



(10) **DE 10 2020 213 289 A1** 2021.04.29

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2020 213 289.5**

(22) Anmeldetag: **21.10.2020**

(43) Offenlegungstag: **29.04.2021**

(51) Int Cl.: **G06K 9/78 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:

10-2019-0135041 29.10.2019 KR

(71) Anmelder:

SK Hynix Inc., Icheon-si, Gyeonggi-do, KR

(74) Vertreter:

**isarpatent - Patent- und Rechtsanwälte Barth
Charles Hassa Peckmann & Partner mbB, 80801
München, DE**

(72) Erfinder:

**Kim, Tae Hyun, Icheon-si, Gyeonggi-do, KR; Kim,
Jin Su, Icheon-si, Gyeonggi-do, KR; Bae, Jong
Hyun, Icheon-si, Gyeonggi-do, KR; Hong, Sung
Joo, Icheon-si, Gyeonggi-do, KR**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **BILDVERARBEITUNGSSYSTEM**

(57) Zusammenfassung: Ein Bildverarbeitungssystem umfasst: einen Bildsignalprozessor, der ein erstes neuronales Netz umfasst, und der unter Verwendung des ersten neuronalen Netzes ein Eingangsbild verarbeitet, um ein nachbearbeitetes Bild zu erzeugen; und einen Diskriminator, der ein zweites neuronales Netzwerk umfasst und ein Zielbild und das nachbearbeitete Bild empfängt und das Zielbild und das nachbearbeitete Bild unter Verwendung des zweiten neuronalen Netzwerks in ein reales Bild und ein gefälschtes Bild unterscheidet, wobei das zweite neuronale Netzwerk trainiert ist, das Zielbild als ein reales Bild und das nachbearbeitete Bild als ein gefälschtes Bild zu unterscheiden, und das erste neuronale Netzwerk derart trainiert ist, dass das nachbearbeitete Bild durch das zweite neuronale Netzwerk als ein reales Bild unterschieden wird.



Beschreibung

HINTERGRUND

Gebiet

[0001] Verschiedene erfindungsgemäße Ausführungsformen betreffen ein Bildverarbeitungssystem zur Verarbeitung von Bildern.

Beschreibung des Standes der Technik

[0002] Fig. 1 ist ein Blockdiagramm, das ein typisches Bildverarbeitungssystem zeigt.

[0003] In Fig. 1 erzeugt ein Bildsensor **110** ein Bild, das von einem Bildsignalprozessor (ISP) **120** verarbeitet werden kann. Der Bildsignalprozessor **120** kann Bilder so verarbeiten, dass Bilder entstehen, die ästhetisch für das menschliche Auge optimiert sind. Die durch den Bildsignalprozessor **120** verarbeiteten Bilder können für die Betrachtung durch ein Bildgebungsgerät **130**, z.B. einen Monitor, bereitgestellt werden.

[0004] In jüngster Zeit wird die Bildverarbeitung als Bereich der künstlichen Intelligenz (KI) genutzt. Bildverarbeitung analysiert Bilder, um Objekte zu erfassen, zu erkennen und zu segmentieren, und sagt die Position der Objekte anhand des Analyseergebnisses voraus. Die Bildverarbeitungs-komponente(n) wird (werden) mit Bildern versorgt, die durch den Bildsignalprozessor **120** verarbeitet werden. Da der Bildsignalprozessor **120** typischerweise auf ästhetische Funktionen unter der Prämisse spezialisiert ist, dass die erhaltenen Bilder von menschlichen Augen gesehen werden sollen, ist die Ausgabe des Bildsignalprozessors **120** für die Bildverarbeitung ungeeignet. Vielmehr kann die Bildbearbeitung des Bildsignalprozessors **120** die Analyse von Bildern mittels Bildverarbeitung erschweren.

[0005] Daher ist es erforderlich, einen Bildsignalprozessor zu entwickeln, der in der Lage ist, eine Ausgabe für das Bearbeiten mittels Bildverarbeitung zu liefern.

ÜBERBLICK

[0006] Erfindungsgemäße Ausführungsformen sind auf einen Bildsignalprozessor gerichtet, der auf Bildverarbeitung spezialisiert ist.

[0007] In Übereinstimmung mit einer erfindungsgemäßen Ausführungsform umfasst ein Bildverarbeitungssystem: einen Bildsignalprozessor mit einem ersten neuronalen Netz, der eingerichtet ist, ein Eingangsbild unter Verwendung des ersten neuronalen Netzes zu verarbeiten, um ein nachbearbeitetes Bild zu erzeugen; und einen Diskriminator mit einem zweiten neuronalen Netzwerk, der eingerichtet ist, ein Zielbild und das nachbearbeitete Bild zu empfangen und unter Verwendung des zweiten neuronalen Netzwerks zwischen dem Zielbild und dem nachbearbeiteten Bild zu unterscheiden, wobei das zweite neuronale Netzwerk so trainiert ist, dass es das Zielbild als ein reales Bild und das nachbearbeitete Bild als ein gefälschtes Bild erkennt, und das erste neuronale Netzwerk so trainiert ist, dass das nachbearbeitete Bild durch das zweite neuronale Netzwerk als das reale Bild erkannt wird.

[0008] Übereinstimmend mit einer anderen erfindungsgemäßen Ausführungsform umfasst ein Bildverarbeitungssystem: einen Bildsensor, der zur Erzeugung eines Eingangsbildes geeignet ist; einen Bildsignalprozessor, der zur Verarbeitung des Eingangsbildes für die Analyse durch eine Bildverarbeitungs-komponente geeignet ist, um ein nachbearbeitetes Bild zu erzeugen; und die Bildverarbeitungs-komponente, die zur Analyse des nachbearbeiteten Bildes geeignet ist.

[0009] Übereinstimmend mit einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform umfasst ein Verfahren zum Trainieren eines Bildverarbeitungssystems: Erzeugen eines nachbearbeiteten Bildes mittels ein erstes neuronales Netzes durch Verarbeiten eines Eingangsbildes; Unterscheiden eines Zielbildes und des nachbearbeiteten Bildes durch ein zweites neuronales Netz, um das Zielbild als ein reales Bild und das nachbearbeitete Bild als ein gefälschtes Bild zu erkennen, zum Erzeugen eines Unterscheidungsergebnisses; und Trainieren des ersten neuronalen Netzes oder des zweiten neuronalen Netzes als Reaktion auf das Unterscheidungsergebnis.

[0010] In Übereinstimmung mit einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform umfasst ein System: einen Bildsensor, der zum Erzeugen eines Eingangsbildes geeignet ist; einen Bildsignalprozessor, der zum Ver-

arbeiten des Eingangsbildes geeignet ist, um ein nachbearbeitetes Bild zu erzeugen; eine Bildverarbeitungs-komponente, die zum Analysieren des nachbearbeiteten Bildes geeignet ist; einen Zielbildgenerator, der zum Empfangen des Eingangsbildes und zum Aktualisieren des Eingangsbildes geeignet ist, um ein Zielbild derart zu erzeugen, dass ein Verlustwert verringert wird, wobei der Verlustwert erhalten wird, wenn die Bildverarbeitungs-komponente das Eingangsbild analysiert; und einen Diskriminator, der zum Empfangen des Zielbildes und des nachbearbeiteten Bildes geeignet ist und der das Zielbild als ein reales Bild erkennt und das nachbearbeitete Bild als ein gefälschtes Bild erkennt.

Figurenliste

Fig. 1 ist ein Blockdiagramm, das ein typisches Bildverarbeitungssystem zeigt.

Fig. 2 ist ein Blockdiagramm, das ein Bildverarbeitungssystem nach einer erfindungsgemäßen Ausführungsform darstellt.

Fig. 3 ist ein Blockdiagramm, das ein Bildverarbeitungssystem in Übereinstimmung mit einer anderen erfindungsgemäßen Ausführungsform darstellt.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0011] Im Folgenden werden verschiedene erfindungsgemäße Ausführungsformen anhand der beigefügten Zeichnungsfiguren näher beschrieben. Die vorliegende Erfindung kann jedoch in verschiedenen Ausführungsformen verkörpert sein und sollte daher nicht so ausgelegt werden, als wäre sie auf die hier beschriebenen Ausführungsformen beschränkt. Vielmehr werden diese Ausführungsformen auf eine Weise zur Verfügung gestellt, dass die Offenbarung gründlich und vollständig ist und Fachleuten auf diesem Gebiet den erfindungsgemäßen Schutzzumfang vollständig vermittelt. Über die gesamten Offenbarung beziehen sich gleichartige Bezugsziffern auf gleichartige Teile in den verschiedenen Zeichnungsfiguren und Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung. Auch bezieht sich die Bezugnahme auf „eine Ausführungsform“, „eine andere Ausführungsform“ oder dergleichen über die gesamte Beschreibung nicht notwendigerweise nur auf eine Ausführungsform, und verschiedene Bezugnahmen auf einen solchen Satz beziehen sich nicht notwendigerweise auf dieselbe (n) Ausführungsform(en). Der Begriff „Ausführungsformen“ bezieht sich, soweit er hier verwendet wird, nicht notwendigerweise auf alle Ausführungsformen.

[0012] **Fig. 2** ist ein Blockdiagramm, das ein Bildverarbeitungssystem **200** nach einer erfindungsgemäßen Ausführungsform darstellt.

[0013] Bezugnehmend auf **Fig. 2** kann das Bildverarbeitungssystem **200** einen Bildsensor **210**, einen klassischen Bildsignalprozessor **220**, einen Bildsignalprozessor **230**, einen Diskriminator **240**, einen Zielbildgenerator **250** und eine oder mehrere Komponenten zur Durchführung der Bildverarbeitung (Computer Vision) **260** umfassen.

[0014] Der Bildsensor **210** kann ein Bild I erzeugen, indem er durch ein Objektiv empfangenes Licht (nicht abgebildet) in digitale Signale umwandelt.

[0015] Der klassische Bildsignalprozessor **220** kann das vom Bildsensor **210** erzeugte Bild I verarbeiten. Der klassische Bildsignalprozessor **220** kann das vom Bildsensor **210** erzeugte Bild I verarbeiten, um ein Bild zu erzeugen, das ästhetisch für die Betrachtung durch das menschliche Auge optimiert ist. Hier wird der Begriff „klassisch“ hinzugefügt, weil der klassische Bildsignalprozessor **220** ein Bildsignalprozessor ist, der dieselbe Funktion wie der typische Bildsignalprozessor für die ästhetische Verarbeitung des Bildes I erfüllt. Da der klassische Bildsignalprozessor **220** für die ästhetische Verarbeitung bestimmt ist, ist er für die Bildverarbeitung **260** möglicherweise nicht erforderlich. Daher kann der klassische Bildsignalprozessor **220** im Bildverarbeitungssystem **200** weggelassen werden.

[0016] Der Bildsignalprozessor **230** kann ein Bild X (oder Bild I, wenn der klassische Bildsignalprozessor **220** weggelassen wird) verarbeiten, das von der Bildverarbeitung **260** detailliert analysiert wird, um ein nachbearbeitetes Bild Ycopy zu erzeugen. Der Bildsignalprozessor **230** kann ein nachbearbeitetes Bild erzeugen, um eine detaillierte Analyse durch die Bildverarbeitung **260** zu gestatten, anstatt ein Bild zu erzeugen, das für das menschliche Auge einfach nur ästhetisch ansprechend ist. Erkennt die Bildverarbeitung **260** zum Beispiel ein Objekt, so kann die Bildverarbeitung so durchgeführt werden, dass Objekte in dem Bild Ycopy von der Bildverarbeitung **260** besser erkannt werden als in dem Bild X. Wenn die Bildverarbeitung **260** ein Objekt erkennt, kann die Bearbeitung von Bildern so durchgeführt werden, dass Objekte in dem Bild Ycopy von der Bildver-

beitung **260** besser erkannt werden als in dem Bild X. Der Bildsignalprozessor **230** kann derart ausgebildet sein, dass er ein neuronales Netzwerk umfasst, das trainiert werden kann oder lernt, die Bearbeitung von Bildern durchzuführen, um ein Bild zu erzeugen, an dem die Bildverarbeitung **260** eine detaillierte Verarbeitung durchführen kann.

[0017] Der Diskriminator **240** und der Zielbildgenerator **250** können Bestandteile für das Training (oder Lernen) des Bildsignalprozessors **230** sein. Der Diskriminator **240** kann ausgebildet sein, ein neuronales Netz zu umfassen, und der Diskriminator **240** kann das neuronale Netz trainieren, um zwischen dem vom Bildsignalprozessor **230** erzeugten Bild Ycopy und einem vom Zielbildgenerator **250** erzeugten Zielbild Yreal zu unterscheiden. Das heißt, der Diskriminator **240** ist eingerichtet, Ycopy als ein gefälschtes Bild und Yreal als ein reales Bild zu erkennen. Der Zielbildgenerator **250** kann ein Zielbild Yreal erzeugen, das einem durch den Bildsignalprozessor **230** zu erzeugenden Zielbild entspricht.

[0018] Die Bildverarbeitung **260** kann ein durch den Bildsignalprozessor **230** bearbeitetes Bild empfangen und das Bild analysieren. Die Bildverarbeitung kann einen oder mehrere Analysevorgänge unter verschiedenen Funktionen wie Detektion, Erkennung, Segmentierung und Vorhersage der Lage von Objekten durchführen.

[0019] Im Folgenden wird der Trainingsbetrieb des Bildsignalprozessors **230** unter Verwendung des Bildsignalprozessors **230**, des Diskriminators **240** und des Zielbildgenerators **250** ausführlich beschrieben.

[0020] Der Zielbildgenerator **250** kann ein Zielbild Yreal erzeugen, bei dem es sich um ein korrektes Antwortbild handelt, das vom Bildsignalprozessor **230** erzeugt wird. Mit anderen Worten, der Bildsignalprozessor **230** erzeugt das Bild Ycopy, das so weit wie möglich mit dem Zielbild Yreal übereinstimmt. Der Zielbildgenerator **250** kann das Zielbild Yreal unter Verwendung eines schnellen Gradientenvorzeichenverfahrens erzeugen. Bei der lernbasierten Bildverarbeitung gibt es einen Verlustwert, der angibt, wie stark das Ergebnis eines Tests mit einem Eingangsbild von der tatsächlich richtigen Antwort abweicht. Wird das Bild X in die Bildverarbeitung **260** eingegeben, so kann von der Bildverarbeitung **260** ein Verlustwert erhalten werden, der angibt, wie sehr das Ergebnis der Verarbeitung des Bildes X von der richtigen Antwort abweicht, und wenn das Bild X in einer Richtung aktualisiert wird, in der der Verlustwert abnimmt, was die umgekehrte Richtung eines Gradienten ist, kann das Zielbild Yreal erhalten werden. Dies kann durch die folgende Gleichung 1 dargestellt werden.

$$X_{modify} = X - \varepsilon * \text{sign}(\nabla_x J(x, y_{true})) \quad \text{Gleichung 1}$$

[0021] Dabei kann X ein Ausgabebild X des klassischen Bildsignalprozessors **220** darstellen, und ytrue kann die richtige Antwort darstellen, die erhalten wird, wenn das Bild X in die Bildverarbeitung **260** eingegeben wird. $\nabla_x J$ kann einen Verlustwert darstellen, der in der tiefenlernbasierten Bildverarbeitung **260** eingestellt ist, und $\nabla_x J(x, y_{true})$ kann darstellen, wie sehr sich die richtige Antwort ytrue von einem Ergebnis x unterscheidet, das bestimmt wird, wenn eine Eingabe X in die Bildverarbeitung **260** eingegeben wird.

$X - \varepsilon * \text{sign}(\nabla_x J(x, y_{true}))$ kann darstellen, dass die Verlustwerte erhalten werden und das Bild X in einer Richtung aktualisiert wird, in der die Verlustwerte abnehmen, wobei ε ein eingestellter Wert ist, der angibt, wie viel zu aktualisieren ist. Ein Zielbild Ytrue, das für die Bildverarbeitung besser geeignet ist als das vom klassischen Bildsignalprozessor **220** erzeugte Bild X, kann durch Aktualisierung des X-Wertes auf der Grundlage des eingestellten Wertes ε erzeugt werden.

[0022] Da das Zielbild Yreal für das Training des Bildsignalprozessors **230** und des Diskriminators **240** benötigt wird, können die Trainingsoperationen des Bildsignalprozessors **230** und des Diskriminators **240** nach der Erzeugung des Zielbildes Yreal durchgeführt werden.

[0023] Der Diskriminator **240** kann das Zielbild Yreal und ein Ausgangsbild Ycopy des Bildsignalprozessors **230** empfangen und zwischen Yreal und Ycopy, d.h. zwischen einem realen und einem gefälschten Bild unterscheiden. Der Diskriminator **240** kann darauf trainiert werden, das Zielbild Yreal als reales Bild und das Bild Ycopy als gefälschtes Bild zu erkennen.

[0024] Um genau zu sein, kann der Diskriminator **240** durch Lösen der folgenden Gleichung 2 trainiert werden.

$$\max_D V(D) = E_{z \sim p_{data}(x)} [\log(D(x))] + E_{z \sim p_z(z)} [\log(1 - D(G(z)))] \quad \text{Gleichung 2}$$

[0025] Dabei kann $D(x)$ ein Modell des Diskriminators **240** darstellen. Wird das entsprechende Bild als reales Bild bestimmt, so ist $D(x)=1$, und wird das entsprechende Bild als gefälschtes Bild bestimmt, so ist $D(x)=0$. In Gleichung 2 kann der $D(x)$ -Anteil das Unterscheidungsergebnis für das Zielbild Y_{real} und der $D(G(z))$ -Anteil das Unterscheidungsergebnis für das Ausgabebild Y_{copy} des Bildsignalprozessors **230** darstellen. $X \sim P_{\text{data}}(x)$ kann Daten repräsentieren, die aus der Wahrscheinlichkeitsverteilung für das Zielbild Y_{real} abgetastet wurden, und $Z \sim P_z(z)$ kann Daten repräsentieren, die aus willkürlichem Rauschen abgetastet wurden, im allgemeinen unter Verwendung einer Gauß-Verteilung. Da der Diskriminator **240** trainiert werden muss, um das Zielbild Y_{real} als reales Bild und das Bild Y_{copy} als gefälschtes Bild zu erkennen, d.h. zwischen beiden zu unterscheiden, muss Gleichung 2 möglicherweise auf $\log(1) + \log(1-0)$ trainiert werden. Dies bedeutet, dass das Training so durchgeführt wird, dass Gleichung 2 schließlich maximiert wird.

[0026] Der Bildsignalprozessor **230** kann darauf trainiert werden, das Bild Y_{copy} auf eine Weise zu erzeugen, dass es dem Zielbild Y_{real} so nahe wie möglich kommt. Mit anderen Worten, der Bildsignalprozessor **230** kann darauf trainiert werden, das Bild Y_{copy} so zu erzeugen, dass es vom Diskriminator **240** als reales Bild Y_{real} erkannt wird. Um genau zu sein, kann der Bildsignalprozessor **230** mit der Methode zur Lösung der nachstehenden Gleichung 3 trainiert werden.

$$\min_G V(G) = E_{z \sim p_z(z)} [\log(1 - D(G(z)))] \quad \text{Gleichung 3}$$

[0027] Wie oben beschrieben, kann der $D(G(z))$ -Anteil das Unterscheidungsergebnis des Diskriminators **240** bezüglich des Ausgabebilds Y_{copy} des Bildsignalprozessors **230** darstellen. Da der Bildsignalprozessor **230** so trainiert werden muss, dass das Bild Y_{copy} vom Diskriminator **240** als reales Bild erkannt werden kann, muss das Training gegebenenfalls so durchgeführt werden, dass $\log(1 - D(G(z))) = \log(1 - 1) = \log(0)$ wird. Mit anderen Worten, der Bildsignalprozessor **230** kann so trainiert werden, dass Gleichung 3 minimiert wird.

[0028] Der Diskriminator **240** und der Bildsignalprozessor **230** können Trainingsoperationen durchführen, die im Wesentlichen einander entgegengesetzt sind. Das liegt daran, dass der Diskriminator **240** darauf trainiert ist, das vom Bildsignalprozessor **230** verarbeitete Bild Y_{copy} als gefälschtes Bild zu erkennen, und der Bildsignalprozessor **230** darauf trainiert ist, den Diskriminator **240** zu täuschen, so dass das Bild Y_{copy} als echtes Bild erkannt wird. Das Training des Diskriminators **240** und des Bildsignalprozessors **230** kann mehrfach abwechselnd durchgeführt werden. Beispielsweise kann zuerst der Diskriminator **240** **100** Mal trainiert werden, dann der Bildsignalprozessor **230** **100** Mal, dann wieder der Diskriminator **240** **100** Mal und dann der Bildsignalprozessor **230** **100** Mal. Der Trainingsvorgang kann wiederholt durchgeführt werden. Wird der Trainingsvorgang wiederholt, so kann der Diskriminator **240** besser zwischen dem Bild Y_{copy} und dem Zielbild Y_{real} unterscheiden, und der Bildsignalprozessor **230** kann das Bild Y_{copy} dem Zielbild Y_{real} ähnlicher erzeugen. Mit anderen Worten, wenn die Trainingsoperation wiederholt wird, kann der Bildsignalprozessor **230** möglicherweise eine Bildverarbeitungsoperation durchführen, um das Bild Y_{copy} ähnlich dem Zielbild Y_{real} entsprechend der richtigen Antwort zu erzeugen, und das Bild Y_{copy} kann von der Bildverarbeitung **260** besser analysiert werden als das Bild X .

[0029] Fig. 3 ist ein Blockdiagramm, das ein Bildverarbeitungssystem **300** in Übereinstimmung mit einer anderen erfindungsgemäßen Ausführungsform darstellt.

[0030] Bezugnehmend auf Fig. 3 kann das Bildverarbeitungssystem **300** einen Bildsensor **210**, einen klassischen Bildsignalprozessor **220**, einen Bildsignalprozessor **230** und eine Bildverarbeitung **260** umfassen.

[0031] In der Ausführungsform von Fig. 3 entfallen der Diskriminator **240** und der Zielbildgenerator **250**, die in der Ausführungsform von Fig. 2 dargestellt sind. Dies liegt daran, dass der Diskriminator **240** und der Zielbildgenerator **250** nur für das Training (oder Lernen) des Bildsignalprozessors **230** und nicht für die Bildverarbeitung des Bildverarbeitungssystems **300** eingesetzt werden. Auch wenn das Bildverarbeitungssystem **300** wie in Fig. 3 dargestellt aufgebaut ist, muss der Bildsignalprozessor **230** während des Herstellungsprozesses unter Umständen mit dem Diskriminator **240** und dem Zielbildgenerator **250** trainiert werden.

[0032] Nach den erfindungsgemäßen Ausführungsformen kann ein Bildsignalprozessor die Leistung der Bildverarbeitung verbessern.

[0033] Während die vorliegende Erfindung im Hinblick auf die konkreten Ausführungsformen dargestellt und beschrieben wurde, ist Fachleuten auf diesem technischen Gebiet klar, dass verschiedene Änderungen und Modifikationen vorgenommen werden können, ohne von der Erfindungsidee und dem erfindungsgemäßen

Schutzumfang, wie er in den sich anschließenden Ansprüchen definiert ist, abzuweichen. Die Erfindung umfasst alle Änderungen und Modifikationen aller offenbarten Ausführungsformen, die in den Schutzbereich der Ansprüche fallen.

Patentansprüche

1. Bildverarbeitungssystem, umfassend:
einen Bildsignalprozessor mit einem ersten neuronalen Netz, der eingerichtet ist, unter Verwendung des ersten neuronalen Netzes ein Eingangsbild zu verarbeiten, um ein nachbearbeitetes Bild zu erzeugen; und
einen Diskriminator mit einem zweiten neuronalen Netz, der eingerichtet ist, ein Zielbild und das nachbearbeitete Bild zu empfangen empfängt und unter Verwendung des zweiten neuronalen Netzes zwischen dem Zielbild und dem nachbearbeiteten Bild zu unterscheiden,
wobei das zweite neuronale Netz darauf trainiert ist, das Zielbild als ein reales Bild und das nachbearbeitete Bild als ein gefälschtes Bild zu erkennen, und
wobei das erste neuronale Netz so trainiert ist, dass das nachbearbeitete Bild vom zweiten neuronalen Netz als das reale Bild erkannt wird.
2. Bildverarbeitungssystem nach Anspruch 1, wobei das erste neuronale Netz und das zweite neuronale Netz abwechselnd mehrfach trainiert werden.
3. Bildverarbeitungssystem nach Anspruch 1, wobei das Zielbild speziell für die Analyse unter Verwendung einer Bildverarbeitungskomponente konstruiert ist.
4. Bildverarbeitungssystem nach Anspruch 3, ferner umfassend:
einen Zielbildgenerator, der zur Erzeugung des Zielbildes geeignet ist.
5. Bildverarbeitungssystem nach Anspruch 4, wobei der Zielbildgenerator das Eingangsbild in einer Richtung aktualisiert und erzeugt, in der die Verlustwerte, die bei der Eingabe des Eingangsbildes in die Bildverarbeitung erhalten werden, verringert werden.
6. Bildverarbeitungssystem nach Anspruch 4, wobei die Bildverarbeitungskomponente geeignet ist, das nachbearbeitete Bild zu empfangen und das nachbearbeitete Bild zu analysieren.
7. Bildverarbeitungssystem nach Anspruch 6, ferner umfassend einen Bildsensor, der zur Erzeugung des Eingangsbildes geeignet ist.
8. Bildverarbeitungssystem nach Anspruch 7, ferner umfassend:
einen klassischen Bildsignalprozessor, der zur Verbesserung der Bildqualität des Eingangsbildes, bevor das Eingangsbild in den Bildsignalprozessor eingegeben wird, geeignet ist.
9. Bildverarbeitungssystem, umfassend:
einen Bildsensor, der zur Erzeugung eines Eingangsbildes geeignet ist;
einen Bildsignalprozessor, der zur Verarbeitung des Eingangsbildes für die Analyse durch eine Bildverarbeitungskomponente geeignet ist, um ein nachbearbeitetes Bild zu erzeugen; und
die für die Analyse des nachbearbeiteten Bildes geeignete Bildverarbeitungskomponente.
10. Bildverarbeitungssystem nach Anspruch 9, ferner umfassend:
einen klassischen Bildsignalprozessor, der zur Verbesserung der Bildqualität des Eingangsbildes geeignet ist, bevor das Eingangsbild in den Bildsignalprozessor eingegeben wird.
11. Bildverarbeitungssystem nach Anspruch 9, wobei der Bildsignalprozessor ein erstes neuronales Netz umfasst, und das erste neuronale Netz darauf trainiert ist, das nachbearbeitete Bild in einer Richtung zu verarbeiten, dass das nachbearbeitete Bild für die Analyse durch die Bildverarbeitungskomponente eingerichtet wird.
12. Bildverarbeitungssystem nach Anspruch 9, wobei der Bildsignalprozessor ein erstes neuronales Netz umfasst, das zur Erzeugung des nachbearbeiteten Bildes geeignet ist, und das erste neuronale Netz ein zweites neuronales Netz umfasst, und das erste neuronale Netz unter Verwendung eines Diskriminators trainiert wird, der ein Zielbild und das nachbearbeitete Bild empfängt und zwischen dem Zielbild und dem nachbear-

beiteten Bild unterscheidet, um das Zielbild als reales Bild und das nachbearbeitete Bild unter Verwendung des zweiten neuronalen Netzes als gefälschtes Bild zu erkennen.

13. Bildverarbeitungssystem nach Anspruch 12, wobei das zweite neuronale Netz darauf trainiert ist, das Zielbild als das reale Bild zu erkennen und das nachbearbeitete Bild als das gefälschte Bild zu erkennen, und wobei das erste neuronale Netz so trainiert wird, dass das nachbearbeitete Bild vom zweiten neuronalen Netz als das reale Bild erkannt wird.

14. Bildverarbeitungssystem nach Anspruch 13, wobei das erste neuronale Netz und das zweite neuronale Netz abwechselnd mehrfach trainiert werden.

15. Bildverarbeitungssystem nach Anspruch 13, wobei das Zielbild speziell so konstruiert ist, dass es von der Bildverarbeitungskomponente analysierbar ist.

16. Verfahren zum Trainieren eines Bildverarbeitungssystems, umfassend:
Erzeugen eines nachbearbeiteten Bildes durch Verarbeitung eines Eingangsbildes durch ein erstes neuronales Netz;
Unterscheiden eines Zielbildes und des nachbearbeiteten Bildes durch ein zweites neuronales Netz, um das Zielbild als reales Bild zu erkennen und das nachbearbeitete Bild als gefälschtes Bild zu erkennen, um ein Unterscheidungsergebnis zu erzeugen; und
Trainieren des ersten neuronalen Netzes oder des zweiten neuronalen Netzes als Reaktion auf das Unterscheidungsergebnis.

17. Verfahren nach Anspruch 16, wobei, wenn im Trainingsbetrieb das zweite neuronale Netz trainiert wird, das zweite neuronale Netz darauf trainiert wird, das Zielbild als das reale Bild und das nachbearbeitete Bild als das gefälschte Bild zu erkennen.

18. Verfahren nach Anspruch 17, wobei, wenn im Trainingsbetrieb das erste neuronale Netz trainiert wird, das erste neuronale Netz so trainiert wird, dass das nachbearbeitete Bild vom zweiten neuronalen Netz als das reale Bild erkannt wird.

19. Verfahren nach Anspruch 18, wobei die Erzeugungs-, Unterscheidungs- und Trainingsvorgänge wiederholt und mehrfach durchgeführt werden.

20. System, umfassend:
einen Bildsensor, der zur Erzeugung eines Eingangsbildes geeignet ist;
einen Bildsignalprozessor, der zur Verarbeitung des Eingangsbildes geeignet ist, um ein nachbearbeitetes Bild zu erzeugen;
eine Bildverarbeitungskomponente, die zur Analyse des nachbearbeiteten Bildes geeignet ist;
einen Zielbildgenerator, der geeignet ist, das Eingangsbild zu empfangen und das Eingangsbild zu aktualisieren, um ein Zielbild zu erzeugen, so dass ein Verlustwert verringert wird, wobei der Verlustwert erhalten wird, wenn die Bildverarbeitungskomponente das Eingangsbild analysiert; und
einen Diskriminator, der geeignet ist, das Zielbild und das nachbearbeitete Bild zu empfangen, und der das Zielbild als reales Bild und das nachbearbeitete Bild als gefälschtes Bild erkennt.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

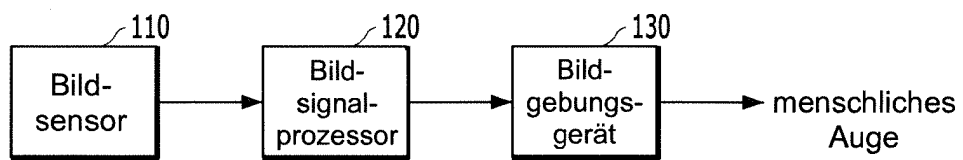


FIG. 2

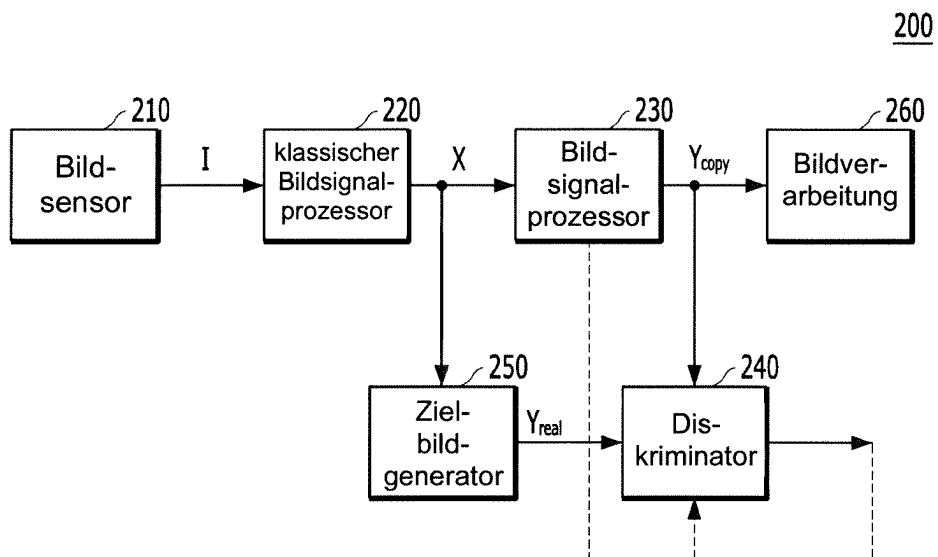


FIG. 3

