

(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
31. Oktober 2024 (31.10.2024)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/223286 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G06V 20/59 (2022.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2024/059572

(22) Internationales Anmeldedatum:
09. April 2024 (09.04.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
23169939.8 26. April 2023 (26.04.2023) EP

(71) Anmelder: **SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE**
[FR/FR]; Tour Saint-Gobain, 12 Place de l'Iris, 92400 Cour-
bevoie (FR).

(72) Erfinder: **KEWITZ, Markus**; Glasstraße 1, 52134 Herzo-
genrath (DE). **GREVERATH, Julian**; Glasstraße 1, 52134

Herzogenrath (DE). **ARENDT, Sebastian**; Glasstraße 1,
52134 Herzogenrath (DE). **SCHULZ, Valentin**; Glasstraße
1, 52134 Herzogenrath (DE).

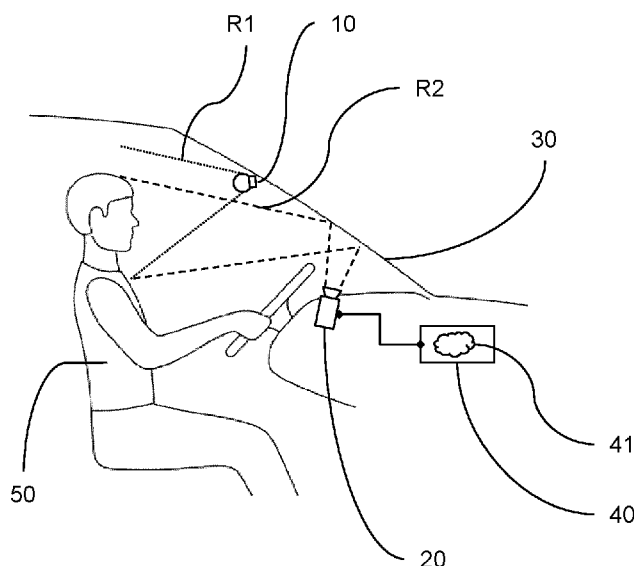
(74) Anwalt: **SGR GERMANY-PATENTS**; Saint-Gobain Se-
kurit Deutschland GmbH Glasstraße 1, 52134 Herzogenrath
(DE).

(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, CV, CZ, DE, DJ,
DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH,
GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO,
JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST,

(54) Title: SYSTEM AND METHOD FOR GENERATING AN IMAGE STREAM IN A VEHICLE, COMPUTER-READABLE
STORAGE MEDIUM

(54) Bezeichnung: SYSTEM UND VERFAHREN ZUM ERZEUGEN EINES BILDSTROMS IN EINEM FAHRZEUG,
COMPUTERLESBARES SPEICHERMEDIUM

Figur 1



(57) Abstract: The invention relates to a system for generating an image stream in a vehicle. The invention also relates to a corre-
sponding method and a computer-readable storage medium. The system comprises the following: - an IR radiation source (10); - an
IR camera (20); - a windscreen (30); and - an image processing unit (40). The IR radiation source (10), the IR camera (20) and the
windscreen (30) are arranged such that the first IR radiation (R1) emitted by the IR radiation source (10) falls in a detection region and
the second IR radiation (R2) arising from a reflection of the first IR radiation (R1) in the detection region is reflected on the windscreen
(30) and is detected by the IR camera (20). The IR camera (20) is designed to generate an IR image stream (A) by detecting the second
IR radiation (R2), wherein the IR image stream contains a plurality of IR images (A1, A2, A3). The image processing unit (40) is
designed to generate an RGB image stream (B) based on the IR image stream (A), wherein the RGB image stream contains a plurality
of RGB images (B1, B2, B3).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein System zum Erzeugen eines Bildstroms in einem Fahrzeug. Ferner betrifft die
Erfindung ein entsprechendes Verfahren sowie ein computerlesbares Speichermedium. Dabei weist das System das Folgende auf: - eine



SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i)
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)

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.

IR-Strahlungsquelle (10); - eine IR-Kamera (20); - eine Windschutzscheibe (30); und - eine Bildverarbeitungseinheit (40). Dabei sind die IR-Strahlungsquelle (10), die IR-Kamera (20) und die Windschutzscheibe (30) so angeordnet, dass erste IR-Strahlung (R1), die von der IR-Strahlungsquelle (10) abgegeben wird, in einen Erfassungsbereich fällt und zweite IR-Strahlung (R2), die durch eine Reflektion der ersten IR-Strahlung (R1) in dem Erfassungsbereich entsteht, an der Windschutzscheibe (30) reflektiert wird und von der IR-Kamera (20) erfasst wird. Die IR-Kamera (20) ist dazu ausgebildet, durch Erfassen der zweiten IR-Strahlung (R2) einen IR-Bildstrom (A) zu erzeugen, der eine Vielzahl von IR-Bildern (A1, A2, A3) enthält. Die Bildverarbeitungseinheit (40) ist dazu ausgebildet, basierend auf dem IR-Bildstrom (A) einen RGB-Bildstrom (B) zu erzeugen, der eine Vielzahl von RGB-Bildern (B1, B2, B3) enthält.

**System und Verfahren zum Erzeugen eines Bildstroms in einem Fahrzeug,
computerlesbares Speichermedium**

Die Erfindung betrifft ein System zum Erzeugen eines Bildstroms in einem Fahrzeug. Ferner betrifft die Erfindung ein entsprechendes Verfahren sowie ein computerlesbares Speichermedium.

Moderne Fahrzeuge verfügen häufig über eine Innenraumkamera, welche eine Person auf dem Fahrersitz erfassen kann. Der von der Innenraumkamera erzeugte Bildstrom kann im Fahrzeug für verschiedene Zwecke verwendet werden, beispielsweise für Videotelefonie oder für ein Gesichtserkennungsverfahren, welches für ein Fahrassistenzsystem ausgeführt wird.

Um das Sichtfeld des Fahrers nicht durch eine Kamera zu beeinträchtigen, sind beispielsweise Lösungen bekannt, bei denen die Kamera im Innenspiegel oder in der Mittelkonsole angeordnet ist. Gerade bei einer Verwendung des aufgezeichneten Bildstroms für Videotelefonie weisen derartige Lösungen aber den Nachteil auf, dass der Fahrer nicht frontal aufgenommen wird: Zumindest die meiste Zeit über blickt der Fahrer, durch die Windschutzscheibe des Fahrzeugs nach vorn auf die Straße, sodass eine wie vorstehend beschrieben angeordnete Kamera seitlich zur Blickrichtung des Fahrers steht. Für eine möglichst natürliche Kommunikation über die Videotelefonie ist es aber wünschenswert, dass die Teilnehmer frontal in die Kamera blicken.

Darüber hinaus weist die Verwendung einer herkömmlichen Videokamera im Fahrzeug den Nachteil auf, dass die Bildqualität aufgrund der un stetigen Lichtverhältnisse während der Fahrt nicht optimal ist. Beispielsweise kann frontale Sonneneinstrahlung für ein überbelichtetes Bild und eine Tunneldurchfahrt für ein unterbelichtetes Bild sorgen. Zudem können solche extremen Lichtverhältnisse während der Fahrt schnell umschlagen.

Aus der DE 10 2018 216 806 A1 ist ein Verfahren und eine entsprechende Vorrichtung zum Verarbeiten eines Infrarotbildes bekannt, insbesondere zur Verwendung in einem Fahrzeug, wobei die Vorrichtung das Folgende aufweist: ein Eingangsmodul zum Einlesen eines Infrarotbildes einer Infrarotkamera; eine Bildverarbeitungseinheit zum Generieren eines Ausgangsbildes durch Anwenden eines neuronalen Netzes auf das Infrarotbild, wobei das neuronale Netz zum Filtern von Schatten oder zum Verringern von Beleuchtungseffekten trainiert wurde; und einen Ausgang zum Ausgeben des Ausgangsbildes. Für den Einsatz der Vorrichtung in einem Fahrzeug ist dabei

vorgesehen, die Infrarotkamera in der Armaturentafel anzuordnen, sodass die Person von unten aufgenommen wird und somit bei auf die Straße gerichtetem Blick an der Kamera vorbeischaut. In diesem Zusammenhang wird vorgeschlagen, das neuronale Netz anhand von Frontalansichten zu trainieren oder die aufgenommenen Infrarotbilder
5 mittels Bildverarbeitung perspektivisch zu korrigieren.

Die WO 2022/075184 A1 zeigt eine Reflexionsfolie zur Reflektion von Infrarotstrahlung. Die Reflexionsfolie kann insbesondere an einer Windschutzscheibe eines Fahrzeugs angeordnet sein, um die von einer Strahlungsquelle ausgesendete Infrarotstrahlung in Richtung des Fahrers zu reflektieren sowie die dort reflektierte Strahlung in Richtung
10 eines IR-Sensors zu reflektieren, der unterhalb der Windschutzscheibe angeordnet ist.

Die US 2008/069403 A1 zeigt ein Fahrzeug-Bilderfassungssystem, das eine Infrarotquelle aufweist, die einen Infrarotstrahl entlang eines Sichtbereichs erzeugt, sowie einen Infrarotdetektor und eine Recheneinheit. Der Infrarotdetektor ist dazu ausgebildet, von Objekten im Sichtbereich reflektierte Infrarotstrahlung zu detektieren
15 und Bildsignale daraus zu erzeugen. Die Recheneinheit ist dazu ausgebildet, eine Erkennung von Gesichtsmerkmalen durchzuführen und in Abhängigkeit davon einen Vorgang im Fahrzeug auszulösen. Der Infrarotdetektor kann dabei unterhalb der Windschutzscheibe angeordnet sein, die als Reflexionsfläche dient.

Die US 2020/143184 A1 zeigt eine Head-up-Display-Anordnung für ein Kraftfahrzeug,
20 welche das Folgende aufweist: eine Windschutzscheibe mit einer Beschichtung, die Infrarotenergie reflektiert; eine Lichtquelle, die so angeordnet ist, dass sie ein Lichtfeld aussendet, sodass das Lichtfeld von der Windschutzscheibe reflektiert wird und dem Fahrer als virtuelles Bild außerhalb der Windschutzscheibe erscheint; und eine IR-Kamera, die so positioniert und konfiguriert ist, dass sie Infrarotenergie empfängt, die
25 von einem Gesicht des Fahrers reflektiert und von der Beschichtung der Windschutzscheibe reflektiert wird.

Vor diesem Hintergrund ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Lösung zur Videoaufzeichnung in einem Fahrzeug anzugeben.

Die Aufgabe wird durch ein System nach Anspruch 1, ein Verfahren nach Anspruch 16
30 sowie ein computerlesbares Speichermedium nach Anspruch 19 gelöst.

Insbesondere wird die Aufgabe durch System zum Erzeugen eines Bildstroms in einem Fahrzeug gelöst. Dabei weist das System das Folgende auf:

- eine IR-Strahlungsquelle;
- eine IR-Kamera;
- eine Windschutzscheibe; und
- eine Bildverarbeitungseinheit.

5 Dabei sind die IR-Strahlungsquelle, die IR-Kamera und die Windschutzscheibe so angeordnet, dass erste IR-Strahlung, die von der IR-Strahlungsquelle abgegeben wird, in einen Erfassungsbereich trifft und zweite IR-Strahlung, die durch Reflektion der ersten IR-Strahlung in dem Erfassungsbereich entsteht, an der Windschutzscheibe reflektiert und von der IR-Kamera erfasst wird.

10 Die IR-Kamera ist dazu ausgebildet, durch Erfassen der zweiten IR-Strahlung einen IR-Bildstrom zu erzeugen, der eine Vielzahl von IR-Bildern enthält.

Die Bildverarbeitungseinheit ist dazu ausgebildet, basierend auf dem IR-Bildstrom einen RGB-Bildstrom zu erzeugen, der eine Vielzahl von RGB-Bildern enthält.

15 Ferner ist die Bildverarbeitungseinheit dazu ausgebildet, zu einem oder mehreren der IR-Bilder ein oder mehrere korrespondierende RGB-Bilder zu erzeugen.

Darüber hinaus ist die Bildverarbeitungseinheit dazu ausgebildet, in mindestens einem von den IR-Bildern Positionsdaten von einem oder mehreren Referenzpunkten, insbesondere in einem Gesicht, zu erfassen und mindestens eines von den RGB-Bildern basierend auf den Positionsdaten zu erzeugen.

20 Ein Gedanke der vorliegenden Erfindung besteht darin, die Objekte im Erfassungsbereich der Kamera, zum Beispiel die Person auf dem Fahrersitz, nicht durch Erfassen von sichtbarem Licht aufzuzeichnen, sondern durch Erfassen von Infrarot(IR)-Strahlung durch die IR-Kamera.

25 Unter Infrarotstrahlung kann im Kontext dieser Anmeldung insbesondere Strahlung mit einer Wellenlänge in einem Bereich von 800 bis 1500 nm verstanden werden.

Um die Qualität der erfassten IR-Bilder zu erhöhen, sieht das System die IR-Strahlungsquelle vor, um den Erfassungsbereich mit IR-Strahlung auszuleuchten. Dies geschieht für die Fahrzeuginsassen unsichtbar und somit nicht ohne Beeinträchtigung. Die von der IR-Strahlungsquelle ausgesendete IR-Strahlung wird im Erfassungsbereich,

zum Beispiel in dem Gesicht des Fahrers, in Richtung der Windschutzscheibe reflektiert. Im Kontext des beschriebenen Systems wird die von der IR-Strahlungsquelle ausgesendete Strahlung als erste IR-Strahlung und die in dem Erfassungsbereich reflektierte IR-Strahlung als zweite IR-Strahlung bezeichnet.

- 5 Vorzugsweise erfüllt die Windschutzscheibe die Eigenschaft, für sichtbares Licht im Wesentlichen transparent zu sein und an der Innenseite, zumindest in einem Bereich, ein hohes Reflektionsvermögen für IR-Strahlung aufzuweisen. Unter einem hohen Reflektionsvermögen kann beispielsweise ein Reflektionsgrad von von 50% oder höher verstanden werden. Gegebenenfalls kann die Innenseite der Windschutzscheibe eine
10 entsprechende Funktionsschicht aufweisen.

Das Reflektionsvermögen der Windschutzscheibe erlaubt, die IR-Kamera derart anzuordnen und auszurichten, dass die IR-Kamera die an der Windschutzscheibe reflektierte zweite IR-Strahlung erfasst. Auf diese Weise wird von der IR-Kamera ein IR-Bildstrom erfasst, der eine Vielzahl von IR-Bildern enthält.

- 15 Auch die IR-Strahlungsquelle kann derart angeordnet sein, dass die erste IR-Strahlung an der Windschutzscheibe reflektiert wird, bevor sie in den Erfassungsbereich fällt. Insbesondere kann die IR-Strahlungsquelle in die IR-Kamera integriert sein. Alternativ kann die IR-Strahlungsquelle separat angeordnet und direkt in Richtung des Erfassungsbereichs ausgerichtet sein, beispielsweise im Innenspiegel des Fahrzeugs.
- 20 Schließlich sieht das erfindungsgemäße System eine Bildverarbeitungseinheit vor, welche dazu ausgebildet ist, basierend auf dem erfassten IR-Bildstrom einen RGB-Bildstrom, d.h. einen Bildstrom mit Farbinformationen, zu erzeugen. Dies kann beispielsweise durch Kolorieren der einzelnen IR-Bilder erfolgen. Während die IR-Bilder lediglich Intensitätswerte angeben und somit eine Graustufenoptik aufweisen, kann der
25 erzeugte RGB-Bildstrom das Erscheinungsbild eines herkömmlichen farbigen Bildstroms aufweisen, der z.B. zur Videotelefonie bzw. Videokonferenz genutzt werden kann.

Unter einem Bildstrom können im Kontext dieser Erfindung beliebige Daten verstanden werden, welche eine zeitlich geordnete Sequenz von Bildern angeben.

- Der erfindungsgemäße Ansatz weist verschiedene Vorteile gegenüber einem
30 herkömmlichen System auf, bei dem eine RGB-Kamera im Fahrzeug angeordnet. Zum einen ermöglicht die Erfassung der reflektierten zweiten IR-Strahlung eine virtuelle Kameraposition, die frontal vor dem Erfassungsbereich, d.h. in Blickrichtung des Fahrers

liegt, obwohl die tatsächliche Kameraposition außerhalb des Blickfelds des Fahrers liegt, zum Beispiel in einem oberen Bereich des Armaturenbretts. In dem erfassten IR-Bildstrom und dem daraus erzeugten RGB-Bildstrom blickt der Fahrer somit frontal in Richtung der Kamera, wobei das Sichtfeld nicht durch eine dort platzierte Kamera
5 beeinträchtigt wird. Dies erhöht die Sicherheit beim Fahren und verbessert den Sichtkomfort im Fahrzeug.

Zum anderen weist die Erfassung von IR-Strahlung den Vorteil auf, dass ihr Spektrum außerhalb des Spektrums des sichtbaren Lichts liegt, womit die erfassten IR-Bilder robuster gegenüber störenden Lichteinflüssen während der Fahrt (siehe oben) sind. Die
10 erfassten IR-Bilder und die daraus erzeugten RGB-Bilder sind somit qualitativ hochwertiger.

Die Bildverarbeitungseinheit ist dazu ausgebildet, zu einem oder mehreren der IR-Bilder ein oder mehrere korrespondierende RGB-Bilder zu erzeugen. Insbesondere kann die Bildverarbeitungseinheit den RGB-Bildstrom einzelbildbasiert erzeugen, d.h. zu jedem
15 IR-Bild aus dem IR-Bildstrom ein entsprechendes RGB-Bild im RGB-Bildstrom erzeugen. Somit nimmt die Bildverarbeitungseinheit im Wesentlichen eine Verarbeitung von einzelnen IR-Bildern vor.

Alternativ kann die Bildverarbeitungseinheit auch dazu ausgebildet sein, aus mehreren IR-Bildern ein RGB-Bild zu erstellen, oder aus einem einzelnen IR-Bild mehrere RGB-
20 Bilder zu erstellen. Dies kann die Qualität bzw. Realitätstreue der erzeugten RGB-Bilder steigern.

Optional kann die Bildverarbeitungseinheit weitere Bildoptimierungsschritte an den erzeugten RGB-Bildern vornehmen, beispielsweise das Hinzufügen von Tiefenschärfe, der Anpassung von Helligkeit und/oder Kontrast, usw.

25 In einer Ausführungsform kann die Bildverarbeitungseinheit ein KI-Modul aufweisen und dazu ausgebildet sein, den RGB-Bildstrom unter Verwendung des KI-Moduls zu erstellen.

Aus dem Bereich der künstlichen Intelligenz (KI) sind verschiedene Techniken bekannt, die unterschiedliche Aufgabenstellungen aus der Bildverarbeitung (z.B.
30 Objekterkennung, Bildoptimierung, Kolorierung) effizient ausführen und hochwertige Ergebnisse liefern. Beispielsweise kann das KI-Modul der Bildverarbeitungseinheit ein

Autoencoder sein, der dazu angepasst (trainiert) ist, ein RGB-Bild zu einem Graustufenbild zu erzeugen.

Das KI-Modul kann insbesondere durch ein überwachtes Lernverfahren trainiert sein, wobei die Trainingsdaten Bildpaare enthalten, die wie folgt konstruiert werden: Jedes
5 Bildpaar weist ein IR-Bild einer wie oben beschriebenen IR-Kamera auf, sowie ein RGB-Bild einer RGB-Kamera, welche an der virtuellen Kameraposition der IR-Kamera, d.h. frontal vor dem Erfassungsbereich, angeordnet ist.

Werden die RGB-Bilder bzw. der RGB-Bildstrom durch ein vorstehend beschriebenes und trainiertes KI-Modul erzeugt, kann der erzeugte RGB-Bildstrom eine hohe
10 Bildqualität und ein hohes Maß an Realitätstreue aufweisen.

In einer Ausführungsform kann die Bildverarbeitungseinheit dazu ausgebildet sein, mindestens eines von den RGB-Bildern durch Kolorieren von mindestens einem von den IR-Bildern zu erzeugen.

Auf diese Weise werden gemäß dieser Ausführungsform Farbinformationen, welche den
15 IR-Bildern des IR-Bildstroms fehlen, durch Kolorieren von einem oder mehreren IR-Bildern nachträglich hinzugefügt. Das Kolorieren, d.h. das Erzeugen des RGB-Bildes zu einem Graustufenbild, kann insbesondere durch ein KI-Modul wie vorstehend beschrieben ausgeführt werden.

In einer Ausführungsform kann die Bildverarbeitungseinheit dazu ausgebildet sein, in
20 mindestens einem von den IR-Bildern einen Bildbereich zu erfassen und mindestens eines von den RGB-Bildern basierend auf dem Bildbereich zu erzeugen.

Der Bildbereich kann insbesondere durch eine Bounding Box (z.B. rechteckförmig oder ellipsenförmig) definiert sein, welche einen relevanten Bereich des IR-Bildes umfasst. Der relevante Bereich kann beispielsweise den Kopf bzw. Oberkörper der Person auf
25 dem Fahrersitz umfassen, nicht aber Bildelemente im Hintergrund (z.B. Fahrersitz, Fahrzeuginnenraum). Die Bildverarbeitungseinheit kann bei einer anschließenden Bildverarbeitung insbesondere ausschließlich den erfassten Bildbereich anstatt das vollständige IR-Bild verarbeiten.

Beispielsweise kann die Bildverarbeitungseinheit dazu ausgebildet sein, in einem IR-Bild
30 den Bereich des Kopfes bzw. des Oberkörpers zu extrahieren und zu diesem Bildbereich einen Bildbereich mit Farbinformationen für das RGB-Bild erzeugen, d.h. nur den

erfassten Bildbereich kolorieren. Das RGB-Bild kann schließlich dadurch erzeugt werden, dass der kolorierte Bildbereich vor einem virtuellen Hintergrund platziert wird.

Durch die obige Ausführungsform kann insbesondere ausgenutzt werden, dass sich durch die statisch platzierte IR-Kamera nur einige Bildelemente während der Aufnahme
5 ändern (z.B. Mimik und Gestik der aufgenommenen Person), während andere Bildelemente im Wesentlichen gleichbleiben (z.B. Fahrersitz, Fahrzeuginnenraum). Durch Erfassen eines relevanten Bildbereichs und Reduktion der Bildverarbeitung auf diesen Bereich kann die Menge an zu verarbeitenden Bilddaten reduziert werden. Dies führt zu einem effizienteren System, insbesondere im Hinblick auf den
10 Ressourcenbedarf.

Die Bildverarbeitungseinheit ist dazu ausgebildet, in mindestens einem von den IR-Bildern Positionsdaten von einem oder mehreren Referenzpunkten (engl. „land marks“) zu erfassen und mindestens eines von den RGB-Bildern basierend auf den Positionsdaten zu erzeugen.

15 Insbesondere können die Referenzpunkte markante Gesichtselemente, wie beispielsweise Augen, Mund, Nase und Augenbrauen angeben. Eine solche Erfassung von Referenzpunkten kann beispielsweise unter Verwendung der Softwarebibliothek Dlib 68 erfolgen, welche 68 verschiedene Markierungspunkte im Gesicht detektiert und unter ggf. Verwendung eines trainierten Klassifikators klassifiziert.

20 Die Positionsdaten können insbesondere als Vektoren in einem zweidimensionalen Koordinatensystem angegeben sein.

Um ein entsprechendes RGB-Bild zu erzeugen, kann beispielsweise ein Avatar (d.h. eine virtuelle Darstellung einer Person) gemäß den erfassten Positionsdaten konfiguriert und ggf. vor einem virtuellen Hintergrund platziert werden. Der Avatar kann beispielsweise
25 durch entsprechende Transformationen hinsichtlich Mimik, Position und/oder Ausrichtung gemäß den erfassten Positionsdaten an die auf dem IR-Bild gezeigte Person angepasst werden.

Alternativ kann das RGB-Bild erzeugt werden, indem die Transformationen wie vorstehend beschrieben nicht in einem Avatar, sondern einem zuvor erzeugten
30 kolorierten IR-Bild vorgenommen werden. Hierdurch wird der realistische Gesamteindruck des zuvor erzeugten RGB-Bildes erhalten, und lediglich eine Anpassung der Mimik, Position und/oder Ausrichtung vorgenommen.

Auch gemäß dieser Ausführungsform kann die zu verarbeitende Datenmenge reduziert werden, da das RGB-Bild basierend auf den Positionsdaten (Vektoren) erzeugt wird, und nicht auf der Grundlage der vollständigen Bilddaten des IR-Bilds.

In einer Ausführungsform kann das System ferner eine RGB-Kamera aufweisen. Die RGB-Kamera kann dazu ausgebildet sein, zumindest einen Teil des Erfassungsbereichs, ggf. aus einem anderen Winkel, zu erfassen und einen zweiten RGB-Bildstrom zu erzeugen. Insbesondere kann die RGB-Kamera so im Fahrzeug positioniert sein, dass sie auf den Fahrer gerichtet ist, aber außerhalb des Sichtfelds liegt (z.B. im Innenspiegel).

- Die Bildverarbeitungseinheit kann dazu ausgebildet sein, den RGB-Bildstrom unter Verwendung von zumindest Teilen des zweiten RGB-Bildstroms zu erzeugen. Insbesondere kann die Bildverarbeitungseinheit eine Kolorierung eines IR-Bildes unter Verwendung eines korrespondierenden RGB-Bildes aus dem zweiten RGB-Bildstrom durchführen. Vorzugsweise ist das korrespondierende RGB-Bild im Wesentlichen zum gleichen Zeitpunkt wie das IR-Bild aufgenommen. Dies bietet den Vorteil, dass die Farbinformationen des korrespondierenden RGB-Bild aus dem zweiten Bildstrom genutzt werden können, um das IR-Bild zu kolorieren. Somit kann ein RGB-Bild mit höherer Qualität (Realitätstreue) erzeugt werden.

- Für alle vorstehend beschriebenen Merkmale der Bildverarbeitungseinrichtung gilt, dass (in entsprechenden Ausführungsformen) das vorstehend beschriebene KI-Modul dazu ausgebildet sein kann, die entsprechenden Bildverarbeitungsoperationen auszuführen.

- In einer Ausführungsform kann das System als verteiltes System implementiert sein. Insbesondere kann die Bildverarbeitungseinheit von einem (fahrzeugexternen) Server bereitgestellt werden, welcher mit einer (fahrzeuginternen) Fahrzeug-Kommunikationseinheit verbunden ist, insbesondere über eine Mobilfunkverbindung. Dabei ist die Fahrzeug-Kommunikationseinheit dazu ausgebildet, den IR-Bildstrom vollständig oder teilweise an den Server zu übertragen.

- Diese Ausführungsform erlaubt es, rechenintensive Bildverarbeitungsoperationen auf einen externen Server auszulagern, wobei der IR-Bildstrom (ganz oder teilweise) von der Kommunikationseinheit des Fahrzeugs an den Server übertragen wird. Somit kann der Ressourcenbedarf (hinsichtlich Rechenkapazität) im Fahrzeug reduziert werden.

Vorzugsweise weist bei dieser Ausführungsform das System ferner eine Bildvorverarbeitungseinheit in dem Fahrzeug auf. Die Bildvorverarbeitungseinheit kann dazu ausgebildet sein, eine Vorverarbeitung des IR-Bildstroms vor Übertragung an den Server vorzunehmen. Die Vorverarbeitung kann ein Komprimieren von IR-Bildern umfassen, beispielsweise durch ein geeignetes Kompressionsverfahren für Bilddaten. Ein Komprimieren kann auch dadurch erfolgen, dass wie oben beschrieben Referenzpunkte erfasst werden und der IR-Bildstrom auf die Positionsdaten der Referenzpunkte reduziert wird. In diesem Fall werden nur die Positionsdaten, nicht die vollständigen Bilddaten übertragen, wobei auf dem Server wiederum vollständige Bilddaten auf der Grundlage der übermittelten Positionsdaten erzeugt werden.

Durch einen solchen Ansatz kann die Datenmenge reduziert werden, die über die Kommunikationsverbindung zwischen Fahrzeug und Server übertragen werden muss.

Die Aufgabe wird ferner durch ein Verfahren zum Erzeugen eines Bildstroms in einem Fahrzeug gelöst. Das Verfahren kann insbesondere von einem System wie vorstehend beschrieben ausgeführt werden. Das Verfahren umfasst die folgenden Schritte:

- Erfassen von IR-Strahlung zum Erzeugen eines IR-Bildstroms, insbesondere durch eine IR-Kamera, wobei der IR-Bildstrom eine Vielzahl von IR-Bildern enthält;
- Erzeugen von einer Vielzahl von RGB-Bildern basierend auf zumindest einigen von den IR-Bildern, insbesondere durch eine Bildverarbeitungseinheit, umfassend ein Ermitteln von Positionsdaten von einem oder mehreren Referenzpunkten in einem der IR-Bilder, insbesondere in einem Gesicht; und
- Erzeugen eines RGB-Bildstroms, der die Vielzahl von RGB-Bildern enthält, insbesondere durch die Bildverarbeitungseinheit.

In einer Ausführungsform des Verfahrens kann die Vielzahl von RGB-Bildern durch ein KI-Modul erzeugt werden. Das KI-Modul kann insbesondere ein künstliches neuronales Netz umfassen, beispielsweise einen Autoencoder.

In einer Ausführungsform des Verfahrens kann das Erzeugen der Vielzahl von RGB-Bildern mindestens einen der folgenden Schritte umfassen:

- Kolorieren mindestens eines der IR-Bilder;

- Ermitteln und/oder Erzeugen eines Bildausschnitts in mindestens einem der IR-Bilder; und
- Ermitteln von Positionsdaten von einem oder mehreren Referenzpunkten in einem der IR-Bilder, insbesondere in einem Gesicht.

5 Für das Verfahren und die entsprechenden Ausführungsformen ergeben sich ähnliche Vorteile und technische Wirkungen, wie sie in Verbindung mit dem System und den entsprechenden Ausführungsformen beschrieben worden sind.

Die Aufgabe wird ferner durch ein computerlesbares Speichermedium gelöst. Das computerlesbare Speichermedium enthält Instruktionen, die mindestens einen
10 Prozessor dazu veranlassen, ein Verfahren wie vorstehend beschrieben zu implementieren, wenn die Instruktionen durch den mindestens einen Prozessor ausgeführt werden.

Für das computerlesbare Speichermedium ergeben sich ähnliche Vorteile und technische Wirkungen, wie sie in Verbindung mit dem System und dem Verfahren
15 beschrieben worden sind.

Es versteht sich von selbst, dass die Merkmale und die damit jeweils erzielbaren Vorteile, die in Bezug auf das erfindungsgemäße System beschrieben wurden, auf das erfindungsgemäße Verfahren anwendbar bzw. übertragbar sind und umgekehrt. Konkret sind die Komponenten des Systems im Kontext der vorliegenden Beschreibung der
20 Erfindung dazu ausgebildet, die erfindungsgemäßen Verfahrensschritte durchzuführen. Ebenso sind die Funktionen der oben beschriebenen Komponenten des erfindungsgemäßen Systems als Verfahrensschritte des erfindungsgemäßen Verfahrens anwendbar.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben, die
25 anhand der Figuren näher erläutert werden. Hierbei zeigen:

Figur 1: ein erfindungsgemäßes System gemäß einem Ausführungsbeispiel;

Figur 2: ein erfindungsgemäßes System gemäß einem alternativen Ausführungsbeispiel;

Figur 3a: ein Flussdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß einem
30 Ausführungsbeispiel;

Figur 3b: ein einzelbildbasiertes Erzeugen eines RGB-Bildstroms gemäß einem Ausführungsbeispiel;

Figur 4: ein Erzeugen eines RGB-Bildes durch Kolorieren eines IR-Bildes;

Figur 5: ein Erzeugen eines RGB-Bildes anhand eines Bildbereichs eines IR-Bildes;

5 Figur 6: ein Erzeugen eines RGB-Bildes durch Erfassen von Referenzpunkten in einem IR-Bild.

In der nachfolgenden Beschreibung werden für gleiche und gleich wirkende Teile dieselben Bezugsziffern verwendet.

10 Figur 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Systems, das in einem Fahrzeug angeordnet ist. Das System umfasst die IR-Strahlungsquelle 10, die IR-Kamera 20, die Windschutzscheibe 30 und die Bildverarbeitungseinheit 40.

15 Dabei ist die IR-Strahlungsquelle 10 so angeordnet und ausgerichtet, dass sie die den Oberkörper des Fahrers 50 frontal anstrahlt. Hierzu kann die IR-Strahlungsquelle 10 beispielsweise in einem Innenspiegel (nicht dargestellt) des Fahrzeugs angeordnet sein, sodass sie das Sichtfeld des Fahrers 50 nicht zusätzlich beeinträchtigt. An dieser Stelle sei angemerkt, dass bei der IR-Strahlungsquelle 10 – anders als bei einer im Innenspiegel angeordneten Videokamera – ein seitlicher Versatz zur Blickrichtung des Fahrers 50 im Allgemeinen unproblematisch ist.

20 Die von der IR-Strahlungsquelle 10 ausgesendete erste IR-Strahlung R1 wird im Fahrzeuginnenraum sowie am Körper des Fahrers 50 reflektiert und trifft als zweite IR-Strahlung R2 auf die Windschutzscheibe 30. An der Windschutzscheibe 30 wird die zweite IR-Strahlung R2 erneut reflektiert und trifft auf einen Sensor der IR-Kamera 20, die im Bereich des Armaturenbretts angeordnet ist.

25 Durch diese Anordnung entsteht auf dem von der IR-Kamera 20 aufgezeichneten Bildstrom der Eindruck, dass der Fahrer 50 frontal in die IR-Kamera 20 blickt, obwohl sein Blick nach vorne in Richtung der Windschutzscheibe 30 gerichtet ist. Gleichzeitig befindet sich die IR-Kamera 20 nicht im direkten Sichtfeld des Fahrers 50, sodass der Fahrer 50 eine uneingeschränkte Sicht durch die Windschutzscheibe 30 auf die Straße haben kann.

Die IR-Kamera 20 stellt den erfassten IR-Bildstrom an die Bildverarbeitungseinheit 40 zur Verfügung. Hierzu ist die IR-Kamera 20 mit der Bildverarbeitungseinheit 40 über eine Datenleitung im Fahrzeug verbunden. Die Bildverarbeitungseinheit 40 weist das KI-Modul 41 auf, welches dazu ausgebildet ist, zu den IR-Bildern des IR-Bildstroms die entsprechenden RGB-Bilder des RGB-Bildstroms zu erzeugen. Dies kann insbesondere nach einem der Verfahren geschehen, wie sie anhand der Figuren 3 bis 6 beschrieben wird.

Figur 2 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Systems. Im Unterschied zu dem Ausführungsbeispiel der Figur 1 ist hier die IR-Strahlungsquelle 10 in die IR-Kamera 20 integriert, die wie im Ausführungsbeispiel der Figur 1 in einem Bereich des Armaturenbretts angeordnet ist. Bei dieser Anordnung wird die von der IR-Strahlungsquelle 10 ausgesendete erste IR-Strahlung R1 an der Windschutzscheibe 30 in Richtung des Fahrers 50 reflektiert. Durch Reflektion der ersten IR-Strahlung R1 im Innenraum des Fahrzeugs entsteht zweite IR-Strahlung R2, die wiederum an der Windschutzscheibe 30 reflektiert wird, wie in Verbindung mit dem Ausführungsbeispiel der Figur 1 erläutert. Die weiteren Komponenten des Systems sind wie im Ausführungsbeispiel der Figur 1 konfiguriert und angeordnet.

Figur 3a zeigt ein Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß einem Ausführungsbeispiel.

In Schritt S1 wird (zweite) IR-Strahlung von einer IR-Kamera erfasst und die entsprechenden IR-Bilder A1, A2 und A3 (bzw. der entsprechende IR-Bildstrom) in einem Speicher abgelegt.

In Schritt S2 wird der IR-Bildstrom A, der die IR-Bilder A1, A2 und A3 aufweist, an eine Bildverarbeitungseinheit übertragen. Im Ausführungsbeispiel der Figuren 1 und 2 kann dies dadurch erfolgen, dass die IR-Bilder A1, A2, A3 bzw. der IR-Bildstrom A von der IR-Kamera 20 über eine Datenleitung im Fahrzeug an die Bildverarbeitungseinheit 40 übertragen werden. Alternativ kann die Bildverarbeitungseinheit 40 auf einem entfernten Server implementiert sein. In diesem Fall umfasst der Schritt S2 eine Übertragung an den Server mittels einer fahrzeuginternen Kommunikationsvorrichtung, beispielsweise über ein Mobilfunknetz.

In Schritt S3, der von der Bildverarbeitungseinheit ausgeführt wird, werden die RGB-Bilder B1, B2 und B3 erzeugt. Gemäß diesem Ausführungsbeispiel wird jeweils ein RGB-

Bild für jedes der IR-Bilder A1, A2 und A3 erzeugt (wie nachfolgend anhand von Figur 3b erläutert).

In Schritt S4 werden die erzeugten RGB-Bilder B1, B2 und B3 als RGB-Bildstrom B zur weiteren Verwendung bereitgestellt, insbesondere an eine Schnittstelle eines Videotelefonie-Moduls oder eines Fahrassistentensystems.

Figur 3b veranschaulicht das einzelbildbasierte Erzeugen des RGB-Bildstroms B. Gemäß dem gezeigten Ausführungsbeispiel weist der IR-Bildstrom A die drei IR-Bilder A1, A2 und A3 auf. Zu den IR-Bildern A1, A2 und A3 werden jeweils die RGB-Bilder B1, B2 und B3 erzeugt. Dies kann nach einer der Methoden entstehen, wie sie nachfolgend anhand der Figuren 4 bis 6 erläutert werden. Die auf diese Weise erzeugten RGB-Bilder B1, B2 und B3 bilden den RGB-Bildstrom B.

Figur 4 zeigt das IR-Bild A1 und das durch mittels Kolorierung dazu erzeugte RGB-Bild B1. In diesem Ausführungsbeispiel wurde das RGB-Bild B1 von einem künstlichen neuronalen Netz erzeugt, welches dazu angepasst ist, zu einem Graustufenbild ein entsprechendes Farbbild (RGB-Bild) zu liefern, d.h. das Graustufenbild zu kolorieren. Wie im RGB-Bild B1 zu erkennen ist, erhält durch das Kolorieren zumindest das Gesicht der abgebildeten Person einen natürlichen Farbton.

Figur 5 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel für das Erzeugen des RGB-Bildes B1 zu dem IR-Bild A1. Gemäß diesem Ausführungsbeispiel wird in dem IR-Bild A1 zunächst die Kontur der abgebildeten Person erfasst und der dadurch definierte Bildbereich A1' aus dem IR-Bild A1 extrahiert. Der Bildbereich A1' stellt ebenfalls ein IR-Bild dar, ist aber hinsichtlich der Datenmenge im Vergleich zum IR-Bild A1 reduziert. Zu dem Bildbereich A1' wird ein kolorierter Bildbereich B1' erzeugt, wie es im Zusammenhang mit Figur 4 beschrieben worden ist. Das schließlich erzeugte RGB-Bild B1 ergibt sich durch Überlagern von dem virtuellen Hintergrundbild C mit dem Bildbereich B1'. Bevorzugt ist das virtuelle Hintergrundbild C ein RGB-Bild, das einen plausiblen Hintergrund (z.B. einen Fahrzeuginnenraum) zeigt.

Figur 6 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel für das Erzeugen des RGB-Bildes B1 zu dem IR-Bild A1. Gemäß diesem Ausführungsbeispiel werden in dem IR-Bild A1 die Positionsdaten von fünf Referenzpunkten u, v, x, y und z bestimmt, welche die Position der Augen, der Mundwinkel und des Kinns der abgebildeten Person angeben.

Auf der Grundlage der erfassten Positionsdaten wird der Avatar D konfiguriert, welcher als virtuelle Repräsentation der im IR-Bild A1 abgebildeten Person dient. Der Avatar D kann initial als zwei- oder dreidimensionales Modell in einer Standardausrichtung vorliegen. Das Konfigurieren des Avatars D umfasst Transformationen, sodass die
5 Position der Referenzpunkte u, v, x, y und z in dem Avatar D an die erfassten Positionsdaten der Referenzpunkte u, v, x, y und z in dem IR-Bild A1. Auf diese Weise kann der Avatar D durch Konfiguration hinsichtlich Mimik, Ausrichtung und Position an die auf dem IR-Bild A1 abgebildete Person angepasst werden.

Basierend auf dem konfigurierten Avatar D wird das RGB-Bild B1 erzeugt, indem das
10 virtuelle Hintergrundbild C mit dem konfigurierten Avatar D überlagert wird (wie oben im Zusammenhang mit Figur 5 beschrieben).

Die in dieser Beschreibung durch die Begriffe „Modul“, „Einheit“, „Komponente“ etc. beschriebenen Einheiten können grundsätzlich wahlweise in Hardware oder Software implementiert werden, unabhängig davon, wie es in dieser Beschreibung ausgeführt ist.
15 Ebenso können die beschriebenen Einheiten beliebig zusammengefasst oder voneinander getrennt implementiert werden, ohne vom Wesen der Erfindung abzuweichen.

Es versteht sich von selbst, dass die vorstehend beschriebenen Systeme und Verfahren nicht nur zur Erfassung eines Bildstroms verwendet werden können, welcher die Person
20 auf dem Fahrersitz zeigt, sondern allgemein zur Erfassung des vorderen Fahrzeuginnenraums.

Der Einfachheit halber zeigen die Ausführungsbeispiele der Figuren 1 und 2 Systeme, bei denen alle Komponenten, inklusive der Bildverarbeitungseinheit, im Fahrzeug angeordnet sind. Wie bereits beschrieben, kann die Bildverarbeitungseinheit auch von
25 einem Backend-Server bereitgestellt werden. Hierzu werden die im Fahrzeug erfassten Daten, insbesondere die IR-Bilder, über eine geeignete Fahrzeug-Kommunikationsvorrichtung an den Backend-Server übermittelt.

Weitere Aspekte der Erfindung sind die Folgenden:

1. System zum Erzeugen eines Bildstroms in einem Fahrzeug, wobei das System das
30 Folgende aufweist:
 - eine IR-Strahlungsquelle (10);
 - eine IR-Kamera (20);

- eine Windschutzscheibe (30); und
- eine Bildverarbeitungseinheit (40),
wobei die IR-Strahlungsquelle (10), die IR-Kamera (20) und die
Windschutzscheibe (30) so angeordnet sind, dass erste IR-Strahlung (R1), die von
5 der IR-Strahlungsquelle (10) abgegeben wird, in einen Erfassungsbereich fällt und
zweite IR-Strahlung (R2), die durch Reflektion der ersten IR-Strahlung (R1) in dem
Erfassungsbereich entsteht, an der Windschutzscheibe (30) reflektiert und von der
IR-Kamera (20) erfasst wird,
wobei die IR-Kamera (20) dazu ausgebildet ist, durch Erfassen der zweiten IR-
10 Strahlung (R2) einen IR-Bildstrom (A) zu erzeugen, der eine Vielzahl von IR-Bildern
(A1, A2, A3) enthält, und
wobei die Bildverarbeitungseinheit (40) dazu ausgebildet ist, basierend auf dem IR-
Bildstrom (A) einen RGB-Bildstrom (B) zu erzeugen, der eine Vielzahl von RGB-
Bildern (B1, B2, B3) enthält.

15
2. System nach Aspekt 1,
wobei die Bildverarbeitungseinheit (40) dazu ausgebildet ist, zu einem oder
mehreren der IR-Bilder (A1, A2, A3) ein oder mehrere korrespondierende RGB-
Bilder (B1, B2, B3) zu erzeugen.

20
3. System nach einem der vorhergehenden Aspekte,
wobei die Bildverarbeitungseinheit (40) ein KI-Modul (41) aufweist und dazu
ausgebildet ist, den RGB-Bildstrom (B) unter Verwendung des KI-Moduls (41) zu
erstellen.

25
4. System nach einem der vorherigen Aspekte, insbesondere nach Aspekt 2,
wobei die Bildverarbeitungseinheit (40) dazu ausgebildet ist, mindestens eines von
den RGB-Bildern (B1, B2, B3) durch Kolorieren von mindestens einem von den IR-
Bilder (A1, A2, A3) zu erzeugen.

30
5. System nach einem der vorherigen Aspekte, insbesondere nach Aspekt 2,
wobei die Bildverarbeitungseinheit (40) dazu ausgebildet ist, in mindestens einem
von den IR-Bildern (A1, A2, A3) einen Bildbereich (A1') zu erfassen und mindestens
eines von den RGB-Bildern (B1, B2, B3) basierend auf dem Bildbereich (A1') zu
35 erzeugen.

6. System nach einem der vorherigen Aspekte, insbesondere nach Aspekt 2,
wobei die Bildverarbeitungseinheit (40) dazu ausgebildet ist, in mindestens einem
von den IR-Bildern (A1, A2, A3) Positionsdaten von einem oder mehreren
Referenzpunkten (u, v, w, x, y, z), insbesondere in einem Gesicht, zu erfassen und
mindestens eines von den RGB-Bildern (B1, B2, B3) basierend auf den
Positionsdaten zu erzeugen.
7. System nach einem der vorherigen Aspekte,
das ferner eine RGB-Kamera aufweist, welche dazu ausgebildet ist, zumindest
einen Teil des Erfassungsbereichs zu erfassen und einen zweiten RGB-Bildstrom
zu erzeugen, und
wobei die Bildverarbeitungseinheit (40) dazu ausgebildet ist, den RGB-Bildstrom
(B) unter Verwendung von zumindest Teilen des zweiten RGB-Bildstroms zu
erzeugen.
8. System nach einem der vorherigen Aspekte,
wobei die Bildverarbeitungseinheit (40) von einem Server bereitgestellt wird,
welcher mit einer Fahrzeug-Kommunikationseinheit verbunden ist, insbesondere
mittels einer Mobilfunkverbindung,
wobei die Fahrzeug-Kommunikationseinheit in dem Fahrzeug angeordnet ist und
dazu ausgebildet ist, den IR-Bildstrom (A) vollständig oder teilweise an den Server
zu übertragen.
9. System nach einem der vorherigen Aspekte, insbesondere nach Aspekt 8,
wobei das System ferner eine Bildvorverarbeitungseinheit in dem Fahrzeug
aufweist, die dazu ausgebildet ist, eine Vorverarbeitung des IR-Bildstroms (A) vor
Übertragung an den Server vorzunehmen, insbesondere durch Komprimieren von
mindestens einem der IR-Bilder (A1, A2, A3), beispielsweise durch Reduktion auf
Positionsangaben von Referenzpunkten (u, v, w, x, y, z).
10. Verfahren zum Erzeugen eines Bildstroms in einem Fahrzeug, insbesondere durch
ein System nach einem der vorherigen Aspekte,
wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

- Erfassen von IR-Strahlung zum Erzeugen eines IR-Bildstroms (A), insbesondere durch eine IR-Kamera (20), wobei der IR-Bildstrom (A) eine Vielzahl von IR-Bildern (A1, A2, A3) enthält;
 - Erzeugen von einer Vielzahl von RGB-Bildern (B1, B2, B3) basierend auf
5 zumindest einigen von den IR-Bildern, insbesondere durch eine Bildverarbeitungseinheit (40); und
 - Erzeugen eines RGB-Bildstroms (B), der die Vielzahl von RGB-Bildern enthält, insbesondere durch die Bildverarbeitungseinheit (40).
- 10 11. Verfahren nach Aspekt 10,
wobei die Vielzahl von RGB-Bildern (B1, B2, B3) durch ein KI-Modul (41), insbesondere ein künstliches neuronales Netz, erzeugt wird.
12. Verfahren nach Aspekt 10 oder 11,
15 wobei das Erzeugen der Vielzahl von RGB-Bildern (B1, B2, B3) mindestens einen der folgenden Schritte umfasst:
- Kolorieren mindestens eines der IR-Bilder (A1, A2, A3);
 - Ermitteln und/oder Erzeugen eines Bildausschnitts (A1') in mindestens einem der IR-Bilder (A1, A2, A3); und
 - 20 - Ermitteln von Positionsdaten von einem oder mehreren Referenzpunkten (u, w, x, y, z) in einem der IR-Bilder (A1, A2, A3), insbesondere in einem Gesicht.
13. Computerlesbares Speichermedium, welches Instruktionen enthält, die mindestens
25 einen Prozessor dazu veranlassen, ein Verfahren nach einem der Aspekte 10 bis 12 zu implementieren, wenn die Instruktionen durch den mindestens einen Prozessor ausgeführt werden.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass alle oben beschriebenen Teile jeweils für
30 sich - auch ohne im jeweiligen Zusammenhang zusätzlich beschriebene Merkmale, selbst wenn diese nicht explizit als optionale Merkmale im jeweiligen Zusammenhang individuell kenntlich gemacht worden sind, z. B. durch Verwendung von: insbesondere, vorzugsweise, beispielsweise, z. B., ggf. , runden Klammern, etc. - und in Kombination oder jeglicher Unterkombination als eigenständige Ausgestaltungen bzw.
35 Weiterbildungen der Erfindung, wie sie insbesondere in der Beschreibungseinleitung

sowie den Ansprüchen definiert ist, anzusehen sind. Abweichungen hiervon sind möglich. Konkret sei darauf hingewiesen, dass das Wort insbesondere oder runde Klammern keine im jeweiligen Kontext zwingende Merkmale kennzeichnen.

5

10

Bezugszeichenliste

	10	IR-Strahlungsquelle
	20	IR-Kamera
5	30	Windschutzscheibe
	40	Bildverarbeitungseinheit
	41	KI-Modul
	50	Fahrer
	A	IR-Bildstrom
10	A1, A2, A3	IR-Bild
	A1', B1'	Bildbereich
	B	RGB-Bildstrom
	B1, B2, B3	RGB-Bild
	C	virtuelles Hintergrundbild
15	D	Avatar
	R1	erste IR-Strahlung
	R2	zweite IR-Strahlung
	S1	Erfassen der IR-Bilder des IR-Bildstroms
	S2	Übertragen des IR-Bildstroms an Bildverarbeitungseinheit
20	S3	Erzeugen der RGB-Bilder
	S4	Bereitstellen des RGB-Bildstroms
	u, v, x, y, z	Referenzpunkte

Patentansprüche

1. System zum Erzeugen eines Bildstroms in einem Fahrzeug, wobei das System das Folgende aufweist:

5 - eine IR-Strahlungsquelle (10);
- eine IR-Kamera (20);
- eine Windschutzscheibe (30); und
- eine Bildverarbeitungseinheit (40),

wobei die IR-Strahlungsquelle (10), die IR-Kamera (20) und die
10 Windschutzscheibe (30) so angeordnet sind, dass erste IR-Strahlung (R1), die von der IR-Strahlungsquelle (10) abgegeben wird, in einen Erfassungsbereich fällt und zweite IR-Strahlung (R2), die durch Reflektion der ersten IR-Strahlung (R1) in dem Erfassungsbereich entsteht, an der Windschutzscheibe (30) reflektiert und von der IR-Kamera (20) erfasst wird,

15 wobei die IR-Kamera (20) dazu ausgebildet ist, durch Erfassen der zweiten IR-Strahlung (R2) einen IR-Bildstrom (A) zu erzeugen, der eine Vielzahl von IR-Bildern (A1, A2, A3) enthält, und

wobei die Bildverarbeitungseinheit (40) dazu ausgebildet ist, basierend auf dem IR-Bildstrom (A) einen RGB-Bildstrom (B) zu erzeugen, der eine Vielzahl von RGB-Bildern (B1, B2, B3) enthält,

20 wobei die Bildverarbeitungseinheit (40) dazu ausgebildet ist, zu einem oder mehreren der IR-Bilder (A1, A2, A3) ein oder mehrere korrespondierende RGB-Bilder (B1, B2, B3) zu erzeugen, und

wobei die Bildverarbeitungseinheit (40) dazu ausgebildet ist, in mindestens einem
25 von den IR-Bildern (A1, A2, A3) Positionsdaten von einem oder mehreren Referenzpunkten (u, v, w, x, y, z), insbesondere in einem Gesicht, zu erfassen und mindestens eines von den RGB-Bildern (B1, B2, B3) basierend auf den Positionsdaten zu erzeugen.

- 30 2. System nach Anspruch 1,
wobei der eine oder die mehreren Referenzpunkte (u, v, w, x, y, z) Gesichtselemente wie beispielsweise Augen, Mund, Nase und Augenbrauen angeben.

3. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei das RGB-Bild (B1, B2, B3) dadurch erzeugt wird, dass ein Avatar gemäß den
erfassten Positionsdaten konfiguriert wird, insbesondere durch Transformation
5 hinsichtlich Mimik, Position und/oder Ausrichtung gemäß den Positionsdaten.
4. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei das RGB-Bild (B1, B2, B3) dadurch erzeugt wird, dass ein koloriertes IR-Bild
(A1, A2, A3) gemäß den erfassten Positionsdaten konfiguriert wird, insbesondere
10 durch Transformation hinsichtlich Mimik, Position und/oder Ausrichtung gemäß den
Positionsdaten.
5. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
15 wobei die Bildverarbeitungseinheit (40) ein KI-Modul (41) aufweist und dazu
ausgebildet ist, den RGB-Bildstrom (B) unter Verwendung des KI-Moduls (41) zu
erstellen.
6. System nach einem der vorherigen Ansprüche,
20 wobei die Bildverarbeitungseinheit (40) dazu ausgebildet ist, mindestens eines von
den RGB-Bildern (B1, B2, B3) durch Kolorieren von mindestens einem von den IR-
Bilder (A1, A2, A3) zu erzeugen.
7. System nach einem der vorherigen Ansprüche,
25 wobei die Bildverarbeitungseinheit (40) dazu ausgebildet ist, in mindestens einem
von den IR-Bildern (A1, A2, A3) einen Bildbereich (A1') zu erfassen und mindestens
eines von den RGB-Bildern (B1, B2, B3) basierend auf dem Bildbereich (A1') zu
erzeugen.
- 30 8. System nach einem der vorherigen Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 7,
wobei der Bildbereich (A1') durch eine Bounding Box definiert ist, welche einen
Kopf und/oder Oberkörper einer Person umfasst.

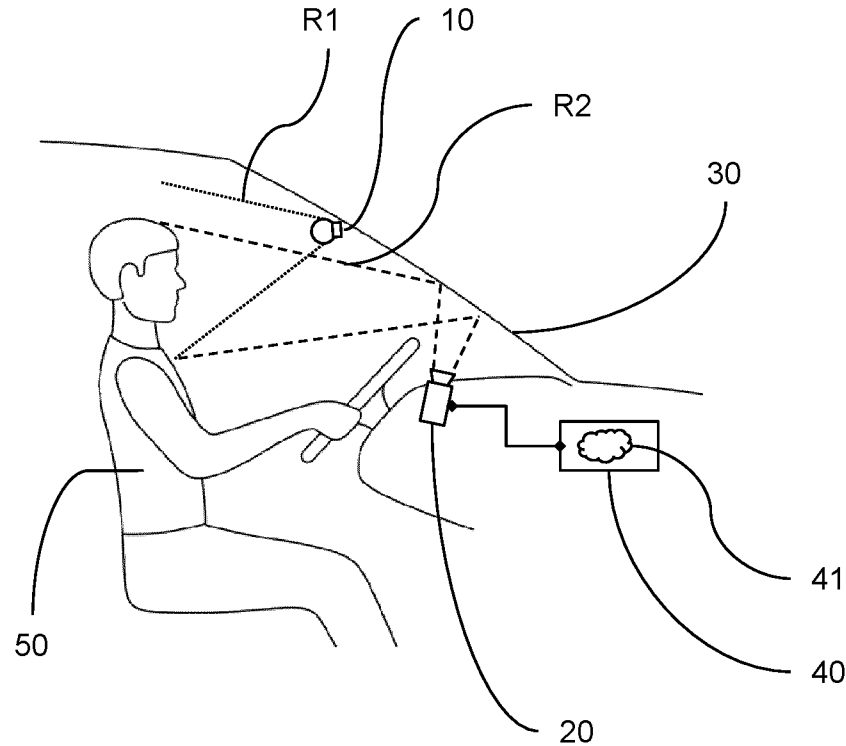
9. System nach einem der vorherigen Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 7 oder Anspruch 8,
wobei die Bildverarbeitungseinheit (40) ausschließlich den Bildbereich (A1') verarbeitet, anstatt das entsprechenden IR-Bildes (A1, A2, A3).
- 5
10. System nach einem der vorherigen Ansprüche, insbesondere nach einem der Ansprüche 7 bis 9,
wobei das korrespondierende RGB-Bild (B1, B2, B3) dadurch erstellt wird, dass der Bildbereich (A1') koloriert wird und vor einem virtuellen Hintergrund platziert wird.
- 10
11. System nach einem der vorherigen Ansprüche,
das ferner eine RGB-Kamera aufweist, welche dazu ausgebildet ist, zumindest einen Teil des Erfassungsbereichs zu erfassen und einen zweiten RGB-Bildstrom zu erzeugen, und
15 wobei die Bildverarbeitungseinheit (40) dazu ausgebildet ist, den RGB-Bildstrom (B) unter Verwendung von zumindest Teilen des zweiten RGB-Bildstroms zu erzeugen.
- 20
12. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 11,
wobei die Bildverarbeitungseinheit (40) dazu ausgebildet ist, eine Kolorierung eines IR-Bildes (A1, A2, A3) unter Verwendung eines korrespondierenden RGB-Bildes aus dem zweiten RGB-Bildstrom durchzuführen.
- 25
13. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 11 oder 12,
wobei das korrespondierende RGB-Bild zum gleichen Zeitpunkt wie das IR-Bild aufgenommen ist.
- 30
14. System nach einem der vorherigen Ansprüche,
wobei die Bildverarbeitungseinheit (40) von einem Server bereitgestellt wird, welcher mit einer Fahrzeug-Kommunikationseinheit verbunden ist, insbesondere mittels einer Mobilfunkverbindung,

wobei die Fahrzeug-Kommunikationseinheit in dem Fahrzeug angeordnet ist und dazu ausgebildet ist, den IR-Bildstrom (A) vollständig oder teilweise an den Server zu übertragen.

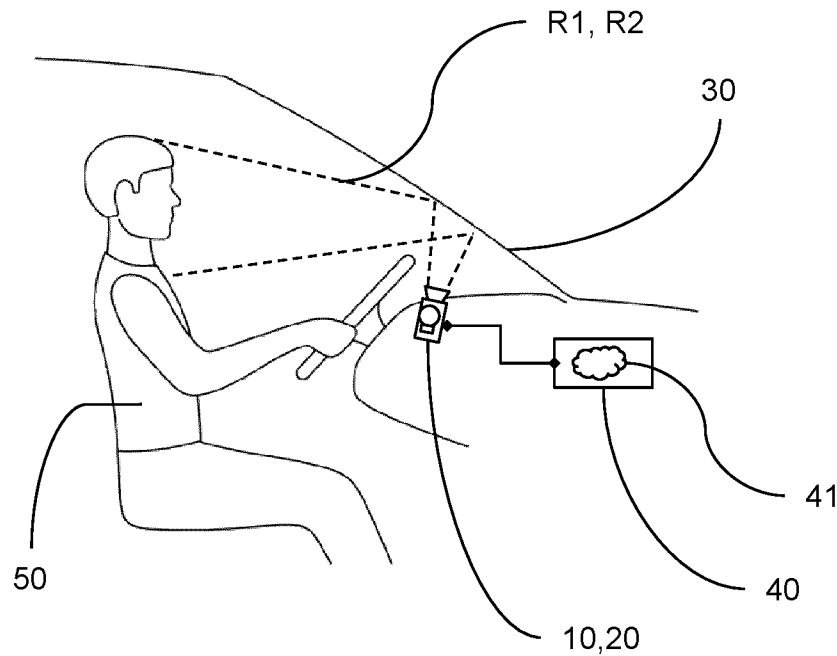
- 5 15. System nach einem der vorherigen Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 14, wobei das System ferner eine Bildvorverarbeitungseinheit in dem Fahrzeug aufweist, die dazu ausgebildet ist, eine Vorverarbeitung des IR-Bildstroms (A) vor Übertragung an den Server vorzunehmen, insbesondere durch Komprimieren von mindestens einem der IR-Bilder (A1, A2, A3), beispielsweise durch Reduktion auf
10 Positionsangaben von Referenzpunkten (u, v, w, x, y, z).
16. Verfahren zum Erzeugen eines Bildstroms in einem Fahrzeug, insbesondere durch ein System nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:
- 15 - Erfassen von IR-Strahlung zum Erzeugen eines IR-Bildstroms (A), insbesondere durch eine IR-Kamera (20), wobei der IR-Bildstrom (A) eine Vielzahl von IR-Bildern (A1, A2, A3) enthält;
- Erzeugen von einer Vielzahl von RGB-Bildern (B1, B2, B3) basierend auf zumindest einigen von den IR-Bildern, insbesondere durch eine
20 Bildverarbeitungseinheit (40); und
- Erzeugen eines RGB-Bildstroms (B), der die Vielzahl von RGB-Bildern enthält, insbesondere durch die Bildverarbeitungseinheit (40), umfassend ein Ermitteln von Positionsdaten von einem oder mehreren Referenzpunkten (u, w, x, y, z) in einem der IR-Bilder (A1, A2, A3), insbesondere in einem Gesicht.
- 25 17. Verfahren nach Anspruch 16, wobei die Vielzahl von RGB-Bildern (B1, B2, B3) durch ein KI-Modul (41), insbesondere ein künstliches neuronales Netz, erzeugt wird.
- 30 18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, wobei das Erzeugen der Vielzahl von RGB-Bildern (B1, B2, B3) mindestens einen der folgenden Schritte umfasst:
- Kolorieren mindestens eines der IR-Bilder (A1, A2, A3); und
- Ermitteln und/oder Erzeugen eines Bildausschnitts (A1') in mindestens
35 einem der IR-Bilder (A1, A2, A3).

19. Computerlesbares Speichermedium, welches Instruktionen enthält, die mindestens einen Prozessor dazu veranlassen, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 18 zu implementieren, wenn die Instruktionen durch den mindestens einen Prozessor ausgeführt werden.
- 5

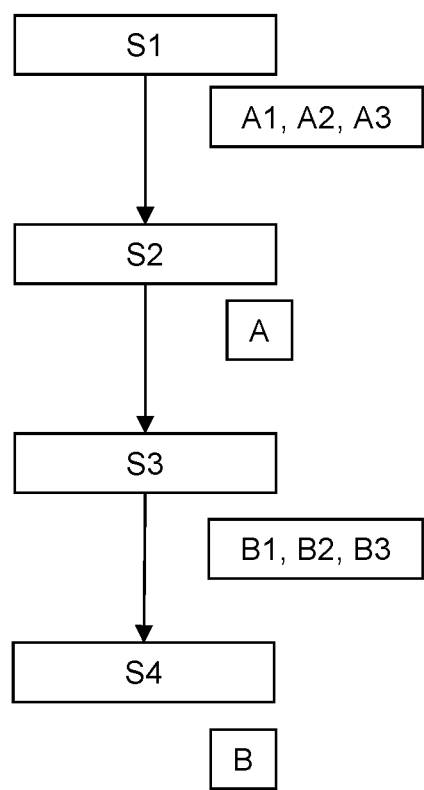
Figur 1



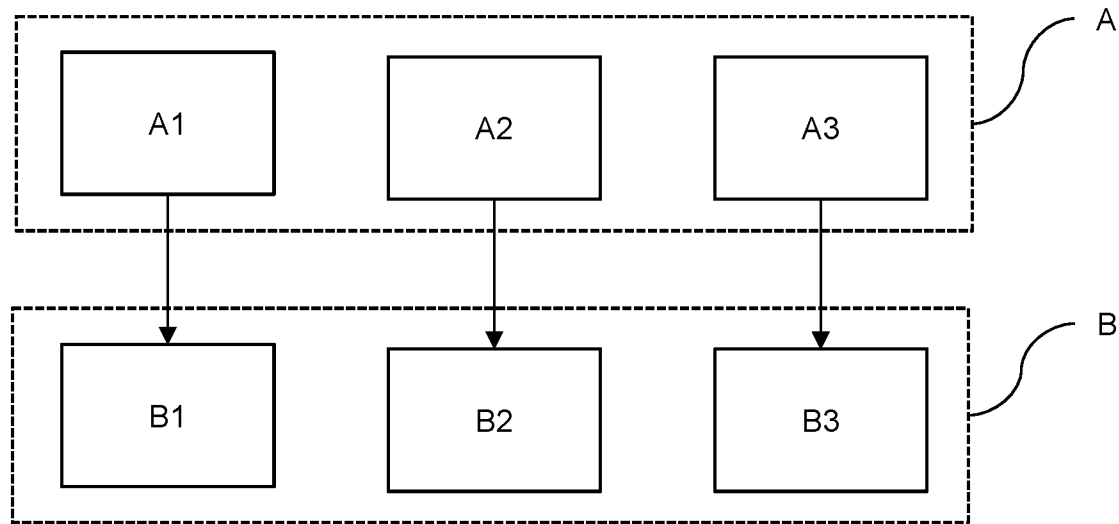
Figur 2



Figur 3a

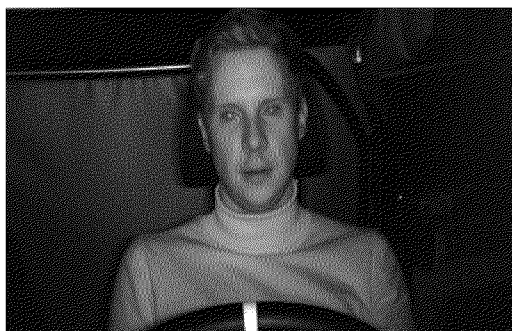


Figur 3b

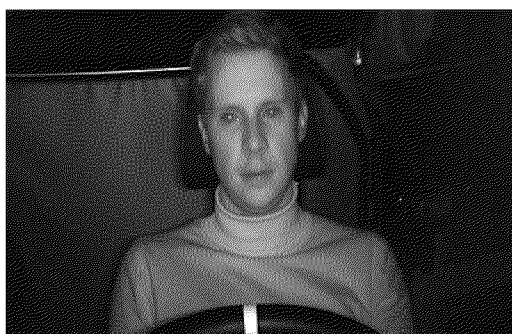


3/5

Figur 4

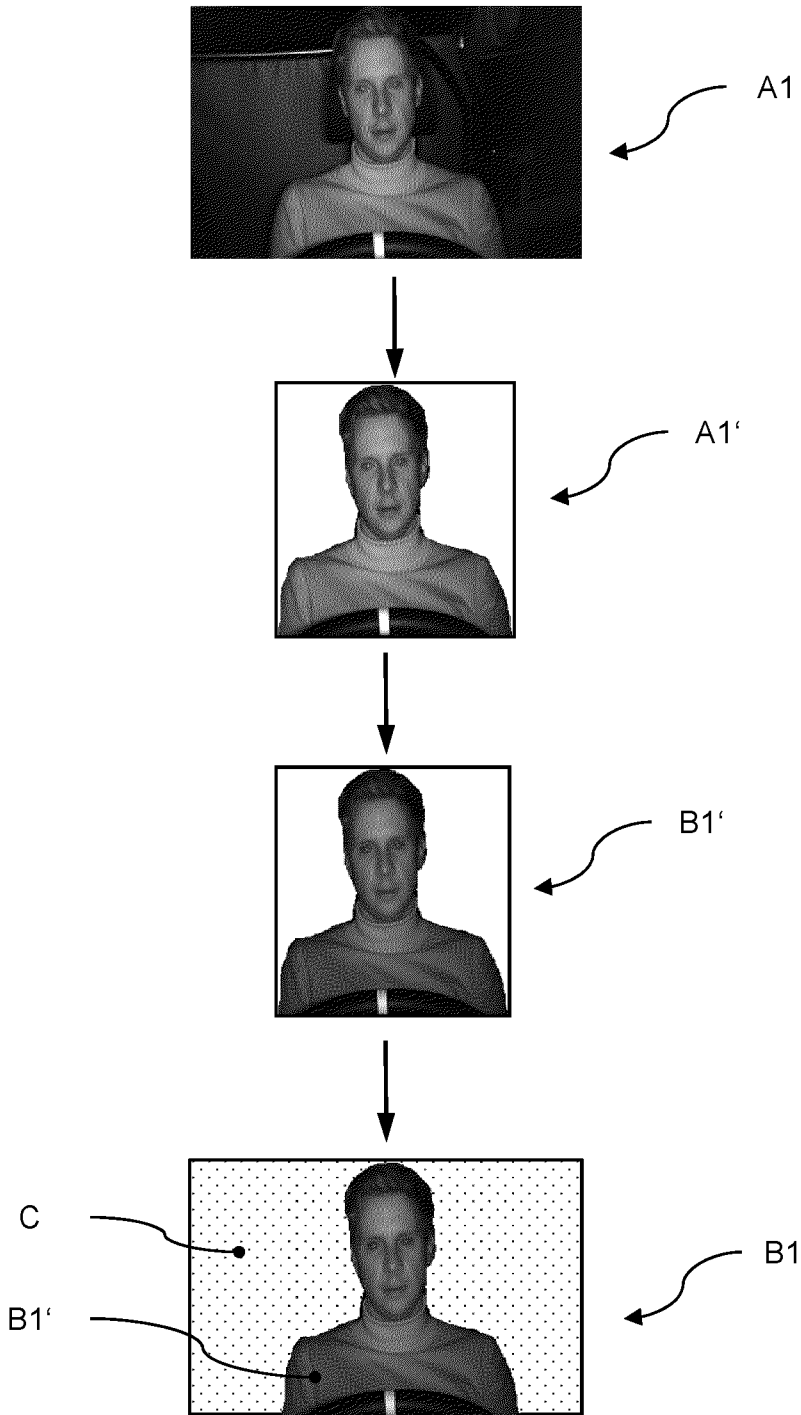


A1

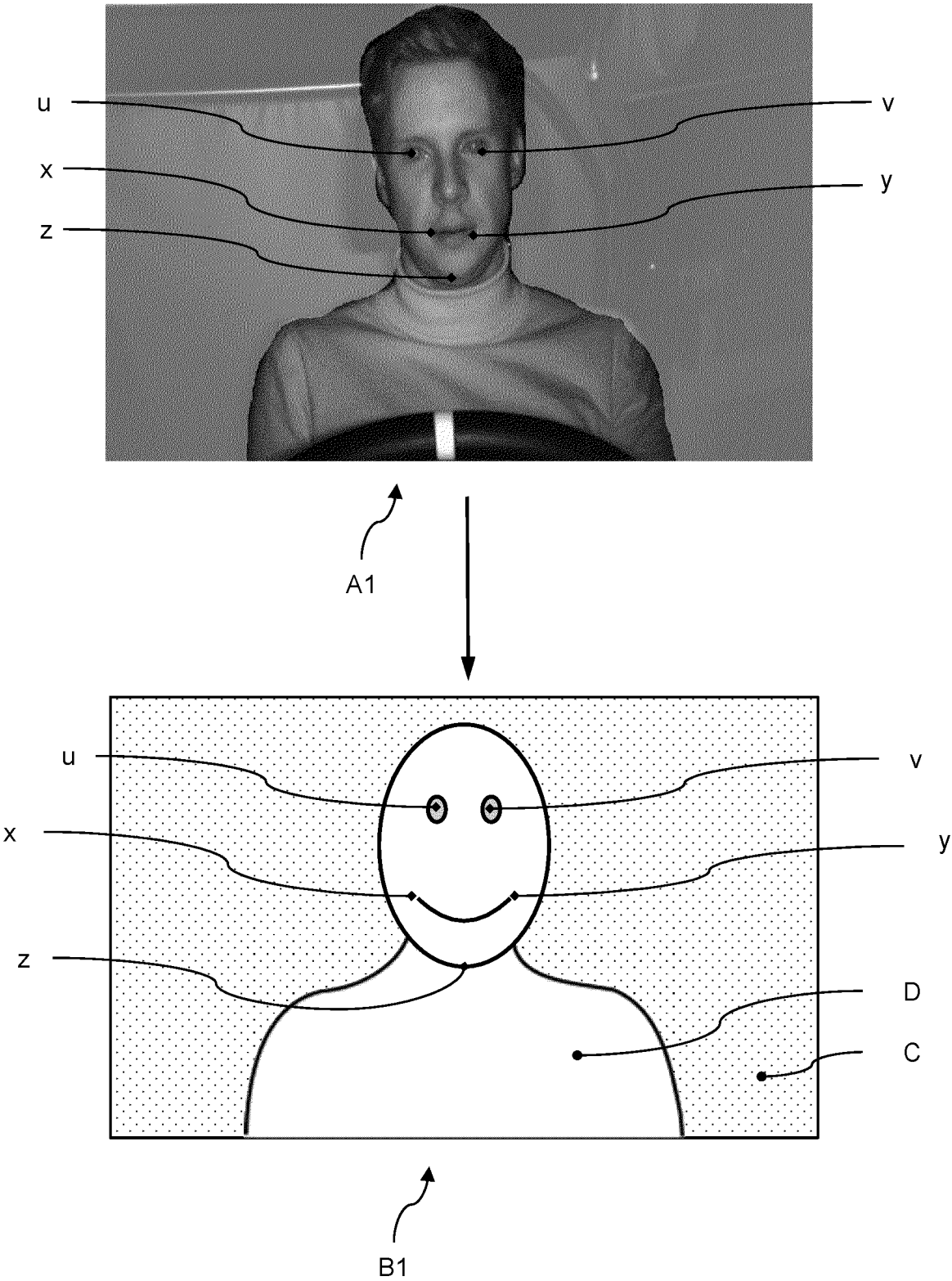


B1

Figur 5



Figur 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/059572

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G06V 20/59 (2022.01)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) G06V 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		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 102018216806 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 02 April 2020 (2020-04-02) paragraph [0001] paragraph [0011] paragraph [0033] - paragraph [0034] paragraph [0039]; figure 4 paragraph [0042]; figure 6	1-19
A	WO 2022075184 A1 (FUJIFILM CORP [JP]) 14 April 2022 (2022-04-14) figure 5	1-19
A	US 2008069403 A1 (BREED DAVID S [US]) 20 March 2008 (2008-03-20) figure 8B	1-19
A	US 2020143184 A1 (NARADIKIAN MARKAR [US]) 07 May 2020 (2020-05-07) figure 1	1-19
☐ 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 07 June 2024		Date of mailing of the international search report 18 June 2024
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands (Kingdom of the) Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Meier, Ueli Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2024/059572

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102018216806	A1	02 April 2020	CN	112740264	A	30 April 2021
				DE	102018216806	A1	02 April 2020
				WO	2020064521	A1	02 April 2020

WO	2022075184	A1	14 April 2022	EP	4227718	A1	16 August 2023
				JP	WO2022075184	A1	14 April 2022
				US	2023244016	A1	03 August 2023
				WO	2022075184	A1	14 April 2022

US	2008069403	A1	20 March 2008	NONE			

US	2020143184	A1	07 May 2020	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G06V20/59 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G06V		
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		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2018 216806 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 2. April 2020 (2020-04-02) Absatz [0001] Absatz [0011] Absatz [0033] - Absatz [0034] Absatz [0039]; Abbildung 4 Absatz [0042]; Abbildung 6 -----	1 - 19
A	WO 2022/075184 A1 (FUJIFILM CORP [JP]) 14. April 2022 (2022-04-14) Abbildung 5 -----	1 - 19
A	US 2008/069403 A1 (BREED DAVID S [US]) 20. März 2008 (2008-03-20) Abbildung 8B -----	1 - 19
A	US 2020/143184 A1 (NARADIKIAN MARKAR [US]) 7. Mai 2020 (2020-05-07) Abbildung 1 -----	1 - 19
☐ 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 7. Juni 2024		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 18/06/2024
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 Meier, Ueli

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2024/059572

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102018216806 A1	02-04-2020	CN 112740264 A	30-04-2021
		DE 102018216806 A1	02-04-2020
		WO 2020064521 A1	02-04-2020

WO 2022075184 A1	14-04-2022	EP 4227718 A1	16-08-2023
		JP WO2022075184 A1	14-04-2022
		US 2023244016 A1	03-08-2023
		WO 2022075184 A1	14-04-2022

US 2008069403 A1	20-03-2008	KEINE	

US 2020143184 A1	07-05-2020	KEINE	
