

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
04. Juni 2020 (04.06.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/109033 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G06T 7/80 (2017.01) G06T 5/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/081504

(22) Internationales Anmeldedatum:

15. November 2019 (15.11.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2018 129 814.5

26. November 2018 (26.11.2018) DE

(71) Anmelder: **TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT** [DE/DE]; Karolinenplatz 5, 64289 Darmstadt (DE).

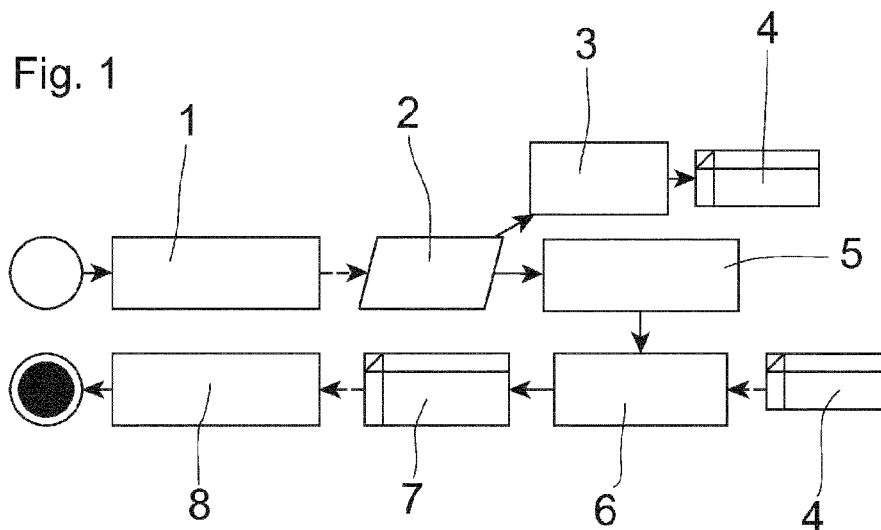
(72) **Erfinder: ACUNA, Raul**; Goethestrasse 28a, 64285 Darmstadt (DE). **WILLERT, Volker**; Kranichsteinerstr. 51, 64289 Darmstadt (DE).

(74) **Anwalt: HABERMANN INTELLECTUAL PROPERTY PARTNERSCHAFT VON PATENTANWÄLTEN MBB**; Dolivostraße 15A, 64293 Darmstadt (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,

(54) **Title:** METHOD FOR DETERMINING CALIBRATION PARAMETERS OF A CAMERA

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG VON KALIBRIERUNGSPARAMETERN EINER KAMERA



(57) **Abstract:** The invention relates to a method for determining calibration parameters of a camera. In a displaying step (1), a specified calibration pattern is displayed on a specified and three-dimensionally extending continuous surface by means of calibration pixels arranged in the form of a matrix, such that dimensions of calibration pattern regions of the specified calibration pattern on the specified surface are known. The brightness and the color of each calibration pixel is electronically specified. In a capturing step (2) following the displaying step (1), an image of the calibration pattern is created by means of the camera. In a subsequent determination process, the calibrating parameters are determined on the basis of the image.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung von Kalibrierungsparametern einer Kamera. In einem Darstellungsschritt (1) wird ein vorgegebenes Kalibriermuster durch matrixförmig angeordnete Kalibrierbildpunkte auf einer vorgegebenen und sich dreidimensional erstreckenden zusammenhängenden Oberfläche dargestellt, sodass Abmessungen von Kalibriermusterbereichen des vorgegebenen Kalibriermusters auf der vorgegebenen Oberfläche bekannt sind. Eine Helligkeit und eine Farbe jedes Kalibrierbildpunkts wird elektronisch vorgegeben. In einem auf den Darstellungsschritt (1) folgenden Erfassungsschritt (2) wird eine Aufnahme des Kalibriermusters mit der Kamera erstellt. In einem sich anschließenden Bestimmungsvorgang werden die Kalibrierparameter auf Grundlage der Aufnahme bestimmt.

SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- in Schwarz-Weiss; die internationale Anmeldung enthielt in ihrer eingereichten Fassung Farbe oder Graustufen und kann von PATENTSCOPE heruntergeladen werden.

Verfahren zur Bestimmung von Kalibrierungsparametern einer Kamera

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung von Kalibrierungsparametern einer Kamera.

Aus dem Stand der Technik sind verschiedene Kalibrierungsverfahren bekannt, mit denen sowohl
10 extrinsische als auch intrinsische Kameraparameter bzw. Kalibrierungsparameter bestimmt werden können. Bei den intrinsischen Kameraparametern handelt es sich insbesondere um eine Brennweite der Kamera, um Koordinaten eines Bildmittelpunkts von Aufnahmen der Kamera, um
15 Skalierungsfaktoren in beiden Achsenrichtungen der Bildebene, mit denen Bildkoordinaten in Pixeleinheiten der jeweils in der Kamera verwendeten CCD-Aufnahmeeinrichtung umgerechnet werden können sowie um einen Scherungsfaktor. Des Weiteren beinhalten die intrinsischen Kameraparameter
20 die Verzeichnungsparameter des verwendeten Objektivs. Bei den extrinsischen Kameraparametern handelt es sich insbesondere um die Lage der Kamera relativ zu einem Kalibrierkörper oder dergleichen beschrieben durch eine Pose, die die relative Objektlage und die relative
25 Objektorientierung zwischen Kamera und Kalibrierkörper beschreibt.

Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, diese Kameraparameter aus Aufnahmen der jeweiligen Kamera von
30 vorgegebenen Szenen zu ermitteln. Zu diesem Zweck werden mathematische Kameramodelle verwendet und die in den Kameramodellen enthaltenen unbekannten Kameraparameter

unter Verwendung der aufgenommenen Szenen mit bekannten Identifikationsverfahren berechnet. Bei diesen Verfahren nutzt man die Kenntnis über die Anordnung sowie die Abmessungen der Objekte der aufgenommenen Szene aus, um die
5 Kameraparameter so anzupassen, dass die jeweilige Aufnahme möglichst gut die vorgegebene Szene abbildet.

Bei dem aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren werden verschiedene Szenen eingesetzt, um die
10 Kameraparameter zu ermitteln. Den verwendeten Szenen ist üblicherweise gemein, dass die verwendeten Objekte starke Kontraste aufweisen, um deutliche Übergänge in den ermittelten Aufnahmen erkennen und automatisiert bestimmen zu können. Zudem ist es zur Bestimmung sämtlicher
15 intrinsischer Parameter erforderlich, dass entweder die verwendete Szene Tiefeninformationen beinhaltet oder dass bei Verwendung zweidimensionaler Szenen mehrere Aufnahmen der Szene aus verschiedenen Richtungen und in unterschiedlichen Abständen aufgenommen und für die
20 Bestimmung der Kameraparameter verwendet werden. Diese Szenen werden im Folgenden auch als Kalibriermuster bezeichnet.

Aus dem Stand der Technik ist beispielsweise die Verwendung
25 von 3D-Kalibrierkörpern als Kalibriermuster bekannt. Hierbei führt jedoch insbesondere die geringe Dichte der für die Bestimmung der Kameraparameter verwendbaren Referenzpunkte sowie die vorgegebene Anzahl und Verteilung der Referenzpunkte während des Kalibriervorgangs zu einer
30 vergleichsweise ungenauen Bestimmung der Kameraparameter. Aus diesem Grund werden in dem Stand der Technik häufig 2D-Kalibriermuster wie beispielsweise Schachbrettmuster für

den Kalibriervorgang verwendet, die aus mehreren Perspektiven mit der Kamera aufgenommen werden. Diese Verfahren ermöglichen zwar eine vergleichsweise exakte Bestimmung insbesondere der intrinsischen Kameraparameter, 5 erfordern durch die Vielzahl von Aufnahmen jedoch einen erheblichen Kalibrieraufwand.

Aus dem Stand der Technik ist es auch bekannt, 2D-Kalibriermuster auf Flachbildschirmen darzustellen, sodass 10 auch unterschiedliche Kalibriermuster einfach zur Kalibrierung verwendet werden können. Hierdurch kann der Aufwand für die Ermittlung mehrerer Aufnahmen aus unterschiedlichen Perspektiven jedoch nicht reduziert werden.

15 Der Vorteil der verwendeten zweidimensionalen Kalibriermuster liegt also insbesondere in der hohen Dichte an kontrastreichen Übergängen in dem verwendeten Kalibriermuster, die in den von dem Kalibriermuster 20 erzeugten Aufnahmen durch automatisierte Verfahren zuverlässig ermittelt werden können, um die Zuordnung der bekannten Ausrichtungen und Abmessungen der verschiedenen Objekte des Kalibriermusters und der von diesen erzeugten Abbildungen für die Bestimmung der verschiedenen 25 Kameraparameter nutzen zu können. Nachteilig hierbei ist das Erfordernis, mehrere Aufnahmen erzeugen zu müssen, um ausreichende Tiefeninformationen zu erhalten.

Um diesen Nachteil zu vermeiden ist es aus dem Stand der 30 Technik auch bekannt, mehrere Flachbildschirme versetzt und relativ zueinander verschwenkt anzuordnen, um mit einer Aufnahme zusätzliche 3D-Informationen beziehungsweise

Tiefeninformationen zu erhalten. Hierbei ist jedoch eine aufwändige Kalibrierung der Position der verschiedenen Bildschirme relativ zueinander erforderlich.

- 5 Als Aufgabe der Erfindung wird es angesehen, die aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren derart weiter zu entwickeln, dass mit möglichst geringem Aufwand, vollautomatisiert sämtliche Kameraparameter mit möglichst hoher Genauigkeit ermittelt werden können.

10

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren zur Bestimmung von Kalibrierungsparametern einer Kamera gelöst, wobei in einem Darstellungsschritt ein vorgegebenes Kalibriermuster durch matrixförmig angeordnete

- 15 Kalibrierbildpunkte auf einer vorgegebenen und sich dreidimensional erstreckenden Oberfläche dargestellt wird, sodass Abmessungen von Kalibriermusterbereichen des vorgegebenen Kalibriermusters auf der vorgegebenen Oberfläche bekannt sind, wobei eine Helligkeit und eine
- 20 Farbe jedes Kalibrierbildpunkts elektronisch vorgegeben wird, wobei in einem auf den Darstellungsschritt folgenden Erfassungsschritt eine Aufnahme des Kalibriermusters mit der Kamera erstellt wird und wobei in einem sich anschließenden Bestimmungsvorgang die Kalibrierparameter
- 25 auf Grundlage der Aufnahme bestimmt werden. Auf diese Weise können bekannte 2D-Kalibriermuster dreidimensional dargestellt werden, sodass der Kalibriervorgang bereits mit einer Aufnahme zuverlässig durchgeführt werden kann. Das erfindungsgemäße Verfahren wird vorteilhafterweise voll
- 30 automatisch durchgeführt und kann beispielsweise in einer Kameraproduktionslinie eingesetzt werden, da eine manuelle Kalibrierung der relativen Ausrichtung der Kamera zu dem

auf der Oberfläche dargestellten dreidimensionalen Kalibriermuster nicht erforderlich ist und die manuelle Positionierung des Kalibrierkörpers an unterschiedlichen Position entfällt.

5

Das erfindungsgemäße Verfahren kann auch zu Kalibrierung mehrerer zusammenhängender Kameras, sogenannter Multikamerasysteme wie sie zum Beispiel bei Kameradrohnen eingesetzt werden, verwendet werden. Hierbei ist vorteilhafterweise vorgesehen, dass für jede Kamera des Multikamerasystems eine sich dreidimensional erstreckende Oberfläche bereitgestellt wird sodass das erfindungsgemäße Verfahren für sämtliche Kameras des Multikamerasystems gleichzeitig durchgeführt werden kann.

15

Es ist auch möglich und erfindungsgemäß vorgesehen, mehrere Kameras mit sich überlappenden Aufnahmebereichen bzw. Sichtfeldern über eine einzige sich dreidimensional erstreckende Oberfläche gemeinsam zu kalibrieren. Hierbei wird zusätzlich eine Relativpose der mehreren Kameras bestimmt.

Vorteilhafterweise werden für die Kalibrierung bekannte zweidimensionale Kalibriermuster verwendet. Zu diesem Zweck ist vorteilhafterweise vorgesehen, die zweidimensionalen Kalibriermuster auf Grundlage von der Geometrie der verwendeten Oberfläche abhängiger Transformationsvorschriften in dreidimensionale Kalibriermuster zu überführen. Es ist jedoch auch möglich und erfindungsgemäß vorgesehen, die bekannten zweidimensionalen Kalibriermuster direkt auf der sich dreidimensional erstreckenden Oberfläche darzustellen und

30

die hierbei erzeugten Verzerrungen der verschiedenen Kalibriermusterobjekte des jeweiligen Kalibrierusters bei der späteren Zuordnung von Bildpunkten der Aufnahme zu entsprechenden 3D-Koordinaten des Kalibrierusters zu
5 berücksichtigen.

Um diese Zusammenhänge besonders einfach berücksichtigen zu können, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Oberfläche in mindestens einer Richtung konkav gekrümmt ist. Bei
10 konkav gekrümmten Oberflächen können besonders viele 3D-Informationen erzeugt werden, wobei gleichzeitig die Überführung der zweidimensionalen Kalibriermuster in ein 3D-Koordinatensystem des konkav gekrümmten dreidimensionalen Objekts beziehungsweise der verwendeten
15 Oberfläche besonders einfach möglich ist.

Vorteilhafterweise ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Oberfläche mit einem Krümmungsradius gekrümmt ist. Vorteilhafterweise ist die Oberfläche in ausschließlich
20 einer Richtung konkav gekrümmt. Durch die Verwendung derartiger zylindermantelabschnittsförmiger Oberflächen ist eine besonders einfache Zuordnung der zweidimensionalen Kalibriermuster in 3D-Koordinaten möglich.

25 Um das Kalibriermuster möglichst vollständig in der Aufnahme abzubilden und die Aufnahme möglichst vollständig mit dem Kalibriermuster auszufüllen, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Kamera relativ zu der Oberfläche so ausgerichtet wird, dass eine optische Achse der Kamera
30 durch einen Krümmungsmittelpunkt und einen Oberflächenmittelpunkt der Oberfläche verläuft.

Vorteilhafterweise ist die optische Achse senkrecht zu der Oberfläche ausgerichtet.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann besonders einfach
5 dadurch umgesetzt werden, dass es sich bei der Oberfläche um einen konkav gekrümmten Bildschirm handelt. Derartige Curved-Displays sind vergleichsweise kostengünstig und bieten trotz der vergleichsweise geringen Tiefe beziehungsweise des großen Krümmungsradius ausreichende
10 Tiefeninformation für die Bestimmung der Kameraparameter.

Es ist jedoch auch möglich und erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Kalibrierbildpunkte durch einen Projektor erzeugt werden. Hierzu ist es erforderlich, die relative Anordnung
15 des Projektors und der Oberfläche vor Beginn des beziehungsweise der mehreren Kalibrierungsprozesse einmalig zu kalibrieren, um die Verzerrung des verwendeten Kalibriermusters auf der Oberfläche bestimmen zu können.

20 Vorteilhafterweise ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Kamera relativ zu der Oberfläche so angeordnet wird, dass die Kamera das gesamte Kalibriermuster erfassen kann und die Aufnahme möglichst weitestgehend das Kalibriermuster darstellt. Auf diese Weise können insbesondere die
25 Verzeichnungsparameter besonders exakt bestimmt werden.

Um eine möglichst genaue Bestimmung der Kalibrierparameter zu erreichen, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass in einem Darstellungs- und Erfassungsvorgang mehrere Darstellungs-
30 und Erfassungsschritte jeweils aufeinanderfolgend durchgeführt werden, wobei in jedem Darstellungsschritt ein anderes Kalibriermuster dargestellt wird. Bei dieser

Ausgestaltung des Verfahrens werden zur Bestimmung der Kalibrierparameter mehrere Aufnahmen verwendet. Diese Aufnahmen können jedoch vollautomatisiert und ohne Neuausrichtung der relativen Position der Kamera und der
5 Oberfläche zueinander ausgeführt werden.

Zur Bestimmung der Kalibrierungsparameter ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass in dem Bestimmungsvorgang ein Relativlagenberechnungsschritt durchgeführt wird, wobei
10 eine relative Lage der Kamera zu der Oberfläche anhand der bekannten Abmessungen der Kalibriermusterbereiche auf der Oberfläche und der Aufnahme des Kalibrierusters bestimmt wird.

Vorteilhafterweise ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass in dem Bestimmungsvorgang ein Punktextraktionsschritt durchgeführt wird, wobei in dem Punktextraktionsschritt jeder Aufnahmebildpunkt mindestens einem Kalibrierbildpunkt zugeordnet wird. Aufgrund der bekannten und vorgegebenen
20 Anordnung der verschiedenen Kalibriermusterbereiche beziehungsweise Kalibriermusterobjekte relativ zueinander, können die Koordinaten der Aufnahmebildpunkte entsprechenden Referenzkoordinaten des Kalibrierusters zugeordnet werden.

25 Vorteilhafterweise ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass nach dem Punktextraktionsschritt ein Bildgleichrichtungsschritt in dem Bestimmungsvorgang durchgeführt wird, wobei Verzeichnungsparameter des
30 Objektivs der Kamera auf Grundlage der in dem Punktextraktionsschritt erfolgten Zuordnung sowie des vorgegebenen Kalibrierusters bestimmt werden und wobei die

Verzeichnungsparameter Kalibrierparameter darstellen.
Vorteilhafterweise wird zur Bildgleichrichtung ein
Vektorfeld eingesetzt, dass für jeden Bildpunkt einen
Verschiebungsvektor für die Verzeichnung angibt.

5

Vorteilhafterweise ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass
eine Verzeichnung in der Aufnahme und der Verwendung der
Verzeichnungsparameter korrigiert wird und dass unter
Verwendung der korrigierten Aufnahme eine Brennweite und
10 ein optisches Zentrum der Kamera bestimmt werden, wobei
diese Parameter weitere Kalibrierparameter bilden.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen
Verfahrens werden anhand eines in der Zeichnung
15 dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Es zeigt:

Figur 1 eine schematische Darstellung des Ablaufs des
20 erfindungsgemäßen Verfahrens.

Bei dem in Figur 1 schematisch dargestellten Ablaufdiagramm
des erfindungsgemäßen Verfahrens wird in einem
Darstellungsschritt 1 zunächst ein vorgegebenes
25 Kalibriermuster auf einem Curved-Display dargestellt.
Anschließend wird in einem Erfassungsschritt 2 eine
Aufnahme des Kalibrierusters erstellt. Ausgehend von
dieser Aufnahme werden in einem
Relativlagenberechnungsschritt 3 eines Bestimmungsvorgangs
30 Lageparameter 4 bestimmt, die eine relative Lage zwischen
der Oberfläche und eines in der Kamera verwendeten CCD-
Chips charakterisieren. In dem Bestimmungsvorgang wird

zudem ein Punktextraktionsschritt 5 durchgeführt, wobei in dem Punktextraktionsschritt 5 den Aufnahmebildpunkten entsprechende Kalibrierbildpunkte zugeordnet werden. Anschließend wird ein Bildgleichrichtungsschritt 6

5 durchgeführt wobei in dem Bildgleichrichtungsschritt 6 sowohl Verzeichnungsparameter der Kamera ermittelt als auch die Verzeichnung der Aufnahme durch die ermittelten Verzeichnungsparameter korrigiert werden. Die derart korrigierte Aufnahme 7 wird anschließend in einem weiteren

10 Schritt 8 des Bestimmungsvorgangs dazu verwendet, die weiteren Kalibrierparameter zu bestimmen.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Verfahren zur Bestimmung von Kalibrierungsparametern
5 einer Kamera, wobei in einem Darstellungsschritt (1) ein vorgegebenes Kalibriermuster durch matrixförmig angeordnete Kalibrierbildpunkte auf einer vorgegebenen und sich dreidimensional erstreckenden zusammenhängenden Oberfläche dargestellt wird, sodass Abmessungen von
10 Kalibriermusterbereichen des vorgegebenen Kalibrierusters auf der vorgegebenen Oberfläche bekannt sind, wobei eine Helligkeit und eine Farbe jedes Kalibrierbildpunkts elektronisch vorgegeben wird, wobei in einem auf den Darstellungsschritt (1) folgenden Erfassungsschritt (2) eine
15 Aufnahme des Kalibrierusters mit der Kamera erstellt wird und wobei in einem sich anschließenden Bestimmungsvorgang die Kalibrierparameter auf Grundlage der Aufnahme bestimmt werden.
- 20 2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche in mindestens einer Richtung konkav gekrümmt ist.
3. Verfahren gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass
25 die Oberfläche mit einem Krümmungsradius gekrümmt ist.
4. Verfahren gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Kamera relativ zu der Oberfläche so ausgerichtet wird, dass eine optische Achse der Kamera durch einen
30 Krümmungsmittelpunkt und einen Oberflächenmittelpunkt der Oberfläche verläuft.

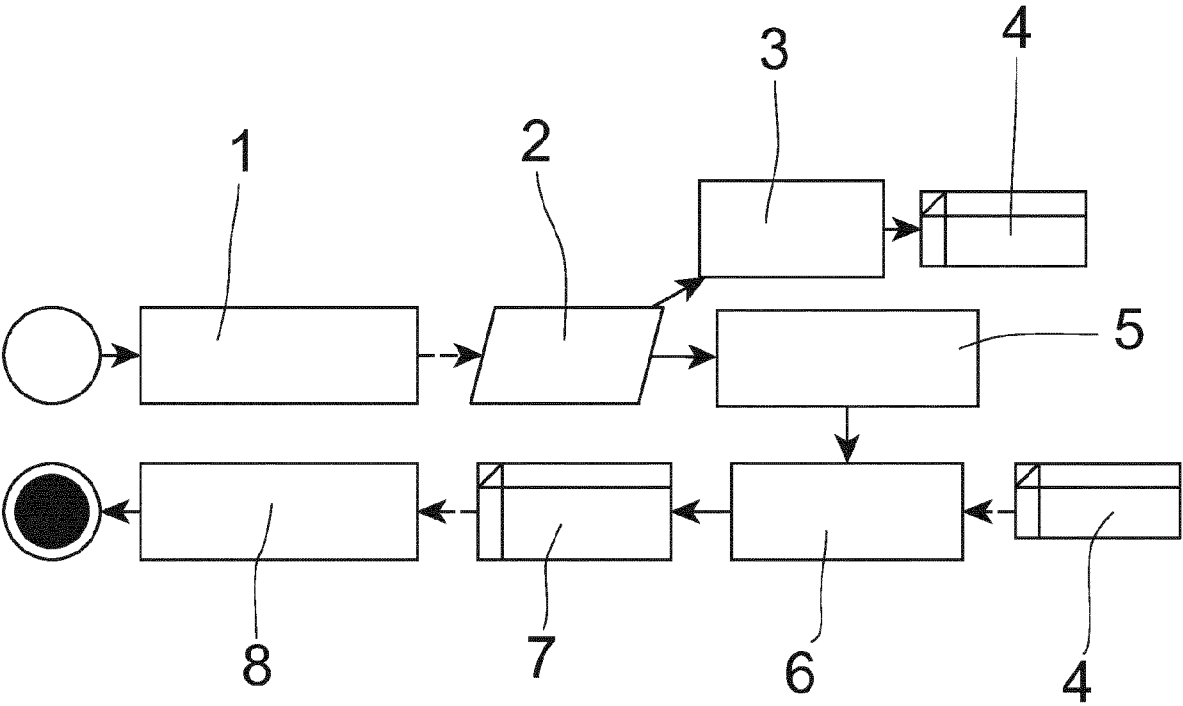
5. Verfahren gemäß einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der Oberfläche um einen konkav gekrümmten Bildschirm handelt.
- 5 6. Verfahren gemäß einem Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Kalibrierbildpunkte durch einen Projektor erzeugt werden.
7. Verfahren gemäß einem der voranstehenden Ansprüche, 10 dadurch gekennzeichnet, dass die Kamera relativ zu der Oberfläche so angeordnet wird, dass die Kamera das gesamte Kalibriemuster erfassen kann und die Aufnahme möglichst weitgehend das Kalibriermuster darstellt.
- 15 8. Verfahren gemäß einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in einem Darstellungs- und Erfassungsvorgang mehrere Darstellungs- und Erfassungsschritte jeweils aufeinanderfolgend durchgeführt werden, wobei in jedem Darstellungsschritt (1) ein anderes 20 Kalbrierungsmuster dargestellt wird.
9. Verfahren gemäß einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Bestimmungsvorgang ein Relativlagenberechnungsschritt (3) durchgeführt wird, wobei 25 eine relative Lage der Kamera zu der Oberfläche anhand der bekannten Abmessungen der Kalibriermusterbereiche auf der Oberfläche und der Aufnahme des Kalibriermusters bestimmt wird.
- 30 10. Verfahren gemäß einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Bestimmungsvorgang ein Punktextraktionsschritt (5) durchgeführt wird, wobei in dem

Punktextraktionsschritt (5) jeder Aufnahmebildpunkt mindestens einem Kalibrierbildpunkt zugeordnet wird.

11. Verfahren gemäß Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet,
5 dass nach dem Punktextraktionsschritt (5) ein
Bildgleichrichtungsschritt (6) in dem Bestimmungsvorgang
durchgeführt wird, wobei Verzeichnungsparameter der Kamera
auf Grundlage der in dem Punktextraktionsschritt (5)
erfolgten Zuordnung sowie des vorgegebenen Kalibriermusters
10 bestimmt werden und wobei die Verzeichnungsparameter
Kalibrierparameter darstellen.

12. Verfahren gemäß Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet,
dass eine Verzeichnung in der Aufnahme unter Verwendung der
15 Verzeichnungsparameter korrigiert wird und dass unter
Verwendung der korrigierten Aufnahme eine Brennweite und
ein optisches Zentrum der Kamera bestimmt werden, wobei
diese Parameter weitere Kalibrierparameter bilden.

Fig. 1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/081504

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*G06T 7/80*(2017.01)i; *G06T 5/00*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06T

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2008082844 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 10 April 2008 (2008-04-10) paragraphs [0001], [0003]-[0004] paragraphs [0020],[0022]-[0025];figures 1-2 paragraphs[0032]-[0035];figure 4 paragraphs[0039];figure 6	1-10 11,12
Y	HEIKKILA J ET AL. "A four-step camera calibration procedure with implicit image correction" <i>COMPUTER VISION AND PATTERN RECOGNITION, 1997. PROCEEDINGS., 1997 IEEE COMPUTER SOCIETY CONFERENCE ON SAN JUAN, PUERTO RICO 17-19 JUNE 1997, LOS ALAMITOS, CA, USA,IEEE COMPUT. SOC, US, 17 June 1997 (1997-06-17), pages 1106-1112</i> DOI: 10.1109/CVPR.1997.609468 ISBN: 978-0-8186-7822-6. XP010237491 abstract	11,12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 February 2020

Date of mailing of the international search report

06 March 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Kollreider, Klaus

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/081504

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2008082844	A	10 April 2008	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G06T7/80 G06T5/00
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G06T

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 2008 082844 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 10. April 2008 (2008-04-10)	1-10
Y	Absätze [0001], [0003]-[0004] Absätze [0020], [0022]-[0025]; Abbildungen 1-2 Absätze [0032]-[0035]; Abbildung 4 Absätze [0039]; Abbildung 6 ----- -/-	11,12



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

14. Februar 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

06/03/2020

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kollreider, Klaus

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	HEIKKILA J ET AL: "A four-step camera calibration procedure with implicit image correction", COMPUTER VISION AND PATTERN RECOGNITION, 1997. PROCEEDINGS., 1997 IEEE COMPUTER SOCIETY CONFERENCE ON SAN JUAN, PUERTO RICO 17-19 JUNE 1997, LOS ALAMITOS, CA, USA,IEEE COMPUT. SOC, US, 17. Juni 1997 (1997-06-17), Seiten 1106-1112, XP010237491, DOI: 10.1109/CVPR.1997.609468 ISBN: 978-0-8186-7822-6 Zusammenfassung -----	11,12

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

PCT/EP2019/081504

Im Recherchenbericht
angeführtes Patentdokument

Datum der
Veröffentlichung

Mitglied(er) der Patentfamilie

Datum der
Veröffentlichung

JP 2008082844	A	10-04-2008	KEINE
---------------	---	------------	-------