



BUNDESPATENTGERICHT

17 W (pat) 7/15

Verkündet am
22. Juni 2017

(Aktenzeichen)

...

BESCHLUSS

In der Beschwerdesache

betreffend die Patentanmeldung 10 2011 106 050.6

...

hat der 17. Senat (Technischer Beschwerdesenat) des Bundespatentgerichts auf die mündliche Verhandlung vom 22. Juni 2017 unter Mitwirkung des Vorsitzenden Richters Dipl.-Phys. Dr. Morawek, der Richterinnen Eder und Dipl.-Phys. Dr. Thum-Rung sowie des Richters Dipl.-Phys. Dr. Forkel

beschlossen:

Auf die Beschwerde der Anmelderin wird der Beschluss der Prüfungsstelle für Klasse G 06 T des Deutschen Patent- und Markenamts vom 9. Dezember 2014 aufgehoben und das Patent mit folgenden Unterlagen erteilt:

Patentansprüche 1–7 und

Beschreibung Seite 4, jeweils überreicht in der mündlichen Verhandlung,

Beschreibung Seiten 1–3, 5–25 vom 10. September 2012,

6 Blatt Zeichnungen mit Figuren 1–9 vom 29. September 2011.

Gründe

I.

Die vorliegende Patentanmeldung wurde am 30. Juni 2011 in englischer Sprache beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht. Sie beansprucht die Priorität einer US-amerikanischen Patentanmeldung vom 6. Juli 2010 und trägt in der deutschen Übersetzung die Bezeichnung

„Schattenentfernung in einem durch eine fahrzeugbasierte Kamera erfassten Bild zur Detektion eines freien Pfads“.

Die Prüfungsstelle für Klasse G06T hat am 9. Dezember 2014 die Anmeldung zurückgewiesen, da sie dem Fachmann ungebührliche Schwierigkeiten zum Ver-

ständnis und zur erfolgreichen Ausführung der beanspruchten Lehre in den Weg lege und die Anmeldung somit gemäß § 34 Abs. 4 PatG nicht gewährbar sei.

Gegen den Beschluss wendet sich die am 16. Januar 2015 eingegangene Beschwerde der Anmelderin.

Der Vertreter der Anmelderin stellte den Antrag,

den angegriffenen Beschluss aufzuheben und das nachgesuchte Patent mit folgenden Unterlagen zu erteilen:

Patentansprüche 1 bis 7 und
Beschreibung Seite 4, jeweils überreicht in der mündlichen Verhandlung,
Beschreibung Seiten 1 bis 3, 5 bis 25 vom 10. September 2012,
6 Blatt Zeichnungen mit Figuren 1 bis 9 vom 29. September 2011.

Im Prüfungsverfahren vor dem Deutschen Patent- und Markenamt sind folgende Druckschriften genannt worden:

D1: Álvarez, José; López, Antonio; Baldrich, Ramon: "Shadow Resistant Road Segmentation from a Mobile Monocular System"; Springer Berlin / Heidelberg; 2007; Lecture Notes in Computer Science; Pattern Recognition and Image Analysis; vol. 4478; Seiten 9–16; DOI: 10.1007/978-3-540-72849-8_2

D2: Finlayson, G., Hordley, S., Lu, C., Drew, M.: "On the removal of shadows from images"; IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence; Jan. 2006; vol. 28(1), Seiten 59–68, DOI: 10.1109/TPAMI.2006.18

D3: US 2010 / 0 097 455 A1.

Vom Senat wurde zusätzlich folgende Druckschrift eingeführt:

D4: Finlayson, Graham; Drew, Mark; Lu, Cheng: „Intrinsic Images by Entropy Minimization“; Springer Berlin / Heidelberg, 2004; Computer Vision – ECCV 2004; Lecture Notes in Computer Science; vol. 3023; Seiten 582–595; DOI: 10.1007/978-3-540-24672-5_46.

Der nunmehr geltende Patentanspruch 1 lautet:

„1. Verfahren zum Erzeugen eines schattenreduzierten Bilds aus einem erfassten Bild zum Erkennen eines freien Fahrpfads, wobei das Verfahren die Schritte umfasst, dass:

(a) ein Eingangsbild einer Szene durch eine Bilderfassungseinrichtung (14) erfasst wird;

(b) jedes Pixel des erfassten Eingangsbilds gemäß einem zweidimensionalen logarithmischen Graphen graphisch dargestellt wird, wobei jedes Pixel durch einen Farbwert eines mehrerer Farbsätze in dem logarithmischen Graphen dargestellt wird, wobei verschiedene Farbsätze jeweils entlang einer Geraden in dem logarithmischen Graphen dargestellt werden und die Bilderfassungseinrichtung (14) eine Divergenz der Geraden bewirkt;

(c) ein spezifischer Farbsatz in dem logarithmischen Graphen ausgewählt wird, wobei sich der Farbsatz auf in Verbindung stehende Farbwerte der Straße bezieht;

(d) eine lineare beleuchtungsinvariante Achse (79) ausgewählt wird, die eine wesentliche Trennung der Distanz zwischen dem spezifischen Farbsatz und anderen Farbsätzen bereitstellt, die auf die lineare beleuchtungsinvariante Achse (79) projiziert werden, wobei ferner die lineare beleuchtungsinvariante Achse (79) ausgewählt wird, die die Farbwerte des spezifi-

schen Farbsatzes im Wesentlichen gruppiert und die Farbwerte der anderen Farbsätze im Wesentlichen streut;

(e) eine Beleuchtungsrichtung (75) für die lineare beleuchtungsinvariante Achse (79) ermittelt wird, wobei sich die lineare beleuchtungsinvariante Achse (79) in einer Richtung erstreckt, die im Wesentlichen orthogonal zu der Beleuchtungsrichtung (75) des spezifischen Farbsatzes ist;

(f) ein Log-Chromatizität-Wert jedes graphisch dargestellten Pixels des spezifischen Farbsatzes auf die lineare beleuchtungsinvariante Achse (79) projiziert wird, wobei jedes graphisch dargestellte Pixel an der linearen beleuchtungsinvarianten Achse (79) einen Farbwert der jeweiligen Pixel des Bilds darstellt, das auf einen beleuchtungsinvarianten Bildbereich abgebildet wird;

(g) Ränder in dem Eingangsbild identifiziert werden;

(h) Ränder in dem beleuchtungsinvarianten Bildbereich identifiziert werden;

(i) die identifizierten Ränder des Eingangsbilds mit den identifizierten Rändern in dem beleuchtungsinvarianten Bildbereich verglichen werden,

(j) in Ansprechen auf einen in dem Eingangsbild identifizierten Rand und ein Nichtvorhandensein eines in Korrelation stehenden Rands in dem beleuchtungsinvarianten Bildbereich ermittelt wird, ob ein Schattenrand vorliegt; und

(k) ein schattenreduziertes Bild für eine Szenenanalyse durch ein fahrzeugsichtbasiertes System erzeugt wird.“

Die geltenden Patentansprüche 2 bis 7 lauten:

„2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei

(l) ein Fluchtpunkt (81) in dem Bild ermittelt wird;

- (m) eine Fluchtlinie (82) ermittelt wird, die sich horizontal durch den Fluchtpunkt (81) in dem Bild erstreckt;
- (n) ein Zielgebiet (80) unter der Fluchtlinie (82) identifiziert wird; und
- (o) die Schritte (c) – (k) nur an dem Zielgebiet (80) durchgeführt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der logarithmische Graph eine logarithmische Blau-Grün-Achse und eine logarithmische Rot-Grün-Achse umfasst.

4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Identifizieren von Rändern in dem Eingangsbild und dem beleuchtungsinvarianten Bildbereich ferner die Schritte umfasst, dass:

- ein Richtungsgradient aus dem Eingangsbild ermittelt wird;

- ein Richtungsgradient aus dem beleuchtungsinvarianten Bildbereich ermittelt wird;

- der Richtungsgradient des Eingangsbilds und der Richtungsgradient des beleuchtungsinvarianten Bildbereichs mit zumindest einem Schwellenwert verglichen werden, um zu ermitteln, ob ein Schattenrand vorliegt.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei das Vergleichen des Richtungsgradienten des Eingangsbilds und des Richtungsgradienten des beleuchtungsinvarianten Bildbereichs mit zumindest einem Schwellenwert ferner umfasst, dass:

- ermittelt wird, ob der Richtungsgradient des Eingangsbilds größer als ein erster Schwellenwert ist;

- ermittelt wird, ob der Richtungsgradient des beleuchtungsinvarianten Bildbereichs kleiner als ein zweiter Schwellenwert ist.

6. Verfahren nach Anspruch 4, wobei das Vergleichen des Richtungsgradienten des Eingangsbilds und des Richtungsgradienten des beleuch-

tunginvarianten Bildbereichs mit zumindest einem Schwellenwert ferner umfasst, dass:

eine Gradientendifferenz zwischen dem Richtungsgradienten des Eingangsbilds und dem Richtungsgradienten des beleuchtungsinvarianten Bildbereichs berechnet wird;

die Gradientendifferenz mit dem zumindest einen Schwellenwert verglichen wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei das Berechnen einer Gradientendifferenz die folgenden Schritte umfasst:

Ermitteln eines Gradientenbetrags des Eingangsbilds;

Ermitteln eines Gradientenbetrags des beleuchtungsinvarianten Bildbereichs;

Berechnen der Gradientendifferenz durch Subtrahieren des Gradientenbetrags des beleuchtungsinvarianten Bildbereichs von dem Gradientenbetrag des Eingangsbilds.“

Zu den weiteren Einzelheiten wird auf die Akte verwiesen.

II.

Die Beschwerde ist frist- und formgerecht eingereicht und auch sonst zulässig. Sie hat Erfolg, da ein Patent nach dem nunmehr geltenden Antrag erteilt werden kann.

1. Die Patentanmeldung betrifft Schattenentfernung in einem durch eine fahrzeugbasierte Kamera erfassten Bild zur Detektion eines freien Pfads.

Gemäß S. 2 Abs. 3 der geltenden Beschreibung soll der Patentanmeldung die Aufgabe zugrunde liegen, ein Verfahren zur Schattenentfernung in Bildern anzugeben, das eine verbesserte Detektion eines freien Pfads ermöglicht.

Die Anmeldung geht aus von mit einer Kamera aufgenommenen Bildern, die (unter anderem) eine Straße zeigen. Die Kamera liefert für jedes Pixel einen RGB (Rot, Grün, Blau) - Farbwert. Die zu einer zusammenhängenden Straßenoberfläche bzw. einem freien Fahrpfad gehörigen Farbwerte bilden einen Farbsatz; andere Bildbereiche (die andere lichtstreuende Oberflächen einer Szene abbilden) gehören zu anderen Farbsätzen.

Die Straßenbereiche können Schatten enthalten, die Fehler bei der automatischen Detektion von Objekten verursachen und daher herausgefiltert werden sollen (Offenlegungsschrift Abs. [0002]).

Gemäß Abs. [0020] bis [0030] i. V. m. Fig. 4 werden aus den RGB-Farbwerten jedes Pixels zwei Chromatizitätswerte (c_1 , c_2) berechnet, wobei $c_1 = R/G$ das Verhältnis des roten Farbwerts R zum grünen Farbwert G und $c_2 = B/G$ das Verhältnis des blauen Farbwerts B zum grünen Farbwert G angibt. Stellt man diese Werte in einem doppelt logarithmischen Diagramm („zweidimensionaler logarithmischer Graph“, Fig. 4) dar, so liegen die Werte für jeden Farbsatz ungefähr auf einer zugehörigen Geraden (vgl. die vier Geraden 40 bis 43 in Fig. 4). Für eine ideale Kamera (mit schmalbandigen Farbsensoren) hängt die Richtung der Geraden nur von den Kamerasensoren ab, sie ist für die verschiedenen Farbsätze gleich (Fig. 4). Für billige (breitbandige) Kamerasensoren, welche die einzelnen Farben nicht so gut trennen, können die Geradenrichtungen für unterschiedliche Farbsätze unterschiedlich sein (Fig. 5).

Auf welchen Punkt einer solchen Geraden der Chromatizitätswert eines Pixels zu liegen kommt, hängt von den Beleuchtungsbedingungen für das Pixel ab. Um den Einfluss der Beleuchtungsbedingungen zu eliminieren, wird eine „lineare beleuchtungsinvariante Achse“ (44 in Fig. 4) definiert, die senkrecht zur Geradenrichtung verläuft. Projiziert man die Werte des Farbsatzes entlang der zugehörigen Geradenrichtung auf diese Achse, so erhält man (im Wesentlichen) immer denselben

projizierten Wert, der unabhängig von den Beleuchtungsbedingungen ist, also auch unabhängig von etwaigen Schatten (Offenlegungsschrift Abs. [0029]).

Das ursprüngliche Bild (30 in Fig. 3, mit Schatten) kann anhand der projizierten Werte in einen beleuchtungsinvarianten Bildbereich abgebildet werden, in dem Schatten eliminiert sind (32 in Fig. 3), etwa dadurch, dass für jedes Pixel der ursprüngliche Farbwert durch den projizierten Wert im Log-Chromatizitätsdiagramm ersetzt wird (letzte drei Sätze in Abs. [0029] der Offenlegungsschrift). Ränder bzw. Kanten im beleuchtungsinvarianten Bild und im ursprünglichen Farbbild werden identifiziert, verglichen und damit Schattenränder im ursprünglichen Bild ermittelt (das sind Ränder, die nur im ursprünglichen Bild, jedoch nicht im beleuchtungsinvarianten Bild vorhanden sind, vgl. Offenlegungsschrift Abs. [0032]). Anhand dieser Ränder können Schatten im ursprünglichen Bild eliminiert werden (Offenlegungsschrift Abs. [0031]; Details in den darauf folgenden Absätzen).

Für billige, nicht ideale Kamerasensoren können die Geradenrichtungen für die verschiedenen Farbsätze unterschiedlich sein (Fig. 5). In einer nicht mehr beanspruchten Ausführungsform (Fig. 6) wird daher die (zur Geradenrichtung senkrechte) beleuchtungsinvariante Achse nur anhand des oder der zur Straße gehörigen Farbsätze ermittelt (Fig. 6).

Das nunmehr beanspruchte Verfahren ist in Abs. [0058] der Offenlegungsschrift i. V. m. Fig. 8 erläutert. Im dort gezeigten Fall liegen die beiden (etwa parallelen) Geraden für zwei der Farbsätze (eine schräge Gerade mit sternförmigen Punkten für den freien Fahrpfad bzw. die Straße, eine zweite schräge Gerade mit rautenförmigen Punkten für einen anderen Farbsatz) derart, dass sich bei Projektion entlang der Geradenrichtung auf eine dazu senkrechte Achse in beiden Fällen ungefähr derselbe Projektionspunkt ergeben würde, d. h. eine Trennung der beiden Farbsätze anhand der projizierten Punkte wäre nicht möglich. Daher wird als beleuchtungsinvariante Achse nicht die zur Geradenrichtung senkrechte Achse gewählt, sondern die beleuchtungsinvariante Achse (79) wird derart bestimmt, dass die senkrecht auf sie projizierten Punkte des Farbsatzes des freien Pfades

(sternförmige Punkte) in einem Cluster nahe beieinander liegen und relativ weit von den projizierten Punkten anderer Farbsätze entfernt sind, während die projizierten Farbwerte der anderen Farbsätze im Wesentlichen gestreut werden. Zu dieser Achse gehört auch eine dazu senkrechte Richtung für die Projektion.

Die beleuchtungsinvariante Achse kann in einem Offline-Prozess anhand von vorher unter verschiedenen Beleuchtungsbedingungen gespeicherten Farbmustern ermittelt werden (englische Anmeldeunterlagen Abs. [0042]).

Die zur beleuchtungsinvarianten Achse senkrechte Richtung (entlang welcher projiziert wird) wird in der Anmeldung „Beleuchtungsrichtung“ (illumination direction) oder „Lichtrichtung“ (light direction) genannt. Diese Richtung im Log-Chromatizitätsdiagramm kann von den zu den einzelnen Farbsätzen gehörigen Geraden etwas abweichen.

Entsprechend dem oben Erläuterten soll folgender Verfahrensablauf unter Schutz gestellt werden, der zum Erzeugen eines schattenreduzierten Bildes dient, um einen freien Fahrpfad zu erkennen:

- ein Eingangsbild einer Szene wird durch eine Bilderfassungseinrichtung (Kamera) erfasst (Merkmal (a));
- der Farbwert jedes Pixels, der zu einem von mehreren möglichen Farbsätzen gehört, wird gemäß einem zweidimensionalen logarithmischen Graphen (in einem logarithmischen Chromatizitätsdiagramm, vgl. Fig. 4, 5, 6 und 8) dargestellt; in diesem Diagramm verlaufen die Werte jedes Farbsatzes ungefähr entlang einer Geraden, wobei aufgrund der Verwendung einer billigen Kamera die zu den verschiedenen Farbsätzen gehörenden Geraden nicht genau parallel, sondern etwas divergent sind (Merkmal (b));
- ein spezifischer, zu einem verbundenen Straßenbereich gehöriger Farbsatz in dem logarithmischen Graphen wird ausgewählt (Merkmal (c));

- in dem logarithmischen Chromatizitätsdiagramm wird eine lineare beleuchtungsinvariante Achse ausgewählt, welche im Wesentlichen die projizierten Farbwerte des spezifischen Farbsatzes gruppiert (d. h. diese liegen eng beieinander) und die projizierten Farbwerte der anderen Farbsätze streut; senkrecht zu dieser beleuchtungsinvarianten Achse wird eine „Beleuchtungsrichtung“ (siehe oben) ermittelt (Merkmale (d), (e));
- der Log-Chromatizität-Wert jedes (gemäß Merkmal (b) graphisch dargestellten) Pixels des spezifischen Farbsatzes wird auf die lineare beleuchtungsinvariante Achse projiziert, wodurch sich ein Farbwert des Pixels für eine Abbildung auf einen beleuchtungsinvarianten Bildbereich ergibt (Merkmal (f));
- in dem Eingangsbild und ebenso in dem beleuchtungsinvarianten Bildbereich werden Ränder (Kanten) identifiziert (Merkmale (g), (h));
- durch Vergleich der identifizierten Ränder werden Schattenränder des Eingangsbilds ermittelt anhand von Rändern, die im Eingangsbild, jedoch nicht in dem beleuchtungsinvarianten Bildbereich vorhanden sind (Merkmale (i) und (j));
- anhand der identifizierten Schattenränder wird ein schattenreduziertes Bild für eine Szenenanalyse durch ein fahrzeugsichtbasiertes System erzeugt (Merkmal (k)).

Als Fachmann sieht der Senat hier einen Ingenieur der Fachrichtung Informatik, Informationstechnik oder Elektrotechnik mit guten Kenntnissen in der Bildverarbeitung und Erfahrung auf dem Gebiet der kamerabasierten Objektdetektion, insbesondere für Fahrerassistenzsysteme an.

2. Die unter Schutz gestellte Lehre ist in den Anmeldeunterlagen so deutlich und vollständig offenbart, dass ein Fachmann sie ausführen kann (§ 34 Abs. 4 PatG).

Insbesondere konnte der Fachmann den Anmeldeunterlagen eine in sich konsistente Lehre zur Ermittlung einer beleuchtungsinvarianten Achse und einer zu dieser jeweils senkrechten „Beleuchtungsrichtung“ entnehmen.

Diese Unterlagen zeigen im Hinblick auf die „Beleuchtungsrichtung“ und die beleuchtungsinvariante Achse das Folgende (siehe auch oben unter 1.).

In einem Log-Chromatizität-Diagramm liegen die Chromatizitätswerte der Pixel eines Bildes für jeden zu einer Oberfläche (z. B. „Straße“) gehörigen Farbsatz (unter verschiedenen Beleuchtungsbedingungen) auf einer zum Farbsatz gehörigen Geraden mit der Steigung bzw. Richtung e (englische Anmeldeunterlagen Abs. [0022] bis [0025]). Für eine ideale Kamera haben die Geraden für die verschiedenen Farbsätze dieselbe Richtung e (Fig. 4 mit den Geraden 40, 41, 42 und 43; Abs. [0026] der englischen Anmeldeunterlagen). Aus den weiteren Angaben (Definition einer beleuchtungsinvarianten Achse (44 in Fig. 4) senkrecht zur „Beleuchtungsrichtung“ und Projektion der Werte für eine gegebene Oberfläche, d. h. für den zugehörigen Farbsatz in einen einzigen Punkt auf der beleuchtungsinvarianten Achse, unabhängig von der Beleuchtung) entnimmt der Fachmann, dass in Fig. 4 unter der „Beleuchtungsrichtung“ die (zur beleuchtungsinvarianten Achse 44 senkrechte) Richtung e der Geraden im Log-Chromatizität-Diagramm zu verstehen ist, entlang welcher die zu verschiedenen Beleuchtungsbedingungen gehörenden Werte für den jeweiligen Farbsatz verlaufen.

Sollen im Fall einer billigen Kamera Schatten lediglich in einem freien Pfad eliminiert werden, so wird entsprechend im Log-Chromatizität-Diagramm nur für den/die zugehörigen Farbsätze eine invariante Achse und eine hierzu senkrechte, der zum freien Pfad gehörigen Geradenrichtung entsprechende „Beleuchtungsrichtung“ definiert (Fig. 6, Abs. [0036] der englischen Anmeldeunterlagen).

In der Ausführungsform der Fig. 8, welche dem nunmehr Beanspruchten zugrunde liegt, wird im Log-Chromatizität-Diagramm die beleuchtungsinvariante Achse (79) derart bestimmt, dass die senkrecht auf sie projizierten Punkte des Farbsatzes des freien Pfades (Straße) in einem Cluster nahe beieinander liegen und relativ weit

von den projizierten Punkten anderer Farbsätze entfernt sind. Auch zu dieser Achse (79) gehört eine dazu senkrechte „Beleuchtungsrichtung“ (englische Unterlagen Abs. [0052]).

Schließlich ist davon auszugehen, dass der Fachmann anhand der Hinweise in den Anmeldeunterlagen und unter Berücksichtigung des ihm bekannten Standes der Technik (vgl. die Druckschriften D2 und D4) in der Lage war, nach der Ermittlung einer invarianten Achse mit einer dazu senkrechten Beleuchtungsrichtung im Log-Chromatizitätsdiagramm auch einen Schattenrand im Eingangsbild zu bestimmen und ein schattenreduziertes Bild gemäß Merkmal (k) zu berechnen; vgl. hierzu Abs. [0028] bis [0033] der englischen Unterlagen.

3. Die Vorrichtung gemäß dem Anspruch 1 ist neu gegenüber dem belegten Stand der Technik und beruht auf erfinderischer Tätigkeit.

Dies ergibt sich aus der Würdigung der zum Stand der Technik genannten Druckschriften.

Die Druckschrift D2 beschreibt in Kap. 2 das in der Offenlegungsschrift Abs. [0020] bis [0030] i. V. m. Fig. 4 der vorliegenden Anmeldung dargestellte Bildverarbeitungsverfahren, wobei hergeleitet wird, dass für ein mit einer idealen Kamera aufgenommenes Bild die Werte für die verschiedenen streuenden Oberflächen (verschiedene Farbsätze) in einem zweidimensionalen Log-Chromatizitätsdiagramm entlang von parallelen Geraden verlaufen (Fig. 1 (a)); auch für eine Kamera mit breitbandigen Sensoren gilt dies näherungsweise (Fig. 1 (c)).

Im Log-Chromatizitätsdiagramm kann ein Satz von parallelen Geraden gefunden werden, der die Daten im Sinne von geringsten Fehlerquadraten annähert (Fig. 1 (b) und (c) mit der Beschreibung auf S. 62 ab Mitte li. Sp.); bei der Ermittlung der parallelen Geraden werden somit die Daten aller Farbsätze berücksichtigt. Zu der Richtung \underline{e} der parallelen Geraden („Beleuchtungsrichtung“ in der Nomenklatur

der vorliegenden Anmeldung) gehört eine dazu senkrechte Gerade (Fig. 1 (a) mit Beschreibung; „lineare beleuchtungsinvariante Achse“ in der Nomenklatur der vorliegenden Anmeldung).

Durch Projektion der Chromatizitätswerte entlang der Geradenrichtung \underline{e} (Beleuchtungsrichtung) auf die dazu senkrechte beleuchtungsinvariante Achse ergibt sich für jede Oberfläche bzw. jeden Farbsatz im Wesentlichen ein für den Farbsatz charakteristischer Punkt auf der beleuchtungsinvarianten Achse. Damit kann schließlich ein beleuchtungsinvariantes Grauwertbild ohne Schatten berechnet werden (D2 S. 61 re. Sp. vorle. Abs. mit Gl. (9) sowie Fig. 2 (d) mit S. 62 li. Sp. le. Abs. bis re. Sp. Abs. 1; vgl. in der vorliegenden Anmeldung Fig. 3 Nr. 32), das jedoch im Wesentlichen keine Farbinformation mehr enthält (Kap. 3 Abs. 1).

Um ein Bild zu erzeugen, das schattenfrei ist, aber ansonsten dem ursprünglichen Farbbild entspricht, werden Schattenränder extrahiert, und anhand des Vergleichs von Schattenrändern im ursprünglichen Bild und im beleuchtungsinvarianten Bild werden Schatten im ursprünglichen Bild entfernt (Kap. 4, insbesondere Kap. 4.2 mit Fig. 4); dabei werden im vom ursprünglichen Bild abgeleiteten Gradientenbild die gefundenen Schattenränder auf Null gesetzt, und das so modifizierte Gradientenbild wird für die drei Farbkanäle integriert (Kap. 4.1).

Durch die Bestimmung der Beleuchtungsrichtung und der linearen beleuchtungsinvarianten Achse über die Annäherung im Sinne von geringsten Fehlerquadraten werden alle Farbsätze in gleichwertiger Weise berücksichtigt; eine besondere Behandlung eines speziellen Farbsatzes (etwa eines Straßen-Farbsatzes) im Gegensatz zu den anderen Farbsätzen ist D2 nicht zu entnehmen.

Die Druckschrift D1 betrifft schattenresistente Straßensegmentierung in von einer monokularen Kamera aufgenommenen Bildern. D1 baut auf D2 auf (Ref. [4] in D1) und verwendet das in D2 beschriebene Verfahren bis zur Erzeugung einer Abbildung in einem beleuchtungsinvarianten Bildbereich, jedoch ohne hieraus ein schattenloses Farbbild zu erzeugen, was sehr aufwändig wäre (S. 10 le. Abs.). Ausgehend von zur Straße gehörigen Saatpunkten werden Straßenbereiche durch

ein „region growing“ - Verfahren über die Betrachtung der Ähnlichkeit benachbarter Punkte zu bereits als „Straße“ klassifizierten Punkten ermittelt (Kap. 3). Dieses Verfahren wurde auf ein Intensitätsbild (Helligkeitsbild), auf ein Farbbild und auf ein beleuchtungsinvariantes Bild angewendet. Die Ergebnisse zeigen, dass sich das beleuchtungsinvariante Bild für die Segmentierung der Straße am besten eignet (S. 14 le. Abs.).

In der Druckschrift D4 werden mit einem Verfahren wie in D2 beschrieben Schatten in einem aufgenommenen Bild entfernt, unter Betrachtung des Log-Chromatizitätsdiagramms, mit Ermittlung einer invarianten Richtung bzw. Achse und einer dazu senkrechten Beleuchtungsrichtung und einer hierauf aufbauenden Schattenentfernung. Die invariante Achse wird jedoch in D4 anders als in D2 ermittelt: Mehrere mögliche Richtungen für die invariante Achse werden untersucht, wobei jeweils die Chromatizitätswerte der Pixel entlang der zur möglichen Richtung senkrechten Beleuchtungsrichtung auf die mögliche Achse projiziert werden (Fig. 1), und die Entropie der sich ergebenden Verteilung auf der möglichen Achse wird berechnet (Fig. 3 (c)). Die zur Verteilung mit der geringsten Entropie gehörende Achse wird als beleuchtungsinvariante Achse ausgewählt. In der Beschreibung zu Fig. 1 ist als zugehörige Theorie für eine Menge von Bildern realer Farbflächen erläutert, dass für die korrekte beleuchtungsinvariante Achse die Projektionspunkte enge Peaks bilden, die gut voneinander getrennt sind und jeweils einer Farbfläche entsprechen (Fig. 1 (a)); dies entspricht einer geringen Entropie der Verteilung. Wird andererseits eine „falsche“ Richtung der beleuchtungsinvarianten Achse gewählt, so sind die projizierten Punkte auf dieser Achse breit verstreut, was zu einer hohen Entropie der Verteilung führt (Fig. 1 (b)). Auch für reale Kamerabilder lassen sich mit dieser Methode gute Ergebnisse erzielen (Fig. 8).

Das Verfahren der D4 führt somit zu einer beleuchtungsinvarianten Achse, welche die Farbwerte der einzelnen Farbsätze im Wesentlichen gut voneinander trennt, wobei die Werte jedes einzelnen Farbsatzes im Wesentlichen eng beieinander liegen (gruppiert sind).

D3 liegt weiter vom Gegenstand des geltenden Anspruchs 1 ab als D1, D2 und D4.

Keiner der genannten Druckschriften ist die Lehre zu entnehmen, in einem Verfahren zur Schattenreduzierung in einem durch eine Kamera aufgenommenen Bild, welches Verfahren die Bestimmung einer Beleuchtungsrichtung und einer linearen beleuchtungsinvarianten Achse in einem Log-Chromatizitätsdiagramm umfasst, die beleuchtungsinvariante Achse in dem Log-Chromatizitätsdiagramm derart zu bestimmen, dass die auf die beleuchtungsinvariante Achse projizierten Farbwerte für einen spezifischen (auf in Verbindung stehende Farbwerte einer Straße bezogenen) Farbsatz gruppiert werden und gleichzeitig die Farbwerte der übrigen Farbsätze im Wesentlichen gestreut werden.

Eine solche Vorgehensweise war auch für den Fachmann nicht von sich aus naheliegend.

Damit ist das Verfahren des Patentanspruchs 1 zum einen neu. Zum anderen ist der beanspruchten Vorgehensweise auch eine erfinderische Tätigkeit nicht abzusprechen.

4. Der Patentanspruch 1 ist gewährbar.

Die abhängigen Patentansprüche 2 bis 7 sind ebenfalls gewährbar.

Auch die übrigen Voraussetzungen für eine Patenterteilung sind erfüllt.

Rechtsmittelbelehrung

Gegen diesen Beschluss steht den am Beschwerdeverfahren Beteiligten das Rechtsmittel der Rechtsbeschwerde zu. Da der Senat die Rechtsbeschwerde nicht zugelassen hat, ist sie nur statthaft, wenn gerügt wird, dass

das beschließende Gericht nicht vorschriftsmäßig besetzt war,
bei dem Beschluss ein Richter mitgewirkt hat, der von der Ausübung des Richteramtes kraft Gesetzes ausgeschlossen oder wegen Besorgnis der Befangenheit mit Erfolg abgelehnt war,
einem Beteiligten das rechtliche Gehör versagt war,
ein Beteiligter im Verfahren nicht nach Vorschrift des Gesetzes vertreten war, sofern er nicht der Führung des Verfahrens ausdrücklich oder stillschweigend zugestimmt hat,
der Beschluss aufgrund einer mündlichen Verhandlung ergangen ist, bei der die Vorschriften über die Öffentlichkeit des Verfahrens verletzt worden sind, oder
der Beschluss nicht mit Gründen versehen ist.

Die Rechtsbeschwerde ist innerhalb eines Monats nach Zustellung des Beschlusses beim Bundesgerichtshof, Herrenstr. 45 a, 76133 Karlsruhe, durch einen beim Bundesgerichtshof zugelassenen Rechtsanwalt als Bevollmächtigten schriftlich einzulegen.

Dr. Morawek

Eder

Dr. Thum-Rung

Dr. Forkel

Fa