lidare, Radare, Ultraschallsensoren und Kameras enthalten. Die GNSS-Transceiver oder GNSS-Empfänger sind dafür konfiguriert, den Ort des Host-Fahrzeugs 10 auf der Erde zu detektieren. Die Geschwindigkeitssensoren sind dafür konfiguriert, die Geschwindigkeit des Host-Fahrzeugs 10 zu detektieren. Die Gierratensensoren sind dafür konfiguriert, die Fahrtrichtung des Host-Fahrzeugs 10 zu bestimmen. Die Kameras können ein Blickfeld aufweisen, das groß genug ist, um Bilder vor dem Host-Fahrzeug 10, hinter dem Host-Fahrzeug 10 und auf den Seiten des Host-Fahrzeugs 10 aufzunehmen. Der Ultraschallsensor kann dynamische Objekte detektieren.

[0023] Ferner enthält das System 11 einen Controller 34 in Kommunikation mit den Sensoren 40. Der Controller 34 enthält wenigstens einen Prozessor 44 und eine nichttransistorische computerlesbare Ablagespeichervorrichtung oder nichttransistorische computerlesbare Ablagespeichermedien 46. Der Prozessor 44 kann ein kundenspezifischer Prozessor, eine Zentraleinheit (CPU), eine Grafikverarbeitungseinheit (GPU), ein Hilfsprozessor unter mehre-

ren dem Controller 34 zugeordneten Prozessoren, ein halbleitergestützter Mikroprozessor (in Form eines Mikrochips oder Chipsatzes), ein Makroprozessor, eine Kombination davon oder allgemein eine Vorrichtung zum Ausführen von Anweisungen sein. Die computerlesbare Ablagespeichervorrichtung 46 oder die computerlesbaren Ablagespeichermedien 46 können flüchtigen und nichtflüchtigen Ablagespeicher, z. B. in einem Nur-Lese-Speicher (ROM), in einem Schreib-Lese-Speicher (RAM) und in einem Haltespeicher (KAM), enthalten. Ein KAM ist ein persistenter oder nichtflüchtiger Speicher, der verwendet werden kann, um verschiedene Betriebsvariablen zu speichern, während der Prozessor 44 ausgeschaltet ist. Die computerlesbare Ablagespeichervorrichtung oder die computerlesbaren Ablagespeichermedien des Controllers 34 können unter Verwendung einer Anzahl von Speichervorrichtungen wie etwa PROMs (programmierbarem Nur-Lese-Speicher), EPROMs (elektrischem PROM), EEPROMs (elektrisch löschbarem PROM), Flash-Speicher oder anderen elektrischen, magnetischen, optischen oder Kombinationspeichervorrichtungen, die in der Lage sind, Daten zu speichern, von denen einige ausführbare Anweisungen repräsentieren, die durch den Controller 34 beim Steuern des Host-Fahrzeugs 10 verwendet werden, implementiert sein.

[0024] Die Anweisungen können ein oder mehrere getrennte Programme enthalten, von denen jedes ein geordnetes Listing ausführbarer Anweisungen zum Implementieren logischer Funktionen umfasst. Wenn die Anweisungen durch den Prozessor 44 ausgeführt werden, empfangen und verarbeiten sie Signale von den Kameras, führen sie Logik, Berechnungen, Verfahren und/oder Algorithmen zum automatischen Steuern der Komponenten des Host-Fahrzeugs 10 aus und erzeugen sie auf der Grundlage der Logik, der Berechnungen, der Verfahren und/oder Algorithmen Steuersignale für die Aktuatoren, um die Komponenten des Host-Fahrzeugs 10 automatisch zu steuern. Obwohl in Fig. 1 ein einzelner Controller 34 gezeigt ist, kann das System 11 mehrere Controller 34 enthalten, die über ein geeignetes Kommunikationsmedium oder eine Kombination von Kommunikationsmedien kommunizieren und die zusammenwirken, um die Sensorsignale zu verarbeiten, Logik, Berechnungen, Verfahren und/oder Algorithmen auszuführen und Steuersignale zum automatischen Steuern von Merkmalen des Systems 11 zu erzeugen. Gemäß verschiedenen Ausführungsformen sind in dem System 11 eine oder mehrere Anweisungen des Controllers 34 verkörpert. Die nichttransistorische computerlesbare Ablagespeichervorrichtung 46 oder die nichttransistorischen computerlesbaren Ablagespeichermedien 46 enthalten maschinenlesbare Anweisungen (z. B. in Fig. 3 gezeigt), die, wenn sie durch den einen oder die mehreren Prozessoren ausgeführt werden, veranlas-

sen, dass die Prozessoren 44 das Verfahren 100 (Fig. 3) und das Verfahren 200 (Fig. 4) ausführen.

[0025] Das Host-Fahrzeug 10 enthält eine Benutzerschnittstelle 23 in Kommunikation mit dem Controller 34. Die Benutzerschnittstelle 23 kann z. B. ein Berührungsbildschirm in dem Armaturenbrett sein und kann einen Alarm wie etwa einen oder mehrere Lautsprecher zum Bereitstellen eines hörbaren Schalls, eine haptische Rückkopplung in einem Fahrzeugsitz oder in einem anderen Objekt, eine oder mehrere Anzeigen, ein oder mehrere Mikrofone und/oder andere Vorrichtungen, die geeignet sind, für den Fahrzeugbenutzer des Host-Fahrzeugs 10 eine Meldung oder einen Alarm bereitzustellen, enthalten, ist darauf aber nicht beschränkt. Die Benutzerschnittstelle 23 steht in elektronischer Kommunikation mit dem Controller 34 und ist dafür konfiguriert, Eingaben von einem Fahrzeugbenutzer (z. B. einem Fahrzeugbenutzer oder einem Fahrzeuginsassen) zu empfangen. Die Benutzerschnittstelle 23 kann z. B. einen Berührungsbildschirm und/oder Druckknöpfe, die dafür konfiguriert sind, Eingaben von einem Fahrzeugbenutzer zu empfangen, enthalten. Dementsprechend ist der Controller 34 dafür konfiguriert, über die Benutzerschnittstelle 23 Eingaben von dem Fahrzeugbenutzer zu empfangen und für den Fahrzeugbenutzer eine Ausgabe (z. B. einen Alarm) bereitzustellen.

[0026] Das Host-Fahrzeug 10 kann einen oder mehrere Kommunikations-Transceiver 37 in Kommunikation mit dem Controller 34 enthalten. Jeder der Kommunikations-Transceiver 37 ist dafür konfiguriert, drahtlos Informationen zu und von einem anderen entfernten Akteur 38 wie etwa den entfernten Fahrzeugen (über „V2V“-Kommunikation), Infrastruktur (über „V2I“-Kommunikation), entfernten Systemen bei einem entfernten Callcenter (z. B. ON-STAR von GENERAL MOTORS) und/oder persönlichen elektronischen Vorrichtungen wie etwa einem Smartphone drahtlos zu übermitteln. Die Kommunikations-Transceiver 37 können dafür konfiguriert sein, über ein drahtloses Netz 50 wie etwa ein Zellennetz zu kommunizieren. Allerdings werden zusätzliche oder alternative Kommunikationsverfahren wie etwa ein dedizierter kurzreichweitiger Kommunikationskanal (DSRC-Kanal) ebenfalls als im Schutzzumfang der vorliegenden Offenbarung betrachtet. DSRC-Kanäle beziehen sich auf drahtlose Einweg- oder Zweiwegkommunikationskanäle mit kurzer bis mittlerer Reichweite, die spezifisch für die Kraftfahrzeugverwendung entworfen worden sind, und auf einen entsprechenden Satz von Protokollen und Standards. Dementsprechend können die Kommunikations-Transceiver 37 eine oder mehrere Antennen zum Empfangen und/oder Senden von Signalen wie etwa Cooperative Sensing Messages (CSMs) enthalten. Die Kommunikations-Transceiver 37 können als Sensoren 40 und/oder Quellen von Daten

betrachtet werden. Die entfernten Fahrzeuge können einen oder mehrere Kommunikations-Transceiver 37 enthalten, wie sie oben in Bezug auf das Host-Fahrzeug 10 beschrieben sind.

[0027] Das Host-Fahrzeug 10 enthält einen oder mehrere Aktuatoren 42 in Kommunikation mit dem Controller 34. Die Aktuatoren 42 steuern ein oder mehrere Fahrzeugmerkmale, wie etwa, aber nicht beschränkt auf, ein Vortriebssystem, ein Getriebesystem, ein Lenkungssystem und ein Bremssystem. Ferner können die Fahrzeugmerkmale Innen- und/oder Außenfahrzeugmerkmale wie etwa, aber nicht beschränkt auf, Türen, einen Kofferraum, und Innenraummerkmale wie etwa Luft, Musik, Beleuchtung usw. enthalten.

[0028] In Fig. 1 und 2 ist das System 11 dafür konfiguriert, die Dienstqualität (QoS) für fahrzeuginterne Anwendungen aufrechtzuerhalten. Wie der Begriff „QoS“ hier verwendet ist, bedeutet er die Beschreibung oder Messung der Gesamtleistungsfähigkeit eines Dienstes wie etwa eines Telefonie- oder Computernetzes oder eines Cloud-Computing-Dienstes, insbesondere die von den Benutzern des Netzes gesehene Leistungsfähigkeit. Gemäß der vorliegenden Offenbarung bedeutet der Begriff „fahrzeuginterne Anwendung“ ein Programm (wie etwa eine Infotainment-Anwendung oder eine Navigationsanwendung), die in dem Host-Fahrzeug 10 eine bestimmte Aufgabe oder Menge an Aufgaben ausführt. Aktuell kann die Zellennetzabdeckung entlang Straßen ungleichmäßig und lückenhaft sein. Folglich können fahrzeuginterne Anwendungen in Bereichen schlechter Netzabdeckung unzureichend arbeiten. Aktuelle QoS-Abstimmungstechniken reagieren üblicherweise auf aktuelle Netzbedingungen und können nicht in der Lage sein, Dienstaussfälle zu vermeiden. Im Gegensatz dazu nutzt das System 11 Netz-QoS-Abstimmungstechniken, bevor das Host-Fahrzeug 10 Bereiche schlechter Netzabdeckung erreicht, um die zufriedenstellende QoS aufrechtzuerhalten und Dienstaussfälle in den fahrzeuginternen Anwendungen zu vermeiden. Genauer verwendet das System 11 durch Crowdsourcing gewonnene Netzqualitätsmessungen, um die Netzqualität von Straßenabschnitten zu schätzen. Ferner nutzt das System 11 einen Netzverkehrs-Pufferungsmechanismus durch wirksames Einsetzen verschiedener Zellenabdeckungsqualität. Genauer verwendet das System 11 für verzögerungstolerante Anwendungen eine Vorgehensweise der intelligenten Netzverkehrspufferung, um die Anwendungs-QoS sicherzustellen. Außerdem bestimmt das System 11 die Zeiteinstellung des Anwendungs-Netznutzungsprofilschalters, um einen Dienstaussfall durch Netzgeschwindigkeitsschätzung zu vermeiden. Genauer initiiert das System 11 für Echtzeitanwendungen proaktiv den Anwendungs-Netznut-

zungsprofilschalter und hält es nicht unterbrochene Anwendungsdienste aufrecht.

[0029] In Fig. 2 und 3 ist der Controller 34 des Systems 11 spezifisch dafür programmiert, die Anweisungen des Verfahrens 100 auszuführen. Fig. 3 ist ein Ablaufplan des Verfahrens 100 zum Aufrechterhalten der Qualität QoS für verzögerungstolerante Anwendungen. Das Verfahren 100 beginnt im Block 102. Im Block 102 empfängt der Controller 34 aktuelle Netzgeschwindigkeitsmesswerte über den Raum auf der Straße 52. Die aktuellen Messungen der Netzgeschwindigkeit können durch die entfernten Akteure 38 (z. B. entfernte Fahrzeuge) und/oder durch das Host-Fahrzeug 10 vorgenommen werden. Zusätzlich zur Netzgeschwindigkeit können andere relevante Netzmessungen wie etwa der Primär-/Sekundärzellensignalstärke, des Netzdurchsatzes, der Latenz, des Jitters und/oder der Zellenfrequenz vorgenommen werden. Um die aktuellen Netzgeschwindigkeitsmessungen (oder andere relevante Netzmessungen) vorzunehmen, wird die Straße 52 praktisch in Straßenabschnitte 54 geteilt. Das Host-Fahrzeug 10 bewegt sich aktuell entlang der Straße 52. Um die aktuellen Netzgeschwindigkeitsmessungen entlang der Straße 52 gleichmäßig zu verteilen, weist jeder Straßenabschnitt 54 dieselbe Länge 56 und/oder dieselbe Gesamtgröße auf, wodurch sichergestellt ist, dass das System 11 die QoS an jedem Ort entlang der Straße 52 aufrechterhält. Daraufhin empfängt der Controller 34 von den mehreren entfernten Akteuren 38 und/oder von den Sensoren 40 des Host-Fahrzeugs 10 die aktuellen Netzgeschwindigkeitsmesswerte (die als aktuelle Netzgeschwindigkeitsdaten konfiguriert sind). Die aktuellen Netzgeschwindigkeitsdaten enthalten die aktuellen Netzgeschwindigkeitsmesswerte zu dem aktuellen Zeitpunkt auf verschiedenen Straßenabschnitten 54 der Straße 52. Daraufhin erzeugt der Controller 34 eine Statistik wie etwa eine kumulative Verteilungsfunktion (CDF), die sich auf aktuelle Netzgeschwindigkeitsmesswerte an verschiedenen Orten (z. B. auf verschiedenen Straßenabschnitten 54) bezieht. Daraufhin wird das Verfahren 100 im Block 104 fortgesetzt.

[0030] Im Block 104 empfängt der Controller 34 vergangenheitsbezogene Netzgeschwindigkeitsmesswerte über die Zeit auf der Straße 52. Die vergangenheitsbezogenen Messungen der Netzgeschwindigkeit können durch die entfernten Akteure 38 (z. B. entfernten Fahrzeuge) und/oder das Host-Fahrzeug 10 vorgenommen werden. Zusätzlich zu der Netzgeschwindigkeit können andere relevante Netzmessungen wie etwa der Primär-/Sekundärzellensignalstärke, des Netzdurchsatzes, der Latenz, des Jitters und/oder der Zellenfrequenz vorgenommen werden. Um die vergangenheitsbezogenen Netzgeschwindigkeitsmessungen (oder andere relevante Netzmessungen)

vorzunehmen, wird die Straße 52 wie oben diskutiert praktisch in Straßenabschnitte 54 geteilt. Um die vergangenheitsbezogenen Netzgeschwindigkeitsmessungen entlang der Straße 52 gleichförmig zu verteilen, weist jeder Straßenabschnitt 54 dieselbe Länge 56 und/oder dieselbe Gesamtgröße auf, wodurch sichergestellt ist, dass das System 11 die QoS an jedem Ort entlang der Straße 52 aufrechterhält. Daraufhin empfängt der Controller 34 von den mehreren entfernten Akteuren 38 und/oder von den Sensoren 40 des Host-Fahrzeugs 10 die vergangenheitsbezogenen Netzgeschwindigkeitsmesswerte (die als vergangenheitsbezogene Netzgeschwindigkeitsdaten konfiguriert sind). Die vergangenheitsbezogenen Netzgeschwindigkeitsdaten enthalten die vergangenheitsbezogenen Netzgeschwindigkeitsmesswerte zu vorgegebenen Zeitintervallen (z. B. vierundzwanzig Stunden), aber an demselben Ort (d. h. in denselben Straßenabschnitten 54 der Straße 52). Zum Beispiel kann die Netzgeschwindigkeit für jeden Straßenabschnitt 54 jeden Tag gemessen werden. Alternativ kann die Netzgeschwindigkeit für jeden Straßenabschnitt 52 jede Woche gemessen werden. Daraufhin wird das Verfahren 100 im Block 106 fortgesetzt.

[0031] Im Block 106 schätzt und kartografiert der Controller 34 unter Verwendung der vergangenheitsbezogenen Netzgeschwindigkeitsdaten und/oder der aktuellen Netzgeschwindigkeitsdaten die Netzgeschwindigkeit entlang der Straße 52 vor dem Host-Fahrzeug 10. Als ein nicht einschränkendes Beispiel kann der Controller 34 die vergangenheitsbezogenen Netzgeschwindigkeitsdaten allein verwenden, um die Netzgeschwindigkeit entlang der Straße 52 vor dem Host-Fahrzeug 10 zu schätzen. In diesem Fall aggregiert der Controller 34 die vergangenheitsbezogenen Netzgeschwindigkeitsdaten in den früheren vorgegebenen Zeitintervallen (z. B. Tagen). Daraufhin extrahiert der Controller 34 ein vorgegebenes vergangenheitsbezogenes Quantil der vergangenheitsbezogenen Gesamtnetzgeschwindigkeit in der CDF.

[0032] Alternativ verwendet der Controller 34 im Block 106 eine Vorgehensweise des gewichteten Mittelwerts, um unter Verwendung der vergangenheitsbezogenen Netzgeschwindigkeitsdaten und der aktuellen Netzgeschwindigkeitsdaten die Netzgeschwindigkeit entlang der Straße 52 vor dem Host-Fahrzeug 10 zu schätzen und zu kartografieren. In diesem Fall aggregiert der Controller 34 die vergangenheitsbezogenen Netzgeschwindigkeitsdaten in den früheren vorgegebenen Zeitintervallen (z. B. Tagen). Daraufhin extrahiert der Controller 34 die vergangenheitsbezogene Netzgeschwindigkeit in einem vorgegebenen vergangenheitsbezogenen Quantil der gesamten aggregierten vergangenheitsbezogenen Netzgeschwindigkeit in der CDF. Nachfolgend extrahiert der Controller 34 die aktuell

gemessene Netzgeschwindigkeit bei einem vorgegebenen aktuellen Quantil der aktuell gemessenen Netzgeschwindigkeit von dem Host-Fahrzeug 10. Daraufhin bestimmt der Controller 34 den gewichteten Mittelwert unter Verwendung der folgenden Gleichung:

$$q = \lambda q_h + (1 - \lambda) q_c, \quad (1)$$

wobei:

λ ein vorgegebenes Gewicht ist;

q_h die extrahierte vergangenheitsbezogene Netzgeschwindigkeit in dem vorgegebenen vergangenheitsbezogenen Quantil ist;

q_c die extrahierte aktuell gemessene Netzgeschwindigkeit in dem vorgegebenen aktuellen Quantil der aktuell gemessenen Netzgeschwindigkeit von dem Host-Fahrzeug 10 ist; und

q die gewichtete durchschnittliche Netzgeschwindigkeit ist.

[0033] Alternativ verwendet der Controller 34 im Block 106 eine Delta-Vorgehensweise, um die Netzgeschwindigkeit entlang der Straße 52 vor dem Host-Fahrzeug 10 unter Verwendung der vergangenheitsbezogenen Netzgeschwindigkeitsdaten und der aktuellen Netzgeschwindigkeitsdaten zu schätzen und zu kartografieren. Der Controller 34 aggregiert die vergangenheitsbezogenen Netzgeschwindigkeitsdaten in den früheren vorgegebenen Zeitintervallen (z. B. Tagen) für jeden Straßenabschnitt 54 der Straße 52. Der Controller 34 extrahiert für jeden Straßenabschnitt 54 der Straße 52 die vergangenheitsbezogene Netzgeschwindigkeit in einem vorgegebenen vergangenheitsbezogenen Quantil der gesamten aggregierten vergangenheitsbezogenen Netzgeschwindigkeit in der CDF. Nachfolgend extrahiert der Controller 34 die aktuell gemessene Netzgeschwindigkeit bei einem vorgegebenen aktuellen Quantil der aktuell gemessenen Netzgeschwindigkeit von dem Host-Fahrzeug 10. Daraufhin schätzt der Controller 34 die Netzgeschwindigkeit unter Verwendung der folgenden Gleichungen:

$$\Delta q_i = q_{i,h} - q_{i,c} \quad (2)$$

$$q = q_{0,c} - \text{avg}(\{\Delta q_i | i = 1, \dots, M\}), \quad (3)$$

wobei:

i ein Straßenabschnitt 52 von 1 bis M ist;

$q_{i,h}$ die extrahierte vergangenheitsbezogene Netzgeschwindigkeit in dem vorgegebenen vergangenheitsbezogenen Quantil des Straßenabschnitts i ist;

$q_{i,c}$ die extrahierte aktuell gemessene Netzgeschwindigkeit in dem vorgegebenen aktuellen Quantil der aktuell gemessenen Netzgeschwindigkeit von dem Host-Fahrzeug 10 des Straßenabschnitts i ist;

Δq_i die Differenz zwischen dem $q_{i,h}$ und dem $q_{i,c}$ ist;

$q_{0,h}$, die aktuell gemessene Netzgeschwindigkeit von dem Host-Fahrzeug 10 des ersten Straßenabschnitts ist; und

q die Netzgeschwindigkeit des aktuellen Abschnitts ist.

[0034] Unter Verwendung der obigen Gleichung kann die Netzgeschwindigkeit entlang der Straße 52 kartografiert werden. Genauer verwendet der Controller 34 die vergangenheitsbezogenen Netzgeschwindigkeitsdaten und/oder die aktuellen Netzgeschwindigkeitsdaten, um die Netzgeschwindigkeit des Netzes 50 entlang jedes Straßenabschnitts 54 der Straße 52 vor dem Host-Fahrzeug 10 zu kartografieren. Wie oben diskutiert wurde, kann die Netzgeschwindigkeit der Straße 52 unter Verwendung der CDF der vergangenheitsbezogenen Netzgeschwindigkeitsmesswerte kartografiert werden. Daraufhin geht das Verfahren 100 zum Block 108 über.

[0035] Im Block 108 beginnt der Controller 34 einen Caching-Prozess für verzögerungstolerante Anwendungen. Genauer bestimmt der Controller 34 auf der Grundlage der Fahrzeuggeschwindigkeit und der Länge der Zone schlechter Netzabdeckung die Zeitdauer, die das Host-Fahrzeug 10 in der Zone schlechter Netzabdeckung verbringt. Um die Fahrzeuggeschwindigkeit zu bestimmen, können die Sensoren 40 verwendet werden und kann die Länge der Zone schlechter Netzabdeckung aus in dem Controller 34 gespeicherten Navigationskarten erhalten werden. Ferner bestimmt der Controller 34 die Menge der im Cache abzulegenden Daten für die verzögerungstolerante Anwendung unter Verwendung der folgenden Gleichung:

$$A_c = A_n - A_T, \quad (4)$$

wobei:

A_c die Menge der im Cache abzulegenden Daten für die verzögerungstoleranten Anwendungen ist;

A_n die Menge der Daten ist, die für die verzögerungstoleranten Anwendungen notwendig sind; und

A_T der Netzverkehr (d. h. die Menge heruntergeladener oder hochgeladener Daten) in Zonen schlechter Netzabdeckung ist.

[0036] Für Anwendungen mit einer konstanten Bitrate ist die Menge im Cache abzulegender Anwendungsdaten eine Funktion der Zeitdauer, die das Host-Fahrzeug 10 in der Zone schlechter Netzabdeckung verbringt, und kann sie unter Verwendung der folgenden Gleichung bestimmt werden:

$$A_c = S_{avg} \cdot T - A_T, \quad (5)$$

wobei:

A_T ein Netzverkehr in der Zone schlechter Netzabdeckung ist;

T eine Zeit, die das Host-Fahrzeug 10 in der Zone schlechter Netzabdeckung verbringt, ist;
 S_{avg} eine durchschnittliche Netzgeschwindigkeit einer Anwendung in der Zone schlechter Netzabdeckung ist; und
 A_C die Menge im Cache abzulegender Anwendungsdaten der verzögerungstoleranten Anwendungen ist.

[0037] Für eine Anwendung mit periodischer Bitrate kann der Controller 34 die folgende Gleichung verwenden, um die Menge im Cache abzulegender Anwendungsdaten zu bestimmen:

$$A_C = \alpha \cdot S_{peak} \cdot T - A_T, \quad (6)$$

wobei:

A_T ein Netzverkehr in der Zone schlechter Netzabdeckung ist;
T eine Zeit, die das Host-Fahrzeug 10 in der Zone schlechter Netzabdeckung verbringt, ist;
 S_{peak} die Spitzennetzgeschwindigkeit der Anwendung in der Zone schlechter Netzabdeckung ist;
 α das Verhältnis der Spitzennetzgeschwindigkeit für die Zeiteinheit ist; und A_C die Menge im Cache abzulegender Anwendungsdaten der verzögerungstoleranten Anwendungen ist.

[0038] Für eine Anwendung mit adaptiver Bitrate kann der Controller 34 die folgende Gleichung verwenden, um die Menge im Cache abzulegender Anwendungsdaten zu bestimmen:

$$A_C = \sum_{i=0}^M w_t \cdot S_i \cdot T - A_T, \quad (7)$$

wobei:

i eine Zeiteinheit von 0 bis M ist;

A_T ein Netzverkehr in der Zone schlechter Netzabdeckung ist;

T eine Zeit, die das Host-Fahrzeug 10 in der Zone schlechter Netzabdeckung verbringt, ist;

S_i die Netzgeschwindigkeit der Anwendung in der Zone schlechter Netzabdeckung zur Zeit i ist;

w_t ein Gewicht, das in der jüngsten Vergangenheit größer ist und somit umgekehrt proportional der Zeit i ist, ist; und

A_C die Menge im Cache abzulegenden Anwendungsdaten der verzögerungstoleranten Anwendungen ist.

[0039] Für eine Anwendung mit variabler Bitrate kann der Controller 34 die folgende Gleichung verwenden, um die Menge im Cache abzulegender Anwendungsdaten zu bestimmen:

$$A_C = q(S) \cdot T - A_T, \quad (8)$$

wobei:

A_T ein Netzverkehr in der Zone schlechter Netzabdeckung ist;

T eine Zeit, die das Host-Fahrzeug 10 in der Zone schlechter Netzabdeckung verbringt, ist;

$q(S)$ die Netzgeschwindigkeit der Anwendung in der Zone schlechter Netzabdeckung in einem vorgegebenen Quantil ist; und

A_C die Menge im Cache abzulegender Anwendungsdaten der fehlertoleranten Anwendungen ist.

[0040] In der vorliegenden Offenbarung bedeutet der Begriff „Zone schlechter Netzabdeckung“ ein oder mehrere Straßenabschnitte 54 der Straße 52, in denen die Netzgeschwindigkeit des Netzes 50 kleiner als ein vorgegebener Geschwindigkeitsschwellenwert ist. Als ein nicht einschränkendes Beispiel kann sich eine Zone schlechter Netzabdeckung auf einen Straßenabschnitt 54 der Straße 52 beziehen, in dem die Netz-Download-Geschwindigkeit und/oder die Netz-Upload-Geschwindigkeit kleiner als fünf Megabit pro Sekunde (Mbit/s) ist. Wie oben diskutiert wurde, ist die Menge im Cache abzulegender Anwendungsdaten eine Funktion des Netzverkehrs in der Zone schlechter Netzabdeckung (d. h. die erwartete Menge an Verkehr, die in der Zone schlechter Netzabdeckung zu puffern ist). Somit kann der Controller 34 im Block 108 die erwartete Menge an zu puffernem Verkehr in der Zone schlechter Netzabdeckung unter Verwendung der folgenden Gleichung bestimmen:

$$A_i = \bar{s}_i \left(S - \bar{s}_i \right)^\alpha t_i, \quad \alpha < 0 \quad (9)$$

$$A_T = \sum_{j=0}^M A_j, \quad (10)$$

wobei:

i einer der mehreren Straßenabschnitte 54 der Straße 52 ist;

A_i eine erwartete Menge an zu puffernem Verkehr in einem der mehreren Straßenabschnitte 54 ist;

\bar{s}_i eine erwartete Netzgeschwindigkeit in einem der mehreren Straßenabschnitte 54 ist;

S eine maximal erzielbare Netzgeschwindigkeit, die durch die Kommunikationstechnologie unter idealen Netzbedingungen zugelassen ist, ist;

t_i eine erwartete Fahrzeugfahrzeit in einem der mehreren Straßenabschnitte 54 ist; und

α eine durch Tests erhaltene vorgegebene Zahl ist; und

A_T der Netzverkehr in den Zonen schlechter Netzabdeckung ist.

[0041] Daraufhin legt der Controller 34 die Menge im Cache abzulegender Daten A_c für die verzögerungstoleranten Anwendungen im Cache ab, bevor das Host-Fahrzeug 10 die Zone schlechter Netzabdeckung erreicht, um einen nahtlosen Betrieb der fahrzeuginternen verzögerungstoleranten Anwendung aufrechtzuerhalten. Wie oben diskutiert wurde, wird die verzögerungstolerante Anwendung in dem Controller 34 innerhalb des Host-Fahrzeugs 10 ausgeführt.

[0042] Fig. 4 ist ein Ablaufplan eines Verfahrens 200 zum Aufrechterhalten der Qualität QoS für Echtzeitanwendungen. Das Verfahren 200 beginnt im Block 202. Im Block 202 bestimmt der Controller 34 für jeden der Straßenabschnitte 54 der Straße 52 vor dem Host-Fahrzeug 10 die Abschnittsnetzgeschwindigkeit. Dafür empfängt der Controller 34 für jeden Straßenabschnitt 54 auf der Straße 52 vergangenheitsbezogene Netzgeschwindigkeitsmesswerte. Wie oben in Bezug auf das Verfahren 100 diskutiert wurde, können die vergangenheitsbezogenen Messungen der Netzgeschwindigkeit durch die entfernten Akteure 38 (z. B. entfernten Fahrzeuge) und/oder durch das Host-Fahrzeug 10 vorgenommen werden. Wie oben in Bezug auf das Verfahren 100 diskutiert wurde, empfängt der Controller 34 außerdem für jeden Straßenabschnitt 54 auf der Straße 52 aktuelle Netzgeschwindigkeitsmesswerte. Daraufhin kann der Controller 34 die Delta-Vorgehensweise verwenden, um die Netzgeschwindigkeit für jeden Straßenabschnitt 54 vor dem Host-Fahrzeug 10 zu bestimmen (d. h. zu schätzen). Zunächst aggregiert der Controller 34 die vergangenheitsbezogenen Netzgeschwindigkeitsdaten in den früheren vorgegebenen Zeitintervallen (z. B. Tagen). Daraufhin extrahiert der Controller 34 die vergangenheitsbezogene Netzgeschwindigkeit in einem vorgegebenen vergangenheitsbezogenen Quantil der gesamten aggregierten vergangenheitsbezogenen Netzgeschwindigkeitsdaten. Nachfolgend extrahiert der Controller 34 die aktuell gemessene Netzgeschwindigkeit bei einem vorgegebenen aktuellen Quantil der aktuell gemessenen Netzgeschwindigkeit von dem Host-Fahrzeug 10. Daraufhin schätzt der Controller 34 die Netzgeschwindigkeit in jedem Straßenabschnitt 54 unter Verwendung der folgenden Gleichungen:

$$\Delta q_i = q_{i,h} - q_{i,c} \quad (11)$$

$$q = q_{-1,h} - \mu - n\sigma \quad (12)$$

$$\mu = \text{avg}(\{\Delta q_i | i = 1, \dots, M\}), \quad (13)$$

wobei:

i ein Straßenabschnitt 52 von 1 bis M ist, wobei der aktuelle Straßenabschnitt 54 null ist;

$q_{i,h}$ die extrahierte vergangenheitsbezogene Netzgeschwindigkeit bei dem vorgegebenen vergangenheitsbezogenen Quantil des Straßenabschnitts i ist; $q_{i,c}$ die extrahierte aktuell gemessene Netzgeschwindigkeit bei dem vorgegebenen aktuellen Quantil der aktuell gemessenen Netzgeschwindigkeit von dem Host-Fahrzeug 10 des Straßenabschnitts i ist;

Δq_i die Differenz zwischen dem $q_{i,h}$ und dem $q_{i,c}$ ist;

$q_{-1,h}$ die vergangenheitsbezogene gemessene Netzgeschwindigkeit von dem Host-Fahrzeug 10 des ersten Straßenabschnitts in der Zukunft ist; und

μ der Durchschnitt der Menge $\{\Delta q_i | i = 1, \dots, M\}$ ist;

σ die Standardabweichung für die Menge $\{\Delta q_i | i = 1, \dots, M\}$ ist;

n ein Parameter, der die Wahrscheinlichkeit eines falsch positiven Resultats steuert, ist;

q die Abschnittsnetzgeschwindigkeit für den unmittelbar bevorstehenden Straßenabschnitt 54 vor dem Host-Fahrzeug 10 ist.

[0043] Nach der Bestimmung der Abschnittsnetzgeschwindigkeit geht das Verfahren 200 zum Block 204 über. Im Block 204 bestimmt der Controller 34 auf der Grundlage des ersten Straßenabschnitts 54 (und nachfolgender Straßenabschnitte 54) der mehreren Straßenabschnitte 54 auf der Grundlage der Abschnittsnetzgeschwindigkeit des ersten Straßenabschnitts 54, welche QoS-Parameter einer Echtzeitanwendung gesteuert werden sollten (und wie der QoS-Parameter gesteuert werden sollte), bevor das Host-Fahrzeug 10 den ersten Abschnitt 54 erreicht, um einen Qualitäts-QoS-Dienst aufrechtzuerhalten. In der vorliegenden Offenbarung bedeutet der Begriff „QoS-Parameter“ einen Parameter der Echtzeitanwendung, der die QoS beeinflusst. Als nicht einschränkende Beispiele enthalten die QoS-Parameter den Videocodec, die Videobilder pro Sekunde, die Videoauflösung, die Video- und/oder Audiobitrate und die Nutzung nur von Audio, sind darauf aber nicht beschränkt. Daraufhin wird das Verfahren 200 im Block 206 fortgesetzt.

[0044] Im Block 206 informiert der Controller 34 den Echtzeitanwendungs-Back-Server über die im Block 206 getroffene QoS-Steuerentscheidung. Daraufhin wird das Verfahren 200 im Block 208 fortgesetzt. Im Block 208 wird die QoS-Steuerentscheidung in der fahrzeuginternen Echtzeitanwendung implementiert.

[0045] Obwohl oben beispielhafte Ausführungsformen beschrieben worden sind, sollen diese Ausführungs-

rungsformen nicht alle möglichen durch die Ansprüche umfassten Formen enthalten. Die in der Beschreibung verwendeten Wörter sind Wörter zur Beschreibung anstatt zur Beschränkung und selbstverständlich können verschiedene Änderungen vorgenommen werden, ohne von dem Erfindungsgedanken und Schutzzumfang der Offenbarung abzuweichen. Wie zuvor beschrieben wurde, können die Merkmale verschiedener Ausführungsformen kombiniert werden, um weitere Ausführungsformen des vorliegend offenbarten Systems und des vorliegend offenbarten Verfahrens zu bilden, die nicht explizit beschrieben oder dargestellt sein können. Obwohl verschiedene Ausführungsformen so beschrieben worden sein können, dass sie gegenüber anderen Ausführungsformen oder Implementierungen des Standes der Technik in Bezug auf eine oder mehrere gewünschte Eigenschaften Vorteile bieten oder bevorzugt sind, erkennt der Durchschnittsfachmann, dass an ein oder mehrere Merkmale oder Eigenschaften Zugeständnisse gemacht werden können, um Gesamtsystemattribute, die von der spezifischen Anwendung und Implementierung abhängen, zu erzielen. Diese Attribute können die Kosten, die Festigkeit, die Haltbarkeit, die Lebenszykluskosten, die Marktgängigkeit, das Aussehen, die Verpackung, die Größe, die Wartungsfreundlichkeit, das Gewicht, die Herstellbarkeit, die Leichtigkeit der Montage usw. enthalten, sind darauf aber nicht beschränkt. Somit liegen Ausführungsformen, die in Bezug auf eine oder mehrere Eigenschaften als weniger erwünscht als andere Ausführungsformen oder Implementierungen des Standes der Technik beschrieben worden sind, nicht außerhalb des Schutzzumfangs der Offenbarung und können sie für bestimmte Anwendungen erwünscht sein.

[0046] Die Zeichnungen sind in vereinfachter Form und sind nicht genau maßstabsgerecht. Nur zur Zweckmäßigkeit und Klarheit können in Bezug auf die Zeichnungen Richtungsbegriffe wie etwa oben, unten, links, rechts, aufwärts, über, oberhalb, unter, unterhalb, hinten und vorn verwendet sein. Diese und ähnliche Richtungsbegriffe sollen den Schutzzumfang der Offenbarung in keiner Weise beschränken.

[0047] Es sind hier Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung beschrieben. Selbstverständlich sind die offenbarten Ausführungsformen allerdings lediglich Beispiele und können andere Ausführungsformen verschiedene und alternative Formen annehmen. Die Figuren sind nicht notwendig maßstabsgerecht; einige Merkmale könnten überhöht oder minimiert sein, um Einzelheiten bestimmter Komponenten zu zeigen. Somit sind spezifische strukturelle und funktionale Einzelheiten, die hier offenbart sind, nicht als Beschränkung zu interpretieren, sondern lediglich als eine repräsentative Grundlage, um dem Fachmann die verschiedenartige Nut-

zung des vorliegend offenbarten Systems und Verfahrens zu lehren. Wie der Durchschnittsfachmann versteht, können verschiedene Merkmale, die in Bezug auf irgendeine der Figuren dargestellt und beschrieben sind, mit Merkmalen, die in einer oder mehreren anderen Figuren dargestellt sind, kombiniert werden, um Ausführungsformen zu erzeugen, die nicht explizit dargestellt oder beschrieben sind. Die dargestellten Kombinationen von Merkmalen bieten repräsentative Ausführungsformen für typische Anwendungen. Allerdings könnten für bestimmte Anwendungen oder Implementierungen verschiedene Kombinationen und Änderungen der Merkmale in Übereinstimmung mit den Lehren dieser Offenbarung erwünscht sein.

[0048] Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung können hier hinsichtlich funktionaler und/oder logischer Blockkomponenten und verschiedener Verarbeitungsschritte beschrieben sein. Es sollte gewürdigt werden, dass diese Blockkomponenten durch eine Anzahl von Hardware-, Software- und/oder Firmwarekomponenten, die dafür konfiguriert sind, die spezifizierten Funktionen auszuführen, verwirklicht werden können. Zum Beispiel kann eine Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung verschiedene integrierte Schaltungskomponenten, z. B. Speicherelemente, digitale Signalverarbeitungselemente, Logikelemente, Nachschlagetabellen oder dergleichen, nutzen, die gemäß der Steuerung eines oder mehrerer Mikroprozessoren oder anderer Steuervorrichtungen eine Vielzahl von Funktionen ausführen können. Außerdem wird der Fachmann würdigen, dass Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung zusammen mit einer Anzahl von Systemen verwirklicht werden können und dass die hier beschriebenen Systeme lediglich beispielhafte Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung sind.

[0049] Der Kürze halber können Techniken, die sich auf die Signalverarbeitung, auf die Datenfusion, auf die Signalisierung, auf die Steuerung und auf andere funktionale Aspekte der Systeme (und der einzelnen Betriebskomponenten der Systeme) beziehen, hier nicht ausführlich beschrieben sein. Darüber hinaus sollen die in den verschiedenen hier enthaltenen Figuren gezeigten Verbindungslinien beispielhafte Funktionsbeziehungen und/oder physische Kopplungen zwischen den verschiedenen Elementen repräsentieren. Es wird angemerkt, dass gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung alternative oder zusätzliche funktionale Beziehungen oder physische Verbindungen vorhanden sein können.

[0050] Diese Beschreibung ist dem Wesen nach lediglich veranschaulichend und soll die Offenbarung, ihre Anwendung oder Verwendungen in keiner Weise einschränken. Die umfassenden Lehren der

Offenbarung können in einer Vielzahl von Formen implementiert werden. Während die Offenbarung bestimmte Beispiele enthält, soll der wahre Schutzzumfang der Offenbarung somit nicht darauf beschränkt sein, da beim Studium der Zeichnungen, der Beschreibung und der folgenden Ansprüche andere Änderungen hervorgehen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Aufrechterhalten der Netzdienstqualität (Netz-QoS) für fahrzeuginterne Anwendungen, umfassend:

Empfangen vergangenheitsbezogener Netzgeschwindigkeitsdaten von mehreren entfernten Akteuren, wobei die vergangenheitsbezogenen Netzgeschwindigkeitsdaten vergangenheitsbezogene Netzgeschwindigkeitsmesswerte zu verschiedenen Zeiten entlang einer Straße vor einem Host-Fahrzeug enthalten;

Kartografieren einer Netzgeschwindigkeit entlang der Straße vor dem Host-Fahrzeug unter Verwendung der vergangenheitsbezogenen Netzgeschwindigkeitsdaten von den mehreren entfernten Akteuren;

Identifizieren einer Zone schlechter Netzabdeckung entlang der Straße vor dem Host-Fahrzeug, wobei die Zone schlechter Netzabdeckung mehrere Straßenabschnitte auf der Straße, wo die Netzgeschwindigkeit kleiner als ein vorgegebener Geschwindigkeitsschwellenwert ist, sind;

Bestimmen einer Zeitdauer, die das Host-Fahrzeug in der Zone schlechter Netzabdeckung verbringt;

Bestimmen einer Menge im Cache abzulegender Anwendungsdaten als eine Funktion der Zeitdauer, die das Host-Fahrzeug in der Zone schlechter Netzabdeckung verbringt; und

Ablegen der Menge von Anwendungsdaten im Cache, bevor das Host-Fahrzeug die Zone schlechter Netzabdeckung erreicht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, das ferner umfasst:

Empfangen aktueller Netzgeschwindigkeitsdaten, wobei die aktuellen Netzgeschwindigkeitsdaten aktuelle Netzgeschwindigkeitsmesswerte zu einer aktuellen Zeit entlang der Straße enthalten und wobei sich das Host-Fahrzeug aktuell entlang der Straße bewegt; und

wobei die Netzgeschwindigkeit unter Verwendung der vergangenheitsbezogenen Netzgeschwindigkeitsdaten von den mehreren entfernten Akteuren und den aktuellen Netzgeschwindigkeitsdaten kartografiert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, das ferner umfasst:

praktisches Teilen der Straße in mehrere Straßenabschnitte, wobei jeder der mehreren Straßenabschnitte dieselbe Länge aufweist; und

wobei wenigstens zwei der vergangenheitsbezogenen Netzgeschwindigkeitsmessungen in demselben der mehreren Straßenabschnitte, aber zu verschiedenen Zeiten vorgenommen werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, das ferner umfasst:

Erzeugen einer kumulativen Verteilungsfunktion (CDF) der vergangenheitsbezogenen Netzgeschwindigkeitsmesswerte; und

wobei die Netzgeschwindigkeit unter Verwendung der CDF der vergangenheitsbezogenen Netzgeschwindigkeitsmesswerte kartografiert wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei die Menge im Cache abzulegender Anwendungsdaten für eine konstante Bitrate eine Funktion einer durchschnittlichen Netzgeschwindigkeit in der Zone schlechter Netzabdeckung und eines Netzverkehrs in der Zone schlechter Netzabdeckung ist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die Menge im Cache abzulegender Anwendungsdaten für eine konstante Bitrate eine Funktion der Zeitdauer ist, die das Host-Fahrzeug in der Zone schlechter Netzabdeckung verbringt, und die unter Verwendung der folgenden Gleichung bestimmt wird:

$$A_C = S_{avg} \cdot T - A_T,$$

wobei:

A_T ein Netzverkehr in der Zone schlechter Netzabdeckung ist;

T eine Zeit, die das Host-Fahrzeug in der Zone schlechter Netzabdeckung verbringt, ist;

S_{avg} eine durchschnittliche Netzgeschwindigkeit in der Zone schlechter Netzabdeckung ist; und

A_C die Menge im Cache abzulegender Anwendungsdaten ist.

7. Verfahren nach Anspruch 4, das ferner umfasst:

Bestimmen einer Pufferfähigkeit in den mehreren Straßenabschnitten unter Verwendung der folgenden Gleichungen:

$$A_i = \bar{s}_i \left(S - \bar{s}_i \right)^\alpha t_i,$$

$$\alpha < 0$$

wobei:

i einer der mehreren Straßenabschnitte der Straße ist;

A_i eine erwartete Menge an zu pufferndem Verkehr in einem der mehreren Straßenabschnitte ist;

\bar{s}_i eine erwartete Netzgeschwindigkeit in einem der mehreren Straßenabschnitte ist;

S eine maximal erzielbare Netzgeschwindigkeit in einem der mehreren Straßenabschnitte ist;

t_i eine erwartete Fahrzeugfahrzeit in einem der meh-

renen Straßenabschnitte ist; und α eine vorgegebene Zahl ist.

8. Verfahren nach Anspruch 4, wobei die Menge im Cache abzulegender Anwendungsdaten eine Funktion einer erwarteten Menge an zu pufferndem Verkehr in der Zone schlechter Netzabdeckung ist.

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei das Kartografieren der Netzgeschwindigkeit entlang der Straße vor dem Host-Fahrzeug unter Verwendung der vergangenheitsbezogenen Netzgeschwindigkeitsdaten von den mehreren entfernten Akteuren das Bestimmen einer Abschnittsnetzgeschwindigkeit für jeden der mehreren Straßenabschnitte der Straße vor dem Host-Fahrzeug enthält.

10. Verfahren nach Anspruch 9, das ferner der Steuern eines QoS-Parameters einer Echtzeitanwendung auf der Grundlage der Abschnittsnetzgeschwindigkeit in einem ersten Straßenabschnitt der mehreren Straßenabschnitte, bevor das Host-Fahrzeug den ersten Straßenabschnitt der mehreren Straßenabschnitte erreicht, umfasst, und wobei der QoS-Parameter die Bitrate und/oder der Empfangssignalstärkeindikator (RSSI) und/oder die Verzögerung und/oder der Jitter und/oder der Videocodec und/oder die Videoauflösung und/oder die Bildwiederholgeschwindigkeit ist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

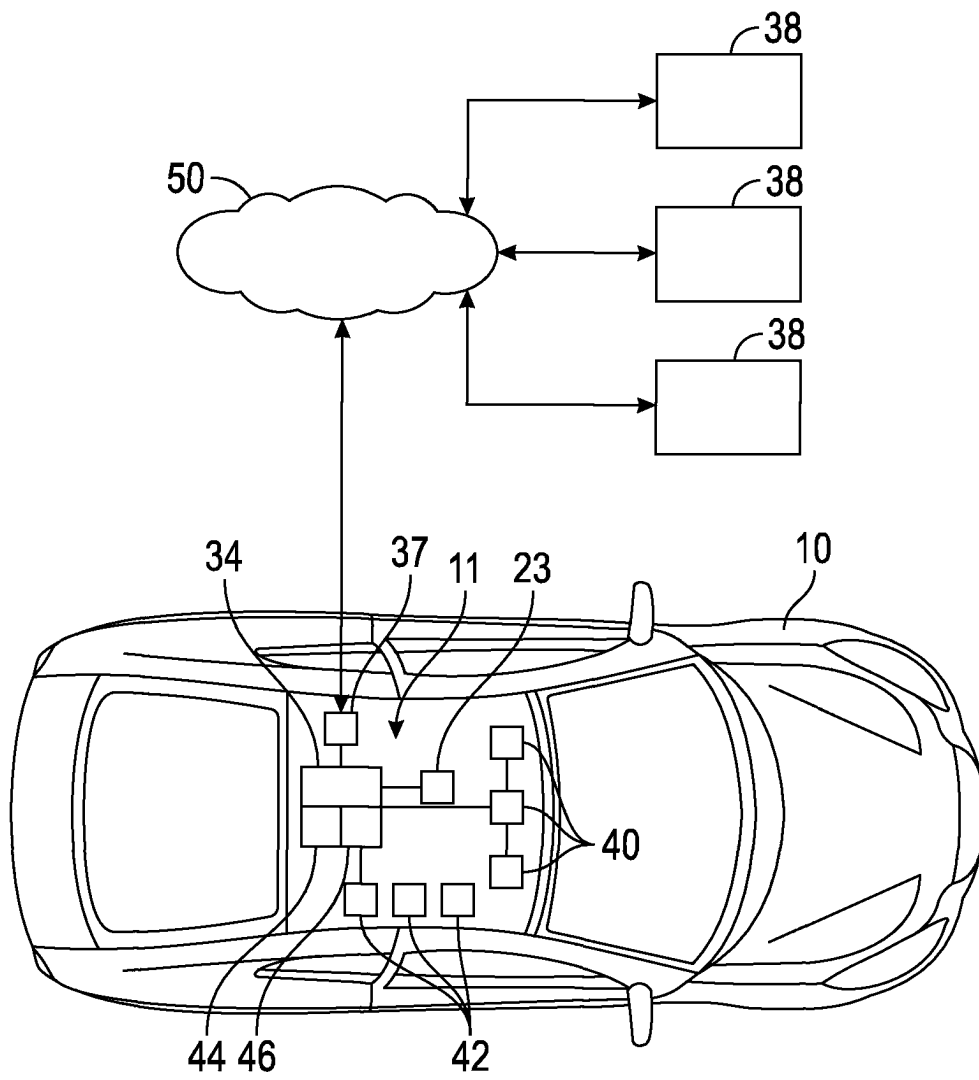


FIG. 1

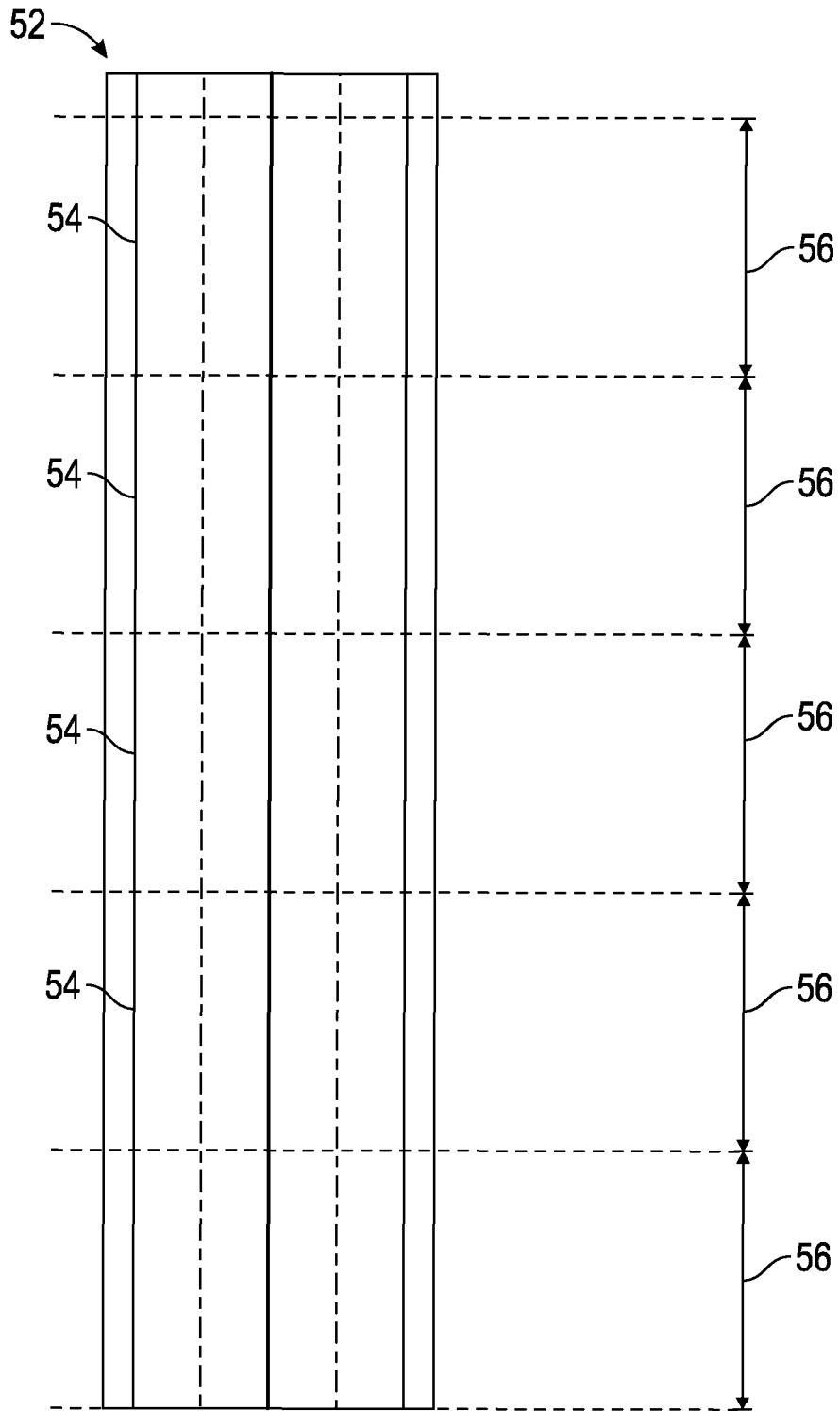


FIG. 2

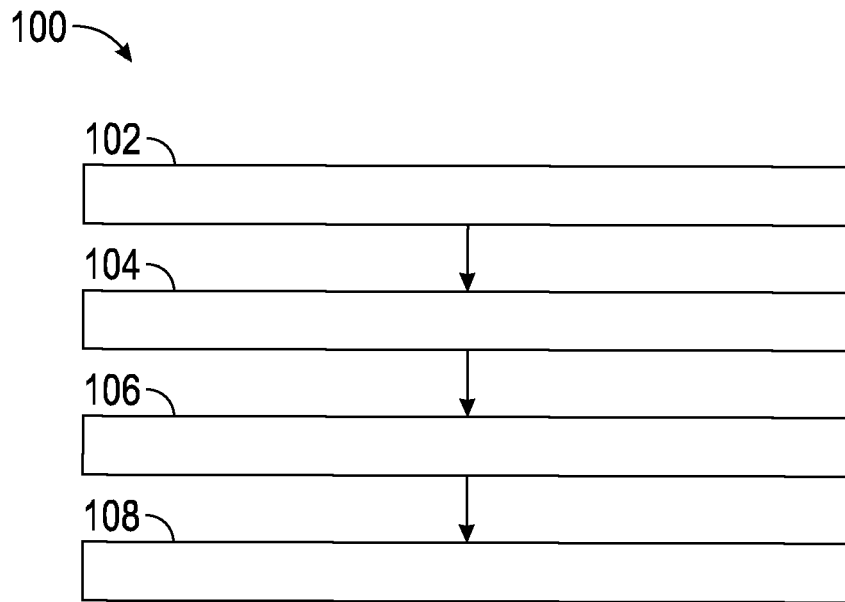


FIG. 3

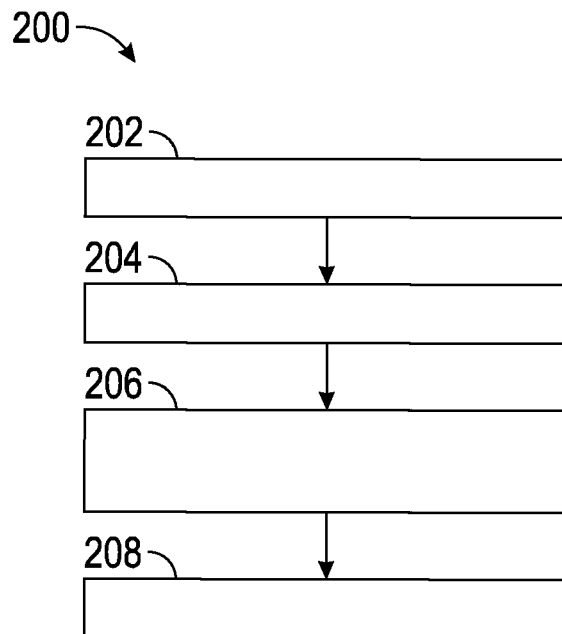


FIG. 4