



(10) **DE 10 2015 207 047 A1** 2015.10.29

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 207 047.6**

(22) Anmeldetag: **17.04.2015**

(43) Offenlegungstag: **29.10.2015**

(51) Int Cl.: **G06Q 10/08 (2012.01)**

G06Q 50/28 (2012.01)

G08G 1/04 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

61/984,119 **25.04.2014** **US**

14/632,587 **26.02.2015** **US**

(74) Vertreter:

**Grünecker Patent- und Rechtsanwälte PartG
mbB, 80802 München, DE**

(71) Anmelder:

Xerox Corporation, Norwalk, Conn., US

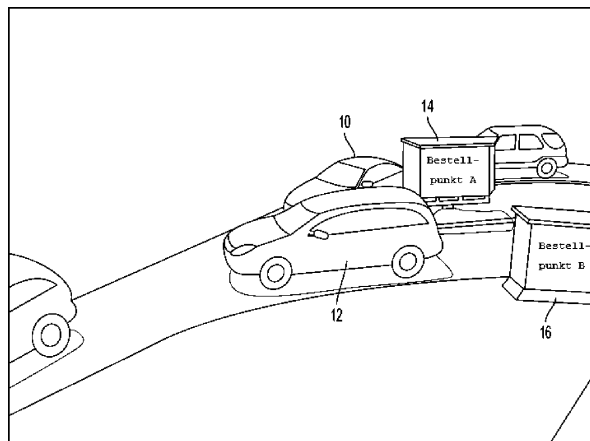
(72) Erfinder:

**Bulan, Orhan, Henrietta, N.Y., US; Bernal, Edgar
A., Webster, N.Y., US; Burry, Aaron M., Ontario,
N.Y., US; Artan, Yusuf Oguzhan, Ankara, TR**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und System automatisierten Sequenzieren von Fahrzeugen in nebeneinander angeordneten Durchfahrtskonfigurationen über eine bildbasierte Einstufung**

(57) Zusammenfassung: Diese Offenbarung stellt ein Verfahren und System zum automatisierten Sequenzieren von Fahrzeugen in nebeneinander angeordneten Durchfahrtskonfigurationen über eine bildbasierte Einstufung bereit. Gemäß einem Ausführungsbeispiel beinhaltet ein automatisiertes Sequenzierverfahren ein computerimplementiertes Verfahren zum automatisierten Sequenzieren von Fahrzeugen in einer nebeneinander angeordneten Durchfahrt, wobei das Verfahren Folgendes umfasst: a) eine Bilderfassungsvorrichtung, die ein Video eines Zusammenlaufpunktbereichs erfasst, der mit mehreren Spuren von zusammenlaufendem Verkehr assoziiert ist; b) Detektieren in dem Video eines Fahrzeugs, während dieses den Zusammenlaufpunktbereich durchquert; c) Einstufen des detektierten Fahrzeugs, das mit der Durchquerung des Zusammenlaufpunktbereichs assoziiert ist, als aus einer der zusammenlaufenden Spuren kommend; und d) Aggregieren von Fahrzeugeinstufungen, die in Schritt c) ausgeführt werden, um eine Zusammenlaufabfolge von detektierten Fahrzeugen zu generieren.



Beschreibung**ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK**

[0001] Aufgrund eines erhöhten Kundendurchsatzes in Bezug auf herkömmliche Durchfahrtskonfigurationen mit einem Bestellpunkt ist eine nebeneinander angeordnete Durchfahrtskonfiguration zu einer Standardkonfiguration, die von neu gebauten Schnellservice-Restaurants verwendet wird, sowie zu einer Konfiguration geworden, zu der viele vorhandene Restaurants wechseln. Wenngleich die nebeneinander angeordnete Durchfahrtskonfiguration Vorteile im Hinblick auf die maximale Kundendurchfahrtsrate pro Stunde aufweist, die ein Restaurant erzielen kann, und so die Anzahl der „Wegfahr“-Ereignisse (bei denen ein Kunde ankommt, beschließt, dass die Schlange zu lang ist oder er länger als geplant warten muss, und sich dann entschließt, wegzufahren) verringert wird, stellt die nebeneinander angeordnete Durchfahrt neue Herausforderungen für Restaurantleiter und -mitarbeiter dar. Eine solche Herausforderung ist die Bestimmung einer korrekten Kundenbestellabfolge, da Fahrzeuge ab dem Zeitpunkt der Aufgabe der Bestellung durch den Kunden bis zu dem Zeitpunkt, an dem der Kunde die bestellte Ware empfängt, aufgrund der parallelen Natur der Konfiguration vermischt werden können, siehe US-Patentschrift Nr. 8,401,230, erteilt am 19. März 2013, an Kozitsky et al. und mit der Bezeichnung „SIGNATURE BASED DRIVE-THROUGH ORDER TRACKING SYSTEM AND METHOD“, und US-Anmeldung Nr. 14/022,488, eingereicht am 9. September 2013 von Loce et al. und mit der Bezeichnung „DETERMINING SOURCE LANE OF MOVING ITEM MERGING INTO DESTINATION LANE“. Da zwei separate Spuren mit Bestellkonsolen vorhanden sind und dann die zwei separaten Spuren zwecks Zahlung und Abholung wieder zu einer einzigen Spur zusammenlaufen, können die zwei separaten Bestellpunkte und das erneute Zusammenlaufen der Spuren eine Diskrepanz zwischen der Abfolge, in der die Kundenbestellungen aufgenommen wurden, und der Abfolge verursachen, in der die Fahrzeuge an den Zahlungs- und Abholaltern ankommen. Dieses „Aus der Reihenfolge bringen“ kann zu falschen Preisen, die dem Kunden abgehalten werden, und/oder zur Auslieferung des falschen Essens an den Kunden führen, was erheblich zur Unzufriedenheit des Kunden beiträgt. Selbst wenn die Genauigkeit der ausgelieferten Bestellungen aufrechterhalten wird, führen diese aus der Reihenfolge gebrachten Ereignisse zu einem erheblichen Zeitverlust, d. h. Ineffizienzen, da die Mitarbeiter das bestellte Essen manuell neu sequenzieren müssen, um es mit der Abfolge von Fahrzeugen in der Abholwarteschlange in Einklang zu bringen.

KURZBESCHREIBUNG

[0002] In einer Ausführungsform dieser Offenbarung ist ein automatisiertes Sequenzierverfahren ein computerimplementiertes Verfahren zum automatisierten Sequenzieren von Fahrzeugen, die von mehreren Spuren in eine einzige Spur zusammenlaufen, wobei das Verfahren Folgendes umfasst: a) eine Bilderfassungsvorrichtung, die ein Video eines Zusammenlaufpunktbereichs erfasst, der mit mehreren Spuren von zusammenlaufendem Verkehr assoziiert ist; b) Detektieren in dem Video eines Fahrzeugs, während dieses den Zusammenlaufpunktbereich durchquert; c) Einstufen des detektierten Fahrzeugs, das mit der Durchquerung des Zusammenlaufpunktbereichs assoziiert ist, als aus den zusammenlaufenden Spuren kommend; und d) Aggregieren von Fahrzeugeinstufungen, die in Schritt c) ausgeführt werden, um eine Zusammenlaufabfolge von detektierten Fahrzeugen zu generieren. In einer anderen Ausführungsform dieser Offenbarung ist ein Bildverarbeitungssystem beschrieben, das folgendes umfasst: einen Prozessor und einen Speicher, der mit dem Prozessor wirkverbunden ist, wobei der Prozessor und der Speicher Anweisungen ausführen, um ein Verfahren zum automatisierten Sequenzieren von Fahrzeugen auszuführen, die von mehreren Spuren zu einer einzigen Spur zusammenlaufen, wobei das Verfahren Folgendes umfasst: a) eine Bilderfassungsvorrichtung, die ein Video eines Zusammenlaufpunktbereichs erfasst, der mit mehreren Spuren von zusammenlaufendem Verkehr assoziiert ist; b) Detektieren in dem Video eines Fahrzeugs, während dieses den Zusammenlaufpunktbereich durchquert; c) Einstufen des detektierten Fahrzeugs, das mit der Durchquerung des Zusammenlaufpunktbereichs assoziiert ist, als aus den zusammenlaufenden Spuren kommend; und d) Aggregieren von Fahrzeugeinstufungen, die in Schritt c) ausgeführt werden, um eine Zusammenlaufabfolge von detektierten Fahrzeugen zu generieren. In noch einer anderen Ausführungsform dieser Offenbarung ist ein System zum Aktualisieren einer Ereignisabfolge beschrieben, wobei das System eine automatische Sequenziervorrichtung umfasst, die einen Speicher und einen Prozessor umfasst und mit dem Prozessor verbunden ist, um Folgendes zu konfigurieren: Empfangen einer Anzahl einzelner Bestellanfragen von den zwei Bestellpunkten, wobei jede Bestellanfrage empfangen wird, wenn sich ein Fahrzeug an einem der zwei Bestellpunkte befindet; Aufnehmen von Videodaten eines Spurzusammenlaufpunktbereichs von mindestens einer Bildquelle, wobei der Zusammenlaufpunktbereich mit der Konvergenz von zwei Fahrzeug-Warteschlangenspuren von zwei jeweiligen Bestellpunkten zu einer einzigen Warteschlangenspur assoziiert ist; Verarbeiten eines von Rahmen und mindestens eines Bereichs von Interesse (ROI) in Rahmen der Videodaten, um ein Fahrzeug zu detektieren, das mindestens einen Abschnitt des Fahrzeugs in dem Spurzusammenlaufpunktbereich aufweist; Verfolgen einer Bewegung

jedes detektierten Fahrzeugs durch den Spurzusammenlaufpunktbereich über eine Reihe von Rahmen, bis sich das detektierte Fahrzeug außerhalb des Spurzusammenlaufpunktbereichs befindet; als Reaktion auf das detektierte und verfolgte Fahrzeug, das mit dem Spurzusammenlaufpunktbereich assoziiert ist, Einstufen eines oder mehrerer Videorahmen als ein Fahrzeug, das von einer äußeren Spur kommt, die dem Bestellpunkt A assoziiert ist, oder ein Fahrzeug aufweisend, das von einer inneren Spur kommt, die mit dem Bestellpunkt B assoziiert ist; und Aktualisieren einer Abfolge der Bestellungen, um sie mit der bestimmten Abfolge von Fahrzeugen in der einzigen Warteschlangenspur in Einklang zu bringen.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0003] Fig. 1 und Fig. 2 stellen eine Abfolge von Videobeispielen dar, die Verdeckungen von Fahrzeug zu Fahrzeug zeigen, die mit einer nebeneinander angeordneten Durchfahrtsspurenkonfiguration assoziiert sind.

[0004] Fig. 3 ist ein Flussdiagramm eines Verfahrens zum Verfolgen eines Fahrzeugs über eine bildbasierte Einstufung gemäß einem Ausführungsbeispiel dieser Offenbarung.

[0005] Fig. 4, Fig. 5 und Fig. 6 sind Bilder von Fahrzeugen, die einen Zusammenlaufpunktbereich überqueren, der mit einer nebeneinander angeordneten Durchfahrtsspur assoziiert ist, wobei die Fahrzeuge von einer äußeren Punktspur kommen.

[0006] Fig. 7, Fig. 8 und Fig. 9 sind Bilder von Fahrzeugen, die einen Zusammenlaufpunktbereich überqueren, der mit einer nebeneinander angeordneten Durchfahrtsspur assoziiert ist, wobei die Fahrzeuge von einer inneren Punktspur kommen.

[0007] Fig. 10 stellt einen Vergleich von Fahrzeugverfolgungsbereichen, die mit einer Zusammenlaufbereichseinstufung gemäß dieser Offenbarung assoziiert sind, und einer Fahrzeugverfolgung von einem Bestellpunkt zu dem Zusammenlaufbereich gemäß anderen Verfahren dar.

[0008] Fig. 11 ist ein Flussdiagramm, das eine Übersicht über ein Verfahren zum Aktualisieren einer Bestellabfolge gemäß der vorliegenden Offenbarung beschreibt.

[0009] Fig. 12 ist eine schematische Darstellung eines visionsbasierten Systems zum automatischen Generieren einer Bestellabfolge, die mit einer Abfolge übereinstimmt, in der mehrere Subjekte in eine vereinte Warteschlangenspur übergehen.

[0010] Fig. 13A bis B ist ein ausführliches Flussdiagramm, das ein Verfahren zum automatischen Generieren einer Ereignisabfolge beschreibt, die mit einer Abfolge übereinstimmt, in der mehrere Subjekte von mehreren Warteschlangen zu einer einzigen Schlange zusammenlaufen.

[0011] Fig. 14 zeigt einen Probenbildrahmen, der einen Warteschlangenbereich in einem Kamerasichtfeld aufweist.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0012] Diese Offenbarung stellt ein bild- oder videobasiertes Verfahren und System zum automatischen Sequenzieren nach dem Zusammenlauf bereit, die nicht auf die Verfolgung von Fahrzeugen von einem Bestellpunkt setzen. Ein Ansatz, der auf der Verfolgung eines Objekts basiert, würde Fahrzeuge an dem Bestellpunkt detektieren und ihre Position über Zeiten (d. h. über Rahmen) hinweg verfolgen und basierend auf der zeitlichen Abfolge von Fahrzeugpositionen eine Bestimmung dahingehend vornehmen, welches Fahrzeug den Zusammenlaufpunkt zuerst durchquert. Im Gegensatz dazu funktioniert die vorgeschlagene Offenbarung durch Detektieren von Fahrzeugen, während sie einen Zusammenlaufpunkt überqueren, und stuft die Fahrzeuge als von einer inneren oder äußeren Spur stammend ein. Das Verfahren und System setzen auf eine Offline-Trainingsstufe, in der Merkmale von manuell gekennzeichneten Proben von Fahrzeugen, die einen Zusammenlaufpunkt überqueren, extrahiert und zwecks Training in einen Klassifikator gespeist werden; der trainierte Klassifikator wird anschließend als ein Online-Klassifikatormodul während des Systembetriebs verwendet.

[0013] Die vorliegende Offenbarung stellt ein bild- oder videobasiertes Verfahren und System zum automatischen Sequenzieren nach dem Zusammenlauf bereit, die nicht auf die Verfolgung von Fahrzeugen von einem Bestellpunkt setzen. Das Verfahren und System funktionieren durch Detektieren von Fahrzeugen, während sie einen Zusammenlaufpunkt überqueren, und stuft die Fahrzeuge als von der inneren oder äußeren Spur

stammend ein, die mit der nebeneinander angeordneten Durchfahrtskonfiguration assoziiert ist. Das Verfahren und System umfassen die folgenden Module: (1) Ein Videoaufnahmemodul, das mindestens eine Videokamera aufweist, die Videos der Durchfahrt von Interesse aufnimmt; (2) ein Fahrzeugdetektionsmodul, das Fahrzeuge detektiert, während sie den Zusammenlaufpunkt überqueren, mittels z. B. Bewegungs- oder Vor-dergrunddetektion; (3) ein Fahrzeugverfolgungsmodul, das detektierte Fahrzeuge verfolgt, bis sie den überwachten Zusammenlaufpunktbereich verlassen; (4) ein Klassifikatormodul, das bestimmt, ob die detektierten Fahrzeuge von der inneren oder äußeren Durchfahrtsspur kommen; und (5) ein Zusammenlaufpunkt-Abfolgebestimmungsmodul, das Ausgaben des Klassifikatormoduls gemäß der Ausgabe des Verfolgungsmoduls vorübergehend aggregiert. Das System setzen auf eine Offline-Stufe, in der Merkmale von manuell gekennzeichneten Proben von Fahrzeugen, die den Zusammenlaufpunkt überqueren, extrahiert und zwecks Training in einen Klassifikator gespeist werden; der trainierte Klassifikator wird dann für den normalen Systembetrieb in die Online-Stufe integriert.

[0014] Wie oben im Abschnitt Allgemeiner Stand der Technik erläutert, ist aufgrund eines erhöhten Kundendurchsatzes in Bezug auf herkömmliche Durchfahrtskonfigurationen mit einem Bestellpunkt eine nebeneinander angeordnete Durchfahrtskonfiguration zur Standardkonfiguration geworden, die von neu gebauten Schnell-service-Restaurants verwendet wird, sowie zu einer Konfiguration, zu der viele vorhandene Restaurants wechseln. Wenngleich diese Konfiguration Vorteile im Hinblick auf die maximale Kundendurchfahrtsrate pro Stunde aufweist, die ein Restaurant erzielen kann, und so die Anzahl der „Wegfahr“-Ereignisse (bei denen ein Kunde ankommt, beschließt, dass die Schlange zu lang ist, und sich dann entschließt, wegzufahren) verringert wird, stellt sie neue Herausforderungen für Restaurantleiter und -mitarbeiter dar. Eine solche Herausforderung ist die Bestimmung der richtigen Kundenbestellungsabfolge, da Fahrzeuge zwischen dem Zeitpunkt der Bestellaufgabe bis zu dem Zeitpunkt, an dem der Kunde die Bestellung empfängt, aufgrund der parallelen Natur der Konfiguration vermischt werden können, siehe US-Patentschrift Nr. 8,401,230, erteilt am 19. März 2013, an Kozitsky et al. und mit der Bezeichnung „SIGNATURE BASED DRIVE-THROUGH ORDER TRACKING SYSTEM AND METHOD“, und US-Anmeldung Nr. 14/022,488, eingereicht am 9. September 2013 von Loce et al. und mit der Bezeichnung „DETERMINING SOURCE LANE OF MOVING ITEM MERGING INTO DESTINATION LANE“. Da zwei separate Spuren mit Bestellkonsolen vorhanden sind und dann die zwei separaten Spuren zwecks Zahlung und Abholung wieder zu einer einzigen Spur zusammenlaufen, können die zwei separaten Bestellpunkte und das erneute Zusammenlaufen der Spuren eine Diskrepanz zwischen der Abfolge, in der die Kundenbestellungen aufgenommen wurden, und der Abfolge verursachen, in der die Fahrzeuge an den Zahlungs- und Abholschaltern ankommen. Dieses „Aus der Reihenfolge bringen“ kann zu falschen Preisen, die dem Kunden abgehalten werden, und/oder zur Auslieferung des falschen Essens an den Kunden führen, was erheblich zur Unzufriedenheit des Kunden beiträgt. Selbst wenn die Genauigkeit der ausgelieferten Bestellungen aufrechterhalten wird, führen diese aus der Reihenfolge gebrachten Ereignisse zu einem erheblichen Zeitverlust, d. h. Ineffizienz, da die Mitarbeiter die Essensbestellungen manuell neu sequenzieren müssen, um sie mit der Abfolge von Fahrzeugen in der Abholwarteschlange in Einklang zu bringen. Ein automatisiertes Verfahren zum genauen Bestimmen einer Abfolge nach dem Zusammenlauf mittels einer Videokamera, um Fahrzeuge an jedem Bestellpunkt zu identifizieren und die identifizierten Fahrzeuge durch den Zusammenlaufpunkt zu verfolgen, erfordert eine genaue und zuverlässige Verfolgung, um die Gesamtgenauigkeit der Zusammenlaufsequenzierung aufrechtzuerhalten. Je nach dem Blickwinkel der Videokamera in Bezug auf den Zusammenlaufpunktbereich kann eine genaue Verfolgung von Fahrzeugen schwierig sein, da ein Fahrzeug in einer Spur (üblicherweise die Spur näher zur Kamera) Fahrzeuge in der anderen Spur (üblicherweise die Spur, die weiter von der Kamera entfernt ist) teilweise verdecken kann, wie in **Fig. 1** und **Fig. 2** dargestellt, wo das Fahrzeug **12** das Fahrzeug **10** verdeckt.

[0015] Andere Patentschriften/Patentanmeldungen, die eine automatisierte Zusammenlaufpunkt-Bestellungsbestimmung offenbaren, schließen signaturbasierte Bestellverfolgung ein, wie in der US-Patentschrift Nr. 8,401,230 offenbart, die am 19. März 2013 an Kozitsky et al. mit der Bezeichnung „SIGNATURE BASED DRIVE-THROUGH ORDER TRACKING SYSTEM AND METHOD“ erteilt wurde. Die Verwendung von Stolperdrähten für eine automatisierte Sequenzierung von Videos ist in der US-Patentanmeldung Nr. 13/975,245 offenbart, die am 23. August 2013 von Gross et al. unter der Bezeichnung „SYSTEM AND METHOD FOR AUTOMATED SEQUENCING OF VEHICLE UNDER LOW SPEED CONDITIONS FROM VIDEO“ eingereicht wurde. Ein auf Stereo-Vision basierendes System zur Detektion eines Zusammenlaufs beim Überqueren ist in der US-Patentanmeldung Nr. 14/022,488 offenbart, die am 9. September 2013 von Loce et al. unter der Bezeichnung „DETERMINING SOURCE LANE OF MOVING ITEM MERGING INTO DESTINATION LANE“ eingereicht wurde.

[0016] Die US-Patentanmeldung Nr. 14/260,915 offenbart ein automatisiertes Verfahren und System zur automatischen Zusammenlaufsequenzierung, die die Detektion von Fahrzeugen an ihrem jeweiligen Bestellpunkt und ihre Verfolgung beinhalten, bis sie einen Zusammenlaufpunkt überqueren. Ein solches Verfahren macht

eine genaue Bewegungs-/Vordergrunddetektion und Verfolgung erforderlich, um die Gesamtgenauigkeit der Zusammenlaufsequenzierung aufrechtzuerhalten. Je nach dem Blickwinkel der Kamera in Bezug auf den Zusammenlaufpunktbereich kann eine genaue Detektion und Verfolgung von Fahrzeugen schwierig sein, da Fahrzeuge in einer Spur, üblicherweise der Spur näher zur Kamera, Fahrzeuge in der anderen Spur, üblicherweise der Spur, die weiter von der Kamera entfernt ist), teilweise von der Kamerasicht verdecken kann, wie in **Fig. 1** und **Fig. 2** dargestellt wo der Lieferwagen die Limousine verdeckt. Diese Offenbarung stellt ein bild- oder videobasiertes Verfahren und System zum automatischen Sequenzieren nach dem Zusammenlauf bereit, wobei das Verfahren und System nicht auf die Verfolgung von Fahrzeugen von einem Bestellpunkt setzen, sondern durch Detektieren von Fahrzeugen, während diese einen Bestellpunkt überqueren, und basierend auf ihrem Erscheinungsbild, Einstufen der Fahrzeuge als von einer inneren oder äußeren Spur kommend, die mit einer Durchfahrt assoziiert ist, d. h. zwei Spuren vor dem Zusammenlaufpunkt, funktionieren. Das Verfahren und System weisen die folgenden Module auf, wie in **Fig. 3** dargestellt:

- (1) Ein Videoaufnahmemodul **50**, das mindestens eine Videokamera aufweist, die ein Video des Zusammenlaufpunktbereichs von Interesse aufnimmt;
- (2) Ein Fahrzeugdetektionsmodul **52**, z. B. Bewegungs- oder Vordergrunddetektion, das Fahrzeuge detektiert, während sie den Zusammenlaufpunkt überqueren;
- (3) Ein Fahrzeugverfolgungsmodul **54**, das Fahrzeuge verfolgt, während sie den Zusammenlaufpunkt überqueren, und sie weiter verfolgt, bis sie den Bereich verlassen;
- (4) Ein Klassifikatormodul **56**, das bestimmt, ob die detektierten Fahrzeuge von der inneren oder äußeren Durchfahrtsspur kommen; und
- (5) Ein Zusammenlaufpunkt-Abfolgebestimmungsmodul **58**, das Ausgaben des Klassifikatormoduls in Übereinstimmung mit der Ausgabe des Verfolgungsmoduls vorübergehend aggregiert und eine Bestimmung bezüglich der beobachteten Zusammenlaufabfolge vornimmt.

[0017] Das Verfahren und System weisen eine Offline-Stufe auf, in der Merkmale von manuell gekennzeichneten Proben von Fahrzeugen, die den Zusammenlaufpunkt überqueren, extrahiert und zwecks Training in einen Klassifikator gespeist werden. Danach wird der trainierte Klassifikator während des Online-Betriebs des Systems in das Klassifikatormodul aufgenommen.

[0018] Ein Prinzip, an dem das offenbarte automatisierte Sequenzierverfahren ausgeführt wird, basiert auf der Tatsache, dass das Erscheinungsbild von Fahrzeugen, die einen Zusammenlaufpunkt überqueren, je nach dem Bestellpunkt, von dem sie kommen, erheblich variiert, wie durch die Bilder in **Fig. 4** bis **Fig. 9** dargestellt. Die Bilder in **Fig. 4** bis **Fig. 6** stellen das Erscheinungsbild von Fahrzeugen dar, die von einer äußeren Bestellpunktspur kommen, während die Bilder in **Fig. 7** bis **Fig. 9** das Erscheinungsbild von Fahrzeugen darstellen, die von einer inneren Bestellpunktspur kommen, die mit einem Durchfahrtsschauplatz assoziiert ist, wie in **Fig. 1** dargestellt. Das offenbarte Verfahren und System erlernt die erforderlichen bildbasierten Merkmale, um eine Differenzierung zwischen den Fahrzeugscheinungsbildern, die mit der inneren und der äußeren Spur assoziiert sind, zu ermöglichen, und trifft eine Entscheidung dahingehend, von welcher Spur jedes neue ankommende Fahrzeug kommt, ausgehend von seinem Erscheinungsbild und den erlernten Erscheinungsbildunterschieden. Verschiedene Aspekte des Verfahrens und Systems werden nachstehend ausführlicher beschrieben.

1) Videoaufnahmemodul **50**

[0019] Das Videoaufnahmemodul umfasst mindestens eine Videokamera, die ein Video eines Bereichs von Interesse aufnimmt. Im Hinblick auf die räumlichen oder zeitlichen Auflösungen sind keine spezifischen Anforderungen erforderlich. Allerdings sind herkömmliche Überwachungskameras typischerweise IP-(Internet Protocol)-Kameras mit Pixelauflösungen von VGA (Video Graphics Array) und darüber (640 × 480) und Bildrahmenraten von 15 fps (Rahmen pro Sekunde) und darüber. Zum Beispiel eine RGB(Rot Grün Blau)-Kompaktkamera mit einer Auflösung von 1280 × 720 Pixel und einer Bildrahmenrate von 30 fps gemäß einem Ausführungsbeispiel dieser Offenbarung.

2) Fahrzeugdetektionsmodul **52**

[0020] Ein Fahrzeugdetektionsmodul detektiert die Gegenwart von Fahrzeugen, während sie den Zusammenlaufpunktbereich betreten. Gemäß einem Ausführungsbeispiel des Algorithmus wird eine Detektion eines sich bewegendes Fahrzeugs durch zeitliche Differenzierung von Rahmen ausgeführt. Andere Bewegungs- und Vordergrunddetektionsansätze wie diejenigen, die auf einer Hintergrundschätzung und -subtraktion basieren, und optischer Fluss können verwendet werden. Als Alternative und wie in der Beschreibung des Klassifikatormoduls dargestellt, kann das Einstufungsmodul verwendet werden, um eine Fahrzeugdetektion zusätzlich zu der Bestimmung auszuführen, d. h. Einstufung, von welcher Bestellspur, d. h. dem inneren oder äußeren

Bestellpunkt, das Fahrzeug kommt, ausgehend von einer rahmenweise Basis. Nachdem ein Fahrzeug detektiert ist, wird ein Tracker ausgelöst, um das Voranschreiten des Fahrzeugs zu überwachen, während es den Zusammenlaufpunktbereich überquert. Das Fahrzeugdetektionsmodul wird nur dann betätigt, wenn bestimmt wird, dass das Fahrzeug nicht bereits verfolgt wird, da das System unter der Voraussetzung arbeitet, dass zu einem bestimmten Zeitpunkt höchstens ein Fahrzeug den Zusammenlaufpunktbereich überqueren kann.

3) Fahrzeugverfolgungsmodul 54

[0021] Ein Fahrzeugverfolgungsmodul verfolgt die Position eines detektierten Fahrzeugs, während sich dieses über den Zusammenlaufpunktbereich bewegt. Beispiele von videobasierten Objektverfolgungsalgorithmen, die verwendet werden können, schließen das Mean Shift Tracking, Punkt- und globale merkmalsbasierte Algorithmen, Silhouette/Kontur und Partikelfilter-Tracker ein. Gemäß einem Ausführungsbeispiel stellt das lokale Objektverfolgungsmodul Übereinstimmungen zwischen mehreren Detektionen eines Objekts über verschiedene Rahmen her. Zu diesem Zweck kann das Verfolgungsmodul eine temporäre Abfolge ausgeben, die Daten entspricht, die die Position des detektierten Fahrzeugs über den Bereich von Rahmen beschreiben, in denen es innerhalb des überwachten Bereichs vorhanden ist. Genauer kann das lokale Verfolgungsmodul für jedes verfolgte Objekt seine Position in Pixelkoordinaten und die entsprechende Bildrahmenzahl über den Bereich von Rahmenausgeben, für den das Objekt innerhalb des überwachten Bereichs bleibt. Dieses Modul führt eine Verfolgung an dem Zusammenlaufpunktbereich aus und ist erforderlich, um zu verhindern, dass ein einziges Fahrzeug in dem Bereich mehrere Fahrzeugdetektionssignale auslöst. Insbesondere beinhaltet im Gegensatz zu dem offenbarten Verfahren und System ein anderer Ansatz eine automatische Zusammenauflösung, die die Verfolgung von Fahrzeugen den gesamten Weg von dem Bestellpunkt bis zu dem Zusammenlaufpunkt beinhaltet. Je nach den Kamerawinkeln, die für ein bestimmtes Restaurant verfügbar sind, kann die Leistung dieses Ansatzes durch schwerwiegende Verdeckungen beeinträchtigt sein, wie in **Fig. 1** dargestellt. Im Falle des gegenwärtig offenbarten Verfahrens und Systems sind Verdeckungen jedoch nur selten von Bedeutung, da die Verfolgung ausgeführt wird, nachdem ein Zusammenlauf in einem Bereich der Durchfahrt stattgefunden hat, die für jeweils nur ein Fahrzeug Platz hat. Die zwei Verfolgungsbereiche werden in **Fig. 10** verglichen, wo die Strecken, die von der anderen Verfolgungslösung unterstützt werden, die Pfeile **62** und **64** aufweisen, und der Verfolgungsbereich, der von dem gegenwärtig offenbarten bildbasierten Einstufungsverfahren und System unterstützt werden muss, den Pfeil **60** aufweist.

4) Klassifikatormodul 56

[0022] Ein Klassifikatormodul trifft eine rahmenweise Entscheidung darüber, ob das Fahrzeug, das an dem Zusammenlaufpunkt von dem Fahrzeugdetektionsmodul detektiert wird oder von dem Fahrzeugverfolgungsmodul verfolgt wird, von dem inneren oder dem äußeren Bestellpunkt kommt. Gemäß einem Ausführungsbeispiel des Algorithmus werden zwei Support Vector Machine(SVM)-Klassifikatoren mit linearem Kern verwendet, die an extrahierten „Histogram of Gradient“- (HOG)-Merkmalen von Trainingsbildern von Fahrzeugen trainiert sind. Andere Ausführungsbeispiele können weniger oder mehr trainierte und angewendete Klassifikatoren beinhalten. Zum Beispiel können andere Klassifikatoren wie diejenigen, die auf SVM mit nicht linearen Kernen basieren, neurale Netzwerke, überwachte Clusterbildungs- und Entscheidungsbäume verwendet werden.

[0023] Gleichermaßen können andere Merkmale texturbasierte Merkmale wie Local Binary Patterns (LBP), Successive Mean Quantization Transform-(SMQT)-Merkmale; Merkmale, die auf Farbattributen basieren (z. B. Farbhistogramme); skaleninvariante Merkmale wie Scale Invariant Feature Transform(SIFT)-Merkmale oder Speeded Up Robust Features (SURF); und lokale Bilddeskriptoren wie Bag of Visual Words (BOV) oder Fisher-Vektoren einschließen. Wie oben offenbart, muss, bevor das Klassifikatormodul an einem ankommenden Video eingesetzt werden kann, ein Klassifikator in einer Trainingsstufe trainiert werden. Die Anwendung des trainierten Klassifikators an einem ankommenden Video erfolgt in einer Online-Stufe.

[0024] Trainingsstufe: Jeder Klassifikator (d. h. ein Klassifikator für jede Zusammenlaufspur) wird unabhängig mit manuell gekennzeichneten positiven Proben, die Bilder mit Fahrzeugen umfassen, die von der Spur kommen, die dem Klassifikator zugewiesen ist, und manuell gekennzeichneten negativen Proben trainiert, die Bilder ohne Fahrzeuge und Bilder mit Fahrzeugen von der Spur umfassen, die dem Klassifikator nicht zugewiesen ist. Die Trainingsproben werden von RGB in Grauskala umgewandelt; anschließend werden HOG-Merkmale aus den resultierenden monochromatischen Bildern extrahiert und einer SVM-Klassifikator-Trainingsstufe mit linearem Kern zugeführt. Der Klassifikator wird trainiert, um die positiven Proben von den negativen Proben durch Finden von Regeln zu unterscheiden, die ihre entsprechenden Merkmalsrepräsentationen trennen.

[0025] In einer anderen Ausführungsform wird ein einziger Mehrklassen-Klassifikator trainiert, um zwischen Bildern von Fahrzeugen zu unterscheiden, die von jeder der zusammenlaufenden Spuren kommen. Zum Beispiel ist der trainierte Klassifikator in dem Fall, wenn zwei Spuren zu einer einzigen Spur zusammenlaufen, ein binärer Klassifikator, wobei Klasse 1 Bildern von Fahrzeugen entspricht, die von Spur 1 zusammenlaufen, und Klasse 2 Bildern von Fahrzeugen entspricht, die von Spur 2 zusammenlaufen. Eine größere Anzahl von zusammenlaufenden Spuren kann unterstützt werden.

[0026] In noch einer anderen Ausführungsform wird ein einziger Mehrklassen-Klassifikator trainiert, um zwischen Bildern von Fahrzeugen, die von jeder der zusammenlaufenden Spuren kommen, sowie Bildern zu unterscheiden, die keine Fahrzeuge enthalten. Falls die Anzahl der zusammenlaufenden Spuren in diesem Fall N ist, dann ist die Anzahl der Klassen in dem Klassifikator $N + 1$.

[0027] Online-Stufe: Nachdem jeder Klassifikator trainiert ist, wird er auf ein Live-Video angewendet, das von dem Videoaufnahmemodul aufgenommen wird. Gemäß einem Ausführungsbeispiel werden die Klassifikatoren nur auf Rahmen angewendet, für die ein Fahrzeug von dem Fahrzeugdetektionsmodul detektiert wurde oder für die ein Fahrzeug von dem Fahrzeugverfolgungsmodul verfolgt wird. Gemäß einem anderen Ausführungsbeispiel werden die Klassifikatoren auf jeden Rahmen angewendet und ihre Ausgaben werden verwendet, um sowohl eine Fahrzeugdetektion als auch eine Bestimmung der Spur auszuführen, von der die Bestellung kommt.

[0028] In der alternativen Ausführungsform, in der ein einziger Mehrklassen-Klassifikator mit einer Anzahl von Klassen vorhanden ist, die der Anzahl von zusammenlaufenden Spuren entspricht, kann der Klassifikator nur auf Rahmen angewendet werden, für die ein Fahrzeug von dem Fahrzeugdetektionsmodul detektiert wurde. In der alternativen Ausführungsform, in der ein einziger Mehrklassen-Klassifikator vorhanden ist, der mit Klassen, die Bildern von Fahrzeugen entsprechend, die von jeder Spur zusammenlaufen, und mit einer zusätzlichen Klasse trainiert ist, die Bildern ohne Fahrzeuge entsprechen, kann der Klassifikator auf jeden Rahmen oder auf Rahmen angewendet werden, für die ein Fahrzeug von dem Fahrzeugdetektionsmodul detektiert wurde.

[0029] Tabelle 1 unten zeigt zwei Betriebsweisen, wobei vorausgesetzt wird, dass Klassifikator 1 mit positiven Proben von der inneren Spur und Klassifikator 2 mit positiven Proben von der äußeren Spur trainiert wurde. Die Ausgabe jedes Klassifikators ist eine reale Zahl, die positiv ist, falls der Klassifikator entscheidet, dass das Eingabebild eine positive Fahrzeugprobe enthält, und anderenfalls negativ ist. In Ausführungsform 1 wird eine Entscheidung nur dann getroffen, wenn ein Fahrzeug vorher von dem Fahrzeugdetektionsmodul detektiert wurde oder gegenwärtig von dem Verfolgungsmodul verfolgt wird. In Ausführungsform 2 wird die Ausgabe des Klassifikators selbst als ein Indikator der anfänglichen Gegenwart eines Fahrzeugs verwendet, falls ein Fahrzeug nicht bereits verfolgt wird. Die detektierte anfängliche Gegenwart eines Fahrzeugs löst ein Verfolgungsereignis für nachfolgende Rahmen aus. Es sei darauf hingewiesen, dass der Fall, in dem die Ausgabe beider Klassifikatoren positiv ist, nur selten auftritt, jedoch dennoch eine Entscheidung für diese Fälle getroffen werden muss. In diesen Fällen kann eine Entscheidung getroffen werden, indem beispielsweise die Klasse gewählt wird, für die die Entscheidung ein höheres Vertrauen hat. Andere Entscheidungen wie das Warten auf einen zukünftigen Rahmen, bei dem kein Konflikt zwischen Klassifikatoren vorhanden ist, kann ebenfalls getroffen werden.

C1 Ausgabe	C2 Ausgabe	Entscheidung in Ausführungsform 1	Entscheidung in Ausführungsform 2
$\leq t_1$	$\leq t_2$	Keine Entscheidung getroffen	Kein Auto vorhanden
$> t_1$	$\leq t_2$	Ankommendes Auto von innerer Spur	
$\leq t_1$	$> t_2$	Ankommendes Auto von äußerer Spur	
$> t_1$	$> t_2$	Ankommendes Auto von innerer Spur, falls $C1 > C2$ Ankommendes Auto von innerer Spur, falls $C1 \leq C2$	

Tabelle 1

5) Zusammenlaufpunkt-Abfolgebestimmungsmodul 58

[0030] Das Zusammenlaufpunkt-Abfolgebestimmungsmodul aggregiert vorübergehend Ausgaben des Klassifikatormoduls in Übereinstimmung mit der Ausgabe des Verfolgungsmoduls. Dies führt in der Tat zum Tref-

fen einer Entscheidung bezüglich der Reihenfolge, in der Fahrzeuge den Zusammenlaufpunkt überqueren, basierend auf den Ausgaben aus dem Verfolgungs- und dem Klassifikatormodul. Wie oben beschrieben, kann die Ausgabe des Verfolgungsmoduls verwendet werden, und ein bestimmtes Fahrzeug über eine Anzahl von Rahmen zu identifizieren. Da eine klassifikatorbasierte Entscheidung für jeden der Rahmen getroffen werden kann, kann eine vereinheitlichte oder aggregierte Entscheidung durch Ausführen einer mathematischen Kombination der Ausgaben der Klassifikatoren für die Rahmen, die einem einzigen Fahrzeug entsprechen, von dem Verfolgungsmodul getroffen werden. Zum Beispiel ist eine Stimmenmehrheit der Entscheidungen, die für jeden Rahmen getroffen werden, der einem bestimmten Fahrzeug entspricht, in der einfachsten Ausführungsform die Ausgabe. Gemäß anderen Ausführungsformen können gewichtete Kombinationen zwischen den Klassifikatorausgaben über Rahmen berechnet werden. Zum Beispiel können Entscheidungen, die anfänglich für ein Fahrzeug getroffen wurden, als zuverlässiger erachtet werden als diejenigen, die später getroffen werden, weshalb früheren Klassifikatorentscheidungen ein größeres Gewicht verliehen werden kann. Ein „Subjekt“, wie hierin berücksichtigt, kann ein Fahrzeug oder einen Fußgänger und dergleichen einschließen, das bzw. der im Allgemeinen in einer Warteschlange(n) wartet, bis es bzw. er an der Reihe ist, um nach Aufgabe einer Kunden-/Einzelanfrage und/oder Bestellung für das Ereignis eine spezifische Ware und/oder einen Dienst („Ereigniserfüllung“) in Empfang zu nehmen. Zu Darstellungszwecken schließen die hierin bezeichneten Subjekte Fahrzeuge ein, die jeweils mit einem Kunden assoziiert sind, der einen Artikel kauft. Allerdings wird hierin keine Einschränkung hinsichtlich des „Subjekts“ und des endgültigen Zwecks der Warteschlange gemacht.

[0031] Ein „Zusammenlaufpunkt“, wie hierin berücksichtigt, ist ein Bereich, der in dem Kamerasichtfeld definiert ist, den ein Subjekt betritt und/oder von einer von mehreren Warteschlangen zu einer einzelnen Warteschlangenspur zusammenläuft und nun als Teil der Warteschlange betrachtet wird, die sich einem Endereignispunkt nähert. Zu Erläuterungszwecken kann der hierin bezeichnete Zusammenlaufpunkt einen Bereich aufweisen, den ein Fahrzeug betritt und/oder von einer von mehreren Warteschlangen zu einer einzelnen Warteschlangenspur zusammenläuft, nachdem eine Bestellung an einem von mehreren nebeneinander angeordneten Bestellpunkten aufgegeben wurde, und wird nun als Teil der Warteschlange betrachtet, die sich den Service-(Zahlungs- und Abholungs-)-Fenstern nähert.

[0032] Fig. 11 ist ein Flussdiagramm, das eine Übersicht über ein Verfahren **100** zum Aktualisieren einer Bestellabfolge gemäß der vorliegenden Offenbarung beschreibt. Das Verfahren beginnt bei S112. Das System nimmt bei S114 Videodaten von mindestens einer Bildquelle auf, die einen Bereich von Interesse („Warteschlangenbereich“) überwacht, der einen Spurzusammenlaufbereich aufweist, wo eine innere und eine äußere Spur zu einer einzigen Warteschlangenspur zusammenlaufen. Die Videodaten werden von mindestens einer Videokamera generiert, die ein individuelles oder kombiniertes Sichtfeld aufweist, das den Spurzusammenlaufpunktbereich aufweist, an dem die separaten Warteschlangenspuren zu einer einzigen Warteschlangenspur zusammenlaufen. Das System durchsucht die Rahmen oder Bereiche von Interesse (ROI), die in den Rahmen definiert sind, nach Fahrzeugen, die zumindest in der Nähe der Grenze des Spurzusammenlaufpunktbereichs S116 angeordnet sind. In den erläuterten Ausführungsformen können bestehende modellbasierte Ansätze zur Hintergrundsubtraktion oder Bewegungsdetektion verwendet werden, um das Fahrzeug zu detektieren. Das System assoziiert bei S118 jedes detektierte Objekt als ein Kandidatenfahrzeug. Im Allgemeinen bestimmt das System dann bei S120, ob das Kandidatenfahrzeug vorher einem Tracker zugewiesen war oder ob es neu auf dem Schauplatz ist. Hauptsächlich beinhaltet der Ansatz, der für diese Bestimmung verwendet wird, das Berechnen eines Deskriptors oder Wertes wie eines Attributs, eines Abstands von anderen Subjekten, eines Satzes von Merkmalen und/oder einer Anzahl von verfolgten Merkmalen in dem Bereich usw., Beschreiben des Erscheinungsbildes eines Kandidatensubjekts und Vergleichen des Deskriptors/Wertes mit Schwellenwerten oder entsprechenden Deskriptoren anderer Fahrzeuge, die gegenwärtig verfolgt werden. Der Deskriptor/Wert, der berechnet wird, basiert auf der Art des Verfolgungsalgorithmus, der von dem System angewendet wird. In ähnlicher Weise kann der Verfolgungsalgorithmus, der von dem System angewendet wird, von dem modellbasierten Ansatz abhängig sein, der zum Detektieren der Kandidatenfahrzeuge angewendet wird. Basierend auf den Ergebnissen des Vergleichs stuft das System jedes Kandidatenfahrzeug als zu einem neuen Fahrzeug von Interesse und einer gegenwärtig verfolgten Fahrzeugkategorie ein. Als Reaktion darauf, dass das Kandidatenfahrzeug als ein neues Fahrzeug von Interesse kategorisiert ist, weist das System dem neuen Fahrzeug bei S122 einen Tracker zu. Die Bewegung jedes Fahrzeugs wird bei S124 in und um den überwachten Warteschlangen-Zusammenlaufpunktbereich über die nachfolgenden Serien von Rahmen verfolgt. Im Allgemeinen wird jedes verfolgte Fahrzeug über die Serie von Rahmen verfolgt, während seine Position innerhalb eines vorbestimmten/vordefinierten Zusammenlaufpunktbereichs liegt, an dem die mehreren Warteschlangen zu einer einzigen Warteschlangenspur konvergieren. Als Reaktion darauf, dass das detektierte/verfolgte Fahrzeug den vordefinierten Zusammenlaufpunktbereich überquert, stuft das System bei S125 einen oder mehrere Rahmen ein, die mit der Fahrzeugdetektion und -verfolgung assoziiert sind, um zu bestimmen, ob das detektierte/verfolgte Fahrzeug von einer äußeren Spur, die den Bestellpunkt A aufweist, oder einer in-

neren Spur stammt, die mit dem Bestellpunkt B assoziiert ist, wobei das System dann bei S126 eine bestimmte Abfolge von Fahrzeugen berechnet, die sich dem Servicepunkt nähern. Diese bestimmte Abfolge entspricht dem Zeitpunkt, wenn die verfolgten Fahrzeuge in Bezug auf die anderen verfolgten Fahrzeuge in die einzige Warteschlangenspur übergangen sind. Das System aktualisiert dann bei S128 die Abfolge von Bestellungen, um die beobachtete Abfolge von Fahrzeugen in der einzigen Warteschlangenspur in Einklang zu bringen. In einer Ausführungsform ist die Bestellkennung mit dem Tracker assoziiert und folgt dem Subjekt über die Serie von Rahmen. Das System kann die Bestellkennung verwenden, um die aktualisierte Bestellabfolge zu berechnen, sodass die Bestellungen in der Abfolge erfüllt werden können, die für jedes Fahrzeug zum Erreichen des Servicepunktes vorausgesehen wird. Das Verfahren endet bei S130.

[0033] Fig. 12 ist eine schematische Darstellung eines visionsbasierten Systems **200** zum automatischen Generieren einer Bestellabfolge, die mit einer Abfolge übereinstimmt, in der mehrere Subjekte in eine zusammengeführte Warteschlangenspur übergehen. Das System **200** weist eine automatische Sequenziervorrichtung **202** und eine Bildquelle **204** auf, die miteinander durch Kommunikationsverbindungen verbunden sind, die hierin als ein Netzwerk bezeichnet werden. In einer Ausführungsform kann das System **200** mit einer Benutzervorrichtung **206** weiter verbunden sein. Diese Komponenten sind nachstehend ausführlicher beschrieben.

[0034] Die automatische Sequenziervorrichtung **202**, die in Fig. 12 dargestellt ist, weist eine Steuerung **210** auf, die Teil des Fahrzeugs **202** ist oder mit diesem assoziiert ist. Die beispielhafte Steuerung **210** ist ausgelegt, eine Analyse von Bildrahmen oder Videodaten (nachstehend „Videodaten“) zu steuern, die von dem System **200** empfangen werden. Die Steuerung **210** weist einen Prozessor **212** auf, der den Gesamtbetrieb der Vorrichtung **202** durch Ausführen von Verarbeitungsanweisungen steuert, die in dem Speicher **214** gespeichert sind, der mit dem Prozessor **212** verbunden ist.

[0035] Der Speicher **214** kann eine beliebige Art von anfassbarem computerlesbarem Medium wie einen wahlfreien Zugriffsspeicher (RAM), Nurlesespeicher (ROM), Magnetplatte oder -band, optische Platte, Flashspeicher oder holografischen Speicher repräsentieren. In einer Ausführungsform umfasst der Speicher **214** eine Kombination von wahlfreiem Zugriffsspeicher und Nurlesespeicher. Der digitale Prozessor **212** kann unterschiedlich ausgeführt sein, wie durch einen Einkernprozessor, einen Doppelkernprozessor (oder allgemeiner durch einen Mehrfachkernprozessor), einen digitalen Prozessor und einen zusammenwirkenden mathematischen Coprozessor, eine digitale Steuerung oder dergleichen. Neben der Steuerung des Betriebs der Vorrichtung **202** führt der digitale Prozessor Anweisungen aus, die in dem Speicher **214** gespeichert sind, um die Teile des Verfahrens auszuführen, die in Fig. 11, Fig. 13A und Fig. 13B dargestellt sind. In einigen Ausführungsformen können der Prozessor **212** und der Speicher **214** in einem einzigen Chip kombiniert sein.

[0036] Die Vorrichtung **202** kann in einer vernetzten Vorrichtung wie der Bildquelle **204** ausgeführt sein, wenngleich auch in Betracht gezogen wird, dass die Vorrichtung **202** an einem anderen Ort in einem Netzwerk angeordnet sein kann, mit dem das System **200** verbunden ist, wie einem zentralen Server, einem vernetzten Computer oder dergleichen, oder in dem gesamten Netzwerk verteilt oder anderweitig zugänglich sein kann. Mit anderen Worten kann die Verarbeitung innerhalb der Bildquelle **204** vor Ort oder bei einer zentralen Verarbeitung offline oder durch einen Servercomputer nach Übertragen der Videodaten durch ein Netzwerk ausgeführt werden. In einer Ausführungsform kann die Bildquelle **204** eine Vorrichtung sein, die ausgelegt ist, die Videodaten **230** an die Vorrichtung **202** zu übermitteln und/oder zu übertragen. In einer anderen Ausführungsform können die Videodaten **230** von einer beliebigen geeigneten Quelle wie einer Arbeitsstation, einer Datenbank, einer Speichervorrichtung wie einer Platte oder dergleichen eingegeben werden. Die Bildquelle **204** steht mit der Steuerung **210** in Verbindung, die den Prozessor **212** und die Speicher **214** enthält.

[0037] Die hierin offenbarten Stufen werden von dem Prozessor **212** gemäß Anweisungen ausgeführt, die in dem Speicher **214** enthalten sind. Genauer speichert der Speicher **214** ein Videopuffermodul **216**, das Videodaten von einem Video des Warteschlangen-Zusammenlaufpunktbereichs aufnimmt; ein Fahrzeugdetektionsmodul **218**, das Kandidatensubjekte in mehreren Warteschlangen detektiert, die in einem Warteschlangenbereich enthalten sind; ein Merkmalsextraktionsmodul **220**, das Merkmale für jedes neue Kandidatenfahrzeug extrahiert, ein Fahrzeugverfolgungsmodul **222**, das die Position jedes detektierten Fahrzeugs in und um den überwachten Warteschlangen-Zusammenlaufpunktbereich verfolgt, bis das verfolgte Fahrzeug den Zusammenlaufpunkt passiert hat; ein Zusammenlaufpunktschiedsmodul **224**, das eine beobachtete Abfolge von Fahrzeugen berechnet, die sich dem Servicepunkt nähern, als Reaktion darauf, dass das verfolgte Fahrzeug in dem vordefinierten Zusammenlaufpunktbereich detektiert/verfolgt wird, das System; und ein Ereignisberichterstattungsmodul **225**, das die Abfolge von zu erfüllenden Bestellungen aktualisiert, um sie mit der beobachteten Abfolge von Fahrzeugen in der einzigen Warteschlangenspur nach dem Zusammenlaufpunkt in Einklang zu bringen. Weitere berücksichtigte Ausführungsformen können auch ein Fahrzeugvalidierungsmodul **219** auf-

weisen, das bestimmt, ob jedes Kandidatenfahrzeug ein neu detektiertes Fahrzeug oder ein gegenwärtig verfolgtes Fahrzeug ist. Ausführungsformen werden berücksichtigt, wobei diese Anweisungen in einem einzigen Modul oder als mehrere Module gespeichert werden können, die in verschiedenen Vorrichtungen ausgeführt sind. Die Module **216** bis **225** werden später unter Bezugnahme auf das beispielhafte Verfahren beschrieben. Die Softwaremodule wie hier verwendet sollen eine beliebige Sammlung oder einen beliebigen Satz von Anweisungen umschließen, die von der Vorrichtung **202** oder einem anderen digitalen System ausführbar sind, um den Computer oder ein anderes digitales System zum Ausführen der Aufgabe zu konfigurieren, die von der Software beabsichtigt wird. Wie hier verwendet, soll der Ausdruck „Software“ jene Anweisungen einschließen, die in einem Speichermedium wie RAM, einer Festplatte, optischen Platte oder dergleichen gespeichert sind, und soll auch so genannte „Firmware“ einschließen, die Software ist, die auf einem ROM oder dergleichen gespeichert ist. Diese Software kann unterschiedlich organisiert sein und kann Softwarekomponenten einschließen, die als Bibliotheken, internetbasierte Programme, die auf einem Fernserver oder dergleichen gespeichert sind, Quellcode, interpretativer Code, Objektcode, direkt ausführbarem Code und so fort organisiert sind. Es wird in Betracht gezogen, dass die Software Code auf Systemebene oder Rufe zu einer anderen Software aufrufen kann, die sich an einem Server (nicht dargestellt) oder anderen Standort befindet, um bestimmte Funktionen auszuführen. Die verschiedenen Komponenten der Vorrichtung **202** können alle durch einen Bus **226** verbunden sein.

[0038] Unter weiterer Bezugnahme auf **Fig. 12** weist die Vorrichtung **202** auch eine oder mehrere Kommunikationsschnittstellen **228** wie Netzwerkschnittstellen zum Kommunizieren mit externen Vorrichtungen auf. Die Kommunikationsschnittstellen **228** können zum Beispiel ein Modem, einen Router, ein Kabel und/oder einen Ethernet-Anschluss usw. einschließen. Die Kommunikationsschnittstellen **228** sind ausgelegt, die Videodaten **230** als Eingabe zu empfangen.

[0039] Die Vorrichtung **202** kann eine oder mehrere Spezial- oder Universalrechenvorrichtungen wie einen Servercomputer, eine Steuerung oder eine beliebige andere Rechenvorrichtung aufweisen, die Anweisungen zum Durchführen des beispielhaften Verfahrens ausführen kann.

[0040] **Fig. 12** stellt ferner die Vorrichtung **102** dar, die mit der Bildquelle **204** verbunden ist, um die Videodaten in elektronischem Format aufzunehmen und/oder bereitzustellen. Die Quelle **204** (nachstehend „Videokamera **204**“) kann eine oder mehrere Überwachungskameras aufweisen, die ein Video von dem Schauplatz (Warteschlangen-Zusammenlaufpunktbereich) von Interesse erfassen. Die Anzahl der Kameras kann je nach der Ausdehnung und der Position des überwachten Warteschlangenbereichs variieren. Mehrere Kameras können erforderlich sein, wobei sich die Länge einer Warteschlange problemlos über das Sichtfeld einer einzigen Kamera hinaus erstreckt. Es wird in Betracht gezogen, dass das kombinierte Sichtfeld mehrerer Kameras typischerweise den gesamten Bereich umfasst, der den Zusammenlaufpunktbereich umgibt. Zum Ausführen des Verfahrens bei Nacht in Bereichen ohne externe Beleuchtungsquellen oder mit unregelmäßiger Beleuchtung von Umgebungsquellen kann die Videokamera **204** NIR-(naher Infrarotbereich)-Funktionen aufweisen. Darüber hinaus ist die Videokamera **204**, die in der vorliegenden Offenbarung verwendet wird, ausgelegt, ein Video bei einer Bildrate zu erfassen, die (mit ausreichender Höhe) dazu in der Lage ist, ein oder mehrere Fahrzeuge zu handhaben, die sich bei vorhergesehenen Geschwindigkeiten durch den Schauplatz bewegen.

[0041] Unter weiterer Bezugnahme auf **Fig. 12** werden die Videodaten **130** von der Vorrichtung **202** verarbeitet, um die beobachtete Fahrzeugabfolge **232** und/oder die aktualisierte Bestellabfolge **236** auszugeben.

[0042] Darüber hinaus kann das System **200** die Ausgabe in einer geeigneten Form auf einer grafischen Benutzeroberfläche (GUI) **234** anzeigen. Die GUI **234** kann eine Anzeige zum Anzeigen der Informationen für Benutzer und eine Benutzereingabevorrichtung wie eine Tastatur oder einen Touch- oder beschreibbaren Bildschirm aufweisen, um Anweisungen als Eingabe zu empfangen, und/oder eine Cursorsteuervorrichtung wie eine Maus, ein Touchpad, einen Trackball oder dergleichen, um dem Prozessor **212** Benutzereingabeinformationen und Befehlsauswahlen mitzuteilen. Als Alternative kann die Vorrichtung **202** die Ausgabe einer Benutzervorrichtung **206** bereitstellen, die die Ausgabe einem Benutzer anzeigen kann, wie die Benutzer, die eine Zahlung vornehmen und/oder die Bestellungen erfüllen. Darüber hinaus kann die beobachtete Fahrzeugabfolge **232** und/oder die aktualisierte Bestellabfolge **236** in einer berücksichtigten Ausführungsform an eine andere Computeranwendung übermittelt werden, die eine zusätzliche Verarbeitung an den Daten ausführen kann, um Durchsatzmodelle umzugestalten und die Effizienz und Profitpotenziale zu maximieren.

[0043] **Fig. 13A bis B** ist ein ausführliches Flussdiagramm, das ein Verfahren **300** zum automatischen Generieren einer Ereignisabfolge beschreibt, die mit einer Abfolge übereinstimmt, in der mehrere Fahrzeuge von mehreren Warteschlangenspuren zu einer einzigen Warteschlangenspur zusammenlaufen. Das Verfahren be-

ginnt bei S302. Das System nimmt bei S304 Videodaten von mindestens einer Bildquelle auf, die einen Bereich von Interesse („Warteschlangen-Zusammenlaufpunktbereich“) überwachen. Die Videodaten werden von mindestens einer oder mehreren Videokameras generiert, die ein individuelles oder kombiniertes Sichtfeld aufweisen, das einen Zusammenlaufpunktbereich aufweist, an dem separate Warteschlangenspuren zu einer einzigen Warteschlangenspur zusammenlaufen. Ein beispielhafter Bildrahmen ist in **Fig. 14** dargestellt, wobei das vorliegende Verfahren in einer Fastfood-Durchfahrt implementiert werden kann. In dem dargestellten Beispiel weisen die Startpunkte nebeneinander angeordnete Bestelleingabepunkte **14**, **16** auf, die den Positionen von Menüs entsprechen, wo Bestellungen mithilfe eines Mikrofons aufgegeben werden. Der Zusammenlaufpunkt **446** ist als eine Linie in dem Bildraum markiert. Die Videokamera(s) weisen ein individuelle oder kombiniertes Sichtfeld auf, das weit genug ist, um eine Bewegung des Fahrzeugs **448** zu erfassen, während es den Zusammenlaufpunktbereich zwischen den Linien **445** und **446** überquert. Das bzw. die Sichtfeld(er) der Kamera(s) können wahlweise zusätzliche Bereiche des Warteschlangenbereichs abdecken, einschließlich der Eingabeabschnitte **441**, **443** der separaten Warteschlangen, die vor den Startpunkten angeordnet sind, d. h. dort, wo Subjekte eine der separaten Warteschlangen betreten, und des Endabschnitts der einzigen Warteschlange, die nach dem Zusammenlaufpunkt angeordnet ist, wie dem Servicepunkt.

[0044] Die Videodaten können direkt von der bzw. den Videokamera(s) oder von einer zwischengeschalteten Bildquelle aufgenommen werden, die die Videodaten von der Videokamera speichert und/oder übermittelt. Ungeachtet dessen kann eine Anordnung der Videokamera in der Nähe des Zusammenlaufpunktbereichs fixiert werden, um Verdeckungen, die an dem Schauplatz beobachtet werden, zu vermeiden und/oder zu minimieren. Allerdings zieht die Offenbarung in Betracht, dass das Videopuffermodul **216** Geometrien für Videodaten unterstützen kann, die von Videokameras aufgenommen werden, die an einem anderen Ort angeordnet sind. Mit anderen Worten kann das hierin offenbarte System Videodaten verarbeiten, die von Kameras aufgenommen werden, die in einer vorhandenen Überwachungsinfrastruktur enthalten sind.

[0045] Unter erneuter Bezugnahme auf **Fig. 13A** übermittelt das Videopuffermodul **216** die Videorahmen, die von den Videodaten aufgenommen werden, zur Verarbeitung an das Subjektdetektionsmodul **218**. Das Modul **218** kann jeden Rahmen oder jeden n-ten Rahmen in der Abfolge verarbeiten. In ähnlicher Weise kann das Modul **218** den gesamten Bildrahmen oder einen Bereich von Interesse (ROI) verarbeiten, der in den Rahmen definiert ist. Genauer kann der ROI einen ROI des Bildrahmens aufweisen, wobei neue Fahrzeuge wahrscheinlich in dem Warteschlangen-Zusammenlaufpunktbereich erscheinen. Ein Aspekt der Verarbeitung bestimmter ROI ist, dass sie eine Detektion von Subjekten („falsche Detektion“) verhindert, die erscheinen und/oder sich über den Zusammenlaufpunktbereich hinaus bewegen. Durch Definieren von ROI in den Bildrahmen kann das System den Rechenaufwand der Subjektdetektionsphase (aufgrund einer Echtzeitanforderung, um mit dem Verkehrsfluss mitzuhalten) einschränken und die Anzahl falscher Detektionen verringern.

[0046] Daher kann ein ROI, der den Warteschlangen-Zusammenlaufpunktbereich aufweist, in einer berücksichtigten Ausführungsform bei S306 definiert werden. Der ROI kann manuell von einem Benutzer definiert werden, wenn die Videokamera eingerichtet und kalibriert ist. Dieser ROI kann einmalig definiert werden, da sich der Warteschlangenbereich nicht verändert, solange die Videokamera fixiert bleibt. Wenn die Kameraeinstellungen verändert werden (z. B. aufgrund von Zoom, Kameraführung, Neigung oder Translation), kann der definierte Bereich während eines Rekalibrierungsvorgangs aktualisiert werden.

[0047] Das Verfahren kann darüber hinaus Objekte beseitigen, die außerhalb des Warteschlangenbereichs von Interesse („Ausreißer“) detektiert werden, indem ein Schwellenwertbildungsvorgang an einer Heatmap durchgeführt wird. Genauer kann das Verfahren bei S310 eine Maske generieren, die die Heatmap repräsentiert, und dann Objekte verwerfen, die anschließend außerhalb des hervorgehobenen Bereichs detektiert werden.

[0048] Dieser Lernansatz kann angewendet werden, um große Mengen von unerheblichem Hintergrundrauschen oder „Phantom“-Objekten zu entfernen. Alternative Ausführungsformen können einen Abstand von einem Zentrum dieser erlernten Routen anwenden, um die Wahrscheinlichkeit zu bestimmen, dass ein potenzielles neues Fahrzeug von Interesse detektiert wird.

[0049] Unter erneuter Bezugnahme auf **Fig. 13A** durchsucht das Fahrzeugdetektionsmodul **218** bei S314 den bzw. die definierten ROI (oder gesamten Rahmen) nach sich bewegendem Vordergrundobjekten. Die Vordergrunddetektion in Video kann mittels einer Anzahl unterschiedlicher Verfahren erzielt werden. Zwei übliche Verfahren zur Bewegungsdetektion, die in Anwendungen angewendet werden, die Analysen an Videodaten vornehmen, schließen eine Differenzierung von Rahmen zu Rahmen und Hintergrundschätzung und -subtraktion („Hintergrundsubtraktion“) ein. Der Rahmendifferenzierungsansatz detektiert sich bewegendes Objekte in

dem Kamerasichtfeld durch Berechnen von pixelweisen Differenzen zwischen aufeinanderfolgenden Rahmen in dem Videostrom, was typischerweise eine Feinabstimmung auf einen sehr schmalen Objektgeschwindigkeitsbereich in Bezug auf die Bildrahmenrate und Kamerageometrie erforderlich macht. Durch Schwellenwertbildung dieser Differenzen können Bereiche, die sich bewegende Objekte enthalten („bewegungsdetektierte Bereiche“) problemlos identifiziert werden.

[0050] Als Alternative können modellbasierte Ansätze für die Bewegungs-/Vordergrunddetektion angewendet werden. In einer Ausführungsform führt das System **200** den Hintergrundsubtraktionsansatz aus. Der Hintergrundsubtraktionsansatz detektiert Vordergrundobjekte und keine sich bewegenden Objekte. Allerdings lösen sich bewegende Objekte auch eine Vordergrunddetektion aus, da ihr Erscheinungsbild von der Hintergrundschätzung abweicht. Wenn zum Beispiel ein Bild des Hintergrunds ohne Vordergrundobjekte verfügbar ist, wird ein Modell zum Schätzen gemeinsamer Pixelwerte trainiert. Hauptsächlich berechnet die Hintergrundsubtraktion die absolute Intensitäts-/Farbdifferenz zwischen dem bekannten oder geschätzten Hintergrundmodell und jedem gegenwärtigen Rahmen in der Videosequenz. Durch Vergleichen jedes gegenwärtigen Rahmens mit dem Hintergrundmodell werden die Pixel, deren berechneter Abstand in dem Intensitäts-/Farbraum keinen vorbestimmten Schwellenwert erfüllt, als Hintergrundpixel eingestuft, wobei die Pixel, deren berechneter Abstand in dem Intensitäts-/Farbraum den Schwellenwert erfüllt (d. h. nicht in das vorhandene Hintergrundmodell passen) als Vordergrundpixel eingestuft werden. Die detektierten Vordergrundpixel geben einen bezüglich Vordergrundobjekt/-bewegung detektierten Bereich an.

[0051] Strategien, die zur Aufrechterhaltung eines Hintergrundmodells oder Schätzung angewendet werden, schließen ein historisches statistisches Modell (z. B. ein parametrisches Deskriptordichtenmodell wie einen auf Gaußschen Mischmodellen (GMM) basierenden Ansatz oder ein nicht parametrisches Deskriptordichtenmodell wie eine kernfunktionsbasierte Schätzung), das für jedes Pixel konstruiert wird, Eigenhintergründe (die eine Hauptkomponentenanalyse anwenden), Berechnung von gleitenden Mittelwerten (die den Hintergrund graduell nach jedem nächsten Rahmen aktualisieren) und eine Medianfilterung usw. ein. Die Hintergrundmodelle werden typischerweise dynamisch eingestellt, um langsamen Variationen in dem Hintergrund des Schauplatzes Rechnung zu tragen. In der berücksichtigten Ausführungsform kann die Hintergrundschätzung kontinuierlich mit jedem ankommenden Rahmen bei einer Rate aktualisiert werden, die von einem vorbestimmten Lernratenfaktor gesteuert wird. Allerdings werden Ausführungsformen berücksichtigt, in denen die Hintergrundschätzung bei langsameren Raten aktualisiert werden kann. Andere Alternativen werden zur Konstruktion des gegenwärtigen Hintergrundmodells ebenfalls berücksichtigt. Eine Binärmaske/Differenzbild (d. h. eine Vordergrundobjektmaske) wird unter Verwendung der Pixeleinstufungen generiert. In einer Ausführungsform kann ein im Stand der Technik bekannter morphologischer Vorgang auf das Differenzbild angewendet werden, um Quellen von fiktiver Bewegung herauszufiltern und Pixel, die mit den Vordergrund- oder sich bewegenden Objekten assoziiert sind, genau zu detektieren. Eine beispielhafte Filtertechnik kann das Anwenden von Streckungs- und Schließvorgängen einschließen, um Löcher in der Binärmaske zu füllen und kleine Lücken in Bereichen zu überbrücken, in denen ein Objekt fälschlicherweise in eine Anzahl kleinerer, separater Vordergrundelemente aufgespalten wurde. Die Connected Component Analysis (CCA) kann auch angewendet werden, um kleine, unerhebliche Bereiche zu beseitigen, in denen eine Bewegung in der Binärmaske detektiert wird. Diese bewegungsdetektierten Bereiche können aus Vordergrundobjekten, die zu klein sind, um von Interesse zu sein (z. B. ein Vogel, der durch den Schauplatz fliegt), oder aus allgemeinem Bildrauschen resultieren. Übliche Merkmale, die beim CCA-Screening verwendet werden, sind Objektbereich, Ausrichtungswinkel und Füllichte.

[0052] Bei S316 assoziiert das Modul **218** jeden detektierten Bereich mit detektiertem Fahrzeug/Bewegung mit einem Kandidatenfahrzeug von Interesse. Da das Modul **218** Vordergrundpixel detektieren kann, die dem gleichen Fahrzeug/Bewegungsbereich in mehreren Rahmen entsprechen, kann das Fahrzeugvalidierungsmodul **219** bei S318 bestätigen, dass nur ein Tracker pro Kandidatenfahrzeug zugewiesen ist. Um zu vermeiden, dass „Mehrfachsichtungen“ des gleichen Objekts als mehrere Kandidatensubjekte behandelt werden, stellt das Subjektvalidierungsmodul **219** sicher, dass jedem detektierten Fahrzeug nur ein Tracker zugewiesen ist. Durch Verwalten der Trackerzuweisungen verhindert das Modul **219** im Wesentlichen, dass mehrere Tracker dem gleichen Subjekt zugewiesen werden, das über mehrere Rahmen detektiert wird. Ein Aspekt dieses Validierungsverfahrens ist, dass es den Rechenaufwand reduzieren kann, der in der Verfolgungsstufe benötigt wird. Ein anderer Aspekt dieses Validierungsverfahrens ist, dass es die Anzahl von fehlerhaften Ereignisabfolgedetektionen verringern kann.

[0053] Das Modul **219** extrahiert bei S320 einen Deskriptor für jedes Kandidatensubjekt. Da das System einen Verfolgungsalgorithmus in der berücksichtigten Ausführungsform anwendet, entspricht der Deskriptor dem ausgewählten Verfolgungsansatz.

[0054] Beispielhafte Verfolgungsalgorithmen, die hierin berücksichtigt werden, schließen bereichsbasierte Verfolgungsalgorithmen und Punktracker ein. Beispiele von bereichsbasierten Verfolgungsalgorithmen können eine mittlere Verschiebung und Partikelfilterung einschließen. Beispielhafte Deskriptoren, die für die bereichsbasierten Verfolgungsalgorithmen extrahiert werden können, schließen Attribute wie Farbhistogramme und/oder Histogramme von ausgerichteten Gradienten usw. und den Abstand des detektierten Bewegungsbereichs zu jedem gegenwärtig verfolgten Subjekt ein. Hauptsächlich betrachten diese Verfolgungsalgorithmen das gesamte Subjekt als einen Bereich. Ein Beispiel eines Punktrackers kann eine KLT-Verfolgung einschließen. Beispielhafte Deskriptoren, die für Punktracker extrahiert werden können, schließen einen Satz von Merkmalen aus dem bewegungsdetektierten Bereich oder eine Anzahl von gegenwärtig verfolgten Merkmalen in dem bewegungsdetektierten Bereich ein. Hauptsächlich betrachten Punktracker Sätze von lokalisierten Einträgen wie harte Kanten, Ecken und Interessenpunkte des Kandidatensubjekts (Vordergrundobjekt). Das Modul **219** vergleicht bei S322 jeden Deskriptor mit einem eines vorbestimmten Schwellenwerts und eines gegenwärtig verfolgten Deskriptors. Basierend auf dem Vergleich kategorisiert das Modul **219** jedes Kandidatenfahrzeug bei S324 als zu einem eines neu detektierten Fahrzeugs und eines gegenwärtig verfolgten Fahrzeugs zugehörig.

[0055] Falls der extrahierte Deskriptor für bereichsbasierte Verfolgungsalgorithmen ein Attribut des Kandidatenfahrzeugs ist, wird das Attribut mit den Attributen von gegenwärtig verfolgten Fahrzeugen verglichen. Als Reaktion darauf, dass die Attribute des bewegungsdetektierten Bereichs nicht mit den Attributen eines gegenwärtig verfolgten Fahrzeugs übereinstimmen, kategorisiert das Modul **219** das Kandidatenfahrzeug als zu einem neu detektierten Fahrzeug zugehörig. Als Reaktion darauf, dass die Attribute des bewegungsdetektierten Bereichs mit den Attributen eines gegenwärtig verfolgten Fahrzeugs übereinstimmen, kategorisiert das Modul **219** das Kandidatenfahrzeug als zu einem gegenwärtig verfolgten Fahrzeug zugehörig.

[0056] Falls der extrahierte Deskriptor der berechnete Abstand zwischen dem bewegungsdetektierten Bereich und jedem gegenwärtig verfolgten Fahrzeug auf der Bildebene ist, wird der berechnete Abstand mit einem vorbestimmten Abstandsschwellenwert verglichen. Als Reaktion darauf, dass der berechnete Abstand den vorbestimmten Schwellenwert erfüllt und überschreitet, kategorisiert das Modul **219** das Kandidatenfahrzeug als zu einem neuen Fahrzeug zugehörig. Als Reaktion darauf, dass der berechnete Abstand den vorbestimmten Schwellenwert nicht erfüllt, kategorisiert das Modul **219** das Kandidatenfahrzeug als zu einem gegenwärtig verfolgten Fahrzeug zugehörig.

[0057] Falls der extrahierte Deskriptor für Punktracker ein Satz von Merkmalen aus dem bewegungsdetektierten Bereich ist, wird für Punktracker der Satz von Merkmalen mit dem Satz von Merkmalen von gegenwärtig verfolgten Fahrzeugen verglichen. Die Anzahl von übereinstimmenden Merkmalen wird gezählt. Als Reaktion darauf, dass die Anzahl von Merkmalen eine vorbestimmte Schwellenanzahl nicht erfüllt, kategorisiert das Modul **219** das Kandidatenfahrzeug als zu einem neu detektierten Fahrzeug zugehörig. Als Reaktion darauf, dass die Anzahl von Merkmalen die vorbestimmte Schwellenanzahl erfüllt und überschreitet, kategorisiert das Modul **219** das Kandidatenfahrzeug als zu einem neu detektierten Fahrzeug zugehörig. Falls gleichermaßen der extrahierte Deskriptor eine Anzahl von gegenwärtig verfolgten Merkmalen in dem bewegungsdetektierten Bereich aufweist, wird diese Anzahl mit einem vorbestimmten Schwellenwert verglichen. Als Reaktion darauf, dass die Anzahl von gegenwärtig verfolgten Merkmalen eine vorbestimmte Schwellenanzahl nicht erfüllt, kategorisiert das Modul **219** das Kandidatenfahrzeug als zu einem neu detektierten Fahrzeug zugehörig. Als Reaktion darauf, dass die Anzahl von gegenwärtig verfolgten Merkmalen eine vorbestimmte Schwellenanzahl erfüllt und überschreitet, kategorisiert das Modul **219** das Kandidatenfahrzeug als zu einem gegenwärtig verfolgten Fahrzeug zugehörig. Die Logik hinter diesem Ansatz besteht darin, dass, wenn sich ein verfolgtes Fahrzeug bewegt, das bewegungsdetektierte BLOB mit dem verfolgten Fahrzeug überlappt und einen Satz von Merkmalen enthält, die bereits verfolgt werden.

[0058] Eine Ausführungsform wird jedoch berücksichtigt, die die Validierung unabhängig von dem Verfolgungsmodus ausführt. Nachdem zum Beispiel das Subjektdetektionsmodul **218** ein Kandidatensubjekt detektiert, kann das Modul **219** bestimmen, ob das detektierte Kandidatensubjekt einen vorbestimmten Prozentanteil des detektierten Kandidatensubjekts in einem nächsten Rahmen überlappt. Als Reaktion darauf, dass die Überlappung den vorbestimmten Prozentanteil erfüllt und überschreitet, kann das Modul **219** die Anzahl aufeinanderfolgender Rahmen bestimmen, die den Überlappungsschwellenwert erfüllen. Als Reaktion darauf, dass die Anzahl von aufeinanderfolgenden Rahmen eine vorbestimmte Schwellenanzahl erfüllt und überschreitet, stuft das Modul **219** das Kandidatensubjekt als zu einem neuen Subjekt zugehörig ein. Als Reaktion darauf, dass die Anzahl von aufeinanderfolgenden Rahmen die vorbestimmte Schwellenanzahl nicht erfüllt, kategorisiert das Modul **219** das Kandidatensubjekt als zu einem gegenwärtig verfolgten Fahrzeug zugehörig. In einer Ausführungsform kann die Schwellenanzahl fünf (5) aufeinanderfolgende Bildrahmen betragen.

[0059] Als Reaktion darauf, dass das Kandidatenfahrzeug als zu einem gegenwärtig verfolgten Fahrzeug zugehörig eingestuft ist, verwirft das Modul **219** das Subjekt bei S326. Allerdings weist ein Merkmalsextraktionsmodul **220** jedem neuen Subjekt, d. h. detektierten Fahrzeug, bei S328 einen Tracker zu. Genauer weist das Modul **220** dem Tracker den Deskriptor (Attribute oder Merkmale) zu, der bei S320 extrahiert wurde. Allerdings wird für Ausführungsformen, die das Validierungsverfahren S318 bis S324) auslassen, ein Deskriptor für jedes neue Fahrzeug extrahiert. Wie oben erwähnt, kann der Deskriptor auf dem Verfolgungsalgorithmus basieren, der später von dem System angewendet wird. Wenn zum Beispiel ein Punktracker wie KLT angewendet wird, dann können die extrahierten Merkmale ausgewählt sein aus der Gruppe bestehend aus: Harris-Ecken, Scale-Invariant Feature Transform(SIFT)-Merkmale und Speeded-Up Robust Features (SURF). Falls in ähnlicher Weise ein bereichsbasierter Tracker wie eine mittlere Verschiebung verwendet werden soll, dann können die extrahierten Merkmale Farbattribute des Objektbereichs wie ein Farbhistogramm aufweisen.

[0060] Die Merkmale können entweder aus Farb- oder Grauskalabildern extrahiert werden. In Ausführungsformen, in denen eine NIR-Beleuchtung verwendet wird, kann das Modul **220** Harris-Ecken-Merkmale oder Graustufenhistogramme aus Grauskalabildern extrahieren.

[0061] Als Alternative kann in einer Ausführungsform eine Vorlage des detektierten Bewegungsbereichs (d. h. ein abgeschnittenes Teilbild des neuen Subjekts von Interesse) als ein Satz von Merkmalen verwendet werden.

[0062] Der extrahierte Deskriptor (nachstehend „Merkmale“) wird an das Fahrzeugverfolgungsmodul **222** übertragen, das die extrahierten Merkmale bei S330 über nachfolgende Rahmen in dem Videostrom verfolgt. Der Verfolgungsalgorithmus, der von dem Modul **222** verwendet wird, verarbeitet Merkmale, die mit denjenigen, die von den vorherigen Modulen **219**, **220** extrahiert wurden, übereinstimmend sind. Wie oben erwähnt, kann das Modul **222** einen einer Anzahl unterschiedlicher Verfolgungsansätze anwenden, die einschließen, jedoch nicht beschränkt sind auf eine Verfolgung mittels mittlerer Verschiebung, Konturenverschiebung, Kalman-Filterung, KLT-Verfolgung und Partikelfilterung usw. Im Allgemeinen bestimmt das Modul **220** die Position jedes verfolgten Subjekts über nachfolgende Rahmen durch die Verwendung der Tracker. Das Modul **220** sieht voraus, dass sich die Subjekte mit der Warteschlange auf dem Schauplatz bewegen, weshalb sich die Positionen mit der Zeit verändern. Für jeden Rahmen, den ein Fahrzeug innerhalb des Sichtfeldes der Kamera (oder kombinierten Kameras) bleibt, generiert das Modul **220** bei S332 Verfolgungsdaten, die die Position des Subjekts in Pixelkoordinaten beschreiben.

[0063] In einer Ausführungsform kann das Modul **220** eine Bewegungsübereinstimmungsprüfung bei S334 ausführen, um zu überprüfen, dass die Bewegung der verfolgten Merkmale mit derjenigen eines starren Objekts übereinstimmend ist. Durch Überwachen der Bewegung insgesamt des Satzes von Merkmalen für ein bestimmtes Subjekt werden Merkmale, die sich nicht zusammen mit dem Satz bewegen, d. h. Merkmale, die zuerst aus dem bewegungsdetektierten Bereich extrahiert werden, jedoch irgendwann zu anderen Elemente des Schauplatzes gedriftet sind, identifiziert und von dem Merkmalssatz entfernt. Diese Prüfung kann beispielsweise ausgeführt werden, um anfängliche Merkmale zu detektieren, die fälschlicherweise auf Hintergrundbereichen ausgewählt wurden, die das verfolgte Subjekt von Interesse unmittelbar umgeben, oder um Merkmale zu entfernen, die einem anderen Subjekt oder Objekt entsprechen, das die Sicht der Kamera des verfolgten Subjekts verdeckt. Insbesondere findet diese Entfernung statt, wenn sich eines des ersten und des zweiten Fahrzeugs von seiner Anfangsposition bewegt oder sich beide Fahrzeuge in eine etwas andere Richtungen bewegen. Diese Art von Kürzung („Pruning“) kann eine reibungslosere, robustere Verfolgungsleistung hervorbringen und die Genauigkeit insgesamt des vorliegenden Systems insbesondere für Warteschlangenkonfigurationen mit einem Layout mit geschlossenen Vierteln und einer großen Anzahl von Start-Stopp-Ereignissen verbessern.

[0064] Als erläuterndes Beispiel kann in einer Ausführungsform, in der der Verfolgungsansatz, der von dem System angewendet wird, einen KLT-Punktracker mit Harris-Ecken-Merkmalen aufweist, der Satz von verfolgten Harris-Ecken-Merkmalen dynamisch eingestellt (gekürzt) werden, um Merkmalen Rechnung zu tragen, die nicht „folgsam“ sind.

[0065] In einer alternativen Verfolgungsausführungsform kann eine Vorlage des detektierten Bewegungsbereichs (d. h. ein abgeschnittenes Teilbild des neuen Subjekts von Interesse) als ein Satz von Merkmalen verwendet werden. Ein mit der Vorlage übereinstimmender Ansatz wird angewendet, um die beste Übereinstimmung für diese Vorlage in einem nachfolgenden Rahmen zu lokalisieren. Die Vorlage wird jedes Mal, wenn eine neue Position bestimmt wird, aktualisiert, um einer langsam variierenden Beleuchtung, Stellung usw. Rechnung zu tragen.

[0066] Das Subjektverfolgungsmodul **222** überträgt die Verfolgungsdaten/Positionsinformationen an das Zusammenlaufpunkt-Schiedsmodul **224**. Für einen bestimmten Rahmen kann das Zusammenlaufpunkt-Schiedsmodul **224** eine Position des Zusammenlaufpunktbereichs bei S336 definieren. Als Alternative kann eine virtuelle Linie auf der Bildebene definiert sein. Dieser Schritt kann einmalig ausgeführt werden, da sich der Zusammenlaufpunkt nicht verändert, solange die Kamerakonfiguration und Warteschlangenkonfiguration gleich bleiben.

[0067] Durch Verwendung von Positionsinformationen, die mit jedem verfolgten Fahrzeug assoziiert sind, bestimmt das Modul **224** bei S338, ob sich das verfolgte Fahrzeug innerhalb des definierten Zusammenlaufpunktes befindet. Als Reaktion darauf, dass das verfolgte Fahrzeug den Zusammenlaufpunktbereich des bestimmten Bildrahmens (JA bei S338) kreuzt, assoziiert das Modul **224** bei S340 das Subjekt als zu der einzigen Warteschlange zusammenlaufend. An diesem Punkt fährt das Modul **224** mit der Verfolgung in nachfolgenden Rahmen fort, während das Fahrzeug den Zusammenlaufpunktbereich überquert.

[0068] Die Bestimmung bei S338 kann eine beliebige Statistik der verfolgten Merkmalspositionen berechnen und mit der Position des Zusammenlaufpunktes vergleichen. Zum Beispiel kann in einer Ausführungsform ein einziger Punkt aus den Positionsinformationen berechnet werden, die grob die Position des verfolgten Subjekts identifizieren. Für Punkttracker wie einen KLT-Tracker kann dieser einzige Punkt das Zentroid der verfolgten Merkmalspositionen sein. Andere statistische Beispiele können ein Zentroid, eine Medianzentrumposition, einen ersten Punkt, einen vorbestimmten Prozentanteil in den Merkmalspunkten und einen letzten Punkt usw. einschließen, die in den Zusammenlaufpunktbereich gehen. Als Alternative kann das Modul **224** eine konvexe Hülle berechnen, die die verfolgten Punkte enthält. Das Modul **224** kann das Zusammenlaufereignis detektieren, wenn ein vorbestimmter Überlappungsprozentanteil zwischen der Hülle und einem definierten Zusammenlaufbereich auftritt. Ein ähnlicher Ansatz kann angewendet werden, wenn kern- oder bereichsbasierte Tracker von dem System angewendet werden, wobei die Überlappung zwischen der Kernfunktion des Trackers und dem Zusammenlaufbereich gemessen werden kann und ein Zusammenlaufereignis ausgelöst wird, wenn ein Grad der Überlappung einen vorbestimmten Schwellenwert erfüllt und überschreitet.

[0069] Nachdem das detektierte Fahrzeug bei S340 als zu der einzigen Warteschlange zusammengelaufen kategorisiert ist, stuft S341 einen oder mehrere Videorahmen ein, die mit der Fahrzeugdetektion und/oder Fahrzeugverfolgung assoziiert sind, um zu bestimmen, ob das detektierte/verfolgte Fahrzeug von einer äußeren Spur, die mit dem Bestellpunkt A assoziiert ist, oder einer inneren Spur stammt, die mit dem Bestellpunkt B assoziiert ist. Eine beobachtete Abfolge von Subjekten, die sich dem Servicepunkt nähern, wird bei S342 berechnet. Als Teil dieser Berechnung berechnet das Modul **224** im Wesentlichen, wo sich das verfolgte Subjekt von Interesse in der beobachteten Abfolge von Subjekten befindet. Das Modul **224** kann diese berechnete beobachtete Abfolge an das Ereignisberichterstattungsmodul **225** übertragen.

[0070] Da das System wahlweise Subjekte von ihren jeweiligen Bestelleingabepunkten verfolgen kann, kann das Ereignisberichterstattungsmodul **225** eine korrekte Abfolge von Informationen bestimmen, die mit jedem Subjekt assoziiert sind (wie „Bestellungen“ in der dargestellten Ausführungsform) und mit der beobachteten Abfolge übereinstimmen. Das Modul **225** korrigiert und/oder aktualisiert die endgültige Ereignisabfolge bei S344. In dem dargestellten Beispiel kann das endgültige Ereignis die Bestellungen aufweisen, die an einem oder beiden eines Zahlungs- und Abholungspunktes erfüllt werden müssen. Genauer kann das Modul **225** die endgültige Ereignisabfolge mittels der Kennung aktualisieren, die jedem Subjekt beim Detektieren des Subjekts zugewiesen wird. Da die Kennung dem Subjekt mit dem Tracker gefolgt ist, kann das Modul **225** die Abfolge aktualisieren, um das Ereignis zu erfüllen, das mit jeder Kennung in der gleichen Abfolge assoziiert ist, in der das Subjekt an dem Endpunkt ankommen wird.

[0071] Das Modul **225** kann diese aktualisierte Abfolge einer Benutzercomputervorrichtung **206** wie dem POS- (Point Of Sale)-System in dem dargestellten Beispiel bereitstellen. Zusammenfassend übersetzt das Modul **225** jedes neue zusammengelaufene Fahrzeug in eine Nachricht an die Benutzervorrichtung. In alternativen Ausführungsformen kann das Ereignisberichterstattungsmodul **225** auch Nicht-Zusammenlauf-Ereignisse melden. Diese Nicht-Zusammenlauf-Ereignisse können anzeigen, wann Subjekte eine Warteschlange verlassen oder betreten. Das Verfahren endet bei S346.

[0072] Die erneute Sequenzierung von Informationen, die von der vorliegenden Offenbarung berechnet werden, ist für ähnliche Umgebungen geeignet, in denen ein Verfahren in nebeneinander angeordneten Warteschlangen initiiert und in einer einspurigen Warteschlange abgeschlossen wird, nachdem die nebeneinander liegenden Warteschlangen konvergieren, und genauer ein Verfahren und seine Ausgabe der Person in der Warteschlange folgen. Nicht einschränkende Beispiele von Betrieben, die die vorliegende Offenbarung

einsetzen können, schließen Banken (Bankautomaten innerhalb des Gebäudes und an Durchfahrtsspuren), Lebensmittel- und Einzelhandelsgeschäfte (Kassierspuren), Flughäfen (Sicherheitskontrollpunkte, Buchungsstände, Boardingbereiche und -plattformen), Restaurants (wie Fastfood-Schalter und Durchfahrten), Theater, Autowaschanlagen und dergleichen usw. ein.

[0073] Wenngleich das Verfahren **300** oben in Form einer Reihe von Handlungen oder Ereignissen dargestellt und beschrieben ist, wird man zu schätzen wissen, dass die verschiedenen Verfahren oder Prozesse der vorliegenden Offenbarung nicht durch die dargestellte Reihenfolge solcher Handlungen oder Ereignisse eingeschränkt sind. Sofern nachstehend nicht anderweitig angegeben, können diesbezüglich einige Handlungen oder Ereignisse neben den gemäß der Offenbarung dargestellten und hierin beschriebenen in einer anderen Reihenfolge und/oder gleichzeitig mit anderen Handlungen oder Ereignissen stattfinden. Es sei ferner darauf hingewiesen, dass nicht alle dargestellten Schritte erforderlich sind, um einen Prozess oder ein Verfahren gemäß der vorliegenden Offenbarung zu implementieren, wobei ein oder mehrere solche Akte kombiniert werden können. Die dargestellten Verfahren und andere Verfahren der Offenbarung könne in Hardware, Software oder Kombinationen davon implementiert sein, um die hierin beschriebene Steuerfunktionalität bereitzustellen, und können in einem beliebigen System eingesetzt werden, das einschließt, jedoch nicht beschränkt ist auf das oben dargestellte System **200**, wobei die Offenbarung nicht auf die spezifischen Anwendungen und dargestellten und hierin beschriebenen Ausführungsformen eingeschränkt ist.

[0074] Einige Abschnitte der ausführlichen Beschreibung hierin sind als Algorithmen und symbolische Darstellungen von Operationen an Datenbits vorgestellt, die von herkömmlichen Computerkomponenten durchgeführt werden, einschließlich einer zentralen Verarbeitungseinheit (CPU), Speichervorrichtungen für die CPU und angeschlossener Anzeigevorrichtungen. Diese algorithmischen Beschreibungen und Darstellungen sind Mittel, die von einem Fachmann auf dem Gebiet der Datenverarbeitung verwendet werden, um anderen Fachleuten das Wesen ihrer Arbeit zu vermitteln. Ein Algorithmus wird allgemein als eine in sich stimmige Abfolge von Schritten verstanden, die zu einem gewünschten Ergebnis führt. Dazu gehören Schritte, die physische Manipulationen physischer Mengen erforderlich machen. Gewöhnlich, jedoch nicht unbedingt nehmen diese Mengen die Form von elektrischen oder magnetischen Signalen an, die gespeichert, übertragen, kombiniert, verglichen und anderweitig manipuliert werden können. Es hat sich zuweilen als praktisch erwiesen, hauptsächlich aus Gründen der allgemeinen Nutzung, diese Signale als Bits, Werte, Elemente, Symbole, Zeichen, Ausdrücke, Zahlen oder dergleichen zu bezeichnen. Man wird jedoch verstehen, dass all diese und ähnliche Ausdrücke den jeweiligen physischen Mengen zuzuordnen sind und lediglich zweckmäßige Bezeichnungen sind, die auf diese Mengen angewendet werden. Sofern nicht spezifisch anderweitig angegeben und wie aus der Erläuterung hierin ersichtlich, wird man zu schätzen wissen, dass sich in der gesamten Beschreibung Erläuterungen, die Ausdrücke wie „Verarbeiten“ oder „Rechnen“ oder „Berechnen“ oder „Bestimmen“ oder „Anzeigen“ oder dergleichen, auf die Wirkung und die Prozesse eines Computersystems oder einer ähnlichen elektronischen Vorrichtung beziehen, die Daten, die als physikalische (elektronische) Mengen innerhalb der Register und Speicher des Computersystems dargestellt sind, in andere Daten manipuliert und umwandelt, die in ähnlicher Weise als physische Mengen innerhalb der Computersystemspeicher oder -register oder anderen solchen Informationsspeichern, Übertragungs- oder Anzeigevorrichtungen dargestellt sind.

[0075] Das Ausführungsbeispiel bezieht sich auch auf eine Vorrichtung zum Durchführen der hierin erläuterten Operationen. Diese Vorrichtung kann speziell für die erforderlichen Zwecke konstruiert sein oder einen Universalcomputer umfassen, der durch ein Computerprogramm, das in dem Computer gespeichert ist, selektiv aktiviert oder rekonfiguriert wird. Ein solches Computerprogramm kann in einem computerlesbaren Speichermedium gespeichert sein, wie z. B. jedem beliebigen Typ Plattenspeicher wie Disketten, optische Platten, CD-ROM und magnetisch-optische Platten, Nurlesespeicher (ROM), wahlfreie Zugriffsspeicher (RAM), EPROM, EEPROM, magnetische oder optische Karten oder jeder Typ von Medien, der sich zum Speichern von elektronischen Befehlen eignet, die jeweils mit einem Computersystembus gekoppelt sind, ist aber nicht darauf beschränkt.

[0076] Die Algorithmen und Anzeigen, die hierin vorgestellt sind, sind auf keinen besonderen Computer oder eine andere Vorrichtung beschränkt. Verschiedene Universalsysteme können mit Programmen gemäß den Lehren hierin verwendet werden, oder es kann sich als praktisch erweisen, spezialisiertere Vorrichtungen zum Ausführen der hierin beschriebenen Verfahren zu konstruieren. Die Struktur für verschiedene dieser Systeme geht aus der obigen Beschreibung hervor. Außerdem ist das Ausführungsbeispiel nicht mit Bezug auf eine bestimmte Programmiersprache beschrieben. Man wird zu schätzen wissen, dass verschiedene Programmiersprachen zum Implementieren der Lehren des Ausführungsbeispiels, wie hierin beschrieben, verwendet werden können.

[0077] Ein maschinenlesbares Medium schließt jeden beliebigen Mechanismus zum Speichern oder Übertragen von Informationen in einer von einer Maschine (zum Beispiel einem Computer) lesbaren Form ein. Zum Beispiel gehören zu einem maschinenlesbaren Medium ein Nurlesespeicher (ROM); ein wahlfreier Zugriffsspeicher (RAM); Magnetplatten-Speichermedien; optische Speichermedien; Flashspeichervorrichtungen; und elektrische, optische, akustische oder eine andere Form von ausgebreiteten Signalen (zum Beispiel Trägerwellen, Infrarotsignale, digitale Signale usw.) usw., um nur einige wenige Beispiele zu nennen.

[0078] Die in dieser Spezifikation dargestellten Verfahren können in einem Computerprogrammprodukt implementiert werden, das auf einem Computer ausgeführt werden kann. Das Computerprogrammprodukt kann ein nicht flüchtiges computerlesbares Aufzeichnungsmedium umfassen, auf dem ein Steuerprogramm aufgezeichnet ist, wie ein Plattenspeicher, Festplattenlaufwerk oder dergleichen. Übliche Formen nicht flüchtiger computerlesbarer Medien schließen zum Beispiel Disketten, flexible Platten, Festplatten, Magnetbänder oder ein beliebiges anderes Magnetspeichermedium, CD-ROM, DVD oder ein beliebiges anderes optisches Medium, einen RAM, einen PROM, einen EPROM, einen FLASH-EPROM, einen beliebigen anderen Speicherchip oder -kassette oder ein beliebiges anderes tangibles Medium ein, das ein Computer lesen und verwenden kann.

[0079] Alternativ kann das Verfahren in flüchtigen Medien implementiert werden, wie einer übertragbaren Trägerwelle, in der das Steuerprogramm als ein Datensignal unter Verwendung von Übertragungsmedien ausgeführt ist, wie akustische oder Lichtwellen, wie die während Funkwellen- und Infrarotdatenkommunikationen erzeugten und dergleichen.

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 8401230 [0001, 0014, 0015]

Patentansprüche**1. Bildverarbeitungssystem, umfassend:**

einen Prozessor und einen Speicher, der mit dem Prozessor wirkverbunden ist, wobei der Prozessor und der Speicher Anweisungen ausführen, um ein Verfahren zum automatisierten Sequenzieren von Fahrzeugen auszuführen, die von mehreren Spuren zu einer einzigen Spur zusammenlaufen, wobei das Verfahren Folgendes umfasst:

- a) eine Bilderfassungsvorrichtung, die ein Video eines Zusammenlaufpunktbereichs erfasst, der mit mehreren zusammenlaufenden Verkehrsspuren assoziiert ist;
- b) Detektieren in dem Video eines Fahrzeugs, während dieses den Zusammenlaufpunktbereich überquert;
- c) Einstufen des detektierten Fahrzeugs, das mit dem Überqueren des Zusammenlaufpunktbereichs assoziiert ist, als von einer der zusammenlaufenden Spuren kommend; und
- d) Aggregieren von Fahrzeugeinstufungen, die in Schritt c) ausgeführt werden, um eine Zusammenlaufabfolge von detektierten Fahrzeugen zu generieren.

2. Bildverarbeitungssystem nach Anspruch 1, wobei die mehreren Spuren von zusammenlaufendem Verkehr einer nebeneinander angeordneten Durchfahrt entsprechen, wobei die nebeneinander angeordnete Durchfahrt eine innere Durchfahrtsspur und eine äußere Durchfahrtsspur aufweist.

3. Bildverarbeitungssystem nach Anspruch 1, wobei ein detektiertes Fahrzeug verfolgt wird, bis sich das detektierte Fahrzeug außerhalb des Zusammenlaufpunktbereichs befindet.

4. Bildverarbeitungssystem nach Anspruch 1, wobei die Fahrzeugdetektion mittels eines oder mehrerer einer temporären Differenzierung von Videobildern, Hintergrundschätzung und -subtraktion und optischem Fluss ausgeführt wird.

5. Bildverarbeitungssystem nach Anspruch 1, wobei Schritt c) einen oder mehrere Klassifikatoren verwendet, die mit positiven und negativen Videoproben, die Fahrzeuge einschließen, die sich dem Zusammenlaufpunkt von einer ersten Spur nähern, und positiven und negativen Videoproben trainiert sind, die Fahrzeuge einschließen, die sich dem Zusammenlaufpunkt von einer zweiten Spur nähern.

6. System zum Aktualisieren einer Ereignisabfolge, wobei das System eine automatische Sequenziervorrichtung umfasst, die einen Speicher und einen Prozessor aufweist und mit dem Prozessor verbunden ist, der für Folgendes konfiguriert ist:

Empfangen einer Anzahl einzelner Bestellanfragen von den zwei Bestellpunkten, wobei jede Bestellanfrage empfangen wird, wenn sich ein Fahrzeug an dem einen der zwei Bestellpunkte befindet;

Aufnehmen von Videodaten eines Spurzusammenlaufpunktbereichs von mindestens einer Bildquelle, wobei der Zusammenlaufpunktbereich mit der Konvergenz von zwei Fahrzeugwarteschlangenspuren von zwei jeweiligen Bestellpunkten zu einer einzigen Warteschlangenspur assoziiert ist;

Verarbeiten von Rahmen und mindestens eines Bereichs von Interesse (ROI) in Rahmen der Videodaten, um ein Fahrzeug zu detektieren, das mindestens einen Abschnitt des Fahrzeugs in dem Spurzusammenlaufpunktbereich aufweist;

Verfolgen einer Bewegung jedes detektierten Fahrzeugs durch den Spurzusammenlaufpunktbereich über eine nachfolgende Reihe von Rahmen, bis sich das detektierte Fahrzeug außerhalb des Spurzusammenlaufpunktbereichs befindet;

als Reaktion auf das detektierte und verfolgte Fahrzeug, das mit dem Spurzusammenlaufpunktbereich assoziiert ist, Einstufen eines oder mehrerer Videorahmen als ein Fahrzeug, das von einer äußeren Spur kommt, die mit dem Bestellpunkt A assoziiert ist, oder als ein Fahrzeug aufweisend, das von einer inneren Spur kommt, die mit dem Bestellpunkt B assoziiert ist; und

Aktualisieren einer Abfolge der Bestellungen, um sie mit der bestimmten Abfolge von Fahrzeugen in der einzigen Warteschlangenspur in Einklang zu bringen.

7. System nach Anspruch 6, wobei der Prozessor und der Speicher ferner für Folgendes konfiguriert sind:

Einstufen jedes detektierten Fahrzeugs als zu einem eines neuen detektierten Fahrzeugs und eines gegenwärtig verfolgten Fahrzeugs zugehörig;

als Reaktion darauf, dass das detektierte Fahrzeug ein neues Fahrzeug ist, Zuweisen eines Trackers dem neuen Fahrzeug; und

als Reaktion darauf, dass das detektierte Fahrzeug ein gegenwärtig verfolgtes Fahrzeug ist, Verwerfen des detektierten Fahrzeugs.

8. System nach Anspruch 6, wobei der Prozessor und der Speicher ferner für Folgendes konfiguriert sind:
Extrahieren eines Merkmalsdeskriptors aus jedem detektierten Fahrzeug;
Vergleichen des extrahierten Merkmalsdeskriptors mit einem eines Schwellenwert und entsprechender Deskriptoren von gegenwärtigen Fahrzeugtrackern; und
basierend auf dem Vergleich, Einstufen des detektierten Fahrzeugs als zu einem eines neuen Fahrzeugs und eines gegenwärtig verfolgten Fahrzeugs zugehörig.

9. System nach Anspruch 6, wobei die Bestellpunkte und der Spurzusammenlaufpunktbereich mit einer Fastfood-Durchfahrt assoziiert sind.

10. System nach Anspruch 6, wobei der Prozessor und der Speicher ferner für Folgendes konfiguriert sind:
Berechnen einer Statistik von verfolgten Merkmalspositionen des detektierten Fahrzeugs;
Vergleichen der Statistik mit einer Position des Spurzusammenlaufpunktbereichs; und Bestimmen, ob eine Position des verfolgten detektierten Fahrzeugs den vordefinierten Spurzusammenlaufpunktbereich erreicht, basierend auf dem Vergleich,
wobei die Statistik ausgewählt ist aus einer Gruppe bestehend aus einem einzigen Punkt, der eine Position des verfolgten detektierten Fahrzeugs identifiziert, einem Zentroid der verfolgten Merkmalspositionen, einer Medianzentrumposition der verfolgten Merkmalspositionen, einem ersten Punkt, einem vorbestimmten Prozentsatz von Merkmalspunkten, einem letzten Punkt und einem Überlappingsgrad.

Es folgen 11 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

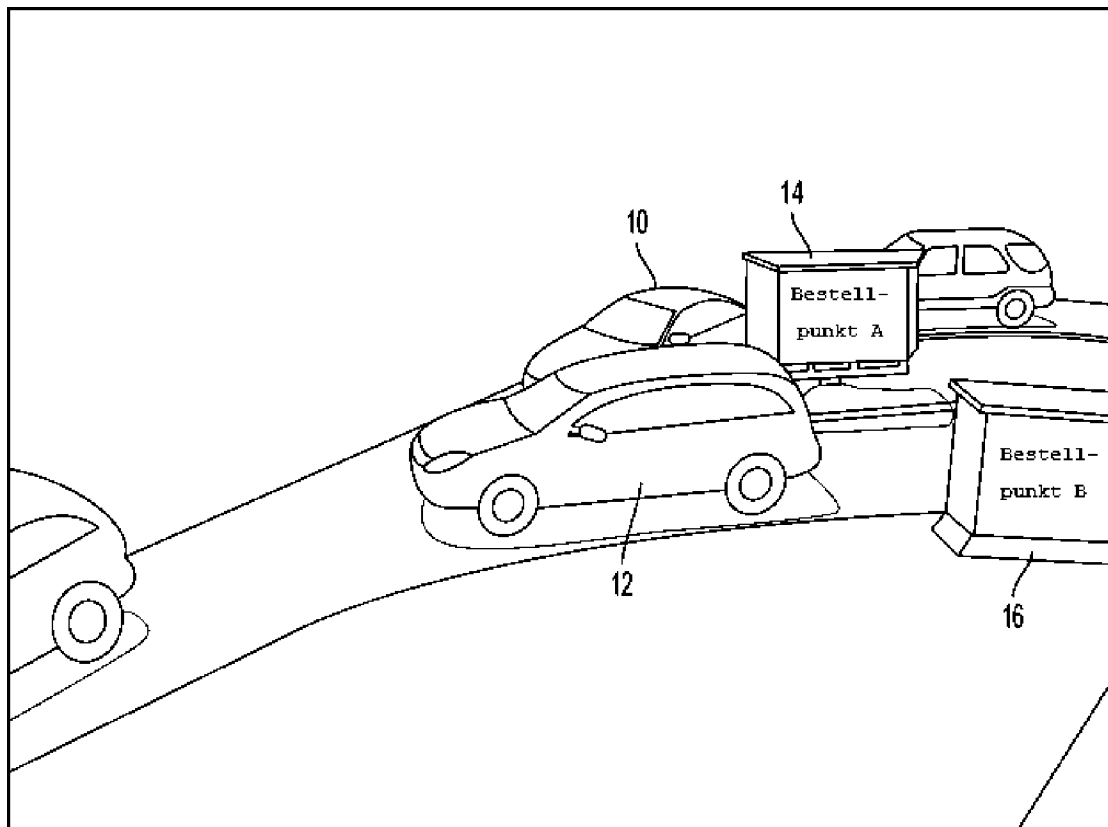


FIG. 1

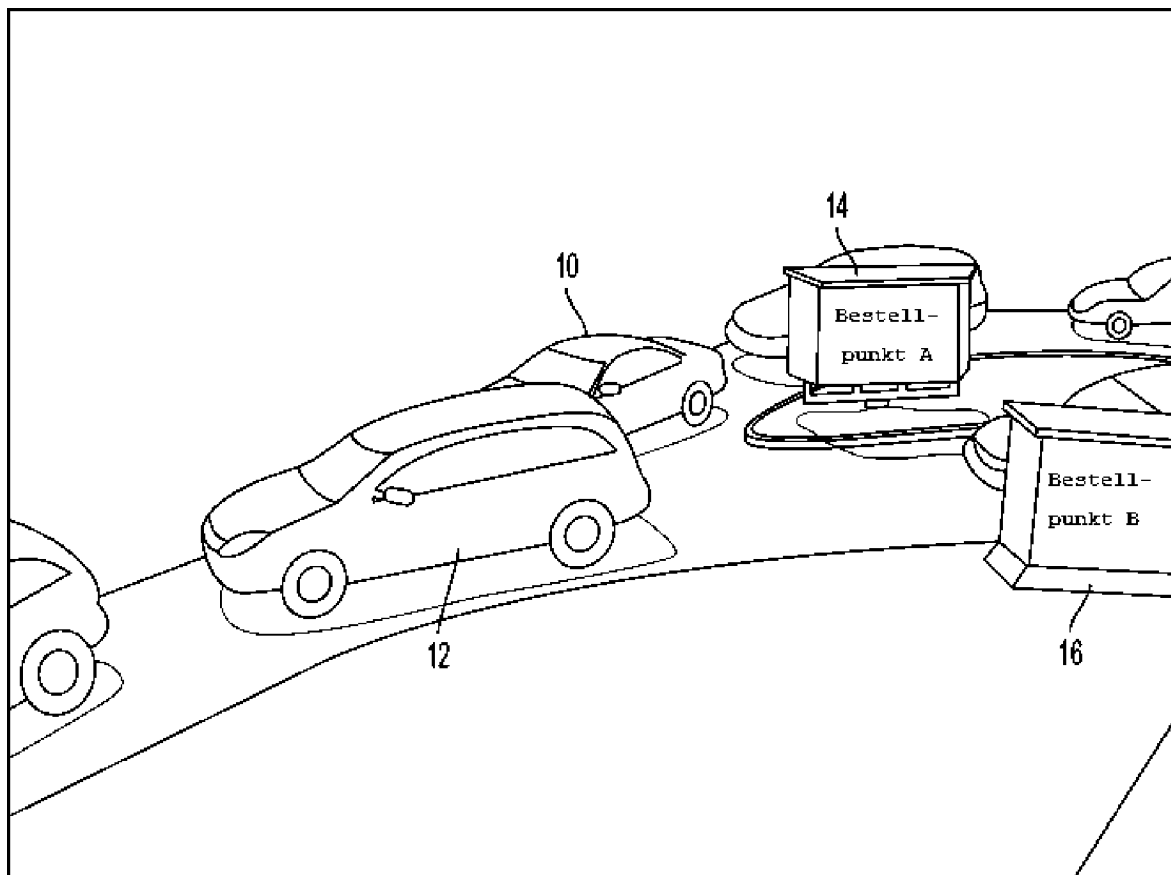


FIG. 2

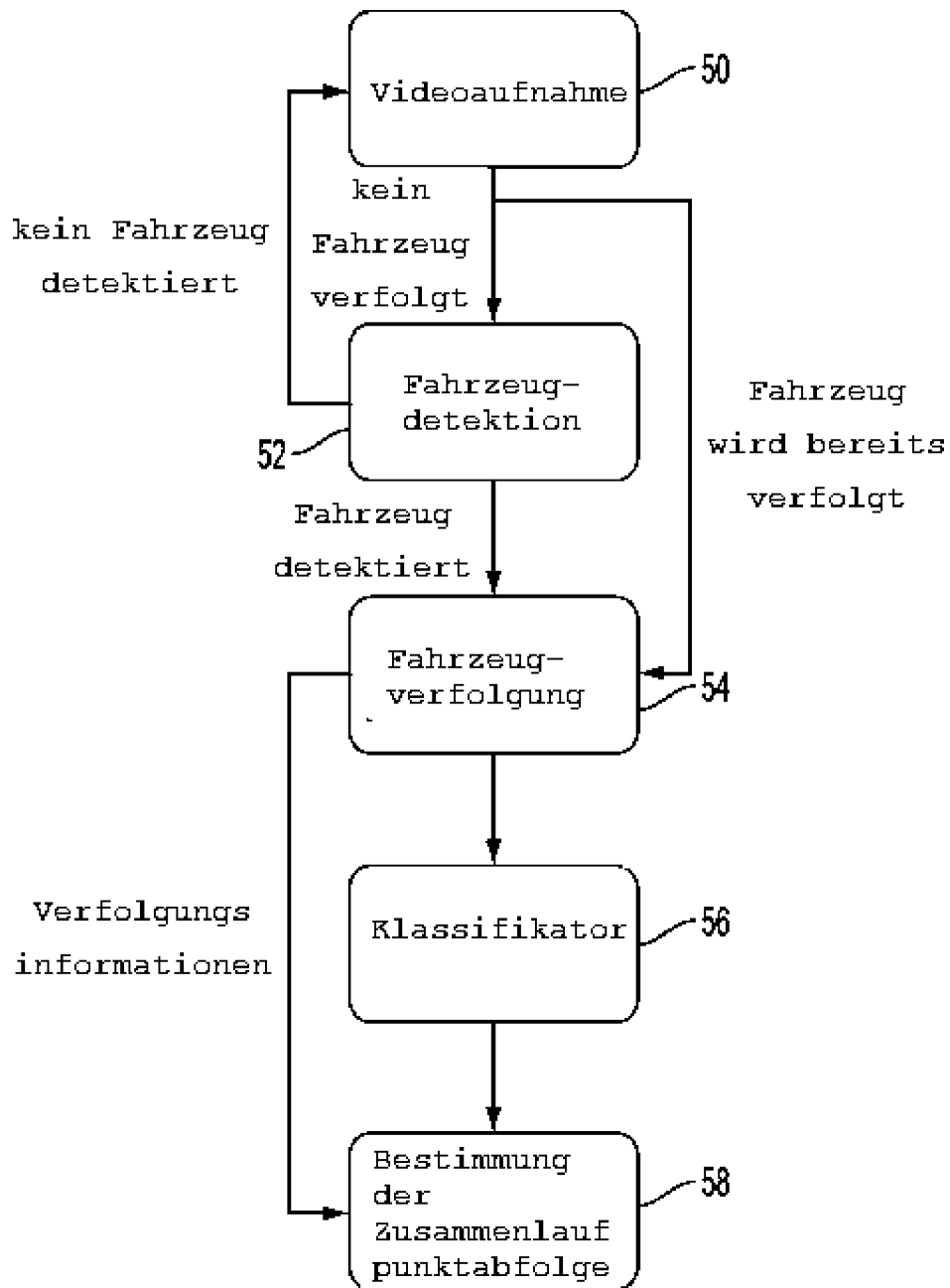


FIG. 3

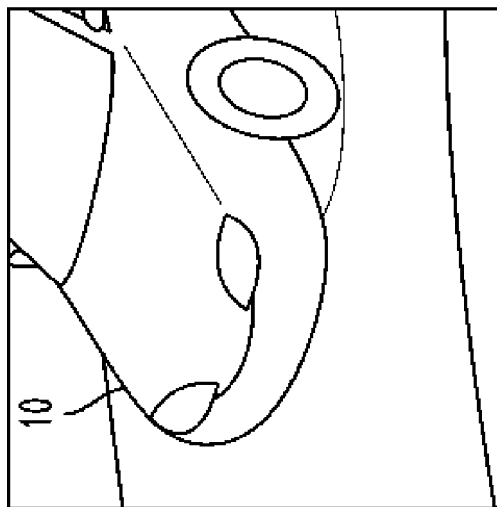


FIG. 4

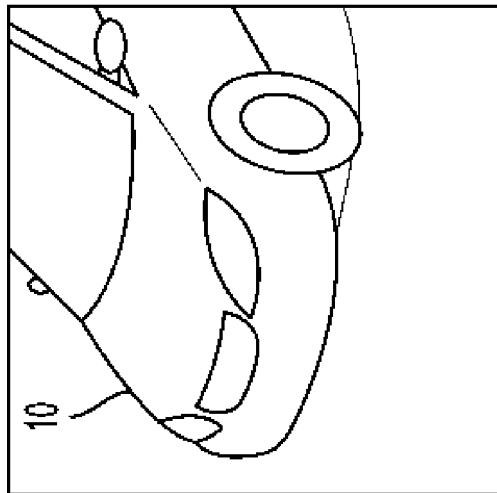


FIG. 5

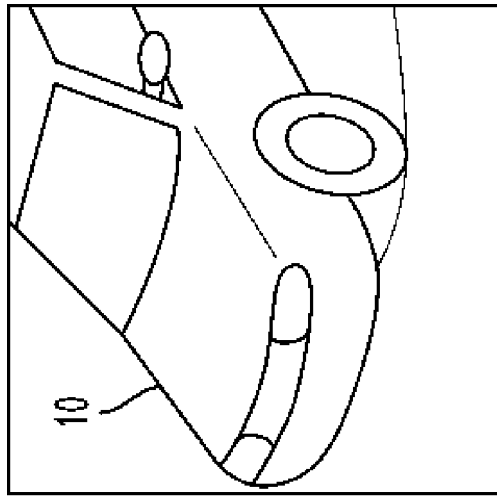


FIG. 6

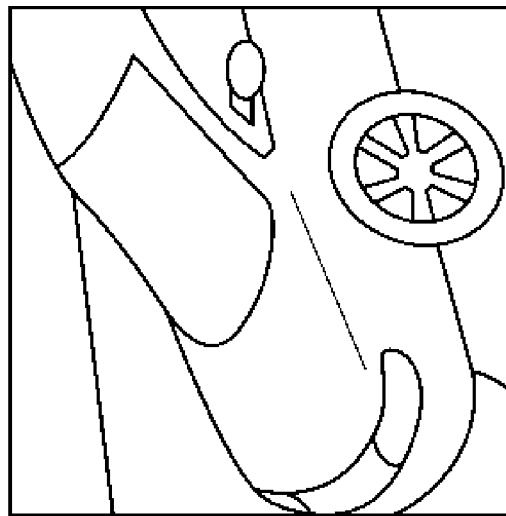


FIG. 9

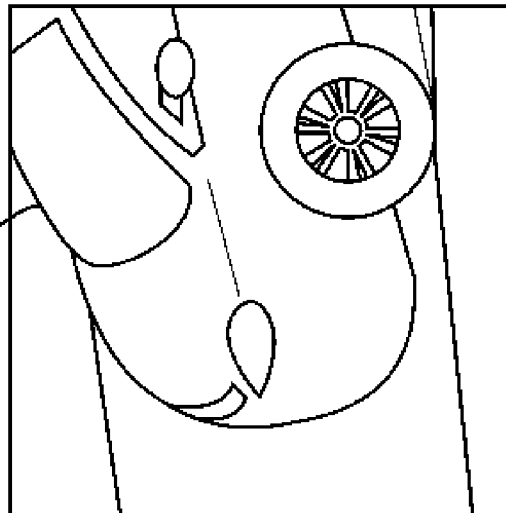


FIG. 8

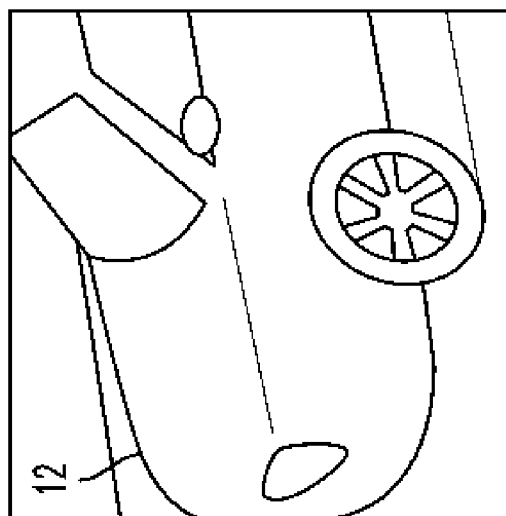


FIG. 7

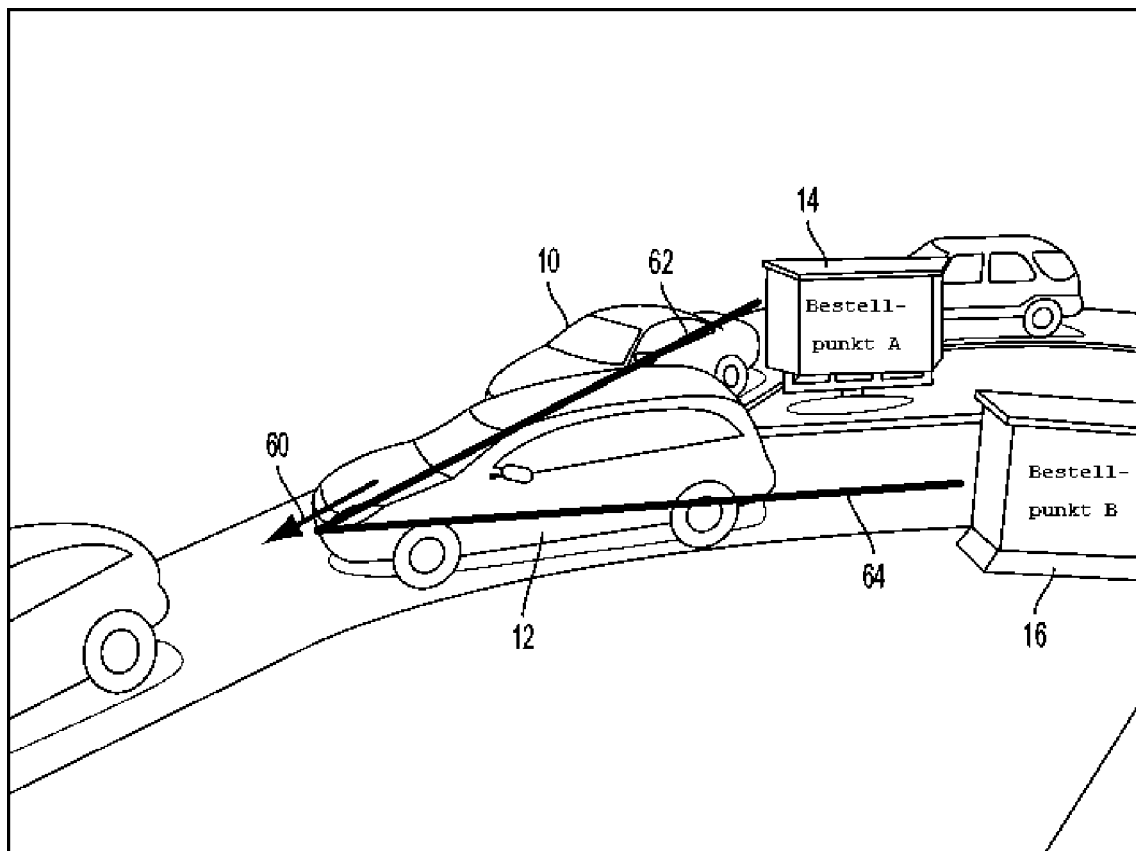


FIG. 10

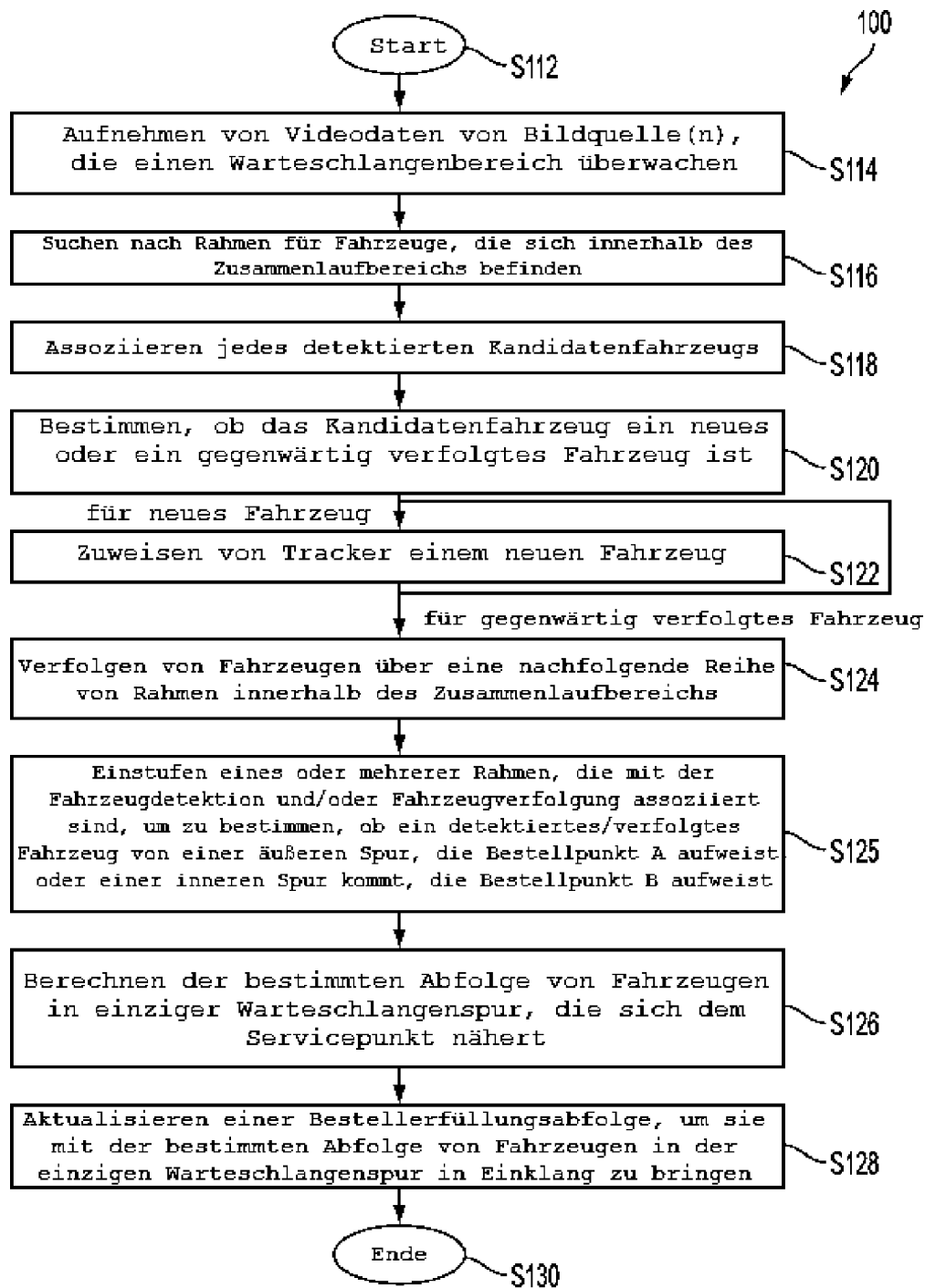


FIG. 11

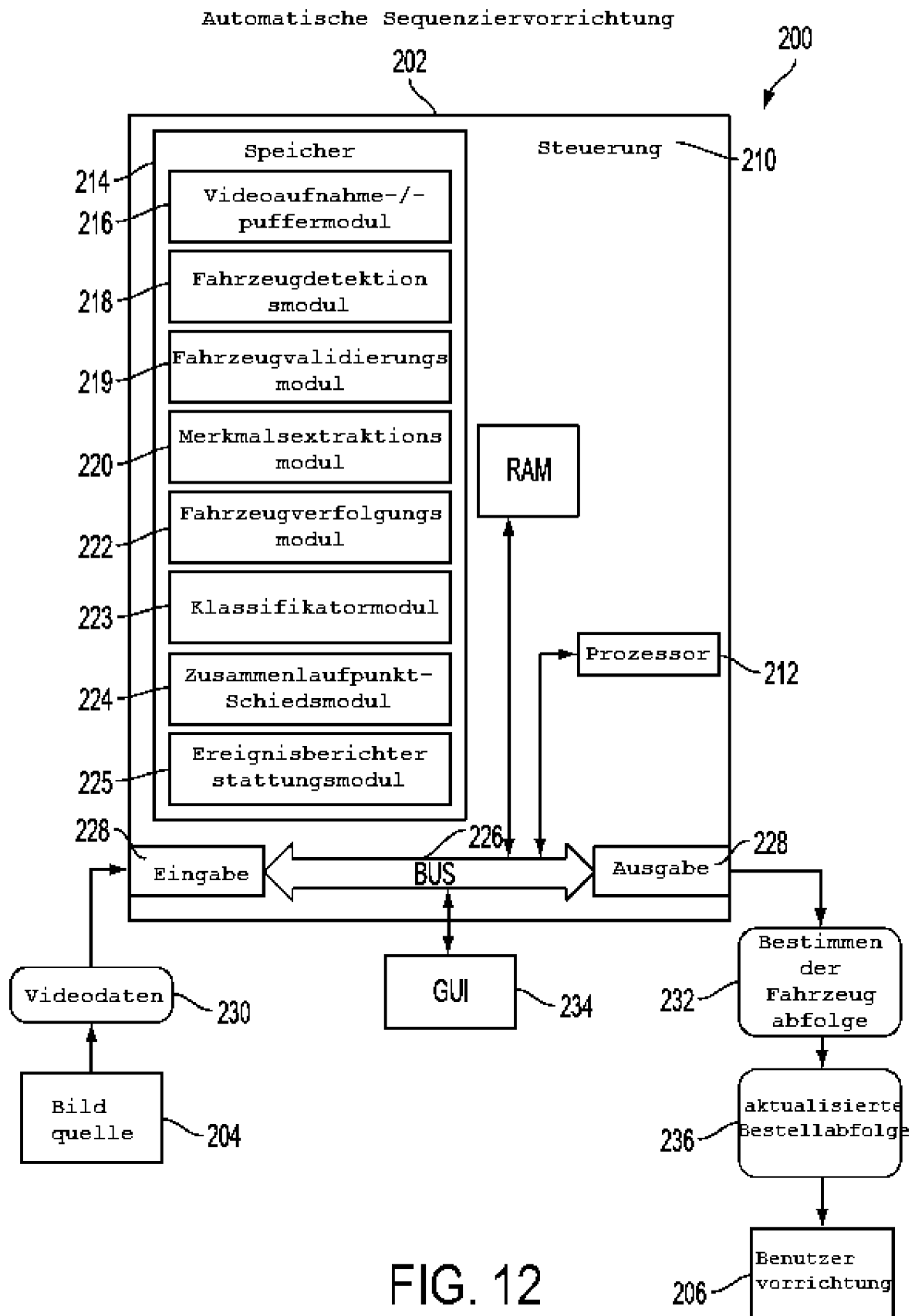


FIG. 12

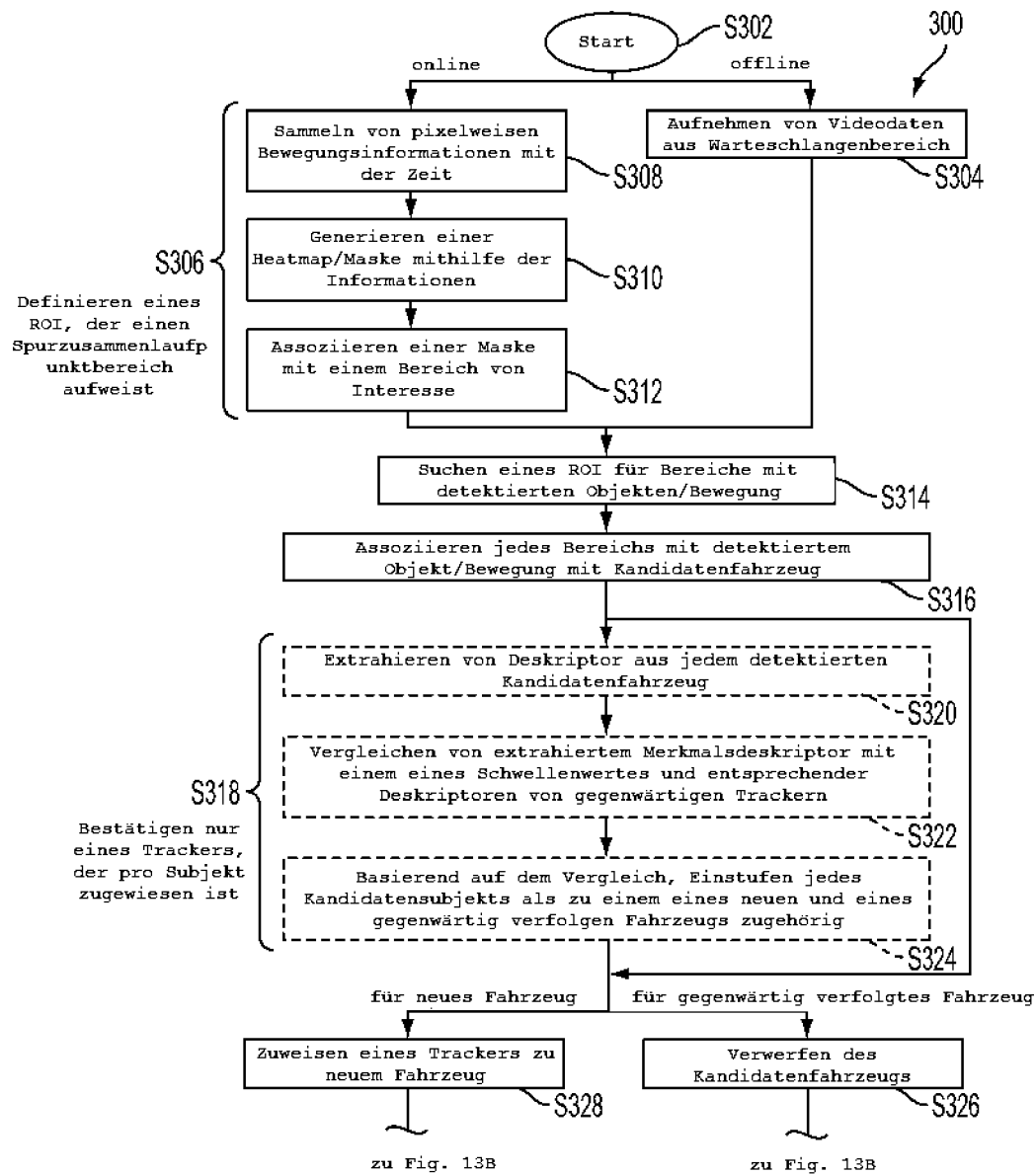


FIG. 13A

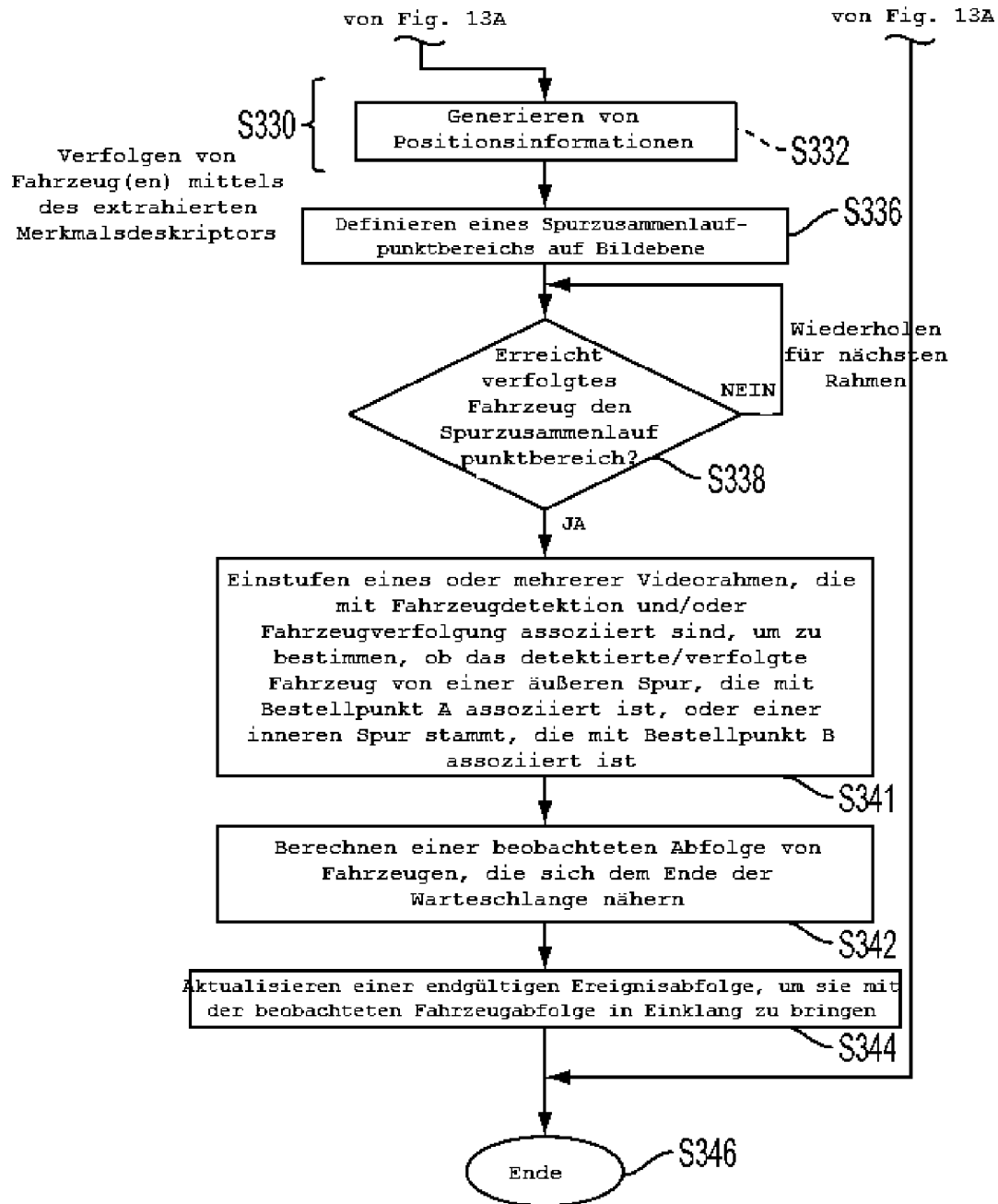


FIG. 13B

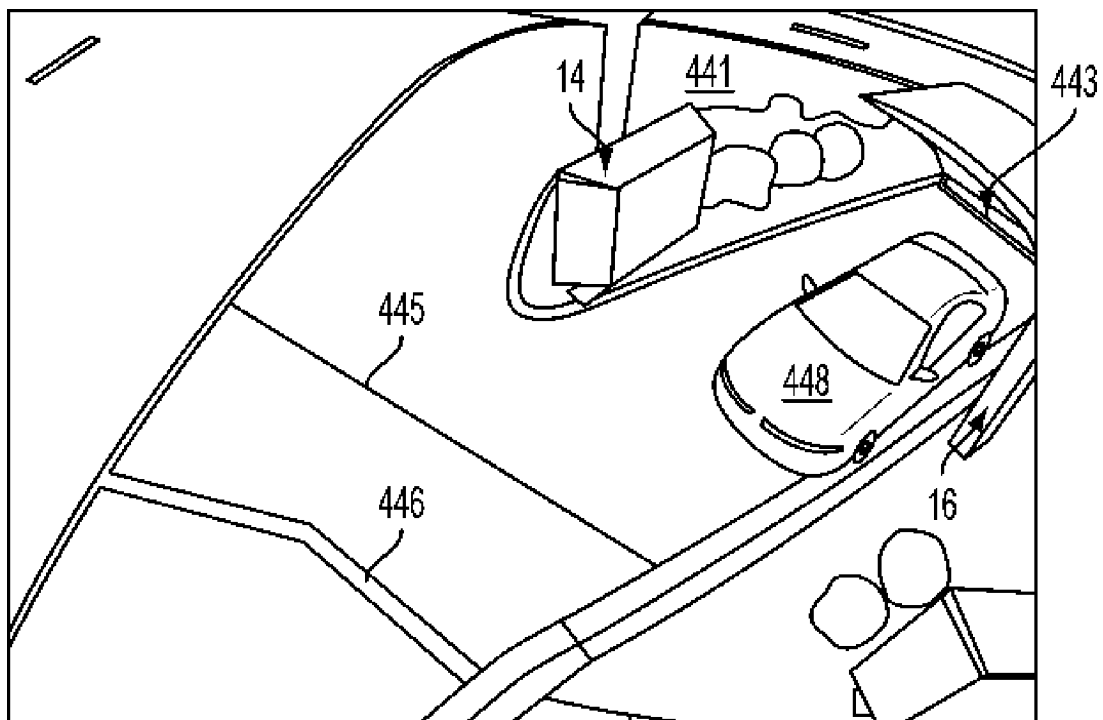


FIG. 14