



BUNDESPATENTGERICHT

17 W (pat) 23/15

(Aktenzeichen)

BESCHLUSS

In der Beschwerdesache

betreffend die Patentanmeldung 10 2011 106 052.2

...

hat der 17. Senat (Technischer Beschwerdesenat) des Bundespatentgerichts am 31. Juli 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 20. April 2015 aufgehoben und das Patent mit folgenden Unterlagen erteilt:

Patentansprüche 1 bis 11 und

Beschreibung Seiten 3 und 17 bis 19, jeweils vom 12. Juli 2017,

Beschreibung Seiten 1, 2, 4 bis 16, 20 und 21 vom 14. April 2015,

5 Blatt Zeichnungen mit Figuren 1 bis 7 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 unter Verwendung eines nichtlinearen beleuchtungsinvarianten Kerns“.

Die Prüfungsstelle für Klasse G 06 T hat am 20. April 2015 die Anmeldung aus den Gründen des Bescheides vom 15. Dezember 2014 zurückgewiesen. In diesem Bescheid ist ausgeführt, dass die Anmeldung aufgrund § 34 Abs. 4 PatG nicht

gewährbar sei, da die Lehre des (damals geltenden) Anspruchs 1 für den Fachmann nicht nacharbeitbar sei.

Gegen den Beschluss wendet sich die am 6. Mai 2015 eingegangene Beschwerde der Anmelderin.

Der Vertreter der Anmelderin beantragt,

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

Patentansprüche 1 bis 11 und
Beschreibung Seiten 3 und 17 bis 19, jeweils vom 12. Juli 2017,
Beschreibung Seiten 1, 2, 4 bis 16, 20 und 21 vom 14. April 2015
und
5 Blatt Zeichnungen mit Figuren 1 bis 7 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: 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 Entfernen eines durch Beleuchtung erzeugten Schattens (22, 24, 26) in einem erfassten Bild, wobei das Verfahren die Schritte umfasst, dass:

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

(b) jedes Pixel des erfassten Eingangsbilds an einem zweidimensionalen logarithmischen Graphen als Chromatizitäts-Wert graphisch dargestellt wird, wobei jedes Pixel eine Farbvariante von einem mehrerer Farbsätze in dem logarithmischen Graphen umfasst;

(c) ein nichtlinearer beleuchtungsinvarianter Kern (50) als Funktion der mehreren Farbsätze ermittelt wird;

(d) eine Beleuchtungsrichtung (40, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 49) für jeden jeweiligen Farbsatz in dem logarithmischen Graphen ermittelt wird, wobei die Beleuchtungsrichtung (40, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 49) für jeden jeweiligen Farbsatz an jedem jeweiligen Schnittpunkt zwischen einer jeweiligen Beleuchtungsrichtung (40, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 49) eines Farbsatzes und dem nichtlinearen beleuchtungsinvarianten Kern (50) orthogonal zu dem nichtlinearen beleuchtungsinvarianten Kern (50) ist;

(e) ein Log-Chromatizität-Wert jedes graphisch dargestellten Pixels auf den nichtlinearen beleuchtungsinvarianten Kern (50) projiziert wird, wobei der nichtlineare beleuchtungsinvariante Kern (50) in Farbsatzbereiche aufgeteilt wird, wobei die Farbsatzbereiche jeweils mit einer Abweichung eines spezifischen Farbsatzes in Verbindung stehen, wobei jedes graphisch dargestellte Pixel an dem nichtlinearen beleuchtungsinvarianten Kern (50) einen Farbwert der jeweiligen Pixel des Eingangsbilds darstellt, wobei das jeweilige Pixel auf einen beleuchtungsinvarianten Bildbereich abgebildet wird;

(f) Ränder in dem Eingangsbild identifiziert werden;

(g) Ränder in dem beleuchtungsinvarianten Bildbereich identifiziert werden;

(h) die im Schritt (f) und (g) identifizierten Ränder verglichen werden;

(i) 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

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

Die geltenden Patentansprüche 2 bis 11 lauten:

„2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei Schritt (d) ferner umfasst, dass der nichtlineare beleuchtungsinvariante Kern (50) ausgewählt wird, der eine wesentliche Trennung der Distanz zwischen dem spezifischen Farbsatz

und anderen Farbsätzen bereitstellt, die auf den nichtlinearen beleuchtungsinvarianten Kern (50) projiziert werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei das Auswählen des nichtlinearen beleuchtungsinvarianten Kerns (50) eine Distanz zwischen den projizierten Werten der Farbvarianten in dem spezifischen Farbsatz wesentlich minimiert.

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

5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Identifizieren von Rändern in dem Eingangsbild und dem beleuchtungsinvarianten Bildbereich ferner die Schritte umfasst, dass:
Gradienten von Rändern aus dem Eingangsbild ermittelt werden;
und
Gradienten von Rändern aus dem beleuchtungsinvarianten Bildbereich ermittelt werden.

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei das Vergleichen der identifizierten Ränder des Eingangsbilds mit den identifizierten Rändern in dem beleuchtungsinvarianten Bildbereich den Schritt umfasst, dass der Gradient des Eingangsbilds und der Gradient des beleuchtungsinvarianten Bildbereichs mit mindestens einem Schwellenwert verglichen werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei der Schritt des Ermitteln, ob ein Schattenrand vorliegt, ferner die Schritte umfasst, dass:

ermittelt wird, ob der Gradient des Eingangsbilds größer als ein erster Schwellenwert ist; und

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

8. Verfahren nach Anspruch 6,

wobei das Vergleichen des Gradienten des Eingangsbilds und des Gradienten des beleuchtungsinvarianten Bildbereichs mit mindestens einem Schwellenwert ferner den Schritt umfasst, dass:

eine Gradientendifferenz zwischen dem Gradienten des Eingangsbilds und dem Gradienten des beleuchtungsinvarianten Bildbereichs berechnet wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei das Berechnen einer Gradientendifferenz die folgenden Schritte umfasst:

Ermitteln eines Gradientenbetrags des Eingangsbilds;

Ermitteln eines Gradientenbetrags des beleuchtungsinvarianten Bildbereichs; und

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

10. Verfahren nach Anspruch 9,

wobei der Schritt des Ermitteln, ob ein Schattenrand vorhanden ist, ferner den Schritt umfasst, dass ermittelt wird, ob die Gradientendifferenz größer als ein vorbestimmter Schwellenwert ist.

11. Verfahren nach Anspruch 1,

wobei die Schritte (f) - (i) für jeden Farbkanal durchgeführt werden.“

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 fahzeugbasierte Kamera erfassten Bild unter Verwendung eines nichtlinearen beleuchtungsinvarianten Kerns.

Gemäß S. 2 Abs. 3 der geltenden Beschreibung soll der Patentanmeldung die Aufgabe zugrunde liegen, ein Verfahren zur Entfernung eines durch Beleuchtung erzeugten Schattens in Bildern anzugeben, welches auch mit Serienkameras durchgeführt werden kann, die keine schmalbandigen Sensoren aufweisen.

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. [0018] bis [0028] 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 (Abs. [0027]).

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-Chromatizität-Diagramm ersetzt wird (letzte drei Sätze in Abs. [0027]). 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. Abs. [0030]). Anhand dieser Ränder können Schatten im ursprünglichen Bild eliminiert werden (Abs. [0029]; Details in den darauf folgenden Absätzen).

Da im Log-Chromatizität-Diagramm für billige, nicht ideale Kamerasensoren die Geradenrichtungen („Beleuchtungsrichtungen“) für die verschiedenen Farbsätze unterschiedlich sind (Fig. 5, Abs. [0039]), wird in der vorliegenden Anmeldung keine lineare, im Wesentlichen beleuchtungsinvariante Achse ermittelt, sondern ein nichtlinearer beleuchtungsinvarianter Kern (Ellipse 50 in Fig. 6), den die den einzelnen Farbsätzen zugeordneten Geraden jeweils senkrecht schneiden (Fig. 6, Abs. [0040]). Jedem Farbsatz ist im beleuchtungsinvarianten Kern ein Gebiet

(region of interest, 52 bis 57 in Fig. 6) zugeordnet, in dem die Projektionswerte des Farbsatzes (aus Projektionen entlang der dem Farbsatz zugeordneten Geraden) liegen (Abs. [0047]). Für jedes Pixel wird dessen zugehöriger Farbwert auf den beleuchtungsinvarianten Kern projiziert (senkrecht und damit entlang der Geradenrichtung = „Beleuchtungsrichtung“ des zugehörigen Farbsatzes), was einen Farbwert für eine Abbildung auf einen beleuchtungsinvarianten Bildbereich ergibt (Abs. [0048]).

Entsprechend dem oben Erläuterten soll folgender Verfahrensablauf unter Schutz gestellt werden, der zum Entfernen eines durch Beleuchtung erzeugten Schattens in einem erfassten Bild dient:

- ein Eingangsbild einer Szene wird durch eine Bilderfassungseinrichtung (Kamera) erfasst (Merkmal (a));
- der Farbwert jedes Pixels ist eine Farbvariante, die zu einem mehrerer möglicher Farbsätze gehört; dieser Farbwert wird gemäß einem zwei-dimensionalen logarithmischen Graphen (in einem logarithmischen Chromatizitätsdiagramm, vgl. Fig. 4, 5 und 6) dargestellt (Merkmal (b)); 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 parallel, sondern divergent sind;
- in dem logarithmischen Chromatizitätsdiagramm wird für jeden Farbsatz eine „Beleuchtungsrichtung“ ermittelt (das ist die Richtung der Geraden, entlang welcher die Werte jedes Farbsatzes ungefähr verlaufen), und als Funktion der mehreren Farbsätze wird ein nichtlinearer beleuchtungsinvarianter Kern („50“ in Fig. 6) ermittelt, wobei jede „Beleuchtungsrichtung“ den Kern senkrecht schneidet (Merkmale (c), (d));
- der nichtlineare beleuchtungsinvariante Kern wird in Farbsatzbereiche eingeteilt, deren jeder mit der Farbabweichung (umfassend mehrere Farbvarianten) eines spezifischen Farbsatzes verknüpft ist, und der Log-Chro-

matizität-Wert jedes (gemäß Merkmal (b) graphisch dargestellten) Pixels wird senkrecht (und damit entlang der „Beleuchtungsrichtung“ des zugehörigen Farbsatzes) auf den Kern projiziert, wodurch sich ein Farbwert des Pixels für eine Abbildung auf einen beleuchtungsinvarianten Bildbereich ergibt (Merkmal (e));

- in dem Eingangsbild und ebenso in dem beleuchtungsinvarianten Bildbereich werden Ränder (Kanten) identifiziert (Merkmale (f), (g));

- 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 (h) und (i));

- anhand der identifizierten Schattenränder wird ein schattenreduziertes Bild für eine Szenenanalyse durch ein fahrzeugsichtbasiertes System erzeugt (Merkmal (j)).

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. [0020] bis [0023]). 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. [0024] 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.

Mit diesem Verständnis des Ausdrucks „Beleuchtungsrichtung“ stimmt auch die Beschreibung in Abs. [0034] der englischen Anmeldeunterlagen überein, wobei der nichtlineare beleuchtungsinvariante Kern (der gemäß der Lehre der Anmeldung an die Stelle der vorher beschriebenen linearen beleuchtungsinvarianten Achse tritt) senkrecht ist zur Beleuchtungsrichtung jedes Farbsatzes am jeweiligen Schnittpunkt (für reale Kameras sind die Beleuchtungsrichtungen der einzelnen Farbsätze unterschiedlich, Abs. [0033] i. V. m Fig. 5). Dass die schematische Fig. 6 nicht für alle zu den einzelnen Farbsätzen gehörenden Geraden bzw. Beleuchtungsrichtungen ein genau senkrecht schneiden des nichtlinearen Kerns (50) zeigt (für die mit „52“ und „56“ bezeichneten Gebiete verläuft der Schnitt eher etwas schräg zur Senkrechten), beeinträchtigt das Verständnis des Fachmanns der insoweit eindeutigen Beschreibung in Abs. [0034] nicht.

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 D3) in der Lage war, nach der Ermittlung eines nichtlinearen invarianten Kerns mit dazu senkrechten Beleuchtungsrichtungen im Log-Chromatizitätsdiagramm auch einen Schattenrand im Eingangsbild zu bestimmen und ein schattenreduziertes Bild gemäß Merkmal (j) zu berechnen; vgl. hierzu Abs. [0026] bis [0031] der englischen Anmeldeunterlagen.

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. [0018] bis [0028] 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 in D2 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).

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. 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 D3 werden mit einem Verfahren wie in D2 beschrieben Schatten in einem aufgenommenen Bild entfernt, unter Betrachtung des Log-Chromatizitätsdiagramms, mit Ermittlung einer linearen invarianten Richtung bzw. Achse und einer dazu senkrechten Beleuchtungsrichtung sowie einer hierauf aufbauen-

den Schattenentfernung. Die lineare invariante Achse wird jedoch in D3 anders als in D2 ermittelt: Es werden mehrere mögliche Richtungen für die lineare invariante Achse untersucht, und für jede mögliche Richtung werden die Chromatizitätswerte der Pixel entlang der zur möglichen Richtung senkrechten Beleuchtungsrichtung auf die mögliche Achse projiziert, vgl. Fig. 1. Sodann wird die Entropie der sich ergebenden Verteilung auf der möglichen Achse berechnet (Fig. 3(c)). Die zur Verteilung mit der geringsten Entropie gehörende Achse wird als lineare beleuchtungsinvariante Achse ausgewählt. In der Beschreibung zu Fig. 1 ist für eine Menge von Bildern realer Farbflächen erläutert, dass für die korrekte lineare beleuchtungsinvariante Achse die Projektionspunkte enge Peaks bilden, die gut voneinander getrennt sind und jeweils einer Farbfläche entsprechen (Fig. 1 (a)); die entspricht einer geringen Entropie der Verteilung. Wird andererseits eine „falsche“ Richtung der linearen 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 D3 verwendet somit ebenso wie die Verfahren der D2 und D1 eine gerade verlaufende (lineare) beleuchtungsinvarianten Achse.

Keine der genannten Druckschriften gibt einen Hinweis darauf, von diesem Prinzip abzugehen und in dem Log-Chromatizitätsdiagramm anstelle einer linearen beleuchtungsinvarianten Achse einen nichtlinearen beleuchtungsinvarianten Kern zu verwenden, den die Beleuchtungsrichtungen der verschiedenen Farbsätze jeweils senkrecht schneiden.

Das Verfahren des Patentanspruchs 1 ist somit neu.

Die oben beschriebene Vorgehensweise war zudem für den Fachmann nicht von sich aus naheliegend.

Sie beruht vielmehr auf der Erkenntnis, dass sich ein beleuchtungsinvarianter nichtlinearer Kern im Gegensatz zu einer linearen Achse besonders gut an unterschiedliche Beleuchtungsrichtungen verschiedener Farbsätze anpassen lässt, was auch für billige Kameras mit relativ breitbandigen Sensoren eine gute Trennung der beleuchtungsinvarianten Werte für die einzelnen Farbsätze ermöglicht.

Dem beanspruchten Verfahren ist damit auch eine erfinderische Tätigkeit nicht abzusprechen.

4. Der Patentanspruch 1 ist gewährbar.

Die abhängigen Patentansprüche 2 bis 11 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

Ko