



(10) **DE 10 2016 210 056 A1** 2017.12.14

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 210 056.4**

(51) Int Cl.: **G06T 7/20 (2017.01)**

(22) Anmeldetag: **08.06.2016**

(43) Offenlegungstag: **14.12.2017**

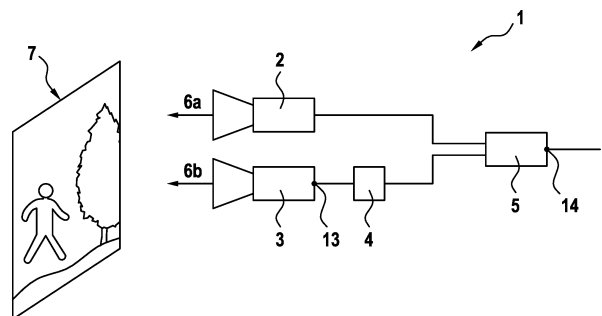
(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
**Blott, Gregor, 38239 Salzgitter, DE; Koesters,
Damian, 64319 Pfungstadt, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Kameraanordnung zur Bestimmung des optischen Flusses, Fahrassistenzsystem und Überwachungskamera mit der Kameraanordnung**

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Kameraanordnung 1 zur Bestimmung des optischen Flusses vorgeschlagen, mit einem flächigen optischen Sensor 2 zur Aufnahme eines ersten Bildes 8a zu einem Zeitpunkt t_1 und mindestens eines zweiten Bildes 8b zu einem Zeitpunkt t_2 in einem Zeitabstand dt_1 , wobei das erste Bild 8a einen ersten Aufnahmebereich 9a abbildet und das mindestens zweite Bild 8b einen zweiten Aufnahmebereich 9b abbildet, wobei der erste Aufnahmebereich 9a und der zweite Aufnahmebereich 9b einen gemeinsamen Überlappbereich 10 aufweisen, mit einem flächigen Dynamic-Vision-Sensor 3 zur Aufnahme eines Erfassungsbereichs 11, wobei der Erfassungsbereich 11 eine Schnittmenge 12 mit dem Überlappbereich 10 bildet, wobei der Dynamic-Vision-Sensor 3 eine Zellenmatrix mit Zellen umfasst und ausgebildet ist, Intensitätsänderungen in Zellen der Zellenmatrix von einem Zeitpunkt tn_1 zu einem Zeitpunkt tn_2 als Intensitätsdaten zu bestimmen, wobei $t_1 \leq tn_1 < tn_2 \leq t_2$ und wobei $tn_2 - tn_1 = dt_2$ und $dt_2 < dt_1$, mit einem Schätzmodul 4, wobei das Schätzmodul 4 ausgebildet ist, auf Basis der Intensitätsdaten den optischen Fluss bezüglich des ersten Bildes 8a und des zweiten Bildes 8b als eine Flusshypothese abzuschätzen, mit einem Flussbestimmungsmodul 5 zur Bestimmung des optischen Flusses auf Basis der Flusshypothese sowie dem ersten Bild 8a und dem zweiten Bild 8b.



Beschreibung

Offenbarung der Erfindung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kameraanordnung zur Bestimmung des optischen Flusses, mit einem flächigen optischen Sensor zur Aufnahme eines ersten Bildes zu einem Zeitpunkt t_1 und mindestens eines zweiten Bildes zu einem Zeitpunkt t_2 in einem Zeitabstand dt_1 , wobei das erste Bild einen ersten Aufnahmebereich abbildet und das mindestens zweite Bild einen zweiten Aufnahmebereich abbildet, wobei der erste Aufnahmebereich und der zweite Aufnahmebereich einen gemeinsamen Überlappbereich aufweisen, mit einem flächigen Dynamic-Vision-Sensor zur Aufnahme eines Erfassungsbereiches, wobei der Erfassungsbereich eine Schnittmenge mit dem Überlappbereich bildet, wobei der Dynamic-Vision-Sensor eine Zellenmatrix mit Zellen umfasst und ausgebildet ist, Intensitätsänderungen in Zellen der Zellenmatrix von einem Zeitpunkt tn_1 zu einem Zeitpunkt tn_2 zu bestimmen, wobei $t_1 \leq tn_1 < tn_2 \leq t_2$ und wobei $tn_2 - tn_1 = dt_2$ und $dt_2 < dt_1$, mit einem Schätzmodul, wobei das Schätzmodul ausgebildet ist, auf Basis der Intensitätsdaten den optischen Fluss bezüglich des ersten und des zweiten Bildes als Flusshypothese abzuschätzen, mit einem Flussbestimmungsmodul zur Bestimmung des optischen Flusses auf Basis der Flusshypothese sowie dem ersten Bild und dem zweiten Bild.

[0002] In vielen Disziplinen der Bildverarbeitung und Computer-Vision wird auf den optischen Fluss zurückgegriffen. Hierbei wird aus zwei zeitlich beabstandeten Bildern ein Vektorfeld berechnet, welches die Bewegung korrespondierender Objektpunkte und/oder Pixel im Bild beschreibt. Insbesondere wird auf den optischen Fluss in Videoüberwachungssystemen zurückgegriffen, wie beispielsweise in der Überwachung von öffentlichen Plätzen, Bahnhöfen, Straßen oder Gebäuden.

[0003] Die Druckschrift DE 10 2007 031 302 A1, die wohl den nächstkommenden Stand der Technik bildet, offenbart eine Vorrichtung zur Erkennung und/oder Klassifizierung von einem Bewegungsmuster in einer Bildsequenz von einer Überwachungsszene mit einer Vielzahl von bewegten Objekten mit einer Schnittstelle zur Einspielung der Bildsequenz, mit einem Berechnungsmodul zur Bestimmung eines optischen Flussfeldes in der Überwachungsszene durch Auswertung der Bildsequenz und mit einem Erkennungsmodul, welches programmtechnisch und/oder schaltungstechnisch ausgebildet ist, das optische Flussfeld mit einem oder mehreren Mustern zu vergleichen, um das Bewegungsmuster in der Bildsequenz zu erkennen.

[0004] Im Rahmen der Erfindung wird eine Kameraanordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 vorgeschlagen, ein Fahrassistenzsystem mit den Merkmalen des Anspruchs 9 und eine Überwachungskamera mit den Merkmalen des Anspruchs 10. Bevorzugte und/oder vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der nachfolgenden Beschreibung sowie den beige-fügten Figuren.

[0005] Die vorgeschlagene Kameraanordnung ist zur Bestimmung des optischen Flusses ausgebildet. Insbesondere wird unter dem optischen Fluss die scheinbare Bewegung eines Helligkeitsmusters in einem Bild verstanden. Vorzugsweise ist der optische Fluss einer Bildsequenz, wobei die Bildsequenz mehrere Einzelbilder umfasst, das Vektorfeld der in eine Bildebene projizierten Geschwindigkeit von sichtbaren Punkten eines Objektraumes im Bezugssystem der Abbildungsoptik. Beispielsweise wird der lokale optische Fluss auf Basis von sich bewegenden Mustern im Bild in einer mehr oder weniger großen Umgebung eines betrachteten Bildpunktes geschätzt. Die Kameraanordnung zur Bestimmung des optischen Flusses kann ferner eingesetzt werden in der Detektion von bewegten Objekten, der Detektion von sich unabhängig bewegender Objekte, der Objektverfolgung, der Robotik oder der Videobearbeitung und Videoverarbeitung.

[0006] Die Kameraanordnung umfasst einen flächigen optischen Sensor zur Aufnahme eines ersten Bildes zu einem ersten Zeitpunkt t_1 und mindestens eines zweiten Bildes zu einem weiteren Zeitpunkt t_2 in einem Zeitabstand dt_1 . Der optische Sensor ist vorzugsweise zur Aufnahme von weiteren Bildern zu Zeitpunkten t_x ausgebildet, insbesondere sind die durch den optischen Sensor aufgenommenen Bilder in äquidistanten Zeitabständen dt_1 aufgenommen. Der flächige optische Sensor ist vorzugsweise als ein pixelierter Sensor ausgebildet. Beispielsweise ist der Sensor als ein CCD-Sensor oder ein CMOS-Sensor ausgebildet. Insbesondere sind mit dem optischen Sensor Aufnahmen von zweidimensionalen Abbildern aus Licht auf elektrischem Wege möglich. Der optische Sensor ist vorzugsweise halbleiterbasiert und/oder ermöglicht die Aufnahme von Bildern im sichtbaren Spektralbereich des Lichtes, im Infrarotbereich des Lichtes und/oder im UV-Bereich des Lichtes.

[0007] Insbesondere basiert der Zeitabstand dt_1 auf der Bildwiederholungsfrequenz des optischen Sensors, wobei die Bildwiederholungsfrequenz beispielsweise der Framerate des optischen Sensors entspricht. Vorzugsweise ist der optische Sensor ausgebildet, Bilder mit einer Framerate von 30 fps aufzunehmen, wobei sich beispielsweise bei einer Frame-

rate von 30 fps ein dt_1 von etwa 33 Millisekunden ergibt. Alternativ kann die Framerate des optischen Sensors 5 fps, 7 fps, 12.5 fps, 15 fps, 24 fps, 30 fps, 50 fps oder 60 fps betragen.

[0008] Das erste Bild bildet einen ersten Aufnahmebereich ab und das zweite Bild bildet einen zweiten Aufnahmebereich ab. Der erste und/oder zweite Aufnahmebereich ist beispielsweise der Überwachungsbereich einer Überwachungskamera. Vorzugsweise ist der erste und/oder zweite Aufnahmebereich ein Bereich, auf welchen der optische Sensor zur Aufnahme von Bildern gerichtet ist. Der erste Aufnahmebereich des ersten Bildes und der zweite Aufnahmebereich des mindestens zweiten Bildes schneiden sich in einem gemeinsamen Überlappbereich. Insbesondere können der erste Aufnahmebereich und der zweite Aufnahmebereich identische Bereiche des Überwachungsbereiches sein, sodass der Überlappbereich dem Aufnahmebereich entspricht.

[0009] Die Kameraanordnung umfasst einen flächigen Dynamic-Vision-Sensor, auch Sensoreinheit genannt, zur Aufnahme eines Erfassungsbereiches. Der Erfassungsbereich des flächigen Dynamic-Vision-Sensors bildet mit dem Überlappbereich eine Schnittmenge. Insbesondere ist die Arbeitsweise des Dynamic-Vision-Sensors ähnlich der der menschlichen Retina. Beispielsweise ist der Dynamic-Vision-Sensor ausgebildet, statt dem unnötigen Übersenden vollständiger Bilder in konstanter Framerate, nur lokale Änderung in Zellen und/oder Pixeln des Dynamic-Vision-Sensors zu senden, wobei die Änderungen beispielsweise von einer Bewegung in der vom Dynamic-Vision-Sensor zu erfassenden Szene herührt. Insbesondere ist der Dynamic-Vision-Sensor ausgebildet, Veränderungen in den Pixeln und/oder Zellen an dem Zeitpunkt zu senden, an dem sie auftreten. Dies führt beispielsweise zu einer zeitlichen Auflösung im Mikrosekundenbereich. In Hinsicht auf den Dynamic-Vision-Sensor wird Bezug genommen auf die Anmeldung WO 2013/092666 A9, deren Inhalt hiermit in diese Anmeldung aufgenommen wird.

[0010] Der Dynamic-Vision-Sensor umfasst eine Zellenmatrix mit Zellen. Insbesondere können die Zellen der Zellenmatrix als Pixel aufgefasst werden. Der Dynamic-Vision-Sensor ist ausgebildet, Intensitätsänderungen in einer Zelle der Zellenmatrix von einem Zeitpunkt tn_1 zu einem Zeitpunkt tn_2 als Intensitätsdaten zu bestimmen. Insbesondere gilt, dass $t_1 \leq tn_1 < tn_2 \leq t_2$ ist sowie, dass $tn_2 - tn_1 = dt_2$ ist und $dt_2 < dt_1$. Vorzugsweise ergibt sich das Zeitintervall dt_2 aus den vom Dynamic-Vision-Sensor detektierten Zeitpunkten einer Intensitätsänderung, insbesondere sind die Zeitpunkte tn_1 und tn_2 sowie das Zeitintervall dt_2 veränderlich und nicht zwangsläufig konstant für verschiedene Intensitätsänderungen. Beispielsweise ist das Zeitintervall dt_2 variabel und ergibt sich aus den detektierten Intensitätsänderun-

gen in einer Zelle und/oder aus der Übertragungsrate beziehungsweise Detektionsrate des Dynamic-Vision-Sensors.

[0011] Die Kameraanordnung umfasst ein Schätzmodul, wobei das Schätzmodul beispielsweise softwaretechnisch realisiert ist. Alternativ und/oder ergänzend kann das Schätzmodul hardwaretechnisch umgesetzt sein. Das Schätzmodul ist ausgebildet, auf Basis der Intensitätsdaten den optischen Fluss bezüglich des ersten und des zweiten Bildes als eine Flusshypothese abzuschätzen.

[0012] Beispielsweise ist das Schätzmodul ausgebildet, auf Basis der Intensitätsdaten abzuschätzen, wohin sich ein Erfassungsbereichsabschnitt hinbewegt und stellt basierend darauf die Flusshypothese auf. Insbesondere stellt die Flusshypothese eine Einschränkung des Bereiches dar, der im zweiten Bild zum Berechnen des optischen Flusses bezüglich ersten und zweiten Bildes auszuwerten ist.

[0013] Die Flusshypothese kann beispielsweise als ein unvollständiges oder nur partielles optisches Flussfeld ausgebildet sein und/oder nur einzelne Flussvektoren umfassen.

[0014] Die Kameraanordnung umfasst ein Flussbestimmungsmodul zur Bestimmung des optischen Flusses auf Basis der Flusshypothese, sowie dem ersten und dem zweiten Bild. Das Flussbestimmungsmodul ist beispielsweise ausgebildet, die Flusshypothese dazu zu nutzen, den Suchbereich zum Bestimmen des optischen Flusses bezüglich ersten und zweiten Bild einzuschränken. Insbesondere dient die Flusshypothese dazu, abzuschätzen, wohin sich ein Pixel und/oder ein Abschnitt des Aufnahmebereich im zweiten Bild hin verschoben hat. Vorzugsweise ist es möglich, das Flussbestimmungsmodul zu nutzen, um den optischen Fluss zwischen den zwei Bildern mehrfach abzuschätzen und die Flusshypothese schon vor der Aufnahme des zweiten Bildes zum Zeitpunkt t_2 aufzustellen.

[0015] Es ist eine Überlegung der Erfindung, durch die Integration eines Dynamic-Vision-Sensors die Flussberechnung mit einem flächigen optischen Sensor zu robustifizieren und zu verbessern, da durch die Integration des Dynamic-Vision-Sensors mehr Informationen vorliegen, welche sonst geschätzt werden müssen. Ferner ist die Flussberechnung mit einem flächigen optischen Sensor zusammen mit einem flächigen Dynamic-Vision-Sensor schneller als herkömmliche Methoden. Zwischen zwei aufeinanderfolgenden Bildern können mehrfach Flusshypothesen aufgestellt werden und schon bevor das zweite Bild aufgenommen wird, kann ein Algorithmus auf die Intensitätsdaten zugreifen, wo sich ein Pixel oder Abschnitt des Erfassungsbereiches hinbewegt hat und/oder hinbewegen wird. Der Suchbereich zur Be-

stimmung des optischen Flusses bezüglich eines ersten und eines zweiten Bildes wird hierdurch deutlich eingeschränkt. Der Lösungsraum der Flusskorrespondenzen wird kleiner und die Lösung schneller bestimmbar. Ferner zeigt sich als synergetischer Effekt, dass die Flussberechnung mit einer Kombination von einem flächigen optischen Sensor und einem flächigen Dynamic-Vision-Sensor zusätzlich unempfindlicher gegenüber ein Blenden oder stark variierende Helligkeit im Erfassungsbereich ist, sodass das klassische Problem, welches im klassischen Verfahren zur Bestimmung des optischen Flusses vorherrscht, nämlich das Verletzen der Brightness Constancy Constraint Equation, hier nicht auftritt.

[0016] In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung umfassen die Intensitätsdaten zu der Intensitätsänderung in einer Zelle zusätzlich die Position der Zelle in der Zellenmatrix als Positionsinformation, in welcher die Intensitätsänderung detektiert wurde und/oder einen Zeitstempel, wobei der Zeitstempel angibt, wann die Intensitätsänderung stattfand. Insbesondere ist aus dem Zeitstempel das Zeitintervall dt_2 bestimmbar. Vorzugsweise ist der Dynamic-Vision-Sensor mit Zellenadressbussen verbunden. Der Dynamic-Vision-Sensor ist vorzugsweise ausgebildet, Intensitätsänderungen in einer Zelle vorzugsweise asynchron und/oder nahezu instantan an den Zellenadressbus zu senden und/oder diese als Intensitätsdaten bereitzustellen. Beispielsweise sind die Intensitätsdaten als Datentupel ausgebildet, wobei das Datentupel die Position der Zelle und den Zeitstempel umfasst.

[0017] Besonders bevorzugt ist, dass der Dynamic-Vision-Sensor eine Mehrzahl von Zellen umfasst, wobei jede Zelle Mittel zur Ausgabe eines Fotostromes umfasst. Beispielsweise sind die Mittel zur Ausgabe des Fotostromes Fotodioden und/oder Fototransistoren. Insbesondere ist das Mittel zur Ausgabe eines Fotostromes ausgebildet, die Helligkeit auf eine Zelle der Zellenmatrix zu bestimmen, wie beispielsweise anhand der Höhe des Fotostromes. Vorzugsweise sind die Mittel zur Bestimmung des Fotostromes ausgebildet, einen zur Intensität des einfallenden Lichtes proportionalen Fotostrom zu liefern. Der Dynamic-Vision-Sensor umfasst insbesondere ein Veränderungsdetektionsmodul, wobei das Veränderungsdetektionsmodul mit dem Mittel zur Ausgabe des Fotostroms elektronisch verbunden ist. Das Veränderungsdetektionsmodul ist ausgebildet, ein Veränderungssignal dann und nur dann auszugeben, wenn sich die Intensität des einfallenden Lichtes stärker ändert als eine vorgegebene Schwellenänderung. Insbesondere umfassen die Intensitätsdaten das Veränderungssignal.

[0018] In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist das Zeitintervall dt_2 kleiner als 500 Mikrosekunden, insbesondere kleiner als 50 Mi-

krosekunden und im Speziellen kleiner als 5 Mikrosekunden. Ferner ist der Zeitabstand dt_1 vorzugsweise größer als 1 Millisekunde, insbesondere größer als 10 Millisekunden und im Speziellen größer als 100 Millisekunden. Alternativ und/oder ergänzend ist der Zeitabstand dt_1 vorzugsweise größer als zwei Mal dt_2 und im Speziellen größer als fünf Mal dt_2 . Dieser Ausgestaltung liegt die Überlegung zugrunde, dass durch ein Zeitintervall dt_2 im Mikrosekundenbereich die Flusshypothese zwischen dem ersten und dem zweiten Bild mehrfach geschätzt werden kann, sodass das Flussbestimmungsmodul auf eine solide Flusshypothese zurückgreifen kann.

[0019] In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist der flächige optische Sensor in einer Kamera angeordnet. Beispielsweise ist die Kamera als eine Videokamera, wie zum Beispiel eine Überwachungskamera ausgebildet. Vorzugsweise umfasst die Kamera ein Kameragehäuse, wobei der optische Sensor in dem Kameragehäuse angeordnet ist. Die Kamera verfügt vorzugsweise über eine Kameraschnittstelle, wobei die Kamera ausgebildet ist, über die Kameraschnittstelle Bilddaten zur externen Nutzung bereitzustellen. Insbesondere umfasst die Kamera ein Kameraobjektiv zum scharfen und kontrastreichen Abbilden eines Aufnahmebereiches.

[0020] Besonders bevorzugt ist es, dass die Kamera der Kameraanordnung den Dynamic-Vision-Sensor umfasst. Insbesondere sind der Dynamic-Vision-Sensor und der flächige optische Sensor so in der Kamera angeordnet, dass beide einen gemeinsamen Aufnahmebereich aufnehmen. Vorzugsweise umfasst die Kamera neben dem flächigen optischen Sensor und dem flächigen Dynamic-Vision-Sensor ebenfalls das Schätzmodul sowie das Flussbestimmungsmodul. In dieser Ausgestaltung ist es möglich, dass alle Komponenten der Kameraanordnung in dem Kameragehäuse angeordnet sind.

[0021] In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist das Schätzmodul ausgebildet, das Abschätzen des optischen Flusses als Flusshypothese auf Basis eines Konturbereiches eines Erfassungsbereichsabschnitts durchzuführen. Der Konturbereich ist insbesondere der äußere Bereich eines Erfassungsbereichsabschnittes und/oder eines Objektes im Erfassungsbereich, wie zum Beispiel dessen Umriss. Dieser Ausgestaltung liegt die Überlegung zugrunde, dass ein Dynamic-Vision-Sensor nur Veränderungen in einer Aufnahmeszene detektiert und der Dynamic-Vision-Sensor nur Helligkeitsänderungen detektiert. Insbesondere ist nur ein Wegfallen von aktiven Pixeln und/oder ein Hinzukommen von aktiven Pixeln vom Dynamic-Vision-Sensor detektierbar. Für ein einfarbiges Objekt oder ein Objekt mit wenig strukturellen Merkmalen, erfasst und/oder sieht der Dynamic-Vision-Sensor beispielsweise

nur die Bewegung des Konturbereiches. Das Schätzmodul ist in dieser Ausgestaltung der Erfindung ausgebildet, die Flusshypothese für ein mögliches Objekt im Erfassungsbereich nur auf Basis des Konturbereiches zu schätzen.

[0022] In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist das Schätzmodul ausgebildet, das Abschätzen des optischen Flusses und/oder das Aufstellen der Flusshypothese mindestens zwei Mal innerhalb des Zeitabstandes dt_1 zwischen dem ersten und dem zweiten Bild durchzuführen. Beispielsweise ist der Zeitabstand dt_1 mindestens doppelt so groß wie der Zeitintervall dt_2 . Das Flussbestimmungsmodul ist in dieser Ausgestaltung beispielsweise ausgebildet, den optischen Fluss auf Basis einer gemittelten Flusshypothese zu bestimmen. Alternativ und/oder ergänzend ist das Flussbestimmungsmodul ausgebildet, den optischen Fluss bezüglich erstem und zweitem Bild auf Basis einer integrierten Flusshypothese zu bestimmen, wobei beispielsweise ein Integrationsmodul dazu durch das Schätzmodul abgeschätzte optischen Flüsse aufintegriert und abschätzt, wohin sich ein Pixel und/oder Zellenabschnitt vom ersten Bild zum zweiten Bild hinbewegt hat. Dieser Ausgestaltung liegt die Überlegung zugrunde, dass durch mehrfaches Bestimmen und Abschätzen des optischen Flusses auf Basis der Intensitätsdaten auch komplexe Bewegungen und/oder komplexe optische Flüsse im Erfassungsbereich durch den Dynamic-Vision-Sensor erfasst und/oder abgeschätzt werden können. Diese komplexen Bewegungen können dann von dem ersten auf das zweite Bild übertragen werden, wobei so der Bereich zum Berechnen und oder Bestimmen des optischen Flusses durch das Flussbestimmungsmodul eingegrenzt wird.

[0023] Einen weiteren Gegenstand der Erfindung bildet ein Fahrassistenzsystem mit einer Kameraanordnung. Die Kameraanordnung ist insbesondere ausgebildet, wie in den vorherigen Ansprüchen und/oder wie in der vorherigen Beschreibung beschrieben. Das Fahrassistenzsystem mit der Kameraanordnung ermöglicht ein Abschätzen und ein Berechnen des optischen Flusses von Aufnahmen, welche beispielsweise in Fahrtrichtung und/oder gegen die Fahrtrichtung eines Autos aufgenommen wurden. Das Fahrassistenzsystem ist insbesondere ausgebildet, auf Basis des abgeschätzten optischen Flusses das Auto und/oder das Fahrzeug entsprechend zu navigieren, wie zum Beispiel abzubremsen, zu beschleunigen oder zu stoppen.

[0024] Einen weiteren Gegenstand der Erfindung bildet eine Überwachungskamera mit der Kameraanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche beziehungsweise gemäß einer Ausgestaltung der vorhergehenden Beschreibung. Die Überwachungskamera ist beispielsweise ausgebildet, einen Überwachungsbereich wie beispielsweise eine Parkanla-

ge, ein Parkhaus, einen Gebäudebereich oder einen öffentlichen Bereich zu überwachen. Die Überwachungskamera mit der Kameraanordnung ist insbesondere ausgebildet, auf Basis des berechneten optischen Flusses Gegenstände und/oder Objekte wie beispielsweise Menschen im Überwachungsbereich zu tracken.

[0025] Weitere Merkmale, Vorteile und Wirkungen der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele der Erfindung. Dabei zeigen:

[0026] Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel der Kameraanordnung;

[0027] Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel der Kameraanordnung;

[0028] Fig. 3 eine schematische Darstellung der Aufnahmebereiche des Überlappungsbereiches und des Erfassungsbereiches;

[0029] Fig. 4 eine beispielhafte Darstellung eines ersten Bildes mit eingezeichneten Intensitätsdaten des Dynamic-Vision-Sensors;

[0030] Fig. 5 ein Zeitablaufschema mit eingezeichneten Zeitpunkten und Zeitdifferenzen.

[0031] Fig. 1 zeigt in einer stark schematischen Darstellung ein erstes Ausführungsbeispiel der Kameraanordnung **1**. Die Kameraanordnung **1** umfasst einen flächigen optischen Sensor **2**, einen flächigen Dynamic-Vision-Sensor **3**, ein Schätzmodul **4** und ein Flussbestimmungsmodul **5**.

[0032] Der flächige optische Sensor **2** ist mit einer Aufnahmerichtung **6a** auf einen Überwachungsbereich **7** gerichtet. Der optische Sensor **2** ist ausgebildet, den Überwachungsbereich **7** in einem ersten Bild **8a** (siehe **Abb. 4**) abzubilden, wobei das erste Bild **8a** einen ersten Aufnahmebereich **9a** abbildet und der erste Aufnahmebereich **9a** (siehe **Fig. 3**) Teil des Überwachungsbereiches **7** ist. Insbesondere ist der flächige optische Sensor **2** als ein pixilierter Halbleiterdetektor ausgebildet, den ersten Aufnahmebereich **9a** als ein farbiges Vollbild abzubilden. Das erste Bild **8a** des Überwachungsbereiches **7** ist zu einem Zeitpunkt t_1 aufgenommen. Ferner ist der flächige optische Sensor **2** ausgebildet, zu einem Zeitpunkt t_2 mindestens ein weiteres Bild, insbesondere ein zweites Bild **8b**, des Überwachungsbereiches **7** aufzunehmen, wobei das zweite Bild **8b** einen zweiten Aufnahmebereich **9b** abbildet, wobei der zweite Aufnahmebereich **9b** ebenfalls Teil des Überwachungsbereiches **7** ist. Insbesondere weist erster Aufnahmebereich **9a** und zweiter Aufnahmebereich **9b** einen gemeinsamen Überlappbereich **10** (**Fig. 3**) auf. Der

flächige optische Sensor **2** ist insbesondere in einer Überwachungskamera angeordnet.

[0033] Die Kameraanordnung **1** umfasst einen flächigen Dynamic-Vision-Sensor **3** zur Aufnahme eines Erfassungsbereiches **11** (Fig. 3). Der Dynamic-Vision-Sensor **3** ist mit seiner Aufnahmerichtung **6b** zum Überwachungsbereich **7** gerichtet. Insbesondere ist der Erfassungsbereich **11** Teil des Überwachungsbereiches **7**. Der Erfassungsbereich **11** bildet mit dem Überlappbereich **11** eine Schnittmenge **12** (Fig. 3).

[0034] Der Dynamic-Vision-Sensor **3** umfasst mehrere Zellen, wobei die Zellen eine Zellenmatrix bilden. Insbesondere sind die Zellen als Pixel des Dynamic-Vision-Sensors **3** zu verstehen. Der Dynamic-Vision-Sensor **3** ist ausgebildet, eine Intensitätsänderung in den Zellen der Zellenmatrix zu detektieren. Insbesondere entspricht die Intensitätsänderung in den Zellen einer Änderung der auf die jeweilige Zelle einfallenden Lichtintensität. Vorzugsweise wird die Intensitätsänderung als eine Änderung von einem Zeitpunkt t_{n1} zu einem zweiten Zeitpunkt t_{n2} als Intensitätsdaten bestimmt. Die Zeitpunkte t_{n1} und t_{n2} werden beispielsweise dem Dynamic-Vision-Sensor **3** durch die Änderung der Lichtintensität selbst vorgegeben und/oder bestimmt, beispielsweise ist t_{n2} gerade als der Zeitpunkt, an welchem die Intensitätsänderung in der Zelle stattfindet. Der Dynamic-Vision-Sensor **3** umfasst eine Dynamic-Vision-Sensor-Schnittstelle **13**, über welche der Dynamic-Vision-Sensor **3** Intensitätsdaten bereitstellen kann. Die Intensitätsdaten umfassen die Intensitätsänderung in einer Zelle der Zellenmatrix. Insbesondere umfassen die Intensitätsdaten die Position der Zelle innerhalb der Zellenmatrix, in welcher eine Intensitätsänderung stattfand, sowie den Zeitpunkt, an dem sie stattfanden.

[0035] Das Schätzmodul **4** ist datentechnisch mit der Dynamic-Vision-Sensor-Schnittstelle **8** verbunden. Das Schätzmodul **4** ist ausgebildet, die Intensitätsdaten des Dynamic-Vision-Sensors **3** auszuwerten. Die Auswertung der Intensitätsdaten durch das Schätzmodul **4** entspricht insbesondere der Bestimmung und/oder dem Schätzen eines optischen Flusses bezüglich des ersten Bildes **8a** und des zweiten Bildes **8b** auf Basis der Intensitätsdaten. Die Flusshypothese ist eine Schätzung auf Basis der Intensitätsdaten, wo sich ein Erfassungsbereichsabschnitt und/oder ein Abschnitt des ersten Aufnahmebereiches **9a** zum Zeitpunkt t_2 befindet und/oder hinbewegt.

[0036] Das Flussbestimmungsmodul **5** ist datentechnisch mit dem Schätzmodul **4** und dem flächigen optischen Sensor **2** verbunden. Über die datentechnische Verbindung wird dem Flussbestimmungsmodul **5** insbesondere das erste Bild **8a** und das zweite Bild **8b** mit dem ersten Aufnahmebereich **9a** und dem zweiten Aufnahmebereich **9b** bereitgestellt.

Das Flussbestimmungsmodul **5** ist ausgebildet, auf Basis des ersten Bildes **8a** und des zweiten Bildes **8b** sowie unter Einbeziehung der Flusshypothese den optischen Fluss bezüglich ersten Bildes **8a** und zweiten Bildes **8b** zu bestimmen. Insbesondere nutzt das Flussbestimmungsmodul **5** die Flusshypothese, um den Bereich im zweiten Bild **8b** einzuschränken, welches das Flussbestimmungsmodul **5** zur Bestimmung des optischen Flusses eines Erfassungsbereichsabschnitts heranzieht. Das Flussbestimmungsmodul **5** umfasst eine Flussbestimmungsmodulschnittstelle **14**, über welche einer externen Rechneinheit und/oder einem externen Nutzer das erste Bild **8a** und/oder das zweite Bild **8b**, der optischen Fluss und/oder die Intensitätsdaten bereitstellbar sind.

[0037] Fig. 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel der Kameraanordnung **1**. In diesem Ausführungsbeispiel umfasst die Kameraanordnung **1** eine Kamera **15**, wobei die Kamera **15** beispielsweise als eine Überwachungskamera oder eine Kamera **15** in einem Fahrassistenzsystem ausgebildet ist. Die Kamera **15** umfasst den Dynamic-Vision-Sensor **3** und den flächigen optischen Sensor **2**. Der flächige optische Sensor **2** und der flächige Dynamic-Vision-Sensor **3** sind in der Kamera **15** mit Blickrichtung zu dem Überwachungsbereich **7** angeordnet. Insbesondere sind der flächige optische Sensor **2** und der flächige Dynamic-Vision-Sensor **3** so angeordnet, dass erster Aufnahmebereich **9a** und zweiter Aufnahmebereich **9b** des flächigen optischen Sensors **2** mit der Erfassungsbereich **11** des Dynamic-Vision-Sensors **3** zusammenfallen. Insbesondere sind der flächige Dynamic-Vision-Sensor **3** und der flächige optische Sensor **2** in einem gemeinsamen Kameragehäuse angeordnet. Die Kamera **15** ist datentechnisch mit einer Auswerteeinheit **16** verbunden, wobei die Auswerteeinheit **16** das Schätzmodul **4** und das Flussbestimmungsmodul **5** umfasst. Die Auswerteeinheit **16** sowie das Schätzmodul **4** und/oder das Flussbestimmungsmodul **5** können softwaretechnisch auf einer Rechneinheit oder hardwaretechnisch ausgebildet sein. Insbesondere ist die Auswerteeinheit **16** separat von der Kamera **11** anordenbar und beispielsweise als eine zentrale Rechneinheit ausgebildet. In diesem Beispiel ist die Auswerteeinheit **16** datentechnisch mit einer Anzeigeeinheit **17** verbunden, wobei die Anzeigeeinheit **13** ausgebildet ist, das erste Bild **8a** und/oder das zweite Bild **8b**, alternativ und/oder ergänzend eine Sequenz der von der Kamera **15** aufgenommenen Bilder des Überwachungsbereiches **7** anzuzeigen. Zusätzlich ist die Anzeigeeinheit **13** ausgebildet, in die Bilder des Überwachungsbereiches **7** zusätzlich den optischen Fluss einzuzeichnen.

[0038] Alternativ und/oder ergänzend kann die Auswerteeinheit **16** die Bilder und den optischen Fluss an eine Trackingeinheit bereitstellen. Die Trackingeinheit ist ausgebildet, ein mögliches Objekt im Überwa-

chungsbereich 7 zu verfolgen. Insbesondere ist die Trackingeinheit mit anderen dergleichen Kameraanordnungen 1 verbindbar, wobei die anderen Kameraanordnungen 1 nicht zwangsläufig auf den gleichen Überwachungsbereich 7 gerichtet sind. Die Trackingeinheit kann auf Basis der bereitgestellten Bilder der Kameraanordnungen 1 und der bereitgestellten optischen Flüsse ein mögliches Objekt von Überwachungsbereich 7 zu Überwachungsbereich 7 verfolgen.

[0039] Fig. 3 zeigt in einer stark schematisierten Darstellung einen Überwachungsbereich 7 sowie darin kenntlich gemacht einen ersten Aufnahmebereich 9a und einen zweiten Aufnahmebereich 9b sowie einen Erfassungsbereich 11 und deren Überlappungen. Der Überwachungsbereich 7 umfasst als mögliche Objekte in diesem Beispiel einen Menschen als ein sich bewegendes Objekt und einen Baum als ein sich nicht bewegendes statisches Objekt.

[0040] Der optische Sensor 2 ist ausgebildet, den Überwachungsbereich 7 abzubilden, wobei die Abbildung des Überwachungsbereiches 7 durch den optischen Sensor zum Zeitpunkt t1 einen ersten Aufnahmebereich 9a in einem ersten Bild 8a zeigt. Der erste Aufnahmebereich 9a bildet in diesem Ausführungsbeispiel den Menschen und den Baum ab. Die Aufnahme des ersten Aufnahmebereiches 9a erfolgt zu einem Zeitpunkt t1. Zusätzlich ist ein zweiter Aufnahmebereich 9b eingezeichnet, wobei der zweite Aufnahmebereich 9b vom optischen Sensor 2 zu einem Zeitpunkt t2 in einem zweiten Bild 8b abgebildet wird. Der zweite Aufnahmebereich 9b bildet ebenfalls einen Teil des Überwachungsbereiches 7. Wie in diesem Beispiel zu sehen, müssen erster Aufnahmebereich 9a und zweiter Aufnahmebereich 9b nicht zwangsläufig vollständig zusammenfallen. Erster Aufnahmebereich 9a und zweiter Aufnahmebereich 9b überlappen und/oder schneiden sich in einem gemeinsamen Überlappbereich 10. Insbesondere umfasst der Überlappbereich 10 das mögliche Objekt im Überwachungsbereich 7, von welchem der optische Fluss bestimmt werden soll, beziehungsweise von welchem angenommen wird, dass es sich von erstem Bild 8a zu zweitem Bild 8b verändert.

[0041] Zusätzlich ist in Fig. 3 der Erfassungsbereich 11 eingezeichnet. In diesem Ausführungsbeispiel ist der Erfassungsbereich 11 kleiner als der erste Aufnahmebereich 9a und/oder der zweite Aufnahmebereich 9b. Alternativ kann der Erfassungsbereich 11 die gleiche Größe wie der erste Aufnahmebereich 9a und/oder zweite Aufnahmebereich 9b aufweisen oder größer als diese sein.

[0042] Insbesondere umfasst der Erfassungsbereich 11 ebenfalls das mögliche Objekt des Überwachungsbereiches 7, von welchem der optische Fluss bestimmt werden soll und/oder von dem ausgegan-

gen wird, dass es sich von Zeitpunkt t1 zum Zeitpunkt t2 verändern wird. Ebenfalls eingezeichnet ist die Schnittmenge 12 vom Erfassungsbereich 11 und Überlappbereich 10. Die Schnittmenge von Überlappbereich 10 und Erfassungsbereich 11 ist insbesondere der Bereich, welcher vom Schätzmodul 4 und/oder vom Flussbestimmungsmodul 5 zur Bestimmung und/oder zum Abschätzen des optischen Flusses genutzt werden kann.

[0043] Fig. 4 zeigt stark schematisiert ein erstes Bild 8a des ersten Aufnahmebereiches 9a aufgenommen vom optischen Sensors 2. Der erste Aufnahmebereich 9a und/oder das erste Bild 8a zeigen einen Tennisspieler 18 zu einem Zeitpunkt t1. Der Tennisspieler 18 bildet in diesem Beispiel ein bewegendes Objekt im Überwachungsbereich 7, welches wenig strukturelle Unterschiede in seiner flächigen Abbildung aufweist. Der Tennisspieler 18 bewegt sich vom Zeitpunkt t1 zu einem Zeitpunkt t2 in Bewegungsrichtung 19 fort. Der Dynamic-Vision-Sensor 3 ist ausgebildet, Intensitätsdaten zwischen den Zeitpunkten t1 und t2 aufzunehmen, also schon bevor der Zeitpunkt t2 eingetreten ist. Der Dynamic-Vision-Sensor 3 detektiert nur Intensitätsänderungen und/oder Helligkeitsänderungen in der Zellenmatrix, wobei die Helligkeitsänderungen aus Helligkeitsänderungen im Überwachungsbereich 7 und oder durch eine Bewegung eines Objekts im Überwachungsbereich 7 resultieren.

[0044] Der Tennisspieler 18 sei in diesem Ausführungsbeispiel als ein helles Objekt ausgebildet, wie zum Beispiel mit weißer Tenniskleidung, und der Hintergrund, vor dem sich der Tennisspieler 18 bewegt, sei als ein dunklerer Hintergrund angenommen. Bei der Bewegung des Tennisspielers 18 in Bewegungsrichtung 19 ist der Dynamic-Vision-Sensor 3 ausgebildet, auf der rechten Seite des Tennisspielers 17 eine Änderung in Pixeln von dunkel nach hell zu detektieren. Zur gleichen Zeit und/oder annähernd zeitgleich detektiert der Dynamic-Vision-Sensor 3 auf der linken Seite des Tennisspielers 18 eine Veränderung der Intensitäten in den Pixeln und/oder Zellen von hell nach dunkel. Der Dynamic-Vision-Sensor 3 ist ausgebildet, die Intensitätsänderungen im ersten Bild 8a einzuzeichnen und/oder als Intensitätsdaten bereitzustellen. Ferner ist der Dynamic-Vision-Sensor 3 ausgebildet, zu unterscheiden, ob eine Intensitätsänderung von hell nach dunkel und/oder von dunkel nach hell stattfand und/oder diese unterschiedlich zu Werten und/oder unterschiedlich zu kennzeichnen. In dieser Figur ist die Dunkel-Hell-Intensitätsänderung 20 als gestrichelte Linie eingezeichnet und die Hell-Dunkel-Intensitätsänderung 21 als gepunktete Linie eingezeichnet.

[0045] Das Schätzmodul 4 ist ausgebildet, auf Basis dieser Informationen, abzuschätzen, an welcher Position sich der Tennisspieler 18 (oder allgemeiner

ein sich bewegendes Objekt) zum Zeitpunkt t_2 befindet oder in welcher Richtung dieser sich hinbewegt hat. Diese Informationen sind nutzbar zum Abschätzen einer Flusshypothese, wobei die Flusshypothese vom Flussbestimmungsmodul **5** zur Bestimmung des optischen Flusses zwischen erstem Bild **8a** und zweitem Bild genutzt **8b** wird.

[0046] Fig. 5 zeigt schematisch einen Zeitstrahl mit den Zeiten t_1 , t_2 und t_3 . Ebenfalls angezeichnet sind beispielhaft einige Zeitpunkte t_n , an welchen der Dynamic-Vision-Sensor **3** eine Intensitätsänderung bestimmt. Als die Zeitpunkte t_n sind als Pfeile an den Zeitstrahl angezeichnet, wobei exemplarisch die Zeiten t_{n1} , t_{n2} , t_{n3} , t_{nX} , t_{nY} und t_{nZ} in der Figur beschriftet sind.

[0047] Das erste Bild **8a**, das zum Zeitpunkt t_1 vom optischen Sensor aufgenommene wurde zeigt einen ersten Aufnahmebereich **9a** einen Baum und einen Menschen, wobei der Mensch links vom Baum angeordnet ist. Nach dem Zeitabstand dt_1 ist der Zeitpunkt T_2 eingetreten, wobei sich zum Zeitpunkt t_2 der Mensch direkt vor dem Baum befindet. Das vom optischen Sensor aufgenommene zweite Bild **8b** mit dem abgebildeten zweiten Aufnahmebereichs **9b** zum Zeitpunkt T_2 zeigt somit auch den Menschen direkt vor dem Baum, erster Aufnahmebereich **9a** und zweiter Aufnahmebereich **9b** weisen eine Überlapung auf oder sind wie in diesem Beispiel gleich gewählt. Beispielhaft ist in dieser Figur nach einem weiteren gleichgroßen Zeitabstand dt_1 nach t_2 drittes Bild **8c** vom Aufnahmebereich **9c** zum Zeitpunkt t_3 aufgenommen. Das dritte Bild zeigt den Menschen und den Baum wie im ersten Bild **8a** und im zweiten Bild **8b**, wobei in diesem dritten Bild **8c** der Mensch sich weiterbewegt hat und rechts vom Baum angeordnet ist.

[0048] Auf der Unterseite des Zeitstrahles sind Zeitpunkt t_n als Pfeile am Zeitstrahl eingezeichnet. Die Zeitintervalle zwischen zwei t_n 's sind in diesem Ausführungsbeispiel nicht äquidistant und sind beispielhaft als dt_2 und dt_2' eingezeichnet. Die Zeitintervalle zwischen wie t_n 's betragen dt_2 und sind wegen der nicht zwangsläufigen Äquidistanz der t_n 's unterschiedlich groß. Die Zeitpunkte t_{n1} , t_{n2} , t_{n3} , t_{nX} , t_{nY} , t_{nZ} usw. entsprechen den Zeitpunkten, zu welchen der Dynamic-Vision-Sensor **3** eine Intensitätsänderung detektierte. Der Dynamic-Vision-Sensor **3** ist insbesondere ausgebildet, Intensitätsänderungen nicht nur zwischen einem Zeitpunkt t_{n1} und t_{n2} zu bestimmen, sondern auch Intensitätsänderungen zwischen beliebigen aufeinanderfolgenden t_n 's.

[0049] Schematisch ist an den Zeitpunkten t_{n2} , t_{n3} und t_{nZ} noch ein Bild der Intensitätsdaten des Dynamic-Vision-Sensors **3** gezeigt, wie es beispielsweise auch in Fig. 4 eingezeichnet ist. Wie in dieser Figur zu sehen, ist im Bild von t_{n2} vom Dynamic-Vision-

Sensor **3** eine Intensitätsänderung auf der linken Seite des Bildes zu sehen, zum Zeitpunkt t_{n3} eine Intensitätsänderung in der Mitte des Bildes und zum Zeitpunkt t_{nZ} eine Intensitätsänderung auf der rechten Seite des Bildes zu sehen. Diese detektieren Intensitätsänderungen zu den Zeitpunkten t_{n1} , t_{n3} und t_{nZ} entsprechen gerade den Positionen, an welchen sich der Mensch als bewegtes Objekt im Überwachungsbereich **7** gerade bewegt.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102007031302 A1 [0003]
- WO 2013/092666 A9 [0009]

Patentansprüche

1. Kameraanordnung (1) zur Bestimmung des optischen Flusses, mit einem flächigen optischen Sensor (2) zur Aufnahme eines ersten Bildes (8a) zu einem Zeitpunkt t1 und mindestens eines zweiten Bildes (8b) zu einem Zeitpunkt t2 in einem Zeitabstand dt1, wobei das erste Bild (8a) einen ersten Aufnahmebereich (9a) abbildet und das mindestens zweite Bild (8b) einen zweiten Aufnahmebereich (9b) abbildet, wobei der erste Aufnahmebereich (9a) und der zweite Aufnahmebereich (9b) einen gemeinsamen Überlappbereich (10) aufweisen, mit einem flächigen Dynamic-Vision-Sensor (3) zur Aufnahme eines Erfassungsbereichs (11), wobei der Erfassungsbereich (11) eine Schnittmenge (12) mit dem Überlappbereich (10) bildet, wobei der Dynamic-Vision-Sensor (3) eine Zellenmatrix mit Zellen umfasst und ausgebildet ist, Intensitätsänderungen in Zellen der Zellenmatrix von einem Zeitpunkt tn1 zu einem Zeitpunkt tn2 als Intensitätsdaten zu bestimmen, wobei $t1 \leq tn1 < tn2 \leq t2$ und wobei $tn2 - tn1 = dt2$ und $dt2 < dt1$, mit einem Schätzmodul (4), wobei das Schätzmodul (4) ausgebildet ist, auf Basis der Intensitätsdaten den optischen Fluss bezüglich des ersten Bildes (8a) und des zweiten Bildes (8b) als eine Flusshypothese abzuschätzen, mit einem Flussbestimmungsmodul (5) zur Bestimmung des optischen Flusses auf Basis der Flusshypothese sowie dem ersten Bild (8a) und dem zweiten Bild (8b).

2. Kameraanordnung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Intensitätsdaten zu der Intensitätsänderung in einer Zelle eine Position der Zelle in der Zellenmatrix und/oder einen Zeitstempel umfassen.

3. Kameraanordnung (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Dynamic-Vision-Sensor (3) eine Mehrzahl von Zellen umfasst, wobei jede Zelle Mittel zur Ausgabe eines Photostromes umfasst, wobei der Photostrom proportional zur Intensität des auf die Zelle einfallendes Lichtes ist, wobei jede der Zellen ein Veränderungsdetektionsmodul umfasst, wobei das Veränderungsdetektionsmodul mit dem Mittel zur Ausgabe des Photostromes verbunden ist, wobei das Veränderungsdetektionsmodul ausgebildet ist, ein Veränderungssignal nur dann auszugeben, wenn sich die Intensität mehr als eine vorgegebene Schwellenänderung ändert, wobei die Intensitätsdaten das Veränderungssignal umfassen.

4. Kameraanordnung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass dt2 kleiner ist als 5 Millisekunden und/oder dt1 größer ist 10 Millisekunden.

5. Kameraanordnung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, der optische Sensor (3) in einer Kamera (15) angeordnet ist.

6. Kameraanordnung (1) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kamera (15) den Dynamic-Vision-Sensor (3) umfasst.

7. Kameraanordnung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Abschätzen des optischen Flusses als Flusshypothese durch das Schätzmodul (4) für ein mögliches Objekt in dem ersten Bild (8a) und zweiten Bild (8b) auf Basis eines Konturbereiches des Objektes erfolgt.

8. Kameraanordnung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, das Abschätzen des optischen Flusses als Flusshypothese durch das Schätzmodul (4) mindestens zweimal innerhalb des Zeitabstandes dt1 zwischen ersten Bild (8a) und zweiten Bild (8b) erfolgt, wobei das Flussbestimmungsmodul (5) ausgebildet ist, den optischen Fluss auf Basis einer gemittelten und/oder integrierten Flusshypothese zu bestimmen.

9. Fahrerassistenzsystem mit einer Kameraanordnung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 8.

10. Überwachungskamera mit einer Kameraanordnung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 8.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

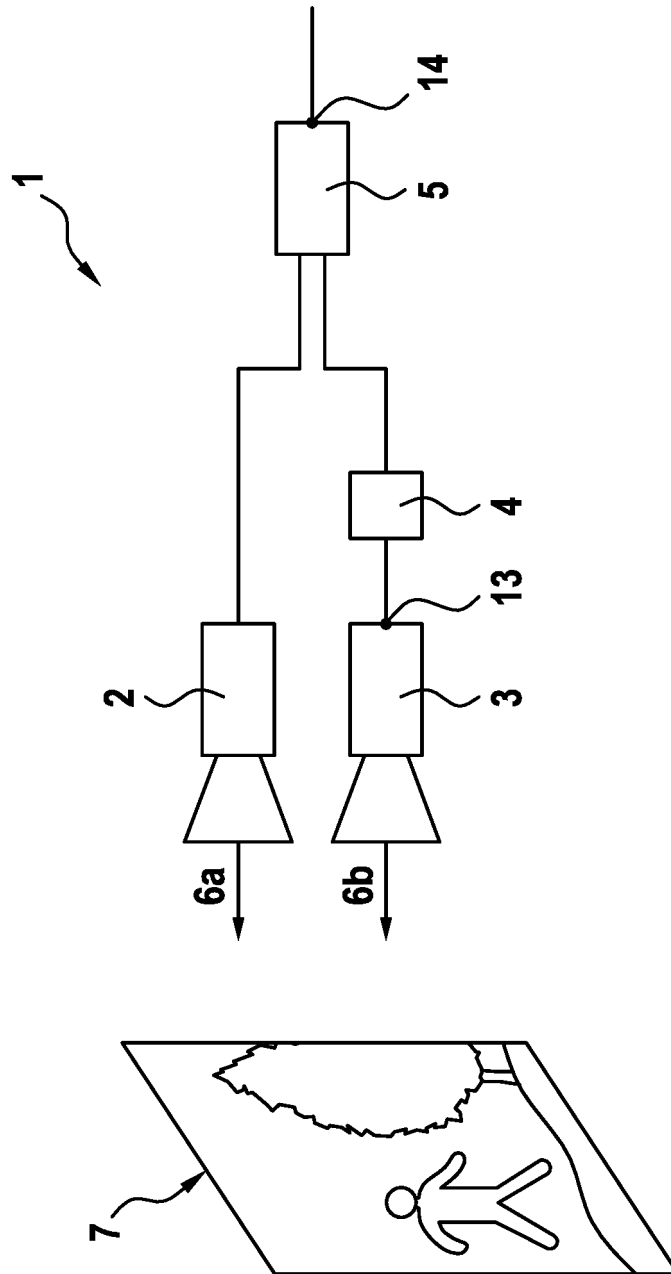


Fig. 1

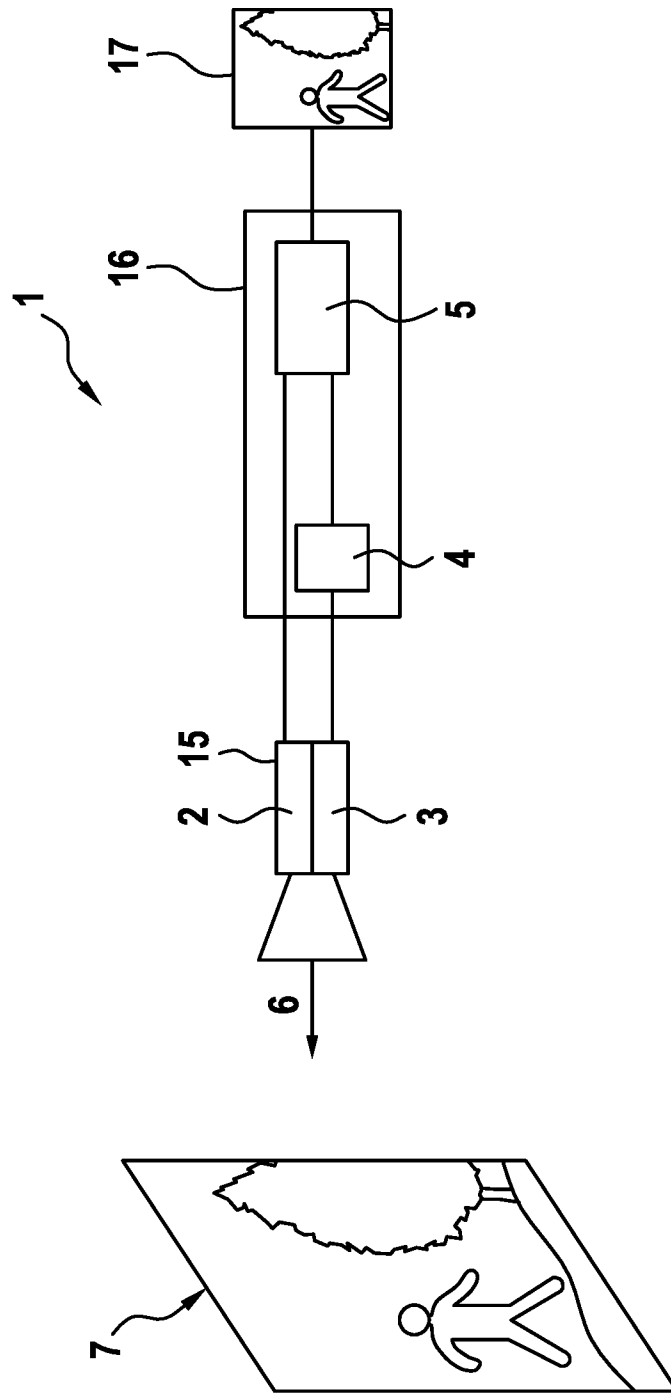


Fig. 2

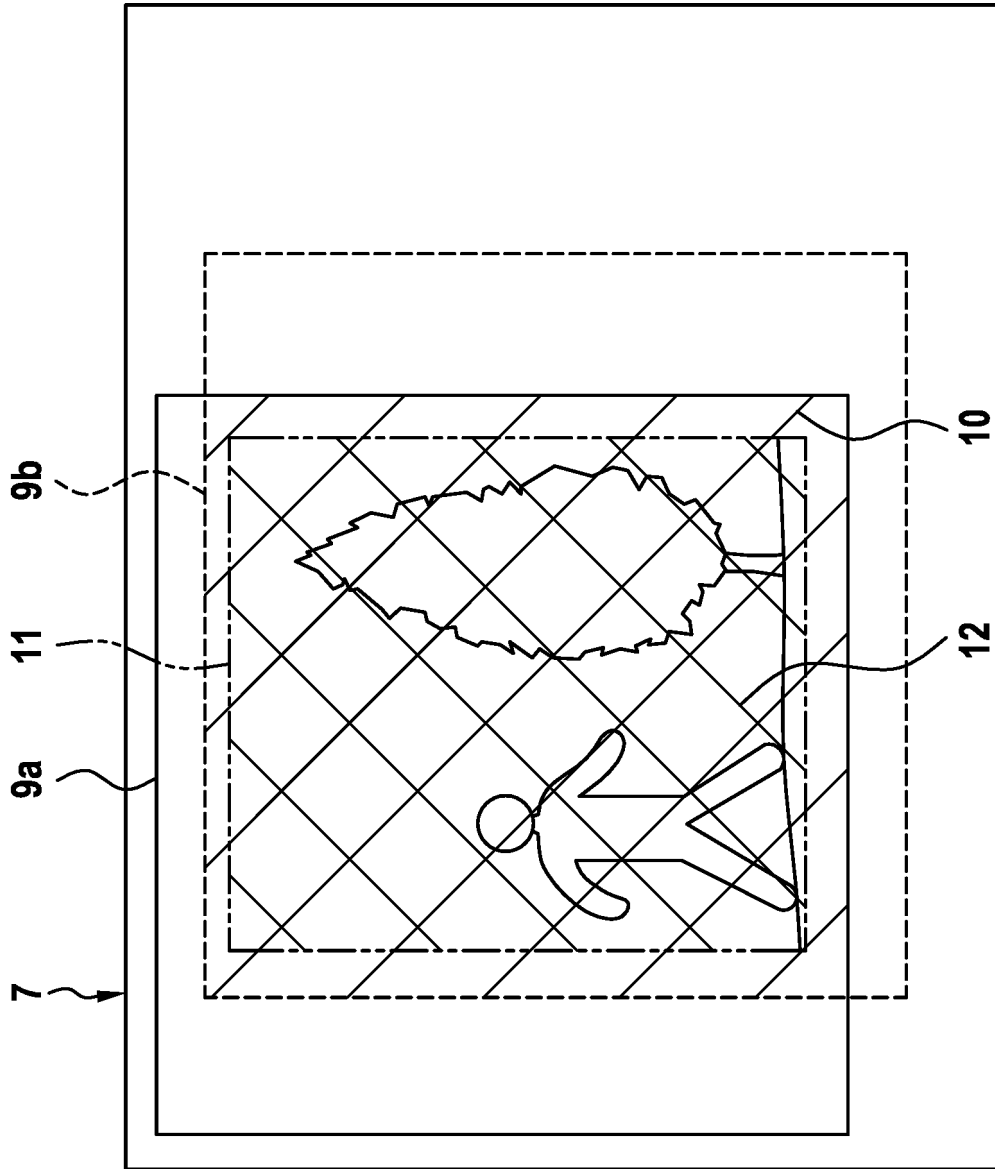


Fig. 3

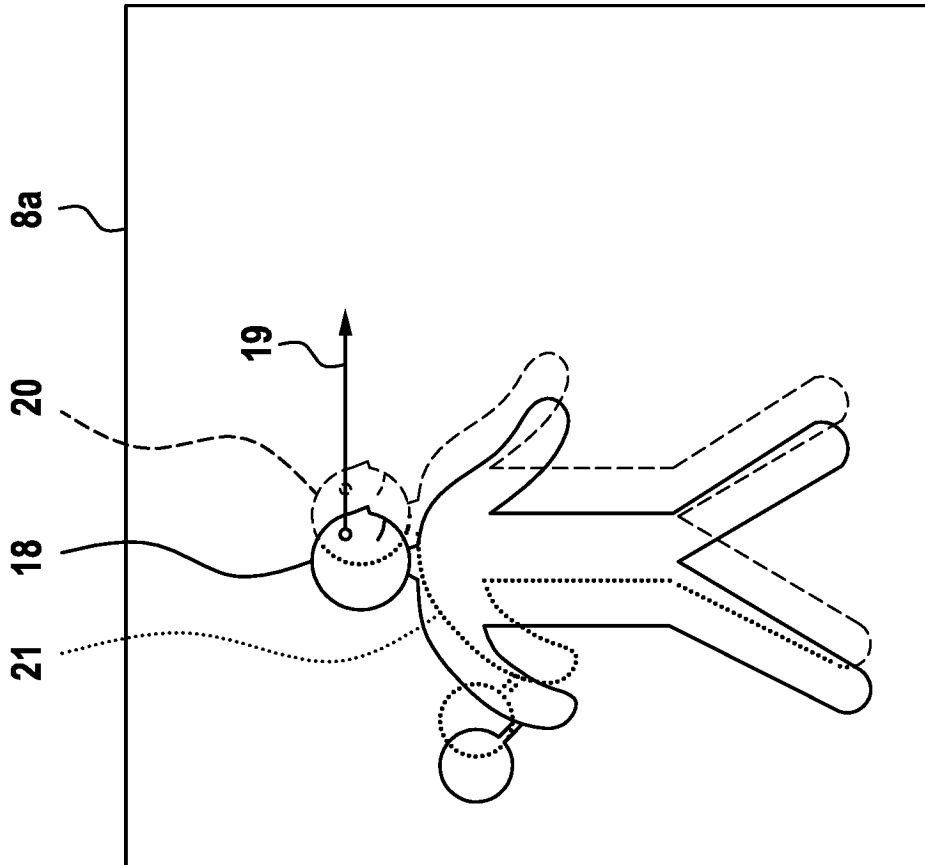


Fig. 4

Fig. 5

