



(10) DE 10 2013 207 484 B4 2025.04.24

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2013 207 484.0

(51) Int Cl.: **G06V 30/19 (2022.01)**

(22) Anmelddatag: 24.04.2013

G06T 7/40 (2017.01)

(43) Offenlegungstag: 07.11.2013

G06V 20/62 (2022.01)

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 24.04.2025

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

(30) Unionspriorität:
13/464,357 04.05.2012 US

(56) Ermittelter Stand der Technik:

GIANNOUKOS, Ioannis, et al. Operator context scanning to support high segmentation rates for real time license plate recognition. Pattern Recognition, 2010, 43. Jg., Nr. 11, S. 3866-3878
JIAO, Jianbin; YE, Qixiang; HUANG, Qingming. A configurable method for multi-style license plate recognition. Pattern Recognition, 2009, 42. Jg., Nr. 3, S. 358-369

(73) Patentinhaber:
Conduent Business Services, LLC, Florham Park, NJ, US

(74) Vertreter:
Grünecker Patent- und Rechtsanwälte PartG mbB, 80802 München, DE

(72) Erfinder:
Fan, Zhigang, Webster, N.Y., US; Zhao, Yonghui, Penfield, N.Y., US; Burry, Aaron Michael, Ontario, N.Y., US; Kozitsky, Vladimir, Rochester, N.Y., US

(54) Bezeichnung: **Nummernschildzeichensegmentierung unter Verwendung von Wahrscheinlichkeitsmaximierung**

(57) Hauptanspruch: Verfahren (400) zum Bestimmen einer Nummernschild-Layoutkonfiguration (126), wobei das Verfahren umfasst:

mentierten Schildregion mit dem zumindest einem Modell, wobei das Schätzen der Wahrscheinlichkeitsfunktion beinhaltet:

Erzeugen (S404) zumindest eines Modells, das eine Nummernschild-Layoutkonfiguration repräsentiert, wobei das Erzeugen umfasst:

Erstellen eines Histogramms für jedes Merkmal; und Schätzen der Wahrscheinlichkeitsfunktion als normalisierte Histogramme.

Segmentieren (S408) von Trainingsbildern (124), wobei jedes davon ein Nummernschild definiert, um Zeichen und Logos aus den Trainingsbildern (124) zu extrahieren, Berechnen (S410) von Werten, die Parametern des Nummernschilds und Merkmalen der Zeichen und Logos entsprechen, und

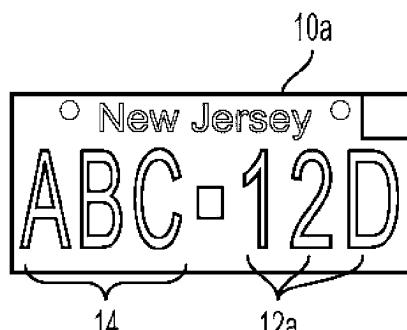
Schätzen (S416) einer Wahrscheinlichkeitsfunktion, die von den Merkmalen spezifiziert wird, unter Verwendung der Werte, wobei die Wahrscheinlichkeitsfunktion so eingerichtet ist, dass sie Abweichungen zwischen einem beobachteten Schild und dem Modell misst;

Speichern (S420) einer Layoutstruktur und von Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Merkmale für jedes des zumindest einen Modells;

Empfangen (S422) eines beobachteten Bildes, das eine Schildregion beinhaltet, als Eingabe;

Segmentieren (S424) der Schildregion; und

Bestimmen (S426) einer Nummernschild-Layoutkonfiguration des beobachteten Schildes durch Vergleichen der seg-



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Bestimmen einer Nummernschild-Layoutkonfiguration. Es sei verstanden, dass die vorliegenden beispielhaften Ausführungsformen auch auf andere ähnliche Anwendungen abänderungsfähig sind.

[0002] Ein System zur automatischen Nummernschilderfassung (ALPR, Automatic License Plate Recognition) ist ein Fahrzeugüberwachungssystem, das Bilder von sich bewegenden oder parkenden Fahrzeugen unter Verwendung einer Foto- oder Videokamera erfasst. Das System lokaliert ein Nummernschild auf dem Bild, segmentiert die Zeichen auf dem Schild und nutzt eine optische Zeichenerkennung (OCR, Optical Character Recognition), um die Nummernschildnummer zu bestimmen. Das ALPR-System agiert häufig als Kernmodul für ein intelligentes Verkehrsinfrastruktursystem, da seine vielen Anwendungen das Überwachen des Verkehrsflusses, das Durchsetzen von Verkehrsgesetzen und das Verfolgen von kriminellen Verdächtigen umfassen können.

[0003] Die Zeichensegmentierung wird verwendet, um die einzelnen Zeichen auf dem Schild zu finden. Die Zeichensegmentierung stellt für herkömmliche ALPR-Systeme mehrere Herausforderungen bereit. Eine Herausforderung besteht darin, dass Rechtsordnungen unterschiedliche Layouts verwenden können, so dass das System in der Lage sein muss, mehrere Layouts zu erkennen, um effektiv zu sein. Gleichzeitig jedoch verwenden einige Rechtsordnungen ähnliche Nummernschildprotokolle. Beispielsweise kann eine Reihe von US-Staaten gleiche Anzahlen von Zeichen gemeinsam zwischen Leerräumen und/oder Logos gruppieren. Ein herkömmliches System ist auf einen Benutzer angewiesen, der bestätigt, dass die Nummernschildnummer mit dem korrekten Staat korreliert.

[0004] JIAO, Jianbin et al. offenbart in der Veröffentlichung „A configurable method for multi-style license plate recognition“, publiziert in „Pattern Recognition“ 2009, 42. Jg., Nr. 3, S. 358-369, ein Verfahren zur Verbesserung der Erkennung von Nummernschildern aus verschiedenen US Staaten.

[0005] GIANNOUKOS, Ioannis, et al. offenbart in der Veröffentlichung „Operator context scanning to support high segmentation rates for real time license plate recognition“, publiziert in „Pattern Recognition“, 2010, 43. Jg., Nr. 11, S. 3866- 3878, Segmentierungsverfahren zur Nummernschilderkennung.

[0006] Eine weitere Herausforderung in Zusammenhang mit der Zeichensegmentierung ist die Fähigkeit, Zeichen von anderen Objekten zu unterscheiden, die Teil des Schildes bilden oder das Schild verdecken. Schrauben, Schmutz, Logos, Graphiken, Schildräder und Schildrahmen können die Anzahl von Zeichen, die das System auf dem Schild erkennt, beeinflussen. Die Objekte können die Grenzen zwischen Segmenten und somit die Fähigkeit des Systems, die finale Ausgabe zu unterscheiden, beeinflussen.

[0007] Die Auswirkungen von unterschiedlichen Bildgebungsbedingungen, darunter Überbelichtung, Reflexion, Schatten, geringer Kontrast und schlechte oder ungleichmäßige Beleuchtung, stellen eine weitere Herausforderung für die Zeichensegmentierung dar. Es besteht ein Bedarf für ein ALPR-System, das robust genug ist, um unterschiedliche Bedingungen handhaben zu können.

[0008] Häufig liegt eine geringe Toleranz für Segmentierungsfehler vor, die von einem ALPR-System gemacht werden, da viele Anwendungen eine hohe Genauigkeit erfordern. Aus diesem Grund besteht ein Bedarf an einem ALPR-System, das die Genauigkeit verbessert, indem es das Risiko einer Über- und Untersegmentierung verringert, fehlerhafte Ergebnisse bestimmt und Schildlokalisierungsfehler ablehnt.

[0009] Diese Probleme werden durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 gelöst.

[0010] Eine erste Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ist auf ein Verfahren zum Bestimmen einer Nummernschild-Layoutkonfiguration gerichtet. Das Verfahren umfasst das Erzeugen zumindest eines Modells, das eine Nummernschild-Layoutkonfiguration repräsentiert. Das Erzeugen umfasst das Segmentieren von Trainingsbildern, wobei jedes davon ein Nummernschild definiert, um Zeichen und Logos aus den Trainingsbildern zu extrahieren. Das Segmentieren umfasst darüber hinaus das Berechnen von Werten, die Parametern des Nummernschildes und Merkmalen der Zeichen und Logos entsprechen. Das Segmentieren umfasst das Schätzen einer Wahrscheinlichkeitsfunktion, die von den Merkmalen spezifiziert wird, unter Verwendung der Werte. Die Wahrscheinlichkeitsfunktion ist so eingerichtet, dass sie Abweichungen zwischen einem beobachteten Schild und dem Modell misst. Das Verfahren umfasst das Speichern einer Layoutstruktur und der Verteilungen für jedes des zumindest einen Modells. Das Verfahren umfasst darüber hinaus das

Empfangen eines beobachteten Bildes, das eine Schildregion beinhaltet, als Eingabe. Das Verfahren umfasst das Segmentieren der Schildregion und das Bestimmen einer Nummernschild-Layoutkonfiguration des beobachteten Schildes durch Vergleichen der segmentierten Schildregion mit dem zumindest einen Modell.

[0011] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ist auf ein System zum Bestimmen einer Nummernschild-Layoutkonfiguration gerichtet. Das System umfasst eine Trainingseinheit mit einem Prozessor zum Erzeugen zumindest eines Modells, das eine Nummernschild-Layoutkonfiguration repräsentiert. Die Trainingseinheit ist so eingerichtet, dass sie Trainingsbilder von Nummernschildern segmentiert, um Zeichen und Logos aus den Trainingsbildern zu extrahieren. Die Trainingseinheit berechnet darüber hinaus Werte, die Parametern des Nummernschildes und Merkmalen der Zeichen und Logos entsprechen. Das Training ist auch so eingerichtet, dass es eine Wahrscheinlichkeitsfunktion, die von den Merkmalen spezifiziert wird, unter Verwendung der Werte schätzt. Die Wahrscheinlichkeitsfunktion wird verwendet, um Abweichungen zwischen einem beobachteten Schild und dem Modell zu messen. Das System beinhaltet darüber hinaus eine Speichereinheit, die in Verbindung mit der Trainingseinheit steht. Die Speichereinheit ist so eingerichtet, dass sie eine Layoutstruktur und die Verteilungen für jedes Modell speichert. Das System beinhaltet darüber hinaus eine Segmentierungseinheit, die in Verbindung mit der Speichereinheit steht. Wenn ein beobachtetes Bild, das eine Schildregion enthält, empfangen wird, ist die Segmentierungseinheit so eingerichtet, dass sie die Schildregion mit dem zumindest einen Modell vergleicht, das in der Speichereinheit gespeichert ist. Auf Basis des Vergleichs bestimmt die Segmentierungseinheit eine Nummernschild-Layoutkonfiguration des beobachteten Bildes.

[0012] Eine weitere Ausführungsform der Offenbarung ist auf ein Verfahren zum Segmentieren eines beobachteten Bildes eines Nummernschildes zum Bestimmen einer Layoutkonfiguration des Nummernschildes gerichtet. Das Verfahren umfasst das Bereitstellen zumindest eines Modells, das eine Nummernschild-Layoutkonfiguration repräsentiert. Das Verfahren umfasst das Empfangen eines beobachteten Bildes, das eine Schildregion beinhaltet, als Eingabe. Das Verfahren umfasst das Erzeugen von binären Abbildungen der Schildregion durch Anwenden von zumindest zwei binären Schwellenwerten. Unter Verwendung der binären Abbildungen bestimmt das Verfahren objektverbundene Komponenten relativ zu hintergrundverbundenen Komponenten. Das Verfahren vergleicht die bestimmten objektverbundenen Komponenten mit dem zumindest einen Modell. Das Verfahren umfasst darüber hinaus das Bestimmen, ob der Übereinstimmungswert für das zumindest eine Modell unter einem vorab festgelegten Schwellenwert liegt. Das Verfahren bestimmt danach, ob das zumindest eine Modell eine engste Übereinstimmung mit der Schildregion am beobachteten Bild ist.

Die **Fig. 1A** und **1B** zeigen Beispiele für Reihenformate, die auf Probe-Nummernschildern enthalten sind.

Die **Fig. 2A** und **2B** zeigen Segmente, die Zeichen von Schildern der **Fig. 1A** und **1B** repräsentieren, nachdem die Schilder einem Segmentierungsprozess unterzogen wurden.

Fig. 3 ist eine schematische Darstellung eines ALPR-Segmentierungssystems gemäß einer beispielhaften Ausführungsform.

Fig. 4 ist ein Ablaufplan, der ein Verfahren zum Bestimmen einer Nummernschild-Layoutkonfiguration beschreibt.

Fig. 5 zeigt Beispiele für Merkmalverteilungen.

Fig. 6 zeigt einen Ablaufplan zum Bestimmen eines Nummernschildformats unter Verwendung eines Segmentierungsprozesses.

[0013] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Bestimmen einer Nummernschild-Layoutkonfiguration. Das Verfahren wird in zwei Stufen durchgeführt. In einer ersten Trainingsstufe werden Probeschilder verwendet, um Wahrscheinlichkeitsfunktionen zu erzeugen, die mehrere Schildmodelle beschreiben. Jedes Schildmodell wird durch eine bestimmte Layoutstruktur für ein Probe-Nummernschild definiert. Die Layoutstrukturen unter den Schildmodellen können unterschiedliche Reihenformate enthalten, die für gewöhnlich alphanumerisch sind, und können durch die Anzahl von Zeichen in einer Gruppe, die Anzahl von Zeichengruppen, die Position eines Leerzeichens oder eines Bindestrichs und den Raum, der von einem Logo eingenommen sein kann, beschrieben werden. Zwei beispielhafte Formate sind in **Fig. 1** gezeigt. **Fig. 1A** zeigt ein 6-Zeichen-Format, z. B. 123456 und 123-456. **Fig. 1B** zeigt ein 7-Zeichen-Format, z. B. 1ABC234 und ABC-1234. In der Trainingsstufe werden die Zeichen der Probe-Schildmodelle segmentiert, wie in den **Fig. 2A** und **2B** gezeigt, und die Segmente werden unter Verwendung einer (log)Wahrscheinlichkeitsfunktion gemessen. Abweichungen in den Ergebnissen werden als Summe eines Satzes der Merkmal-(log)Wahrscheinlichkeitfsfunktionen angenähert.

[0014] In der zweiten Segmentierungsphase wird eine Reihe von Kandidaten für Nummernschildformate aus einem ursprünglichen Nummernschild berechnet, das auf einem Bild erfasst ist. Jedes Kandidatenformat wird durch Variieren von Schwellenwerten erzeugt, die auf das Bild angewandt werden. Merkmalvektoren werden anhand jedes Kandidaten geschätzt. Danach werden Wahrscheinlichkeiten anhand der Merkmale berechnet und mit den Modellen verglichen, die in der Trainingsphase beschrieben wurden. Das Segmentierungsergebnis, d. h. das Nummernschildformat, wird dann als das Modell mit der maximalen Wahrscheinlichkeit bestimmt.

[0015] **Fig.** 3 ist eine schematische Darstellung eines ALPR-Segmentierungssystems 100 gemäß einer beispielhaften Ausführungsform. Das ALPR-Segmentierungssystem 100 beinhaltet eine Trainingseinheit 102, eine Speichereinheit 104 und eine Segmentierungseinheit 106, die über Kommunikationsverbindungen miteinander verknüpft werden können, hier als Netzwerk bezeichnet. Diese Komponenten werden im Folgenden ausführlicher beschrieben.

[0016] Die in **Fig.** 3 gezeigte Trainingseinheit 102 beinhaltet eine Steuereinheit 108, die Teil der Trainingseinheit 102 oder mit dieser assoziiert ist. Die beispielhafte Steuereinheit 108 ist so eingerichtet, dass sie ein Training des ALPR-Systems 100 steuert, indem sie zumindest eine Wahrscheinlichkeitsfunktion erzeugt, die später mit erfassten Bildern verglichen werden kann. Die Steuereinheit 108 enthält einen Prozessor 110, der den gesamten Betrieb der Trainingseinheit 102 steuert, indem er Verarbeitungsfunktionen ausführt, die in einem Speicher 112 gespeichert sind, der mit dem Prozessor 110 verbunden ist.

[0017] Der Speicher 112 kann jedweden Typ von greifbarem computerlesbarem Medium darstellen, z. B. Direktzugriffsspeicher (RAM), Nur-Lese-Speicher (ROM), Magnetdiskette oder Magnetband, optische Diskette, Flash-Speicher oder holographischer Speicher. Bei einer Ausführungsform umfasst der Speicher 112 eine Kombination aus Direktzugriffsspeicher und Nur-Lese-Speicher. Der digitale Prozessor 110 kann auf verschiedene Weise verkörpert sein, z. B. durch einen Einkernprozessor, einen Doppelkernprozessor (oder allgemeiner gesprochen durch einen Mehrkernprozessor), einen digitalen Prozessor und einen zusammenarbeitenden Math-Coprozessor, eine digitale Steuereinheit oder dergleichen. Der digitale Prozessor führt neben dem Steuern des Betriebs der Trainingseinheit 102 Anweisungen aus, die im Speicher 112 gespeichert sind, um die Teile des in **Fig.** 4 gezeigten Verfahrens durchzuführen, die beim ALPR-Segmentierungssystem 100 durchgeführt werden. Bei einigen Ausführungsformen können der Prozessor 110 und der Speicher 112 in einem einzelnen Chip kombiniert sein.

[0018] Die Trainingseinheit 102 kann in einer vernetzten Einheit verkörpert sein, auch wenn angedacht wird, dass die Trainingseinheit 102 an einer anderen Stelle in einem Netzwerk positioniert sein kann, mit dem das ALPR-Segmentierungssystem 100 verbunden ist, z. B. auf einem Server, einem vernetzten Computer oder dergleichen, oder kann im gesamten Netzwerk verteilt oder anderweitig zugreifbar sein. Die hier offenbare Trainingsphase wird durch den Prozessor 110 gemäß den im Speicher 112 enthaltenen Anweisungen durchgeführt. Insbesondere speichert der Speicher 112 ein Segmentierungsmodul 114, das Trainingsbilder (d. h. Probe-Schildmodelle) segmentiert, wobei jedes ein Nummernschildlayout definiert, um Zeichen und Logos aus den Trainingsbildern zu extrahieren; ein Parameterberechnungsmodul 116, das Werte berechnet, die den Parametern des Nummernschildes und Merkmalen der Zeichen und Logos entsprechen; ein Wahrscheinlichkeitsfunktion-Erzeugungsmodul 118, das eine Wahrscheinlichkeitsfunktion, die von den Merkmalen spezifiziert wird, unter Verwendung der Werte schätzt; und ein Histogrammerzeugungsmodul 120, das ein Histogramm für jedes Merkmal erstellt. Ausführungsformen werden angedacht, wobei diese Anweisungen in einem Modul gespeichert werden können. Die Module 114 bis 120 werden weiter unten unter Bezugnahme auf das beispielhafte Verfahren beschrieben.

[0019] Wie hier verwendet, sollen die Softwaremodule jede Sammlung oder jeden Satz von Anweisungen umfassen, die bzw. der von der Trainingseinheit 102 oder einem anderen digitalen System ausführbar ist, um den Computer oder das andere digitale System so zu konfigurieren, dass er bzw. es die Aufgabe ausführt, die die Absicht der Software ist. Wie hier verwendet, soll der Ausdruck „Software“ solche Anweisungen umfassen, die in einem Speichermedium wie RAM, Festplatte, optische Diskette oder so weiter gespeichert sind, und soll auch sogenannte „Firmware“ umfassen, bei der es sich um auf einem ROM oder so weiter gespeicherte Software handelt. Solche Software kann auf verschiedene Weise organisiert sein und kann als Bibliotheken organisierte Softwarekomponenten, internetbasierte Programme, die auf einem Remote-Server oder so weiter gespeichert sind, Quellcode, interpretativer Code, Objektcode, direkt ausführbarer Code usw. enthalten. Es ist angedacht, dass die Software einen Code auf Systemebene oder Aufrufe an andere Software aufrufen kann, die auf einem Server (nicht gezeigt) oder an einem anderen Speicherort liegt, um gewisse Funktionen auszuführen.

[0020] Unter weiterer Bezugnahme auf **Fig. 3** enthält die Trainingseinheit 102 auch eine oder mehrere Kommunikationsschnittstellen, z. B. Netzwerkschnittstellen, zum Kommunizieren mit externen Einheiten. Die Kommunikationsschnittstellen 122 können beispielsweise ein Modem, einen Router, ein Kabel und/oder einen Ethernet-Anschluss usw. enthalten. Die Kommunikationsschnittstelle 116 ist so eingerichtet, dass sie Probefelder (im Folgenden „Trainings“-Bilder) 124 als Eingabe empfängt und zumindest eine Wahrscheinlichkeitsfunktion und Layoutkonfiguration 126 als Ausgabe bereitstellt. Bei angedachten Ausführungsformen kann eine Kommunikationsschnittstelle die Eingabe empfangen und die Ausgabe bereitstellen. Die verschiedenen Komponenten der Trainingseinheit 102 können alle durch einen Bus 128 verbunden werden.

[0021] Die Schulungseinheit 102 kann einen oder mehrere spezielle oder allgemeine Recheneinheiten umfassen, z. B. einen Servercomputer oder eine Digital Front End-(DFE)- oder ein andere Recheneinheit, die in der Lage ist, Anweisungen zum Durchführen des beispielhaften Verfahrens auszuführen.

[0022] **Fig. 3** zeigt darüber hinaus, dass die Trainingseinheit 102 mit einer Eingabeeinheit 130 zum Eingeben und/oder Empfangen der Trainingsbilder in elektronischem Format verbunden ist. Die Eingabeeinheit 130 kann eine Bilderfassungseinheit, z. B. eine Kamera, beinhalten, die ausgewählt ist, um die Probefelder 124 der Schilder bereitzustellen, die später segmentiert werden, oder sie kann eine Einheit sein, die so eingerichtet ist, dass sie die von einer Kamera erfassten Bilder an die Trainingseinheit 102 überträgt. Beispielsweise kann die Eingabeeinheit 130 einen Scanner, einen Computer oder dergleichen beinhalten. Bei einer weiteren Ausführungsform können die Bilddaten 124 über eine beliebige geeignete Quelle eingegeben werden, z. B. eine Workstation, eine Datenbank, eine Speichereinheit wie eine Diskette oder dergleichen. Die Eingabeeinheit 130 steht in Verbindung mit der Steuereinheit 108, die den Prozessor 110 und Speicher 112 enthält.

[0023] Unter weiterer Bezugnahme auf **Fig. 3** enthält das ALPR-Segmentierungssystem 100 eine Speichereinheit 104, die mit der Trainingseinheit 102 in Verbindung steht. Bei einer angedachten Ausführungsform kann die Trainingseinheit in Verbindung mit einem Server (nicht gezeigt) stehen, der eine Verarbeitungseinheit und einen Speicher, z. B. eine Speichereinheit 104, beinhaltet oder Zugriff auf eine Speichereinheit 104 für Wahrscheinlichkeitsfunktionen und Layoutstrukturen hat, die von der Segmentierungseinheit 106 verwendet werden können. Die Speichereinheit 104 enthält ein Repository 132, das zumindest eine Wahrscheinlichkeitsfunktion und das Schildlayout 126 speichert, wie von der Trainingseinheit 102 bereitgestellt.

[0024] Unter weiterer Bezugnahme auf **Fig. 3** enthält das ALPR-Segmentierungssystem 100 darüber hinaus die Segmentierungseinheit 106, die mit der Speichereinheit 104 in Verbindung steht. Die beispielhafte Segmentierungseinheit 106 enthält beispielsweise einen Computer oder einen Mikrocomputer. Die Segmentierungseinheit 106 kann als Teil einer Bilderfassungseinheit 134 enthalten sein oder sie kann in Verbindung mit der Bilderfassungseinheit 134 stehen. Die Segmentierungseinheit 106 enthält einen Prozessor 136, z. B. eine CPU, und einen Speicher 138 zum Speichern von Softwaremodulen, die auf dem Prozessor der CPU ausführbar sind, und zumindest eine Kommunikationsschnittstelle 140, einschließlich Hardware und/oder Software, die für das Bereitstellen einer Drahtlosdatenkommunikation mit der Speichereinheit 104, der Bilderfassungseinheit 134 und einer graphischen Benutzeroberfläche (GUI) 142 geeignet ist. Der Speicher 138, der Prozessor 136 und die eine oder mehreren Kommunikationsschnittstellen 140 können gleichermaßen mit dem Speicher 112, dem Prozessor 110 und der Kommunikationsschnittstelle 122 der Trainingseinheit 102 konfiguriert sein. Das beispielhafte Softwaremodul enthält ein Modul 144 zum Erzeugen von binären Abbildungen (oder bei einer Ausführungsform ein Projektionserzeugungsmodul 144), das eine binäre Abbildung der Schildregion erzeugt, indem es einen Binarisierungsschwellenwert anwendet; ein Komponentenbestimmungsmodul 146, das dunkelverbundene Komponenten relativ zu hellverbundenen Komponenten bestimmt und Merkmale der bestimmten schwarzverbundenen Komponenten misst; und ein Komponentenvergleichsmodul 148, das die bestimmten schwarzverbundenen Komponenten mit zumindest einem Modell vergleicht, bestimmt, ob der Übereinstimmungswert einem Schwellenwert entspricht, und das Modell bestimmt, das eine engste Übereinstimmung zu der Schildregion am beobachteten Bild ist. Diese Module 144 bis 148 werden im Folgenden unter Bezugnahme auf die beispielhaften Verfahren der **Fig. 4** und **6** beschrieben. Die verschiedenen Komponenten der Segmentierungseinheit 106 können alle durch einen Bus 150 verbunden werden.

[0025] Unter weiterer Bezugnahme auf **Fig. 3** können die erfassten Bilddaten 152 einer Verarbeitung durch die Segmentierungseinheit 106 unterzogen werden und ein identifiziertes Modell 154 kann dem Benutzer in geeigneter Form auf der GUI 142 angezeigt werden, die mit der Segmentierungseinheit 106 in Verbindung steht. Die GUI 142 kann eine Anzeige zum Anzeigen von Informationen, z. B. der segmentierten Zeichen oder des Nummernschildes am segmentierten Bild, für Benutzer und eine Benutzereingabeeinheit, z. B. eine

Tastatur oder ein Touch- oder Writeable Screen, zum Empfangen von Anweisungen als Eingabe und/oder eine Zeigersteuereinheit, z. B. eine Maus, einen Trackball oder dergleichen, zum Kommunizieren von Benutzereingabeinformationen und Befehlsauswählen an den Prozessor 136 enthalten.

[0026] **Fig. 4** ist ein Ablaufplan, der das Verfahren 400 zum Bestimmen einer Nummernschild-Layoutkonfiguration beschreibt. Das Verfahren beginnt bei S402. Wie erwähnt, umfasst das Verfahren eine Trainingsstufe bei S404, die verwendet wird, um zumindest ein Nummernschild-Layoutmodell zu erstellen. Die Trainingsstufe wird von der Trainingseinheit 102 durchgeführt und kann offline durchgeführt werden. Das Verfahren umfasst darüber hinaus eine Segmentierungsphase bei S406, die verwendet wird, um ein Nummernschildformat aus einem erfassten Bild eines Nummernschildes unter Verwendung des zumindest einen bei S404 bereitgestellten Modells zu bestimmen. Die Segmentierungseinheit 106 führt die Segmentierungsstufe durch.

[0027] Unter weiterer Bezugnahme auf **Fig. 4** verwendet das Training S404 Probe-Nummernschildbilder, um Modelle zu erzeugen, die die unterschiedlichen Layouts definieren, die die Probe-Nummernschilder beschreiben. Wie hier verwendet, ist der Ausdruck „Layout“ mit „Format“ synonym. Ein Format (oder Reihenformat) beinhaltet die alphanumerischen Zeichen, die in variable Cluster gruppiert werden können, die einem Leerzeichen und Bindestrichen vorangehen und darauf folgen. Beim Erstellen der Layoutmodelle bei S404 werden Informationen auf den Schildern zum Spezifizieren von Staaten- und Ausstellungsinformationen wie z. B. Slogans, Landschaften, Hintergründe und Zeichen um den Umfang des Schildes ignoriert.

[0028] Die Zeichen, die die eindeutige Nummernschildnummer repräsentieren, werden verwendet, um die Layouts in den Modellschildern zu definieren. Diese Zeichen werden für gewöhnlich mit vorab definierten Layoutstrukturen erstellt. Wie erwähnt, können die Zeichenformate zwischen Staaten, Bezirken oder Ländern der Ausstellung variieren. Innerhalb eines Staates können mehrere Layoutkonfigurationen verwendet werden, z. B. um unterschiedliche Ausstellungsbezirke zu repräsentieren. Die Gesamtanzahl von möglichen Konfigurationen ist jedoch immer noch begrenzt. Die meisten Schilder können unter Verwendung von ungefähr 20 unterschiedlichen Modellen mit annehmbarer Genauigkeit dargestellt werden.

[0029] Unter erneuter Bezugnahme auf die **Fig. 1A** und **1B** werden die Zeichen 10 auf einem Nummernschild 10 häufig in Gruppen 14 geclustert. Die Zeichen innerhalb jeder Gruppe (12a und 12b) haben die gleiche Teilung, das heißt, sie sind gleich beabstandet. Diese Teilung kann zwischen Nummernschildern variieren, in Abhängigkeit von den unterschiedlichen Regierungsbehörden, die die Schilder ausstellen. Die Abmessungen und relativen Positionen der Zeichen werden verwendet, um das Zeichenlayout in den Modellen zu spezifizieren. **Fig. 2A** zeigt das Nummernschild-Zeichenlayout, wobei ein Schildmodell 20a, das das Schild von **Fig. 1A** repräsentiert, sechs Zeichensegmente 22a enthält, die in zwei 3-Zeichen-Gruppen 24 unterteilt sind. Das Schildmodell 20b enthält darüber hinaus ein kleines Logo 26, das zwischen den Gruppen platziert ist. Gleichermaßen enthält das in **Fig. 2B** gezeigte Schildmodell sieben Zeichensegmente 22b, die die auf dem Schild von **Fig. 1B** enthaltenen sieben Zeichen repräsentieren.

[0030] Unter weiterer Bezugnahme auf **Fig. 4** wird eine Reihe von Trainingsbildern (im Folgenden synonym als „Probefelder 124“ bezeichnet) für die Trainingseinheit 102 bereitgestellt. Das Segmentierungsmodul 114 segmentiert bei S408 die Probenbilder, um die Zeichen und die Logos zu extrahieren. Wie in den **Fig. 2A** und **2B** gezeigt, sind die Segmente Rahmen, die unterschiedliche Zeichen repräsentieren. Das Parameterberechnungsmodul 116 verwendet dann bei S410 die Rahmen, um Merkmale anhand der extrahierten Zeichen und Logos zu berechnen. Der Merkmalsatz beinhaltet die Abmessungen und Positionen von Objekten, z. B. die Zeichen und Logos, und ist durch Werte repräsentiert.

[0031] Insbesondere besteht der Satz aus Merkmalen, die auf die Probeschilder angewandt werden können, aus einer Breite und einer Höhe der Zeichensegmente, einem Abstand zwischen Zeichensegmenten, dem Unterschied zwischen linkem und rechtem Rand, Höhen und Breiten eines Logos, einer Position eines Logos und Kombinationen des Obigen. Mehr im Detail werden die Breite und die Höhe von Zeichen als Höhe und Breite der Rahmen gemessen. Der Abstand zwischen den Zeichen wird als Teilung oder Beabstandung zwischen Zeichensegmenten gemessen. Der Abstand wird für jedes benachbarte Paar von Rahmen innerhalb der gleichen Gruppe ausgewertet. Bei einer Ausführungsform kann der Abstand anhand der Zentren von benachbarten Rahmen berechnet werden, da die Zeichensegmente in Abhängigkeit von den repräsentierten Zeichen unterschiedliche Breiten aufweisen können. Beispielsweise umfassen die Zahl „1“ und der Buchstabe „I“ Breiten, die im Allgemeinen enger als andere alphanumerische Zeichen sind, z. B. die Zahl „2“ und der Buchstabe „H“. Ein Rand wird als Abstand zwischen einem Zentrum eines ersten Zeichens eines Schildes zur vertikalen Kante gemessen, die sich entlang der gleichen Seite des Schildes befindet. Diese Messung umfasst eine Hälfte der Zeichenbreite, die vom Zentrum genommen wird. Aus diesem Grund ist bei-

spielsweise die Messung des linken (rechten) Randes der Abstand zwischen den Zentren des ersten (letzten) Zeichens des Schildes zur linken (rechten) Kante. Wiederum werden die Zentren der Rahmen verwendet, um die variierenden Breiten unterschiedlicher Zeichen zu berücksichtigen. Die Position eines Logos wird relativ zu einem nächsten benachbarten Zeichensegment gemessen. Die Messungen, die verwendet werden, um die extrahierten Zeichen zu beschreiben, werden aufgezeichnet.

[0032] Unter weiterer Bezugnahme auf **Fig. 4** können die Merkmale verwendet werden, um eine Wahrscheinlichkeitsfunktion bei S412 zu spezifizieren. Mehr im Detail werden die Werte, die für die Messungen bei S410 erhalten werden, verwendet, um die Wahrscheinlichkeitsfunktion bei S412 zu schätzen.

[0033] Die Wahrscheinlichkeitsfunktion kann vom Wahrscheinlichkeitserzeugungsmodul 118 erzeugt werden, um Abweichungen in den beobachteten Schildern zu messen. Das Nummernschild, das später auf einem erfassten Bild während der Segmentierungsstufe bei S406 beobachtet wird, kann bedingt durch verschiedene Störungen und Artefakte von Modellen abweichen.

[0034] Die Wahrscheinlichkeitsfunktion wird von einem Satz von Merkmalen spezifiziert, die die Probe-Nummernschilder beschreiben. Da die Merkmale größtenteils voneinander unabhängig sind, kann die (log)Wahrscheinlichkeitsfunktion als Summe einer marginalen (log)Wahrscheinlichkeit unter Verwendung der folgenden Gleichung angenähert werden

$$\log p(x|s, m) = \sum_i \log f_i(x|s, m) \quad (1)$$

wobei $p(x | s, m)$ die Wahrscheinlichkeit angesichts der Segmentierung s unter Modell m und Beobachtung x ist; und

$f_i(x|s, m)$ die marginalen Verteilungen für Merkmal i unter Modell m ist.

[0035] Die Gleichung für die Wahrscheinlichkeit wird somit zu:

$$\begin{aligned} \log p(x|s, m) = & \sum_i \log f_w(w_i|m) + \sum_i \log f_h(h_i|m) + \sum_i \log f_d(d_i|m) + \sum_i \log f_\Delta(\Delta|m) + \\ & + \sum_i \log f_{Wi}(W_i|m) + \sum_i \log f_{Hi}(H_i|m) + \sum_i \log f_{Xi}(X_i|m) + \sum_i \log f_{Yi}(Y_i|m) \end{aligned} \quad (2)$$

wobei $f_w(w | m)$ eine Verteilung für Zeichenbreite unter Modell m ist;

$f_h(h | m)$ eine Verteilung für Zeichenhöhe unter Modell m ist;

$f_d(d | m)$ eine Verteilung von Zeichenabständen unter Modell m ist;

$f_{Wi}(W | m)$ eine Verteilung der Breite des i -ten Logos ist;

$f_{Hi}(H | m)$ eine Verteilung der Höhe des i -ten Logos ist;

$f_{Xi}(X | m)$ eine Verteilung der horizontalen Position des Logos ist;

$f_{Yi}(Y | m)$ eine Verteilung der vertikalen Position des Logos ist; und

$f_\Delta(\Delta | m)$ eine Verteilung der Randdifferenz ist.

[0036] Unter weiterer Bezugnahme auf **Fig. 4** wird ein Histogramm für jedes Merkmal bei S414 unter Verwendung des Histogrammerstellungsmoduls 120 erstellt. Jedes Histogramm wird verwendet, um eine Wahrscheinlichkeitsverteilung eines Merkmals anhand der Messungen zu schätzen. Allerdings können viele herkömmliche Technologien verwendet werden, um die Wahrscheinlichkeitsverteilungen zu schätzen; es gibt hier keine Beschränkung in Bezug auf das Verwenden von Histogrammen zum Schätzen der Wahrscheinlichkeitsverteilungen. **Fig. 5** zeigt mehrere Beispiele für Merkmalverteilungen, die für ein Probe-Nummernschilddesign aus dem Staat Kalifornien erhalten wurden.

[0037] Wie in **Fig. 5** gezeigt, sind die Merkmale der Zeichenbreite, der Zeichenhöhe, des Zeichenabstands, des linken Randes, des rechten Randes und in diesem Beispiel der Symmetrie als nichtparametrische Funktionen modelliert. Beispielsweise bietet das Histogramm eine Wahrscheinlichkeitshöhe, dass das vom Segment repräsentierte Zeichen ein gewisses Merkmal, z. B. Höhe, für die meisten Nummernschilder ist. Die Verteilung wird als das normalisierte Histogramm bei S416 geschätzt (**Fig. 4**). Das Training ist beinahe abgeschlossen, wenn jedes Merkmal einen gewissen Wert hat.

[0038] Unter weiterer Bezugnahme auf **Fig. 4** wird ein Modell für jede Nummernschild-Layoutkonfiguration bei S418 erzeugt. Ein Modell beinhaltet das Reihenformat oder die Layoutstruktur, die Abmessungen der Zeichen und Logos sowie die relativen Positionen der Zeichen und Logos. Um eine Skaleninvarianz zu erzielen, können die Abmessungs- und Positionsdaten auf die Zeichenteilung normalisiert werden. Die Modelle kön-

nen aus den vorgenommenen Messungen und Schätzwerten erzeugt werden, die aus den Probe-Nummernschildern erhalten werden. Die Modelle können darüber hinaus aus den Nummernschilddesign-Spezifikationen erzeugt werden. Ein Modell kann verwendet werden, um mehrere Nummernschilddesigns mit ähnlichen Zeichenformaten zu repräsentieren, die in Bezug auf die Parameter nur geringfügig variieren.

[0039] Unter weiterer Bezugnahme auf **Fig. 4** werden die Layoutstruktur und die Merkmalverteilungen in einer Datenbank 142 bei S420 für jedes Modell gespeichert. Die Modelle werden bei der Segmentierung bei S406 verwendet. Die Segmentierung bei S406 umfasst das Empfangen eines beobachteten Bildes, das ein Nummernschild enthält, als Eingabe bei S422. Im Allgemeinen wird das Bild von einer Bilderfassungseinheit 152 bereitgestellt, die im ALPR-System 100 enthalten ist. Das Bild kann eine Stoßstangenregion enthalten, an der das Nummernschild befestigt ist. In diesem Fall wird die Nummernschildregion auf dem Bild bestimmt und der Nummernschildteil des Bildes wird für die Zwecke der Segmentierung herangezogen. Mehr im Detail wird die Schildregion anhand eines Eingabebildes unter Verwendung eines Schildlokalisierungsmoduls des ALPR lokalisiert. Das erfasste Nummernschild wird bei S424 segmentiert, um die unterschiedlichen Zeichen zu bestimmen, die das Layout bilden. Die Zeichen werden mit den Modellen verglichen, die bei S418 erzeugt wurden, um das Layout oder Format des Nummernschilds auf dem erfassten Bild bei S426 zu bestimmen. Das Verfahren endet bei S428.

[0040] **Fig. 6** ist ein Ablaufdiagramm, das das Segmentieren bei S424 von **Fig. 4** beschreibt. Der Prozess 600 umfasst das Erzeugen von mehreren Kandidaten für Segmentierungsergebnisse. Anders ausgedrückt wird das tatsächliche Bild des Nummernschilds unter Verwendung von variierenden Schwellenwerten segmentiert, um die Zeichen und Logos in unterschiedlichen Kandidatenformaten zu extrahieren. Ein Kandidatenformat oder ein Kandidat, wie hier bezeichnet, ist ein mögliches Layoutmodell, das das Nummernschild repräsentieren kann, das am Bild erfasst wurde. Demgemäß können mehrere Kandidatenformate für ein Bild erzeugt werden. Jedes Kandidatenformat wird mit den gespeicherten Modellen verglichen. Das Nummernschildlayout ist das Modell, das die engste Übereinstimmung mit dem Kandidatenformat ist.

[0041] Unter weiterer Bezugnahme auf **Fig. 6** beginnt das Verfahren bei S602. Bei einem ersten Verfahren (in **Fig. 6** als „Verfahren auf Basis von verbundenen Komponenten“ bezeichnet) wird ein erstes Kandidatenformat durch Erzeugen einer binären Abbildung der Schildregion bei S604 erzeugt. Das Modul 144 zum Erzeugen von binären Abbildungen wendet einen ersten vorab definierten Schwellenwert an, um die binäre Abbildung der Nummernschildregion zu erzeugen. Da ein Nummernschild im Allgemeinen Objekte enthält, die einen Kontrast zu einem Hintergrund darstellen, produziert die Abbildung eine Sammlung von dunklen Komponenten relativ zu hellen Komponenten. Das System ist so programmiert, dass es die dunklen Komponenten bestimmt, die die Objekte repräsentieren, und die hellen Komponenten, die den Hintergrund repräsentieren. Bei einer weiteren Ausführungsform kann das System die hellen Komponenten bestimmen, die die Objekte darstellen, und die dunklen Komponenten, die den Hintergrund darstellen, und zwar für Regierungsbehörden, die umgekehrte Schilder ausgeben, d. h. Schilder mit hellem Schriftzug auf einem dunklen Hintergrund. Der leichteren Beschreibung wegen werden hier dunkle Komponenten als Kandidaten für Zeichen und Logos betrachtet.

[0042] Die dunkelverbundenen Komponenten werden bei S606 relativ zu hellverbundenen Komponenten bestimmt. Eine dunkelverbundene Komponente beinhaltet eine Gruppe von schwarzen Pixeln. Anders ausgedrückt, eine Anzahl von schwarzen Pixeln, die alle miteinander verbunden sind, bildet zusammen eine dunkelverbundene Komponente. Die Merkmale jeder Gruppe einer dunkelverbundenen Komponente werden bei S608 bestimmt. Mehr im Detail werden die Höhen- und Breitenmerkmale für jede dunkelverbundene Komponente gemessen. Die dunkelverbundene Komponente repräsentiert ein Segment, das mit den Layoutstrukturen der unterschiedlichen Modelle bei S610 verglichen wird. Mehr im Detail werden die Messungen für die Merkmale mit den Abmessungen und relativen Positionen der Zeichen und Logos verglichen, die für jedes Modell gespeichert sind, S420 (**Fig. 4**). Die Modelle, die den engsten Übereinstimmungen entsprechen, werden für das Kandidatenformat in Betracht gezogen. Bei einer Ausführungsform kann ein Modell bei S612 in Betracht gezogen werden, wenn es einem vorab definierten Schwellenwert entspricht. Das Zeichenformat für Modelle, die den Schwellenwert nicht erfüllen, kann außer Acht gelassen werden.

[0043] Unter weiterer Bezugnahme auf das Verfahren auf Basis von verbundenen Komponenten von **Fig. 6** können weitere Modelle durch Variieren eines Binarisierungsschwellenwerts tb bei S614 in Betracht gezogen werden. Auf diese Weise kann zumindest eine sekundäre binäre Abbildung verwendet werden, um ein unterschiedliches Kandidatenformat zu produzieren, das mit den Modellen verglichen werden kann, um eine engste Übereinstimmung zu bestimmen. Durch Variieren des Binarisierungsschwellenwerts kann ein unterschiedlicher Satz von dunkelverbundenen Komponenten aus dem empfangenen Eingabebild entstehen. Für

jeden Binarisierungsschwellenwert, der zum Erzeugen eines Kandidatenformats bei S614 bereitgestellt wird, kehrt der Prozess zu S604 zurück.

[0044] Unter weiterer Bezugnahme auf **Fig. 6** wird eine Wahrscheinlichkeit bei S614 unter Verwendung der obigen Gleichung (2) für die Übereinstimmungen berechnet, die zwischen den Layoutstrukturen der Modelle und den Kandidaten festgestellt werden. Das Modell, das die engste Übereinstimmung zur Schildregion am beobachteten Bild darstellt, wird bei S616 bestimmt. Mehr im Detail wird die Layoutstruktur für ein Modell mit einer maximalen Wahrscheinlichkeit auf der GUI (142 in **Fig. 1**) als das beste Ergebnis ausgegeben. Das Format des Nummernschilds am erfassten Bild wird als dem Reihenformat oder der Layoutstruktur entsprechend bestimmt, die dem engsten Modell entspricht. Wie erwähnt, wurde dieses Format bei S418 mit dem Modell gespeichert.

[0045] Bei einer weiteren Ausführungsform (in **Fig. 6** als „projektionsbasiertes Verfahren“ bezeichnet) wird eine Projektion bei S618 an der binären Abbildung der Schildregion in vertikaler Richtung oder Ebene durchgeführt. Lücken zwischen den unterschiedlichen dunkelverbundenen Komponenten werden bei S620 lokalisiert. Diese Lücken werden als Täler in den Projektionen bezeichnet, die Zeichen und Logoobjekte repräsentieren. Das Tal basiert auf einem Schwellenwert tv (hier als „Schwellenwert für Talerkennung“ bezeichnet), der auf das Kandidatenformat angewandt wird. Anders ausgedrückt, können die Lücken und die Objekte auf Basis des Schwellenwerts für Talerkennung variieren.

[0046] Unter weiterer Bezugnahme auf **Fig. 6** werden die Lücken bei S622 in Teilregionen unterteilt. Eine Sammlung von schwarzen Pixeln für jede Teilregion wird bei S624 bestimmt. Jede Sammlung von schwarzen Pixeln ist für einen Kandidaten für ein Zeichen oder ein Logo repräsentativ. Bei einer Ausführungsform kann der Schwellenwert für Talerkennung bei S626 variiert werden, um zumindest eine zweite, unterschiedliche Sammlung von schwarzen Pixeln zu erzeugen.

[0047] Nachdem die Kandidatenzeichen erzeugt wurden, wird der Prozess von dem Komponentenvergleichsmodul 148 durchgeführt und ist analog zum oben in Bezug auf das Verfahren auf Basis von verbundenen Komponenten beschriebenen Prozess. Zusammenfassend werden die Merkmalvektoren bei S608 bestimmt. Die Layoutstruktur der Kandidatenergebnisse wird mit den Strukturen für die unterschiedlichen Modelle bei 610 verglichen. Eine Wahrscheinlichkeit wird für jede bestimmte Übereinstimmung bei S614 berechnet. Und das Layoutformat des erfassten Bildes ist das Layout für das Modell mit der maximalen Wahrscheinlichkeit bei S616. Bei einer Ausführungsform mit mehreren engen Übereinstimmungen mit jeweils hohen Ergebnissen für die Wahrscheinlichkeitsberechnung können die Ergebnisse für die engen Übereinstimmungen gespeichert und/oder an die optische Zeichenerkennung (OCR, Optical Character Recognition) weitergeleitet werden. Die OCR kann das einzelne Zeichen oder die einzelnen Zeichen analysieren und ein Codekonfidenzniveau bestimmen, das vom System verwendet werden kann, um eine Entscheidung für die engste Übereinstimmung zu erleichtern.

[0048] Wie erwähnt, können mehrere Kandidatenzeichenformate unter Verwendung des Komponentenbestimmungsmoduls 146 erhalten werden, indem entweder der Binarisierungsschwellenwert tb oder der Schwellenwert für Talerkennung tv variiert wird. Der Aspekt des Variierens von Schwellenwerten ermöglicht es dem System, die Menge an Fehlern, die aus Artefakten resultieren könnten, zu verringern. Mehr im Detail ermöglichen die variierten Schwellenwerte dem System, das beste Layout während des Vergleichens bei S616 zu bestimmen. Da Störungen und andere Artefakte im Prozess segmentiert werden können, um als Objektkandidaten unter gewissen Schwellenwerten in Betracht gezogen zu werden, ermöglichen die variierten Schwellenwerte dem System, unterschiedliche Gruppen von dunkelverbundenen Komponenten zu erzeugen. Der Schwellenwert, der die engste Layoutstruktur, d. h., für das Modell, das mit der höchsten Wahrscheinlichkeit assoziiert ist, bei S614 bereitstellt, erzeugt keine dunkelverbundenen Komponenten, die die Artefakte als Zeichen fehldarstellen. Demgemäß können der Prozess des Bestimmens der dunkelverbundenen Komponenten bei S604 bis S606, S614 und/oder das Sammeln von schwarzen Pixeln bei S620 bis S626 wiederholt werden, bis das beste Ergebnis erhalten wird, wenn alle Komponenten und Sammlungen mit den Modellen bei S608 bis S616 verglichen werden.

[0049] Auf ähnliche Weise können andere relevante Parameter, die einen bestimmten Segmentierungsalgorithmus steuern, variiert werden, um die Wahrscheinlichkeit zu steigern, dass Kandidatenzeichen, die für den Vergleich mit den Modellen erzeugt werden, die engstmögliche Übereinstimmung produzieren. Das Verfahren endet bei S628.

[0050] Ein Aspekt des Systems besteht darin, dass es das Risiko des Produzierens von schlechten und fehlerhaften Segmentierungsergebnissen verringert. Bei herkömmlichen Systemen kann die OCR immer noch schlechte und fehlerhafte Ergebnisse erzeugen, wenn die Konfidenz hoch ist. Da diese herkömmlichen Systeme auf der OCR-Konfidenz als alleiniger entscheidender Faktor basieren, um zu bestimmen, ob ein Segmentierungsergebnis gültig ist, kann das herkömmliche System das falsche Layout ausgeben. Beispielsweise könnte die OCR den Zeichenbuchstaben „U“ bei einem herkömmlichen System in die beiden Zeichen „L“ oder („I“) und „J“ trennen. Die OCR im herkömmlichen System könnte eine geringere Konfidenz für das „L“ und eine höhere Konfidenz für den Buchstaben „J“ ausgeben. Die entstehende OCR-Gesamtkonfidenz ist angesichts des Schweregrades und der Verteilung von Bildgebungsbedingungen, die auf dem Gebiet üblicherweise beobachtet werden, nicht ungewöhnlich. Allerdings berücksichtigt die vorliegende Erfindung vielmehr die Zeichenteilung und Zentrierungsinformationen, wenn die Ergebnisse für ein Zeichen berechnet werden, wodurch die Genauigkeit der Ergebnisse insgesamt verbessert wird. Die Vorrichtung und das Verfahren der Offenbarung lehnen Segmentierungsergebnisse, die nicht zu den Modellen passen, ab. Beispielsweise lehnt sie bzw. es Segmentierungsergebnisse ab, die fehlerhafterweise Nicht-Zeichen-Artfakte enthalten, die die Wahrscheinlichkeit verringern. Das System vermeidet darüber hinaus das Vornehmen von Änderungen an den Merkmalen durch Über- und Untersegmentierung der Zeichen. Eine Über- und Untersegmentierung kann die Wahrscheinlichkeit verringern, wenn Merkmale wie Zeichenabmessung und -position signifikant verändert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren (400) zum Bestimmen einer Nummernschild-Layoutkonfiguration (126), wobei das Verfahren umfasst:

Erzeugen (S404) zumindest eines Modells, das eine Nummernschild-Layoutkonfiguration repräsentiert, wobei das Erzeugen umfasst:

Segmentieren (S408) von Trainingsbildern (124), wobei jedes davon ein Nummernschild definiert, um Zeichen und Logos aus den Trainingsbildern (124) zu extrahieren,

Berechnen (S410) von Werten, die Parametern des Nummernschilds und Merkmalen der Zeichen und Logos entsprechen, und

Schätzen (S416) einer Wahrscheinlichkeitsfunktion, die von den Merkmalen spezifiziert wird, unter Verwendung der Werte, wobei die Wahrscheinlichkeitsfunktion so eingerichtet ist, dass sie Abweichungen zwischen einem beobachteten Schild und dem Modell misst;

Speichern (S420) einer Layoutstruktur und von Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Merkmale für jedes des zumindest einen Modells;

Empfangen (S422) eines beobachteten Bildes, das eine Schildregion beinhaltet, als Eingabe;

Segmentieren (S424) der Schildregion; und

Bestimmen (S426) einer Nummernschild-Layoutkonfiguration des beobachteten Schildes durch Vergleichen der segmentierten Schildregion mit dem zumindest einem Modell, wobei das Schätzen der Wahrscheinlichkeitsfunktion beinhaltet:

Erstellen eines Histogramms für jedes Merkmal; und

Schätzen der Wahrscheinlichkeitsfunktion als normalisierte Histogramme.

2. Verfahren (400) nach Anspruch 1, wobei das Segmentieren beinhaltet:

(a) Erzeugen einer binären Abbildung der Schildregion durch Anwenden eines Binarisierungsschwellenwerts;

(b) Bestimmen von objektverbundenen Komponenten relativ zu Hintergrundkomponenten, wobei die Objekt-komponenten Kandidaten für ein Zeichen oder ein Logo enthalten;

(c) Vergleichen der bestimmten schwarzverbundenen Komponenten mit dem zumindest einem Modell;

(d) Bestimmen, ob der Übereinstimmungswert unter einem vorab festgelegten Schwellenwert liegt; und

(e) Bestimmen des Modells, das eine engste Übereinstimmung zu der Schildregion auf dem beobachteten Bild ist.

3. Verfahren (400) nach Anspruch 2, wobei das Segmentieren ferner beinhaltet:

Messen von Höhen- und Breitenmerkmalen von jeder bestimmten schwarzverbundenen Komponente.

4. Verfahren (400) nach Anspruch 2, wobei das Segmentieren ferner beinhaltet:

Variieren des Binarisierungsschwellenwerts und Wiederholen von (b) bis (e).

5. Verfahren (400) nach Anspruch 1, wobei das Segmentieren beinhaltet:

(a) Erzeugen einer binären Abbildung der Schildregion;

- (b) Bestimmen von Objektkomponenten relativ zu Hintergrundkomponenten;
- (c) Durchführen einer Projektion in der vertikalen Region;
- (d) Lokalisieren von Lücken zwischen Komponenten durch Anwenden eines Schwellenwerts für Talerkennung;
- (e) Teilen der Region in eine Teilregion bei der Lücke;
- (f) Bestimmen einer Sammlung von schwarzen Pixeln in jeder Teilregion als einen Kandidaten für ein Zeichen oder ein Logo enthaltend;
- (g) Vergleichen der Sammlung von schwarzen Pixeln mit dem zumindest einen Modell;
- (h) Bestimmen, ob ein Übereinstimmungswert für ein Modell unter einem vorab festgelegten Schwellenwert liegt; und
- (i) Bestimmen eines Modells, das eine engste Übereinstimmung zur Schildregion auf dem beobachteten Bild ist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei das Segmentieren ferner beinhaltet:
Variieren des Schwellenwerts für Talerkennung und Wiederholen von (d) bis (i).

7. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Berechnen der Merkmale Zeichenabmessungen, Zeichenpositionen, Logoabmessungen und Logopositionen beinhaltet.

8. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Wahrscheinlichkeitsfunktion eine Wahrscheinlichkeit eines Satzes der Parameter des Nummernschilds und der Merkmale der Zeichen und Logos ist, wobei der Satz ausgewählt ist aus der Gruppe, bestehend aus:

Zeichenbreite;
Zeichenhöhe;
Abstand zwischen Zentren von Zeichen in einer Gruppe von Zeichen;
einem Unterschied zwischen linkem und rechtem Rand des Nummernschilds;
Logohöhe;
Logobreite;
Logopositionen relativ zu benachbarten Zeichen; und
einer Kombination des Obigen.

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei der linke Rand als Abstand zwischen einem Zentrum des ersten Zeichens des Schildes zur linken Kante berechnet wird, und wobei der rechte Rand als Abstand zwischen dem Zentrum des letzten Zeichens des Schildes und der rechten Kante berechnet wird.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

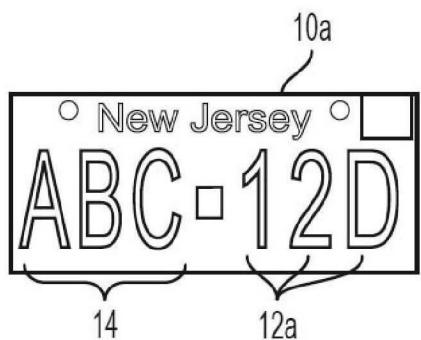


FIG. 1A

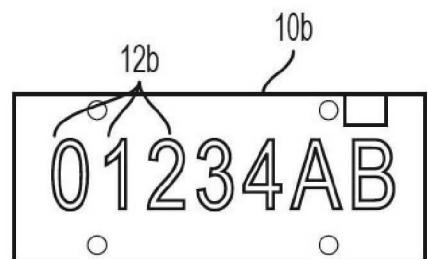


FIG. 1B

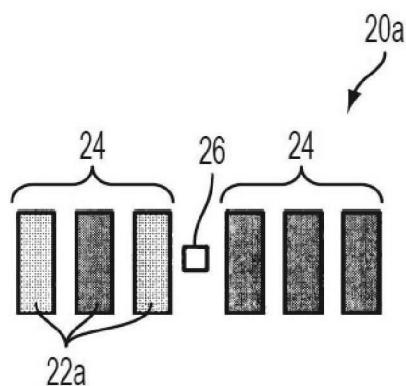


FIG. 2A

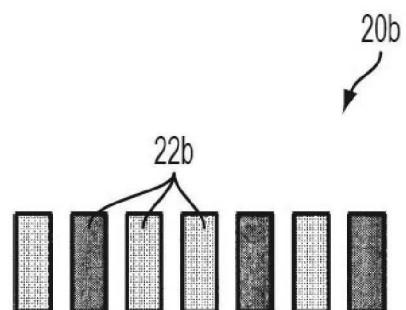


FIG. 2B

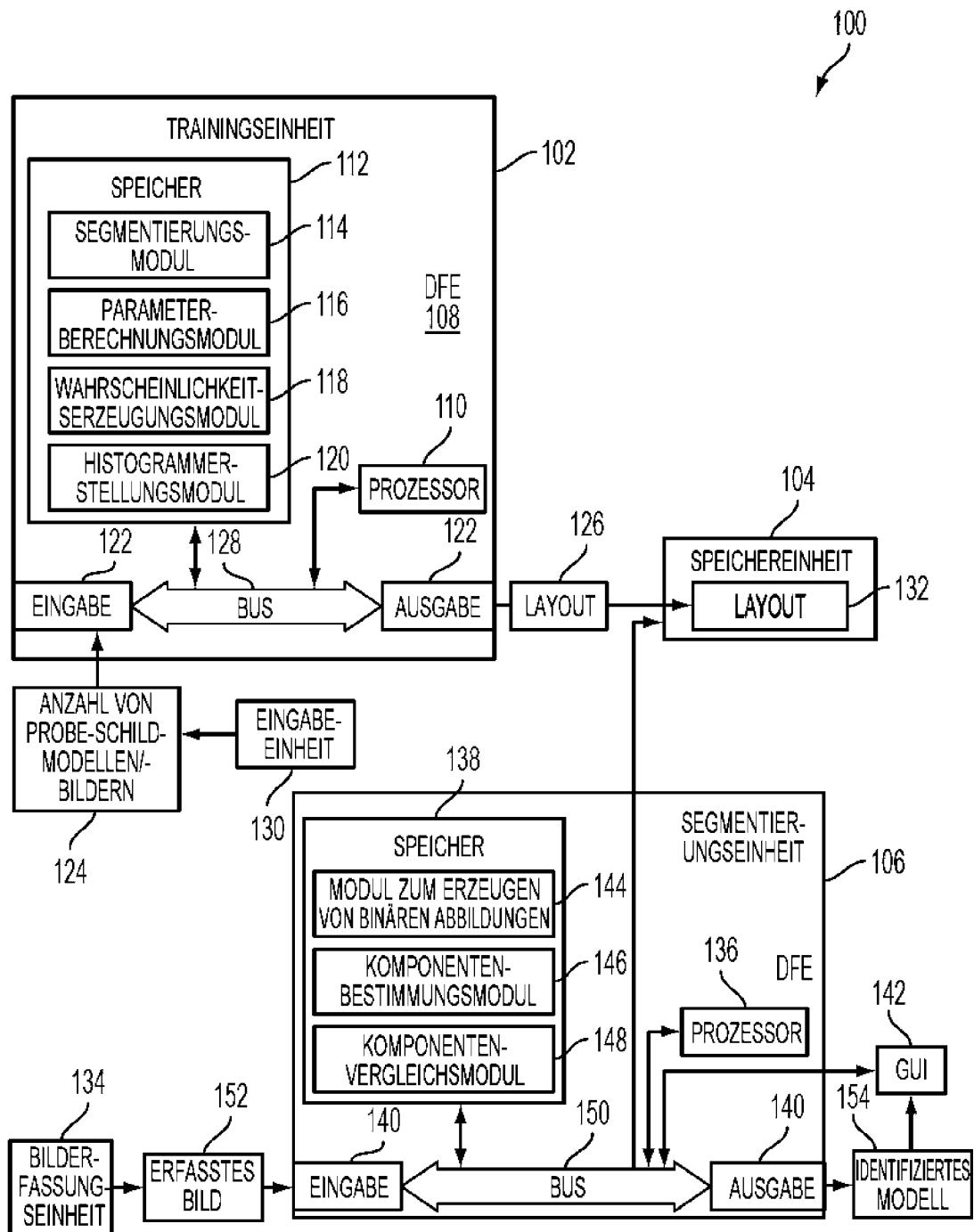


FIG. 3

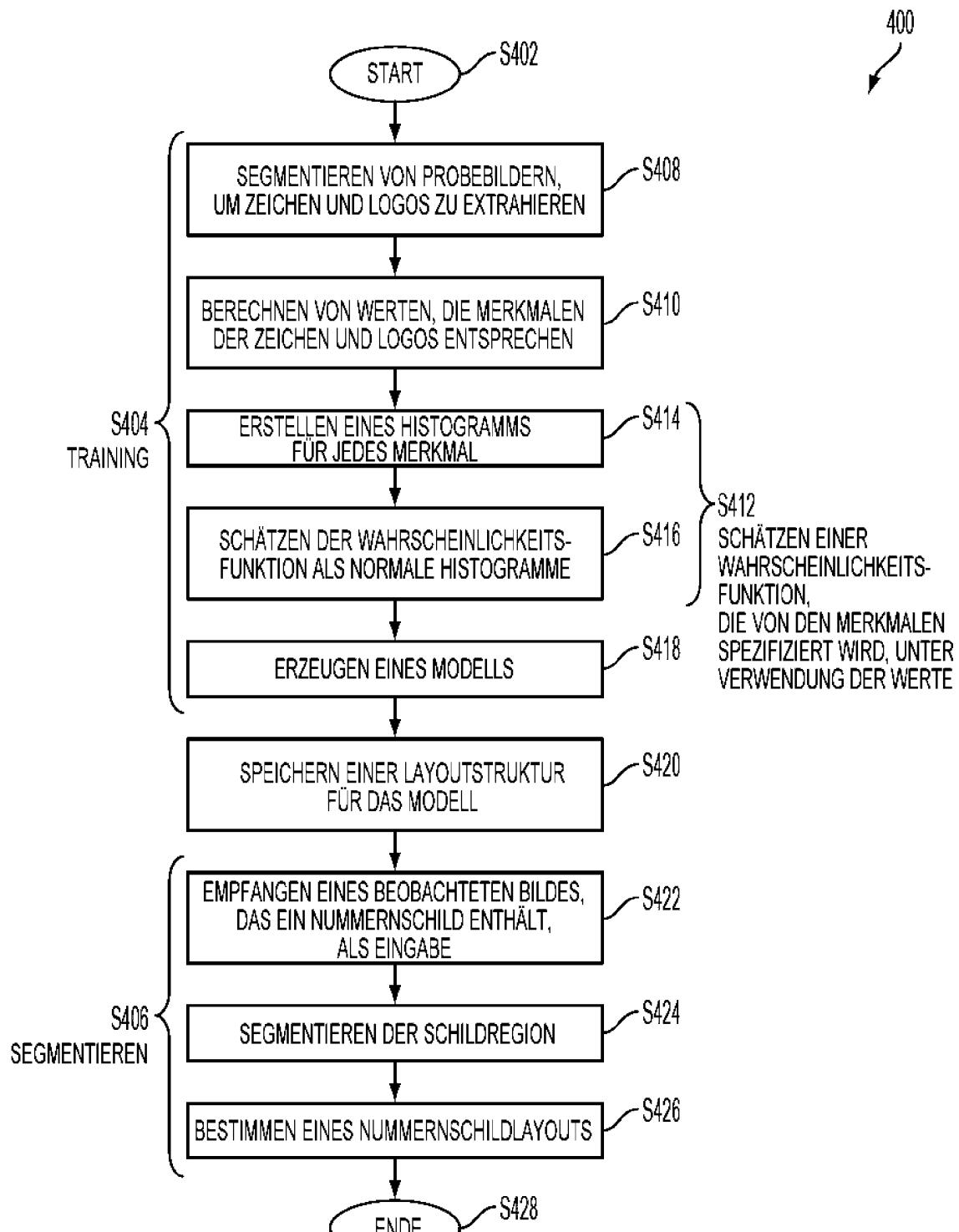


FIG. 4

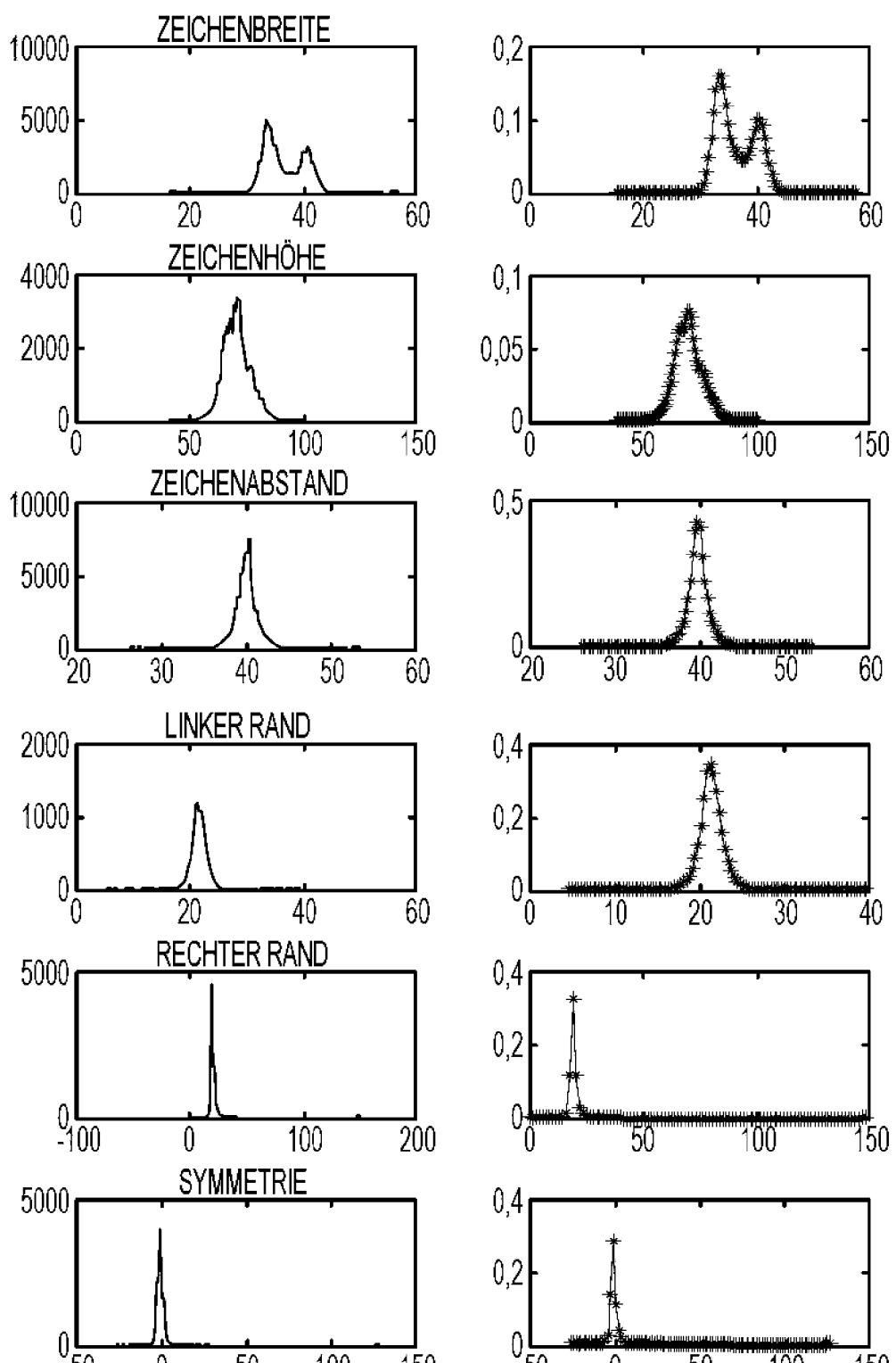


FIG. 5

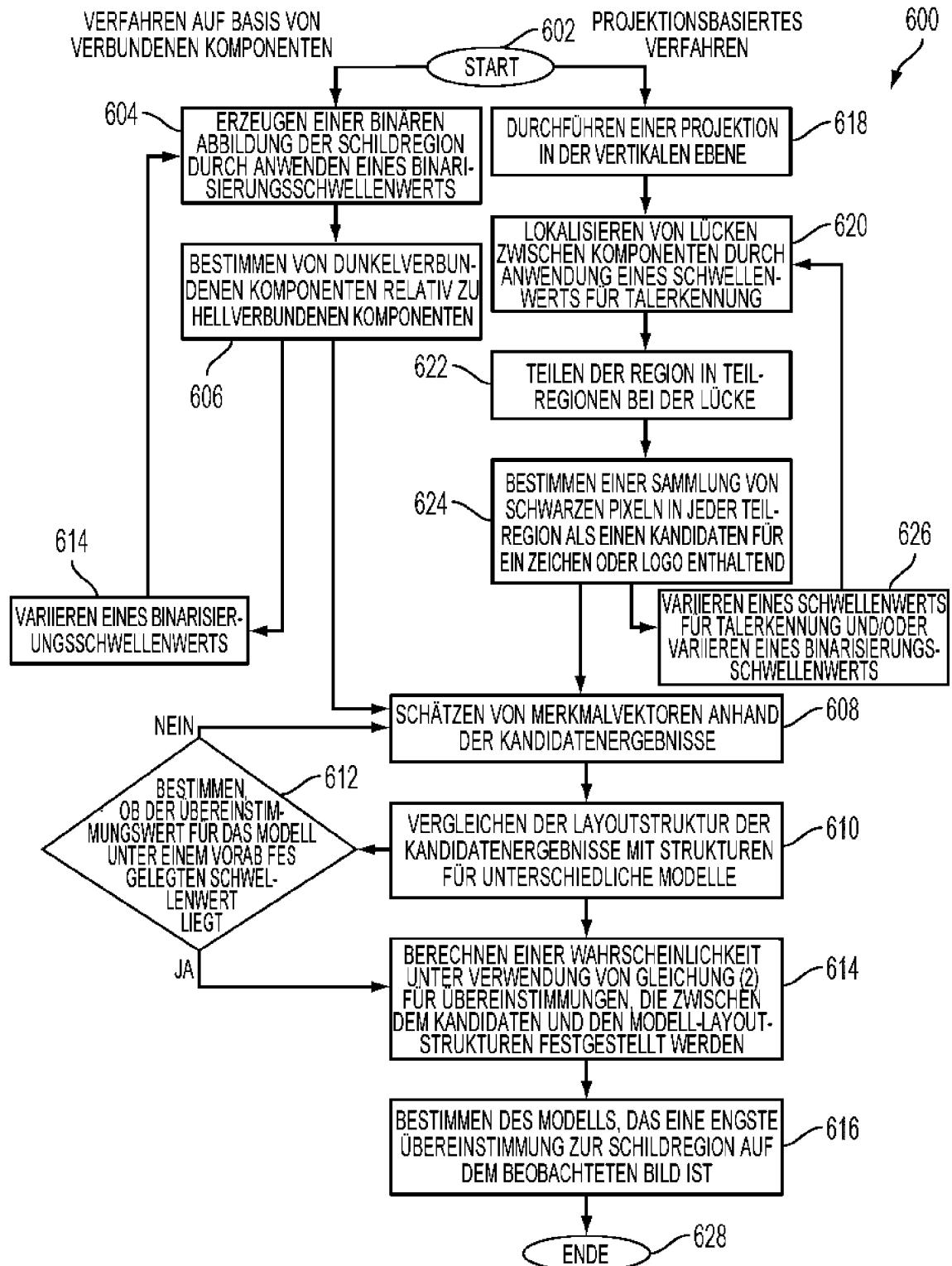


FIG. 6