

(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
03. September 2020 (03.09.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/173983 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G05B 19/418 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/054991

(22) Internationales Anmeldedatum:
26. Februar 2020 (26.02.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 104 822.2
26. Februar 2019 (26.02.2019) DE

(71) Anmelder: **WAGO VERWALTUNGSGESELLSCHAFT MBH** [DE/DE]; Hansastraße 27, 32423 Minden (DE).

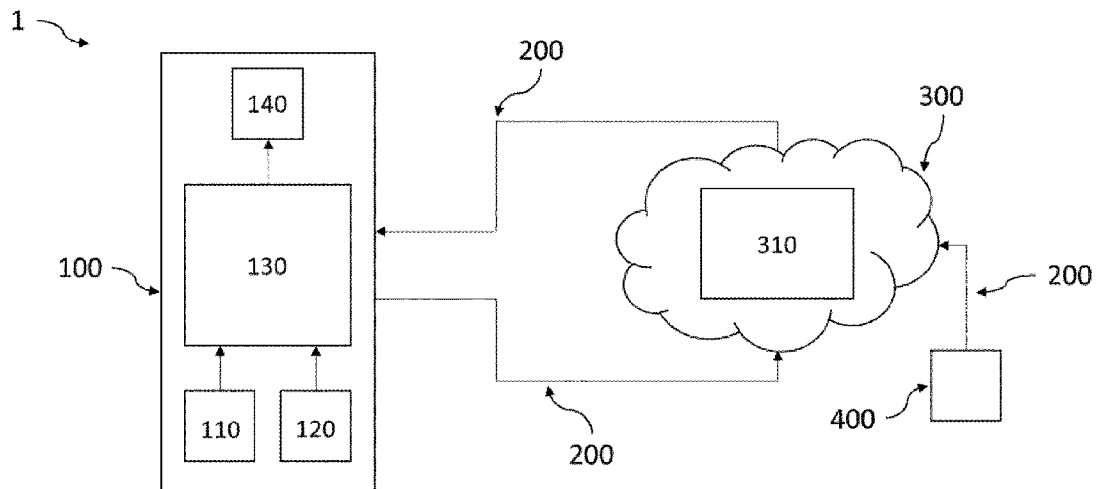
(72) Erfinder: **NEUMANN, Thomas**; Konstanzer Str. 79, 78048 Villingen-Schwenningen (DE). **MARCEK, Daniel**; Heerweg 16, 72401 Haigerloch-Stetten (DE). **WEISS, Florian**; Martin-Blessing-Str. 3, 78120 Furtwangen (DE).

(74) Anwalt: **GRAMM, LINS & PARTNER PATENT- UND RECHTSANWÄLTE PARTGMBB**; Freundallee 13a, 30173 Hannover (DE).

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

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR MONITORING AN INDUSTRIAL PROCESS STEP

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ÜBERWACHEN EINES INDUSTRIELLEN PROZESSSCHRITTES



Figur 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for monitoring an industrial process step of an industrial process by means of a monitoring system, the method comprising the following steps: - providing a machine learning system of the monitoring system, which includes a correlation between digital image data as input data and process states of the industrial process step to be monitored as output data by means of at least one machine-trained decision algorithm; - capturing digital image data by means of at least one image sensor of at least one image-capturing unit of the monitoring system; - determining at least one current process state of the industrial process step by means of the decision algorithm of the machine learning system by generating at least one current process state of the industrial process step as output data of the machine learning system from the captured digital image data as input data of the machine learning

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

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

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- 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)

system, on the basis of the trained decision algorithm; and - monitoring the industrial process step by producing a visual, acoustic and/or haptic output by means of an output unit in accordance with the at least one determined current process state.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Überwachen eines industriellen Prozessschrittes eines Industrieprozesses mittels eines Überwachungssystems, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst: - Bereitstellen eines maschinellen Lernsystems des Überwachungssystems, das mittels mindestens eines maschinell angelegten Entscheidungsalgorithmus eine Korrelation zwischen digitalen Bilddaten als Eingabedaten und Prozesszustände des zu überwachenden industriellen Prozessschrittes als Ausgabedaten enthält; - Aufnehmen von digitalen Bilddaten mittels mindestens eines Bildsensors wenigstens einer Bildaufnahmeeinheit des Überwachungssystems; - Ermitteln mindestens eines aktuellen Prozesszustandes des industriellen Prozessschrittes durch den Entscheidungsalgorithmus des maschinellen Lernsystems, indem basierend auf dem angelegten Entscheidungsalgorithmus aus den aufgenommenen digitalen Bilddaten als Eingabedaten des maschinellen Lernsystems mindestens ein aktueller Prozesszustand des industriellen Prozessschrittes als Ausgabedaten des maschinellen Lernsystems generiert wird; und - Überwachen des industriellen Prozessschrittes durch Erzeugen einer visuellen, akustischen und/oder haptischen Ausgabe mittels einer Ausgabeeinheit in Abhängigkeit von dem mindestens einen ermittelten aktuellen Prozesszustand.

Verfahren und Vorrichtung zum Überwachen eines industriellen Prozessschrittes

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Überwachen eines industriellen Prozessschrittes eines Industrieprozesses mittels eines Überwachungssystems. Die Erfindung betrifft ebenso ein Überwachungssystem hierzu.

- 10 Bei der industriellen Fertigung werden auch heute noch teilweise manuelle Prozessschritte benötigt, die durch eine Person händisch ausgeführt werden müssen. Gerade im Bereich der Qualitätssicherung werden manuelle bzw. händische Prozessschritte, die durch eine Person aktiv ausgeführt werden müssen, benötigt, um das Produkt hinsichtlich seiner vorbestimmten Eigenschaften zu untersuchen und ggf. die
- 15 Untersuchung zu dokumentieren.

- Aber auch bei Teilprozessen in der Fertigung, bei denen noch manuelle bzw. händische Prozessschritte, ausgeführt durch eine Fachkraft, benötigt werden, wäre es wünschenswert, die manuell bzw. händisch ausgeführten Prozessschritte hinsichtlich
- 20 ihrer Korrektheit im Sinne einer Qualitätssicherung zu untersuchen bzw. zu überwachen. Denn Fehler während der manuellen bzw. händischen Abarbeitung der Prozessschritte des gesamten Industrieprozesses können in darauf folgenden automatisierten Teilprozessen zu einem Anlagenstillstand oder einer Beschädigung der Anlage führen, was zusätzliche Wartungs- und Rüstzeiten bedarf. Darüber hinaus werden
- 25 ggf. fehlerhaft durchgeführte Prozessschritte erst am Schluss bei der Qualitätssicherung entdeckt, was zu einer großen Ressourcenverschwendung führt.

Aus der EP 1 183 578 B1 ist eine Vorrichtung bekannt, welche ein Augmented-Reality-System mit einem mobilen Gerät zum kontextabhängigen Einblenden von Montagehinweisen beschreibt.

- 5 Aus der EP 1 157 316 B1 ist ein System und ein Verfahren zur situationsgerechten Unterstützung einer Interaktion mithilfe von Augmented-Reality-Technologien bekannt. Für eine optimierte Unterstützung, insbesondere beim Systemaufbau, bei der Inbetriebsetzung bis hin zu Wartung von automatisierungstechnisch gesteuerten Systemen und Prozessen wird vorgeschlagen, dass eine konkrete Arbeitssituation
10 automatisch erfasst und statistisch analysiert wird.

- Aus der US 2002/0010734 A1 ist ein vernetztes Augmented-Reality-System bekannt, welches aus einer oder mehreren lokalen Stationen oder mehreren lokalen Stationen und einer oder mehreren entfernten Stationen besteht. Die entfernten Stationen können Ressourcen bereitstellen, die in einer lokalen Station nicht verfügbar sind, z.B.
15 Datenbanken, Hochleistungsrechner etc.

- Aus der US 6,463,438 B1 ist ein auf einem neuronalen Netz basierendes Bildererkennungssystem zur Detektion von Krebszellen und Klassifizierung der Gewebezellen
20 als normal oder abnormal bekannt.

- Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein verbessertes Verfahren sowie eine verbesserte Vorrichtung anzugeben, mit dem/der manuelle Prozessschritte eines Industrieprozesses im Hinblick auf die Qualitätssicherung überwacht werden können.
25

Die Aufgabe wird mit dem Verfahren gemäß Anspruch 1 sowie der korrespondierenden Vorrichtung gemäß Anspruch 9 erfindungsgemäß gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen finden sich in den entsprechenden Unteransprüchen.

- 30 Gemäß Anspruch 1 wird ein Verfahren zum Überwachen eines industriellen Prozessschrittes eines Industrieprozesses mittels eines Überwachungssystems vorgeschla-

gen, wobei zunächst ein maschinelles Lernsystem des Überwachungssystems bereitgestellt wird. Das bereitgestellte maschinelle Lernsystem weist mindestens einen maschinell angelernten Entscheidungsalgorithmus auf, der eine Korrelation zwischen digitalen Bilddaten als Eingabedaten und Prozesszuständen des industriellen Prozessschrittes als Ausgabedaten enthält. Das maschinelle Lernsystem stellt somit mit dem mindestens einen Entscheidungsalgorithmus ein System zur Verfügung, bei dem digitale Bilddaten als Eingabedaten hinsichtlich ihrer entsprechenden Prozesszustände so gelernt wurden, dass durch Eingabe von digitalen Bilddaten auf Grundlage des Prinzips der gelernten Verallgemeinerung entsprechende Prozesszustände aus der gelernten Korrelation abgeleitet und ermittelt werden können.

Zur Überwachung des industriellen Prozessschrittes, insbesondere einen durch eine Person manuell bzw. händisch ausgeführten Prozessschritt, werden nun kontinuierlich digitale Bilddaten mittels mindestens eines Bildsensors mindestens einer Bildaufnahmeeinheit aufgenommen. Der digitale Bildsensor kann dabei von der Person am Körper getragen und nimmt somit insbesondere digitale Bilddaten im Blick- bzw. Handhabungsbereich der Person auf. Dabei kann vorgesehen sein, dass mehrere Personen an dem auszuführenden Prozessschritt beteiligt sind, wobei mehrere dieser Personen mit einer Bildaufnahmeeinheit ausgestattet sein können. Denkbar ist aber auch, dass der Blick- und/oder Handhabungsbereich einer oder mehrerer Personen durch mindestens eine stationäre Bildaufnahmeeinheit und den jeweiligen Bildsensoren aufgenommen wird.

Über eine drahtgebundene bzw. drahtlose Verbindung werden diese durch die mindestens eine Bildaufnahmeeinheit aufgenommenen digitalen Bilddaten an das maschinelle Lernsystem mit dem mindestens einen Entscheidungsalgorithmus übermittelt, wobei auf Basis der digitalen Bilddaten als Eingabedaten in den Entscheidungsalgorithmus des maschinellen Lernsystems die hierzu angelernten Prozesszustände als Ausgabedaten ermittelt werden. Auf Basis des ermittelten Prozesszustandes wird nun eine Ausgabeeinheit so angesteuert, dass eine visuelle, akustische und/oder haptische Ausgabe eine Person, beispielsweise an die am Prozess beteiligten Personen, ausgegeben wird.

So ist es beispielsweise denkbar, dass bei einem erkannten Prozesszustand, der einen fehlerhaften Status des Prozessschrittes charakterisiert, eine entsprechende visuelle, akustische und/oder haptische Warnung an die Person ausgegeben wird, um
5 so das Bewusstsein auf den fehlerhaften Prozessablauf zu richten.

Hierdurch wird es möglich, dass bereits während der Entstehung von Prozessfehlern bei der Ausführung von insbesondere manuellen Prozessschritten die Person auf den jeweiligen fehlerhaft durchgeführten Prozessablauf hingewiesen werden kann,
10 so dass sich ein solcher fehlerhafter Prozessablauf im gesamten industriellen Prozess nicht weiter fortpflanzt und so ggf. größeren Schaden anrichten kann. Vielmehr wird es durch die vorliegende Erfindung möglich, Fehler bei der Durchführung von manuellen Prozessschritten bereits während des Entstehens zu erkennen und die betreffende Person darauf hinzuweisen. Es wird darüber hinaus auch möglich, im
15 Bereich der manuellen Qualitätssicherung die für die Qualitätssicherung zuständige Person durch ein automatisches Erkennen von fehlerhaften Bauteilen zu unterstützen und so den Prozessschritt der Qualitätssicherung zu verbessern und effizienter zu gestalten. Außerdem kann mithilfe der vorliegenden Erfindung der manuell durchgeführte Prozessschritt dokumentiert werden, wodurch Dokumentationspflichten bei
20 der Durchführung sicherheitskritischer Prozessschritte nachgekommen werden kann.

Das maschinelle Lernsystem mit dem Entscheidungsalgorithmus kann beispielsweise auf einer Recheneinheit ausgeführt werden, wobei die Recheneinheit zusammen mit den digitalen Bildsensoren in einem mobilen Gerät untergebracht sein kann und von
25 der betreffenden Person mitgeführt wird. Denkbar ist aber auch, dass die digitale Recheneinheit mit dem Entscheidungsalgorithmus Bestandteil einer größeren Datenverarbeitungsanlage ist, mit der die Bildaufnahmeeinrichtung bzw. die digitalen Bildsensoren drahtlos oder drahtgebunden verbunden sind. Selbstverständlich ist auch eine Mischform beider Varianten, d.h. sowohl eine zentrale als auch eine de-
30 zentrale Bereitstellung des Entscheidungsalgorithmus denkbar.

In einer Ausführungsform ist der Entscheidungsalgorithmus des maschinellen Lernsystems ein künstliches neuronales Netz, welches als entsprechende Eingabedaten die digitalen Bilddaten (im bearbeiteten Zustand oder in einem unbearbeiteten Zustand) über die entsprechenden Eingabeneuronen erhält und eine Ausgabe durch
5 entsprechende Ausgabeneuronen des künstlichen neuronalen Netzes generiert, wobei die Ausgabe einen Prozesszustand des industriellen Teilprozesses charakterisiert. Aufgrund der Fähigkeit, in einem Trainingsverfahren das künstliche neuronale Netz mit seinen gewichteten Verbindungen so anzulernen, dass es die Lerndaten verallgemeinern kann, können die aktuell aufgenommenen Bilddaten als Eingabedaten
10 dem künstlichen neuronalen Netz bereitgestellt werden, so dass es basierend auf dem Gelernten den aufgenommenen Bilddaten einen entsprechenden Prozesszustand zuordnen kann.

In einer Ausführungsform werden die digitalen Bilddaten durch mindestens ein mobiles Gerät aufgenommen, wobei das mobile Gerät von einer an dem industriellen Prozessschritt beteiligten Person mitgeführt wird und wobei an dem mobilen Gerät der
15 oder die digitalen Bildsensoren angeordnet sind. Die von dem mobilen Gerät aufgenommenen Bilddaten werden dann an das maschinelle Lernsystem mit dem mindestens einen Entscheidungsalgorithmus übertragen.

20

Ein solches mobiles Gerät kann bspw. eine von einer Person tragbare Brillenkonstruktion beinhalten oder sein, wobei an der tragbaren Brillenkonstruktion der mindestens eine Bildsensor angeordnet ist. Mittels der von der Person getragenen Brillenkonstruktion werden nun die Bilddaten aufgenommen und an das maschinelle
25 Lernsystem mit dem Entscheidungsalgorithmus übertragen. Die digitalen Bildsensoren sind dabei so an der Brillenkonstruktion angeordnet, dass sie den Blickbereich der Person aufnehmen, wenn die Brillenkonstruktion als Brille von der Person getragen wird. Da in der Regel der Kopf in Blickrichtung ausgerichtet wird, wird so auch bevorzugt der Handlungsbereich bzw. -abschnitt der Person aufgezeichnet, wenn sie
30 in die jeweilige Richtung schaut. Solche mobilen Geräte mit Brillenkonstruktion können bspw. VR-Brillen (Virtual-Reality) oder AR-Brillen (Augmented-Reality) sein.

Die Brillenkonstruktion kann dabei mit der vorstehend beschriebenen Recheneinheit verbunden sein oder eine solche Recheneinheit aufweisen. Dabei ist es denkbar, dass die Brillenkonstruktion ein Kommunikationsmodul hat, um mit der Recheneinheit zu kommunizieren, wenn die Recheneinheit mit der Wissensdatenbank des maschinellen Lernsystems an einem entfernten Ort angeordnet ist. Ein solches Kommunikationsmodul kann beispielsweise drahtlos oder drahtgebunden sein und entsprechende Kommunikationsstandards wie Bluetooth, Ethernet, WLAN und ähnliches adressieren. Mit Hilfe des Kommunikationsmoduls können dabei die Bilddaten und/oder der aktuelle Prozesszustand, der mit Hilfe eines Entscheidungsalgorithmus erkannt wurde, übertragen werden.

Dabei kann die Ausgabeeinheit zur visuellen, akustischen und/oder haptischen Ausgabe an der Brillenkonstruktion so angeordnet sein, dass die Ausgabeeinheit eine entsprechende, visuelle, akustische und/oder haptische Ausgabe an die Person erzeugen kann. Bei einem entsprechenden Augmented-Reality-System mit Brille ist es denkbar, dass in dem Sichtbereich der Person ein entsprechender Hinweis visueller Art projiziert wird, um den aus dem maschinellen Lernsystem ermittelten Prozesszustand als eine entsprechende Ausgabe an die Person zu übermitteln. Ist beispielsweise die Position der Brillenkonstruktion im Raum bekannt sowie deren Ausrichtung, so kann zusätzlich zu der reinen visuellen Ausgabe auch eine ortstreue Ausgabe erfolgen, d.h. die Umgebung der Person, die durch die Augen der Person wahrgenommen werden kann, wird durch entsprechende Hinweise virtuell derart erweitert, dass sich diese Hinweise direkt an dem jeweiligen Objekt in der Umgebung der Person befinden.

Denkbar ist auch eine akustische Ausgabe in Form von Sprachausgaben, Tönen oder anderen akustischen Hinweisen. Auch eine haptische Ausgabe ist denkbar, beispielsweise in Form einer Vibration oder ähnlichem.

Bei den digitalen Bildsensoren kann es sich beispielsweise um 2D-Bildsensoren zur Aufnahme von 2D-Bilddaten handeln. In diesem Fall reicht in der Regel ein digitaler Bildsensor aus. Denkbar ist aber auch, dass die digitalen Bildsensoren 3D-

Bildsensoren zur Aufnahme von digitalen 3D-Bilddaten sind. Denkbar ist auch eine entsprechende Kombination von 2D- und 3D-Bilddaten. Diese 2D-Bildinformationen bzw. 3D-Bildinformationen werden dann entsprechend dem mindestens einen Entscheidungsalgorithmus des maschinellen Lernsystems als Eingabedaten bereitgestellt, um die Prozesszustände als Ausgabedaten zu erhalten. Durch die 3D-Bilddaten, oder auch in Kombination mit 2D und 3D Bilddaten, wird eine wesentlich höhere Aussagegenauigkeit erreicht. So können in Abhängigkeit von 3D Bilddaten oder Kombinationen von 2D und 3D Bilddaten entsprechende (zusätzliche) Parameter physischer Objekte erfasst werden, wie bspw. die Größe und das Verhältnis, und bei der Ermittlung des aktuellen Prozesszustandes mit berücksichtigt werden. Darüber hinaus können mittels 3D Bilddaten im Kontext der Erfindung zusätzliche Tiefeninformationen ermittelt werden und bei der Ermittlung des aktuellen Prozesszustandes mit berücksichtigt werden.

Mittels der 3D Bilddaten können darüber hinaus insbesondere Objekte gescannt, vermessen und/oder die Distanz zu ihnen gemessen werden und bei der Ermittlung des aktuellen Prozesszustandes mit berücksichtigt werden. Dies verbessert das Verfahren, da weitere Informationen, zum Beispiel für das Erkennen von fehlerhaften Bauteilen, erfasst und ausgewertet werden und so den Prozessschritt der Qualitätssicherung verbessern.

Bei den 3D Bildsensoren kann es sich bspw. um eine sogenannte Time-of-Flight Kamera handeln. Es gibt aber auch andere, bekannte Bildsensoren, die im Kontext der vorliegenden Erfindung Anwendung finden kann.

Darüber hinaus ist es denkbar, dass die aus den 3D Bilddaten ermittelten Parameter, wie bspw. Größe, Verhältnis, Distanz, etc, die sich aus den 3D Bilddaten direkt oder indirekt ableiten lassen, zumindest teilweise mit gelernt wurde. Somit enthält der Entscheidungsalgorithmus nicht nur eine Korrelation zwischen Bilddaten und Prozesszustand, sondern zusätzlich in einer vorteilhaften Ausgestaltung auch noch eine Korrelation zwischen Prozessparametern, abgeleitet aus den 3D Bilddaten oder einer

Kombinationen von 2D und 3D Bilddaten, und Prozesszustand. Hierdurch kann die Erkennungsgenauigkeit verbessert werden.

Als mobile Geräte mit Bildsensoren sind aber auch Telefone, wie bspw. Smartphones, oder Tablets denkbar. Die mobilen Geräte können dabei neben einer Bildaufnahmeeinheit auch eine Ausgabeeinheit beinhalten, so dass die jeweilige das mobile Gerät tragende Person auch durch das mobile Geräte eine entsprechende Ausgabe der Ausgabeeinheit wahrnehmen kann.

- 10 Das Überwachungssystem kann dabei so eingerichtet sein, dass in einem Trainingsmodus der mindestens eine Entscheidungsalgorithmus des maschinellen Lernsystems durch die aufgenommenen digitalen Bilddaten gelernt wird. Dabei ist es denkbar, dass zunächst der Entscheidungsalgorithmus des maschinellen Lernsystems im Trainingsmodus angelernt und dann ausschließlich in einem Produktivmodus betrieben wird. Denkbar ist aber auch eine Kombination von Trainingsmodus und Produktivmodus, so dass nicht nur kontinuierlich die Prozesszustände als Ausgabedaten aus dem Entscheidungsalgorithmus des maschinellen Lernsystems ermittelt werden, sondern fortwährend auch der Entscheidungsalgorithmus (und die darin gespeicherte Wissensbasis) weiter gelernt wird (beispielsweise in Form eines offenen Lernverfahrens). Hierdurch wird es möglich, den Entscheidungsalgorithmus ständig weiterzuentwickeln, um so das Ausgabeverhalten zu verbessern.

- Hierbei ist es denkbar, dass der Entscheidungsalgorithmus des maschinellen Lernverfahrens in einer ersten möglichen Alternative auf der Recheneinheit als eine Instanz läuft, so dass Produktivmodus und ggf. Trainingsmodus auf ein und derselben Wissensbasis bzw. mit ein und demselben Entscheidungsalgorithmus ausgeführt werden. Denkbar ist in einer weiteren Alternative aber auch, dass der mindestens eine Entscheidungsalgorithmus auf zwei getrennten Recheneinheiten abläuft bzw. in der Recheneinheit als mindestens zwei Instanzen vorliegt, wobei der Produktivmodus einer ersten Instanz des Entscheidungsalgorithmus ausgeführt wird, während gleichzeitig der Trainingsmodus auf einer zweiten Instanz ausgeführt wird. Somit verbleibt im Produktivmodus der Entscheidungsalgorithmus unverändert, während die

zweite Instanz des Entscheidungsalgorithmus fortwährend weiterentwickelt wird. Die zweite Alternative ist besonders dann von Vorteil, wenn das maschinelle Lernsystem mit dem Entscheidungsalgorithmus auf einer mobilen Recheneinheit ausgeführt wird. Da hier in der Regel die Rechenkapazität für einen komplexen Trainingsmodus nicht zur Verfügung steht, kann bei den mobilen Recheneinheiten nur der Produktivmodus ausgeführt werden, während auf einer entfernt angeordneten zweiten Recheneinheit (beispielsweise eine Serveranlage) eine weitere Wissensdatenbank kontinuierlich ge-
lernt wird.

- 5
10
15
- Demzufolge ist es vorteilhaft, wenn in einem Trainingsmodus durch ein Trainingsmodul des maschinellen Lernsystems ein oder mehrere Parameter des Entscheidungsalgorithmus basierend auf den aufgenommenen digitalen Bilddaten gelernt werden und/oder wenn in einem Produktivmodus durch den Entscheidungsalgorithmus des maschinellen Lernsystems der mindestens eine aktuelle Prozesszustand des industriellen Prozessschrittes ermittelt wird.

- 20
25
- In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform wird der mindestens eine aktuelle Prozesszustand des industriellen Prozessschrittes durch den auf mindestens einem mobilen Gerät ausgeführten Entscheidungsalgorithmus ermittelt, wobei das mobile Gerät von einer an dem industriellen Prozessschritt beteiligten Person mitgeführt wird. Hierbei ist es denkbar, dass auch eine Vielzahl von mobilen Geräten vorhanden ist, auf denen jeweils ein entsprechender Entscheidungsalgorithmus des maschinellen Lernsystems ausgeführt wird, so dass an jedem mobilen Gerät ein entsprechend aktueller Prozesszustand mithilfe des ausgeführten Entscheidungsalgorithmus ermittelbar wird.

- 30
- Hierbei ist es denkbar, wenn die aufgenommenen digitalen Bilddaten an eine in einem Netzwerk erreichbare Datenverarbeitungsanlage übertragen werden, wobei durch ein auf der Datenverarbeitungsanlage ausgeführtes Trainingsmodul des maschinellen Lernsystems ein oder mehrere Parameter des Entscheidungsalgorithmus basierend auf den aufgenommenen digitalen Bilddaten gelernt werden und anschlie-

ßend die Parameter des Entscheidungsalgorithmus von der Datenverarbeitungsanlage an das von der Person mitgeführte mobile Gerät übertragen und dem Entscheidungsalgorithmus zugrunde gelegt werden.

5 Hierdurch wird es möglich, fortwährend den Entscheidungsalgorithmus mit den aufgenommenen digitalen Bilddaten zu trainieren und in regelmäßigen Abständen dann die Parameter des angelernten Entscheidungsalgorithmus an das jeweilige mobile Gerät zu übertragen, um so die Basis bzw. die Wissensbasis für den Entscheidungsalgorithmus fortwährend zu verbessern. Aufgrund der Tatsache, dass die mobilen
10 Geräte nicht die notwendige Rechenkapazität aufweisen, um die Parameter des Entscheidungsalgorithmus basierend auf neu aufgenommenen Bilddaten zu trainieren, ist es vorteilhaft, den Produktivmodus und den Trainingsmodus hardwareseitig auf verschiedenen Geräten auszuführen. Zum Trainieren eines solchen Entscheidungsalgorithmus eignen sich dabei große Serveranlagen besonders gut.

15

Alternativ oder zusätzlich ist es aber auch denkbar, dass die aufgenommenen digitalen Bilddaten an eine in einem Netzwerk erreichbare Datenverarbeitungsanlage übertragen werden, wobei der mindestens eine aktuelle Prozesszustand des industriellen Prozessschrittes durch den auf der Datenverarbeitungsanlage ausgeführten
20 Entscheidungsalgorithmus ermittelt wird, wobei anschließend in Abhängigkeit von dem ermittelten aktuellen Prozesszustand des industriellen Prozessschrittes die Ausgabeeinheit zum Erzeugen der visuellen, akustischen und/oder haptischen Ausgabe durch die Datenverarbeitungsanlage angesteuert wird. Dabei kann vorgesehen sein, dass durch ein auf der Datenverarbeitungsanlage ausgeführte Trainingsmodul des
25 maschinellen Lernsystems ein oder mehrere Parameter des Entscheidungsalgorithmus basierend auf den aufgenommenen digitalen Bilddaten gelernt werden. Die Ansteuerung der Ausgabeeinheit kann dabei unmittelbar durch die Datenverarbeitungsanlage erfolgen oder mittelbar durch Zwischenschaltung des oder der mobilen Geräte.

30

In dieser Ausführungsform wird somit der Produktivmodus als auch ggf. der Trainingsmodus auf der im Netzwerk erreichbaren Datenverarbeitungsanlage ausgeführt,

so dass von den mobilen Geräten lediglich die Bilddaten der Bildsensoren übertragen werden und, sofern die Ausgabeeinheit an den mobilen Geräten angeordnet ist, das Ergebnis des aktuellen Prozesszustandes zurück an die mobilen Geräte übertragen werden.

5

Dabei ist es denkbar, dass für jedes mobile Gerät auf der Datenverarbeitungsanlage ein eigener Entscheidungsalgorithmus vorliegt, der im Trainingsmodus gelernt wird. Die Datenverarbeitungsanlage kann dann so eingerichtet sein, dass sie zur Verbesserung des Ergebnisses die Entscheidungsalgorithmen miteinander kombiniert, um diese so weiter zu optimieren. Denkbar ist allerdings auch, dass für eine Vielzahl von mobilen Geräten auf der Datenverarbeitungsanlage nur ein einziger Entscheidungsalgorithmus vorliegt, der durch die Eingaben vieler verschiedener mobiler Geräte im Trainingsmodus trainiert wird.

10

15

Sind mehrere Entscheidungsalgorithmen auf der Datenverarbeitungsanlage vorhanden, so ist es auch denkbar, wenn diese unabhängig voneinander angelern werden und dann der am besten angelernete Entscheidungsalgorithmus anschließend ausgewählt wird. Die Auswahl kann dabei anhand unterschiedlicher Kriterien erfolgen, wie beispielsweise Erkennungsgüte, Einfachheit der Wissensstruktur etc.

20

In diesem Zusammenhang ist daher besonders vorteilhaft, wenn ein Entscheidungsalgorithmus, bspw. vorhanden auf der Datenverarbeitungsanlage, aus mehreren, unabhängig voneinander angelernen Entscheidungsalgorithmen in Abhängigkeit von einem Auswahlkriterium und/oder einem Optimierungskriterium ausgewählt wird. Ein solches Auswahlkriterium und/oder Optimierungskriterium kann dabei bspw. die Erkennungsgüte, die Einfachheit, die Wissensstruktur, Eigenschaften des mobilen Gerätes, auf dem der Entscheidungsalgorithmus ausgeführt wird, etc.

25

30

Der ausgewählte Entscheidungsalgorithmus wird dann für die Ermittlung des aktuellen Prozesszustandes verwendet. Dies kann bspw. dadurch geschehen, dass die Bilddaten an die Datenverarbeitungseinheit übertragen und dort dem ausgewählten

Entscheidungsalgorithmus als Eingabedaten zugrunde gelegt werden. Dies kann allerdings auch dadurch geschehen, dass der Entscheidungsalgorithmus auf das betreffende mobile Gerät übertragen wird und dort Anwendung findet.

- 5 Hierdurch kann eine effiziente Auswahl eines Entscheidungsalgorithmus erreicht werden, welcher optimal an die vorliegende Situation angepasst ist. So kann der Entscheidungsalgorithmus bspw. so ausgewählt werden, dass er optimal an das mobile Gerät angepasst ist. Handelt es sich bspw. bei dem mobilen Gerät um ein ressourcenbeschränktes oder ressourcenschwaches Gerät (verminderte Leistungsfähigkeit gegenüber anderen mobilen Geräten), so kann ein Entscheidungsalgorithmus ausgewählt werden, welcher an die bei dem mobilen Gerät vorherrschenden Ressourcenbedingungen optimal angepasst ist. Dies könnte bspw. bedeuten, dass der Entscheidungsalgorithmus weniger rechenintensiv ist und somit auf dem mobilen Gerät optimal ausgeführt werden kann (allerdings dafür ggf. eine verringerte Genauigkeit oder
- 10 Schnelligkeit oder Effizienz hat). Dies kann bspw. durch eine vereinfachte Wissensstruktur des Entscheidungsalgorithmus erreicht werden. Dies gilt selbstverständlich auch für das Überwachungssystem.
- 15

Denkbar ist aber auch, dass der Produktivmodus auf den mobilen Geräten ausgeführt wird und somit jedes mobile Gerät einen Entscheidungsalgorithmus hat, das dann von der Datenverarbeitungsanlage und den dort trainierten Entscheidungsalgorithmen die Parameter eines dort vorhandenen Entscheidungsalgorithmus an alle (oder eine Auswahl davon) mobilen Endgeräte übertragen wird, um so verschiedene angelernte Entscheidungsalgorithmen auf den mobilen Geräten zu kombinieren.

20

25

Die Aufgabe wird im Übrigen auch mit dem Überwachungssystem gemäß Anspruch 9 erfindungsgemäß gelöst, wobei das Überwachungssystem Folgendes aufweist:

- mindestens eine Bildaufnahmeeinheit, die mindestens einen digitalen Bildsensor zum Aufnehmen von digitalen Bilddaten aufweist;
 - ein maschinelles Lernsystem mit mindestens einem maschinell angelernten Entscheidungsalgorithmus, der eine Korrelation zwischen digitalen Bilddaten
- 30

als Eingabedaten des maschinellen Lernsystems und Prozesszustände des zu überwachenden industriellen Prozessschrittes als Ausgabedaten des maschinellen Lernsystems enthält;

- 5 - mindestens eine Recheneinheit zum Ermitteln mindestens eines aktuellen Prozesszustandes des industriellen Prozessschrittes mittels des auf der Recheneinheit ausführbaren Entscheidungsalgorithmus, indem basierend auf dem angelernten Entscheidungsalgorithmus aus den aufgenommenen digitalen Bilddaten als Eingabedaten des maschinellen Lernsystems mindestens ein aktueller Prozesszustand des industriellen Prozessschrittes als
10 Ausgabedaten des maschinellen Lernsystems generiert wird; und
- eine Ausgabeeinheit, die zum Erzeugen einer visuellen, akustischen und/oder haptischen Ausgabe an eine Person in Abhängigkeit von dem mindestens einen ermittelten aktuellen Prozesszustand eingerichtet ist.

- 15 Vorteilhafte Ausgestaltungen des Überwachungssystems finden sich in den entsprechenden Unteransprüchen.

So kann vorgesehen sein, dass das maschinelle Lernsystem ein künstliches neuronales Netz als Entscheidungsalgorithmus ist bzw. enthält.

20

- Des Weiteren kann vorgesehen sein, dass das Überwachungssystem mindestens ein mobiles Gerät hat, das zum Mitführen durch die mindestens eine Person ausgebildet ist und an dem der mindestens eine digitale Bildsensor der Bildaufnahmeeinheit derart angeordnet ist, dass die digitalen Bilddaten aufnehmbar sind, wobei das
25 mobile Gerät eingerichtet ist, die aufgenommenen digitalen Bilddaten an das maschinelle Lernsystem zu übertragen.

- Des Weiteren kann vorgesehen sein, dass das Überwachungssystem einen Trainingsmodus hat, bei dem durch ein Trainingsmodul des maschinellen Lernsystems
30 ein oder mehrere Parameter des Entscheidungsalgorithmus basierend auf den aufgenommenen digitalen Bilddaten gelernt werden und/oder das Überwachungssystem

einen Produktivmodus hat, bei dem durch den Entscheidungsalgorithmus des maschinellen Lernsystems der mindestens eine aktuelle Prozesszustand des industriellen Prozessschrittes ermittelt wird.

- 5 Des Weiteren kann vorgesehen sein, dass das Überwachungssystem ein mobiles Gerät mit einer Recheneinheit hat, welches von einer an dem industriellen Prozessschritt beteiligten Person mitführbar ist, wobei das mobile Gerät eingerichtet ist, den mindestens einen aktuellen Prozesszustand des industriellen Prozessschrittes durch den auf der Recheneinheit ausgeführten Entscheidungsalgorithmus zu ermitteln.

10

- Des Weiteren kann vorgesehen sein, dass das Überwachungssystem eine in einem Netzwerk erreichbare Datenverarbeitungsanlage hat, die eingerichtet ist, die von der Bildaufnahmeeinheit aufgenommenen digitalen Bilddaten zu empfangen, durch ein auf der Datenverarbeitungsanlage ausgeführtes Trainingsmodul des maschinellen
- 15 Lernsystems ein oder mehrere Parameter des Entscheidungsalgorithmus basierend auf den empfangenen digitalen Bilddaten zu lernen und anschließend die Parameter des Entscheidungsalgorithmus von der Datenverarbeitungsanlage an das von der Person mitgeführte mobile Gerät zu übertragen.

- 20 Des Weiteren kann vorgesehen sein, dass das Überwachungssystem eine in einem Netzwerk erreichbare Datenverarbeitungsanlage hat, die eingerichtet ist, die von der Bildaufnahmeeinheit aufgenommenen digitalen Bilddaten zu empfangen, mindestens einen aktuellen Prozesszustand des industriellen Prozessschrittes durch den auf der Datenverarbeitungsanlage ausgeführten Entscheidungsalgorithmus zu ermitteln und
- 25 in Abhängigkeit von dem ermittelten aktuellen Prozesszustand des industriellen Prozessschrittes die Ausgabeeinheit zum Erzeugen der visuellen, akustischen und/oder haptischen Ausgabe anzusteuern.

- Hierbei kann vorgesehen sein, dass die Datenverarbeitungsanlage weiterhin eingerichtet ist, ein durch ein auf der Datenverarbeitungsanlage ausgeführtes Trainings-
- 30

modul des maschinellen Lernsystems ein oder mehrere Parameter des Entscheidungsalgorithmus basierend auf den empfangenen digitalen Bilddaten zu lernen und dem Entscheidungsalgorithmus zugrunde zu legen.

- 5 Dabei kann grundsätzlich immer vorgesehen sein, dass mehr als ein Entscheidungsalgorithmus vorhanden ist, insbesondere ein Entscheidungsalgorithmus für den Trainingsmodus bzw. das Trainingsmodul und ein Entscheidungsalgorithmus für den Produktivmodus bzw. das Produktivmodul. Dabei kann für jedes mobile Endgerät sowohl im Trainingsmodus als auch im Produktivmodus jeweils ein eigener Entscheidungsalgorithmus vorhanden sein. Denkbar ist aber auch, dass für eine bestimmte
- 10 Gruppe von mobilen Geräten ein eigener Entscheidungsalgorithmus existiert, der durch die Gruppe von mobilen Geräten gemeinsam im Trainingsmodus gelernt wird. Ein so für eine Gruppe von mobilen Geräten trainierter Entscheidungsalgorithmus wird dann durch seine Parameter auch nur an die in der Gruppe befindlichen mobilen
- 15 Geräte übertragen.

Die Erfindung wird anhand der beigefügten Figuren beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 - Schematische Darstellung des Überwachungssystems;
- 5 Figur 2 - Schematische Darstellung des mobilen Gerätes;
- Figur 3 - Schematische Darstellung einer Datenverarbeitungsanlage.

Figur 1 zeigt schematisch in einer sehr stark vereinfachten Darstellung die einzelnen Komponenten des Überwachungssystems 1, mit dem ein nicht dargestellter manueller industrieller Prozessschritt eines Industrieprozesses überwacht werden soll. Das Überwachungssystem 1 weist im Ausführungsbeispiel der Figur 1 ein Augmented-Reality-System 100 auf, das in Form eines mobilen Gerätes wenigstens zwei Bildsensoren 110 und 120 hat. Der erste Bildsensor 110 ist dabei ein 2D-Bildsensor zum Aufnehmen von 2D-Bilddaten, während der zweite Bildsensor 120 ein 3D-Bildsensor zur Aufnahme von digitalen 3D-Bilddaten ist.

Die von den Bildsensoren 110 und 120 aufgenommenen digitalen Bilddaten werden dann einer ersten Recheneinheit 130 zur Verfügung gestellt, die dann basierend auf ihren Berechnungen eine Ausgabeeinheit 140 des Augmented-Reality-Systems 100 ansteuert. Die Ausgabeeinheit 140 ist dabei zur visuellen, akustischen und/oder haptischen Ausgabe an eine Person ausgebildet.

Sowohl die Bildsensoren 110 bzw. 120 als auch die Ausgabeeinheit 140 müssen nicht zwangsläufig integraler Bestandteil eines mobilen Gerätes sein. Denkbar ist auch, dass es sich hierbei um verteilte Komponenten handelt, die lediglich durch das mobile Gerät mit der Recheneinheit 130 verknüpft wird. Denkbar und bevorzugt ist jedoch eine integrale Lösung, bei der das mobile Gerät, beispielsweise eine AR-Brille oder VR-Brille sowohl die Bildsensoren 110 bzw. 120 und die Ausgabeeinheit 140 enthält.

So ist es vorteilhaft, wenn die Bildsensoren 110 bzw. 120 an sich sowie die Ausgabereinheit 140 Bestandteil einer Brillenkonstruktion sind, die durch eine betreffende Person in Art einer Brille getragen wird. Die erste Recheneinheit 130 kann dabei ebenfalls Bestandteil der Brille sein, wodurch eine sehr kompakte Konstruktion möglich wird. Denkbar ist aber auch, dass die Recheneinheit 130 in Form eines mobilen Gerätes am Körper der betreffenden Person getragen wird und dabei drahtgebunden und/oder drahtlos mit der Brille in Verbindung steht.

Das Überwachungssystem 1 weist des Weiteren eine Datenverarbeitungsanlage 300 auf, die über ein Netzwerk 200 mit dem mobilen Gerät 100 bzw. dem Augmented-Reality-System 100 in Verbindung steht. Die Datenverarbeitungsanlage 300 weist dabei eine zweite Recheneinheit 310 auf, die in Verbindung mit der Ermittlung des aktuellen Prozesszustandes entsprechend eingerichtet ist. So kann die zweite Recheneinheit 310 der Datenverarbeitungsanlage 300 beispielsweise ein Trainingsmodul ausführen, mit dem ein Entscheidungsalgorithmus trainiert wird. Denkbar ist auch, dass die zweite Recheneinheit 310 ein Produktivmodul ausführt, mit dem der aktuelle Prozesszustand basierend auf einem Entscheidungsalgorithmus ermittelt wird.

Über das Netzwerk 200 ist des Weiteren eine Konfigurationseinheit 400 an die Datenverarbeitungsanlage 300 erreichbar, die insbesondere Informationen bezüglich der Klassifizierung der Bilder enthalten kann. Dies ist beispielsweise dann sinnvoll, wenn die aufgenommenen Bilddaten, seien es nun 2D-Bilddaten oder 3D-Bilddaten, zuvor analysiert und ggf. klassifiziert wurden.

Figur 2 zeigt schematisch das Augmented-Reality-System 100 mit der ersten Recheneinheit 130 und die in den verschiedenen Ausgestaltungen übertragenen Daten. Zunächst erhält die erste Recheneinheit 130 von dem 2D-Bildsensor 110 die 2D-Bilddaten D110. Des Weiteren erhält die erste Recheneinheit 130 von dem 3D-Bildsensor die 3D-Bilddaten D120. Selbstverständlich ist denkbar, dass auch entweder nur die 2D-Bilddaten D110 oder die 3D-Bilddaten D120 der ersten Recheneinheit 130 bereitgestellt werden.

In einer ersten Ausführungsform werden die Bilddaten D110 und/oder die Bilddaten D120 dem ersten Entscheidungsmodul 131 der ersten Recheneinheit 130 des Augmented-Reality-Systems 100 bereitgestellt, wobei das erste Entscheidungsmodul

5 zum Ausführen eines Entscheidungsalgorithmus, beispielsweise in Form eines neuronalen Netzes, ausgebildet ist. Der Entscheidungsalgorithmus des ersten Entscheidungsmoduls 130 ist dabei Bestandteil eines maschinellen Lernsystems und enthält eine Korrelation zwischen digitalen Bilddaten als Eingabedaten einerseits und Prozesszustände des zu überwachenden industriellen Prozessschrittes als Ausgabedaten

10 andererseits. Der Entscheidungsalgorithmus des ersten Entscheidungsmoduls 131 wird nun mit den Bilddaten D110 und/oder D120 als Eingabedaten gefüttert und ermittelt dann den aktuellen Prozesszustand D131 als Ausgabedaten. Bei dem aktuellen Prozesszustand D131 handelt es sich um lokal erzeugte Entscheidungsdaten, die durch den auf der ersten Recheneinheit ausgeführten Entscheidungsalgorithmus

15 mithilfe des ersten Entscheidungsmoduls 131 generiert wurden. Dieser so ermittelte aktuelle Prozesszustand D131 wird dann über eine Schnittstelle der ersten Recheneinheit 130 an die Ausgabeeinheit 140 übertragen, wo dann eine entsprechende akustische, visuelle und/oder haptische Ausgabe erfolgen kann. Dabei kann die Ausgabeeinheit 140 so ausgebildet sein, dass sie direkt anhand des ermittelten aktuellen

20 Prozesszustandes D131 eine entsprechende Ausgabe generiert. Denkbar ist allerdings auch, dass basierend auf dem aktuellen Prozesszustand D131 eine entsprechende Ansteuerung einer ohne weitere Intelligenz vorhandenen Ausgabeeinheit 140 erfolgt.

25 In dieser Ausführungsform arbeitet das Augmented-Reality-System 100 hinsichtlich des Produktivmodus autark von einem möglicherweise vorhandenen Serversystem, wobei der Entscheidungsalgorithmus trainiert oder untrainiert bleiben kann. Dabei ist denkbar, dass durch das erste Entscheidungsmodul auch ein Trainingsmodus durchgeführt wird, um den in dem ersten Entscheidungsmodul vorhandenen Entscheidungsalgorithmus weiter zu trainieren. Trainingsmodus und Produktivmodus werden

30 somit durch die erste Recheneinheit 130 gemeinsam ausgeführt.

In einer weiteren Ausführungsform ist es aber denkbar, dass die Bilddaten D110 und D120 an die bereits aus Figur 1 bekannte Datenverarbeitungsanlage 300 und die dort vorhandene zweite Recheneinheit 310 über das Netzwerk 200 übertragen werden. Je nachdem welche Funktionalität die Datenverarbeitungsanlage 300 realisiert, können als Ergebnis der ersten Recheneinheit 130 des Augmented-Reality-Systems 100 entweder ein remote ermittelter aktueller Prozesszustand D311 sein oder Parameter D312 des weiter trainierten Entscheidungsalgorithmus. Denkbar ist aber auch, dass beide Datensätze D311, D312 der ersten Recheneinheit 130 bereitgestellt werden.

Werden von der Datenverarbeitungsanlage 300 über das Netzwerk 200 die Parameter D312 des durch die Datenverarbeitungsanlage weiter trainierten Entscheidungsalgorithmus bereitgestellt, so werden diese Parameter D312 dem ersten Entscheidungsmodul 131 zur Verfügung gestellt. Der dort vorhandene Entscheidungsalgorithmus wird nun durch die Parameter D312 ergänzt bzw. erweitert oder ersetzt, so dass dem Produktivmodus des ersten Entscheidungsmoduls 131 ein in der Datenverarbeitungsanlage trainierter Entscheidungsalgorithmus zugrunde gelegt wird. Parallel dazu werden selbstverständlich weiterhin die Bilddaten D110 und D120 dem ersten Entscheidungsmodul 131 bereitgestellt, um lokal durch die erste Recheneinheit 130 den aktuellen Prozesszustand D131 zu ermitteln. Dabei wird ständig die Grundlage des Entscheidungsmoduls 131 durch einen remote trainierten Entscheidungsalgorithmus verbessert, wodurch die Erkennungsrate verbessert werden kann.

Denkbar ist aber auch, dass alternativ oder parallel durch die Datenverarbeitungsanlage 300 der aktuelle Prozesszustand in einem Produktivmodus einer zweiten Recheneinheit 310 ermittelt wird und dann der ersten Recheneinheit 130 bereitgestellt wird. Wird nur durch die Datenverarbeitungsanlage 300 der aktuelle Prozesszustand ermittelt, so wird dieser dann an die Ausgabeeinheit 140 als Daten D311 übertragen. Wird gleichzeitig jedoch auch durch die erste Recheneinheit und dem darin enthaltenen Entscheidungsmodul 131 ein entsprechender aktueller Prozesszustand D131 ermittelt, so werden beide Prozesszustände der entsprechenden Ausgabeeinheit zur

Verfügung gestellt. Diese kann dann aus den beiden Prozesszustände (lokal: D131, remote: D311) eine entsprechende Ausgabe generieren.

Figur 3 zeigt in einer schematisch detaillierten Ansicht den Datenfluss der zweiten
5 Recheneinheit 310 der Datenverarbeitungsanlage 300. Wie bereits in Figur 2 erwähnt, werden über das Netzwerk die Bilddaten D110 und D120 an die zweite Recheneinheit 310 übertragen. Die zweite Recheneinheit 310 kann dabei ein zweites Entscheidungsmodul 311 und/oder ein Trainingsmodul 312 aufweisen, wobei beiden Modulen, sofern beide vorhanden sind, auch die jeweiligen Bilddaten D110 und D120
10 bereitgestellt werden.

Das zweite Entscheidungsmodul 311 weist ein oder mehrere Entscheidungsalgorithmen auf, die eine Korrelation zwischen den digitalen Bilddaten D110, D120 als Eingabedaten und Prozesszuständen D311 als Ausgabedaten enthalten. Die Ausgabedaten D311 in Form von aktuellen Prozesszuständen werden dann über das Netzwerk
15 wieder zurück an das Augmented-Reality-System 100 (vgl. Figur 2) übertragen.

Des Weiteren kann die zweite Recheneinheit 310 ein Trainingsmodul 312 aufweisen, das ebenfalls die Bilddaten D110 und D120 erhält. Mithilfe des Trainingsmoduls werden dann in einem entsprechenden Lernverfahren die Parameter des Entscheidungsalgorithmus gelernt und dann ggf. dem Entscheidungsmodul 311 in Form von Parameterdaten D312 bereitgestellt. Die neu gelernten Parameter D312 des Entscheidungsalgorithmus können dabei durch das Trainingsmodul 312 über das Netzwerk wiederum dem Augmented-Reality-System 100 bereitgestellt werden.
20

25

Das Übertragen der gelernten Parameter D312 an das Augmented-Reality-System 100 kann dabei zu diskreten, nicht zwangsläufig fest vorgegebenen Zeitpunkten erfolgen. Dabei ist es auch denkbar, dass diese Parameter D312 des Entscheidungsalgorithmus an mehr als ein Augmented-Reality-System, das mit der Datenverarbeitungsanlage 300 verbunden ist, übertragen werden.
30

Bezugszeichen

	1	-	Überwachungssystem
	100	-	mobiles Gerät/Augmented-Reality-System
5	110	-	2D-Bildsensor
	120	-	3D-Bildsensor
	130	-	erste Recheneinheit
	131	-	erstes Entscheidungsmodul
	140	-	Ausgabeeinheit
10	200	-	Netzwerk
	300	-	Datenverarbeitungsanlage
	310	-	zweite Recheneinheit
	311	-	zweites Entscheidungsmodul
	312	-	Trainingsmodul
15	400	-	Konfigurationseinheit
	D110	-	2D-Bilddaten
	D120	-	3D-Bilddaten
	D131	-	lokal ermittelter aktueller Prozesszustand
	D311	-	remote ermittelter aktueller Prozesszustand
20	D312	-	Parameter des Entscheidungsalgorithmus
	D400	-	Konfigurationsdaten

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Überwachen eines industriellen Prozessschrittes eines Indust-
5 rieprozesses mittels eines Überwachungssystems (1), wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:
- Bereitstellen eines maschinellen Lernsystems des Überwachungssystems
(1), das mittels mindestens eines maschinell angelerten Entscheidungs-
algorithmus (131, 311) eine Korrelation zwischen digitalen Bilddaten als Ein-
10 gabedaten (D110, D120) und Prozesszustände des zu überwachenden in-
dustriellen Prozessschrittes als Ausgabedaten (D131, D311) enthält;
 - Aufnehmen von digitalen Bilddaten (D110, D120) mittels mindestens eines
Bildsensors (110, 120) wenigstens einer Bildaufnahmeeinheit des Überwa-
chungssystems (1);
 - 15 - Ermitteln mindestens eines aktuellen Prozesszustandes (D131, D311) des
industriellen Prozessschrittes durch den Entscheidungsalgorithmus (131,
311) des maschinellen Lernsystems, indem basierend auf dem angelerten
Entscheidungsalgorithmus (131, 311) aus den aufgenommenen digitalen
Bilddaten als Eingabedaten (D110, D120) des maschinellen Lernsystems
20 mindestens ein aktueller Prozesszustand des industriellen Prozessschrittes
als Ausgabedaten (D131, D311) des maschinellen Lernsystems generiert
wird; und
 - Überwachen des industriellen Prozessschrittes durch Erzeugen einer visuel-
len, akustischen und/oder haptischen Ausgabe mittels einer Ausgabeeinheit
25 (140) in Abhängigkeit von dem mindestens einen ermittelten aktuellen Pro-
zesszustand (D131, D311).

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das maschinelle Lernsystem ein künstliches neuronales Netz als Entscheidungsalgorithmus (131, 311) enthält.
- 5 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die digitalen Bilddaten (D110, D120) durch mindestens ein mobiles Gerät (100), welches von einer an dem industriellen Prozessschritt beteiligten Person mitgeführt wird und an dem mindestens ein digitaler Bildsensor (110, 120) einer Bildaufnahmeeinheit angeordnet ist, aufgenommen und an das maschinelle Lernsystem übertragen werden.
10
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in einem Trainingsmodus durch ein Trainingsmodul (312) des maschinellen Lernsystems ein oder mehrere Parameter (D312) des Entscheidungsalgorithmus (131, 311) basierend auf den aufgenommenen digitalen Bilddaten (D110, D120) gelernt werden und/oder dass in einem Produktivmodus durch den Entscheidungsalgorithmus (131, 311) des maschinellen Lernsystems der mindestens eine aktuelle Prozesszustand (D131, D311) des industriellen Prozessschrittes ermittelt wird.
15
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine aktuelle Prozesszustand (D131) des industriellen Prozessschrittes durch den auf mindestens einem mobilen Gerät (100), welches von einer an dem industriellen Prozessschritt beteiligten Person mitgeführt wird, ausgeführten Entscheidungsalgorithmus (131) ermittelt wird.
20
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die aufgenommenen digitalen Bilddaten (D110, D120) an eine in einem Netzwerk (200) erreichbare Datenverarbeitungsanlage (300) übertragen werden, wobei durch ein auf
25
30 der Datenverarbeitungsanlage (300) ausgeführtes Trainingsmodul (312) des maschinellen Lernsystems ein oder mehrere Parameter (D312) des Entscheidungsalgorithmus (131) basierend auf den aufgenommenen digitalen Bilddaten

(D110, D120) gelernt werden und anschließend die Parameter (D312) des Entscheidungsalgorithmus (131) von der Datenverarbeitungsanlage (300) an das von der Person mitgeführte mobile Gerät (100) übertragen und dem Entscheidungsalgorithmus (131) zugrunde gelegt werden.

5

7. Verfahren nach einem der Ansprüche vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die aufgenommenen digitalen Bilddaten (D110, D120) an eine in einem Netzwerk (200) erreichbare Datenverarbeitungsanlage (300) übertragen werden, wobei der mindestens eine aktuelle Prozesszustand (D131, D311) des industriellen Prozessschrittes durch den auf der Datenverarbeitungsanlage (300) ausgeführten Entscheidungsalgorithmus (311) ermittelt wird, wobei anschließend in Abhängigkeit von dem ermittelten aktuellen Prozesszustand des industriellen Prozessschrittes die Ausgabeeinheit (140) zum Erzeugen der visuellen, akustischen und/oder haptischen Ausgabe durch die Datenverarbeitungsanlage (300) angesteuert wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass durch ein auf der Datenverarbeitungsanlage (300) ausgeführtes Trainingsmodul (312) des maschinellen Lernsystems ein oder mehrere Parameter (D312) des Entscheidungsalgorithmus (311) basierend auf den aufgenommenen digitalen Bilddaten gelernt werden.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass auf der Datenverarbeitungsanlage (300) eine Mehrzahl von Entscheidungsalgorithmen hinterlegt sind, die unabhängig voneinander angelernt wurde oder werden, wobei in Abhängigkeit von einem Auswahlkriterium und/oder Optimierungskriterium aus dieser Mehrzahl von Entscheidungsalgorithmen ein Entscheidungsalgorithmus ausgewählt wird, wobei der ausgewählte Entscheidungsalgorithmus der Ermittlung des aktuellen Prozesszustandes zugrunde gelegt wird.

10

15

20

25

30

10. Überwachungssystem (1) zum Überwachen eines industriellen Prozessschrittes eines Industrieprozesses, wobei das Überwachungssystem (1) folgendes aufweist:

- mindestens eine Bildaufnahmeeinheit, die mindestens einen digitalen
5 Bildsensor (110, 120) zum Aufnehmen von digitalen Bilddaten (D110, D120) aufweist;
- ein maschinelles Lernsystem mit mindestens einem maschinell angelernten Entscheidungsalgorithmus (131, 311), der eine Korrelation zwischen digita-
10 len Bilddaten als Eingabedaten (D110, D120) des maschinellen Lernsys-
 tems und Prozesszustände des zu überwachenden industriellen Prozess-
 schrittes als Ausgabedaten (D131, D311) des maschinellen Lernsystems
 enthält;
- mindestens eine Recheneinheit (130, 310) zum Ermitteln mindestens eines
15 aktuellen Prozesszustandes des industriellen Prozessschrittes mittels des
 auf der Recheneinheit (130, 310) ausführbaren Entscheidungsalgorithmus
 (131, 311), indem basierend auf dem angelernten Entscheidungsalgorithmus
 aus den aufgenommenen digitalen Bilddaten als Eingabedaten (D110,
20 D120) des maschinellen Lernsystems mindestens ein aktueller Prozesszu-
 stand des industriellen Prozessschrittes als Ausgabedaten (D131, D311)
 des maschinellen Lernsystems generiert wird; und
- eine Ausgabeeinheit (140), die zum Erzeugen einer visuellen, akustischen
 und/oder haptischen Ausgabe an eine Person in Abhängigkeit von dem min-
 destens einen ermittelten aktuellen Prozesszustand (D131, D311) eingerich-
 tet ist.

25 11. Überwachungssystem (1) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass
 das maschinelle Lernsystem ein künstliches neuronales Netz als Entschei-
 dungsalgorithmus enthält.

30 12. Überwachungssystem (1) nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet,
 dass das Überwachungssystem (1) mindestens ein mobiles Gerät (100) hat,
 das zum Mitführen durch die mindestens eine Person ausgebildet ist und an

dem der mindestens eine digitale Bildsensor (110, 120) der Bildaufnahmeeinheit derart angeordnet ist, dass digitale Bilddaten (D110, D120) aufnehmbar sind, wobei das mobile Gerät (100) eingerichtet ist, die aufgenommenen digitalen Bilddaten (D110, D120) an das maschinelle Lernsystem zu übertragen.

5

13. Überwachungssystem (1) nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Überwachungssystem (1) einen Trainingsmodus hat, bei dem durch ein Trainingsmodul (312) des maschinellen Lernsystems ein oder mehrere Parameter (D312) des Entscheidungsalgorithmus (131, 311) basierend auf den aufgenommenen digitalen Bilddaten (D110, D120) gelernt werden, und/oder dass das Überwachungssystem (1) einen Produktivmodus hat, bei dem durch den Entscheidungsalgorithmus (131, 311) des maschinellen Lernsystems der mindestens eine aktuelle Prozesszustand (D131, D311) des industriellen Prozessschrittes ermittelt wird.

15

14. Überwachungssystem (1) nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Überwachungssystem (1) ein mobiles Gerät (100) mit einer Recheneinheit (130, 310) hat, welches von einer an dem industriellen Prozessschritt beteiligten Person mitführbar ist, wobei das mobile Gerät eingerichtet ist, den mindestens einen aktuellen Prozesszustand des industriellen Prozessschrittes durch den auf der Recheneinheit (130, 310) ausgeführten Entscheidungsalgorithmus zu ermitteln.

20

15. Überwachungssystem (1) nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Überwachungssystem (1) eine in einem Netzwerk (200) erreichbare Datenverarbeitungsanlage (300) hat, die eingerichtet ist, die von der Bildaufnahmeeinheit aufgenommenen digitalen Bilddaten zu empfangen, durch ein auf der Datenverarbeitungsanlage (300) ausgeführtes Trainingsmodul (312) des maschinellen Lernsystems ein oder mehrere Parameter (D312) des Entscheidungsalgorithmus basierend auf den empfangenen digitalen Bilddaten zu lernen und anschließend die Parameter des Entscheidungsalgorithmus von der Datenverarbeitungsanlage (300) an das von der Person mitgeführte mobile Gerät zu übertragen.

25

30

16. Überwachungssystem (1) nach einem der Ansprüche 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Überwachungssystem (1) eine in einem Netzwerk (200) erreichbare Datenverarbeitungsanlage (300) hat, die eingerichtet ist, die von
5 der Bildaufnahmeeinheit aufgenommenen digitalen Bilddaten zu empfangen, mindestens einen aktuellen Prozesszustand des industriellen Prozessschrittes durch den auf der Datenverarbeitungsanlage (300) ausgeführten Entscheidungsalgorithmus zu ermitteln und in Abhängigkeit von dem ermittelten aktuellen Prozesszustand des industriellen Prozessschrittes die Ausgabeeinheit (140)
10 zum Erzeugen der visuellen, akustischen und/oder haptischen Ausgabe anzusteuern.
17. Überwachungssystem (1) nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Datenverarbeitungsanlage (300) weiterhin eingerichtet ist, ein durch ein auf der
15 Datenverarbeitungsanlage (300) ausgeführtes Trainingsmodul (312) des maschinellen Lernsystems ein oder mehrere Parameter des Entscheidungsalgorithmus basierend auf den empfangenen digitalen Bilddaten zu lernen und dem Entscheidungsalgorithmus zugrunde zu legen.
- 20 18. Überwachungssystem (1) nach einem der Ansprüche 10 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Überwachungssystem (1) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9 ausgebildet ist.

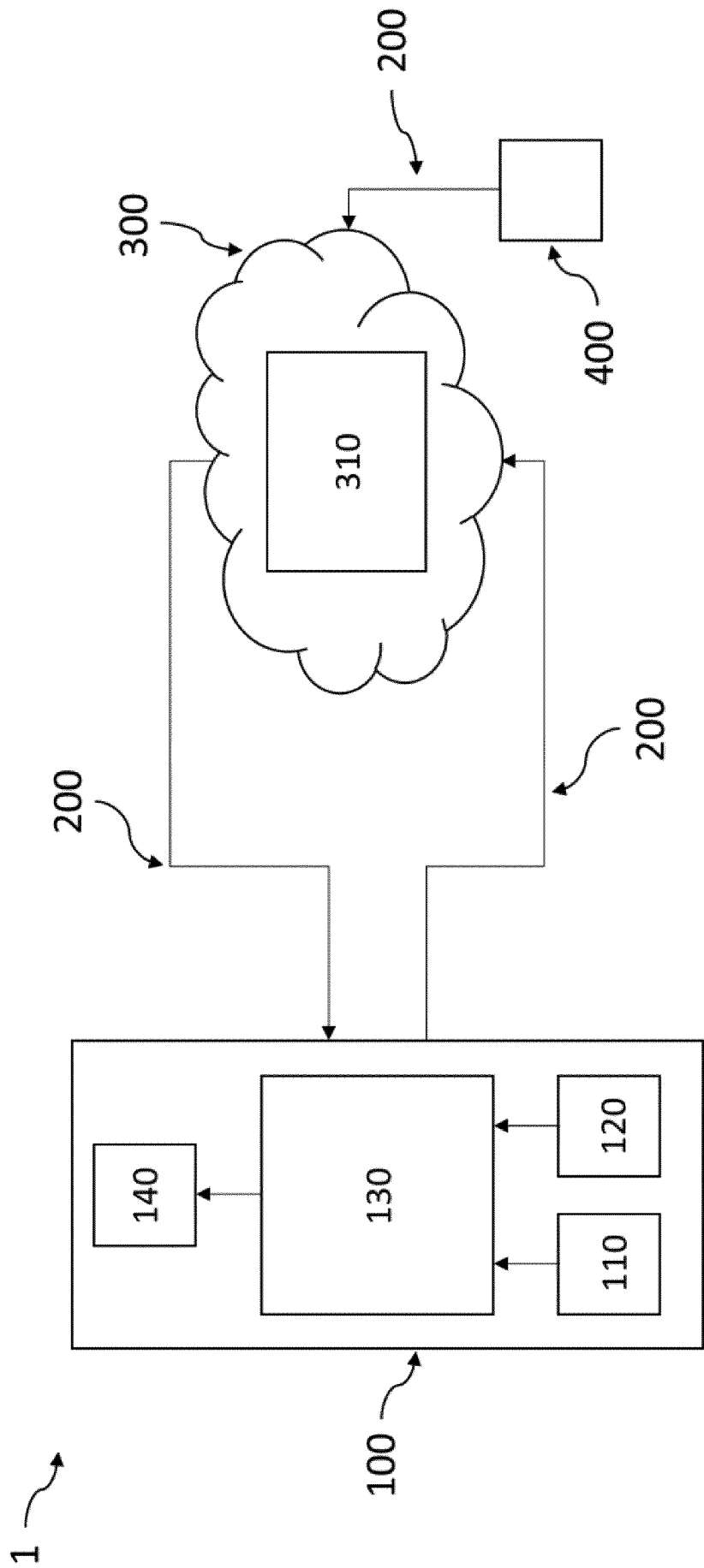
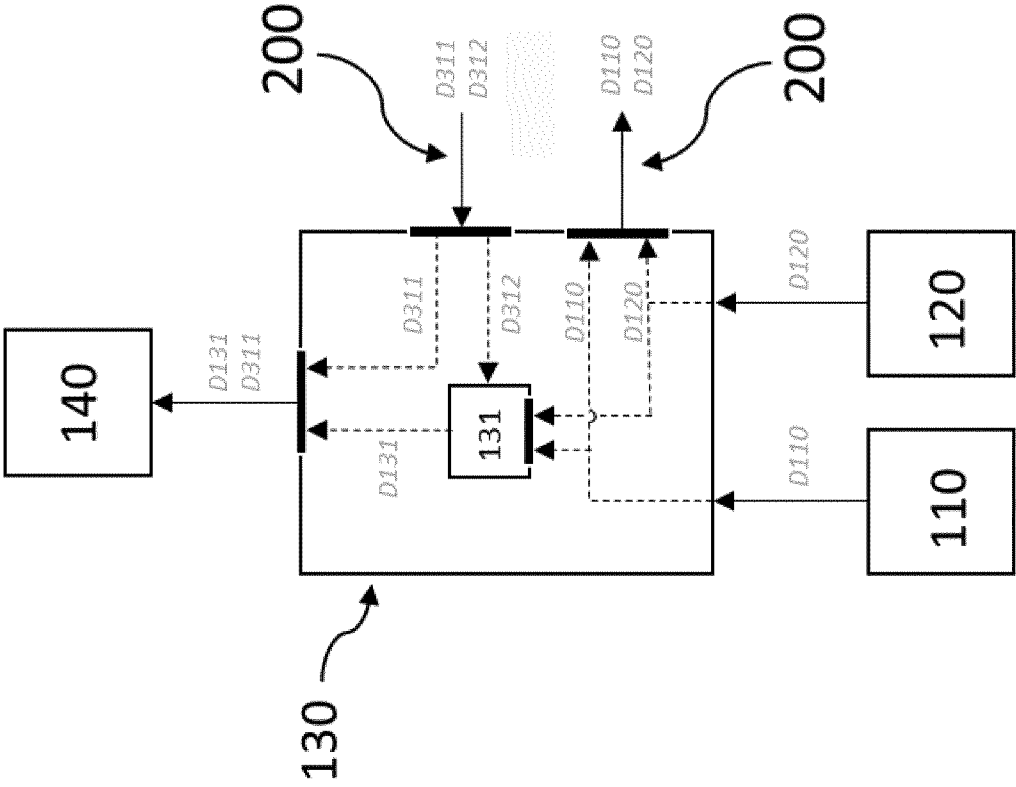


Figure 1



Figur 2

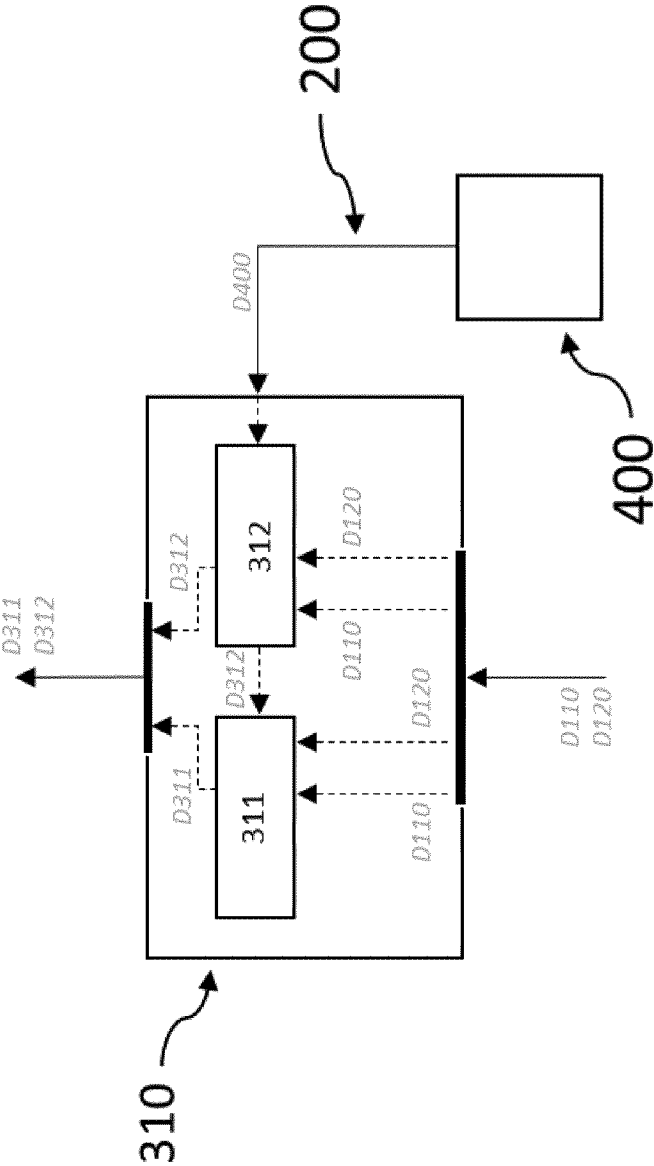


Fig. 3

Figur 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/054991

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G05B 19/418**(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G05B

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2003028353 A1 (GVENTER BRIAN [US]) 06 February 2003 (2003-02-06) paragraphs [0025], [0033] - [0046]; figures 1-3	1-18
X	US 2019041808 A1 (HADA KEITA [JP] ET AL) 07 February 2019 (2019-02-07) paragraphs [0014] - [0015], [0027] - [0042], [0053] - [0056]; figures 1-3, 5	1-18
A	US 2017368706 A1 (ZÜND OLIVER [CH] ET AL) 28 December 2017 (2017-12-28) paragraphs [0044] - [0049]; figures 2, 3a	1-18
A	WO 2017183554 A1 (HITACHI MAXELL [JP]) 26 October 2017 (2017-10-26) the whole document & US 10565450 B2 (MAXELL LTD [JP]) 18 February 2020 (2020-02-18)	1-18

☐ 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 May 2020

Date of mailing of the international search report

15 May 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

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

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

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

Authorized officer

Sollazzo, P

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/054991

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2003028353	A1	06 February 2003	AU	2002310372	A1	24 February 2003
				BR	0211714	A	21 September 2004
				EP	1415260	A2	06 May 2004
				MX	PA04001083	A	08 July 2004
				US	2003028353	A1	06 February 2003
				WO	03015004	A2	20 February 2003
US	2019041808	A1	07 February 2019	CN	109382838	A	26 February 2019
				DE	102018006024	A1	07 February 2019
				JP	2019032649	A	28 February 2019
				US	2019041808	A1	07 February 2019
US	2017368706	A1	28 December 2017	EP	3260255	A1	27 December 2017
				ES	2749686	T3	23 March 2020
				PT	3260255	T	29 November 2019
				US	2017368706	A1	28 December 2017
WO	2017183554	A1	26 October 2017	CN	109073470	A	21 December 2018
				JP	2017194300	A	26 October 2017
				US	2019130183	A1	02 May 2019
				WO	2017183554	A1	26 October 2017
US	10565450	B2	18 February 2020	CN	109073470	A	21 December 2018
				JP	2017194300	A	26 October 2017
				US	2019130183	A1	02 May 2019
				WO	2017183554	A1	26 October 2017

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G05B19/418
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G05B

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2003/028353 A1 (GVENTER BRIAN [US]) 6. Februar 2003 (2003-02-06) Absätze [0025], [0033] - [0046]; Abbildungen 1-3 -----	1-18
X	US 2019/041808 A1 (HADA KEITA [JP] ET AL) 7. Februar 2019 (2019-02-07) Absätze [0014] - [0015], [0027] - [0042], [0053] - [0056]; Abbildungen 1-3, 5 -----	1-18
A	US 2017/368706 A1 (ZÜND OLIVER [CH] ET AL) 28. Dezember 2017 (2017-12-28) Absätze [0044] - [0049]; Abbildungen 2, 3a -----	1-18
A	WO 2017/183554 A1 (HITACHI MAXELL [JP]) 26. Oktober 2017 (2017-10-26) das ganze Dokument -& US 10 565 450 B2 (MAXELL LTD [JP]) 18. Februar 2020 (2020-02-18) -----	1-18



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. Mai 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

15/05/2020

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Sollazzo, P

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/054991

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2003028353	A1	06-02-2003	AU	2002310372 A1	24-02-2003
			BR	0211714 A	21-09-2004
			EP	1415260 A2	06-05-2004
			MX	PA04001083 A	08-07-2004
			US	2003028353 A1	06-02-2003
			WO	03015004 A2	20-02-2003

US 2019041808	A1	07-02-2019	CN	109382838 A	26-02-2019
			DE	102018006024 A1	07-02-2019
			JP	2019032649 A	28-02-2019
			US	2019041808 A1	07-02-2019

US 2017368706	A1	28-12-2017	EP	3260255 A1	27-12-2017
			ES	2749686 T3	23-03-2020
			PT	3260255 T	29-11-2019
			US	2017368706 A1	28-12-2017

WO 2017183554	A1	26-10-2017	CN	109073470 A	21-12-2018
			JP	2017194300 A	26-10-2017
			US	2019130183 A1	02-05-2019
			WO	2017183554 A1	26-10-2017

US 10565450	B2	18-02-2020	CN	109073470 A	21-12-2018
			JP	2017194300 A	26-10-2017
			US	2019130183 A1	02-05-2019
			WO	2017183554 A1	26-10-2017
