

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2022年2月17日(17.02.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/034840 A1

- (51) 国際特許分類:
H04N 5/235 (2006.01) G03B 7/091 (2021.01)
B25J 19/04 (2006.01) G03B 15/00 (2021.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/028911
- (22) 国際出願日: 2021年8月4日(04.08.2021)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2020-135607 2020年8月11日(11.08.2020) JP
- (71) 出願人: ファナック株式会社 (FANUC CORPORATION) [JP/JP]; 〒4010597 山梨県

南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8
0 番地 Yamanashi (JP).

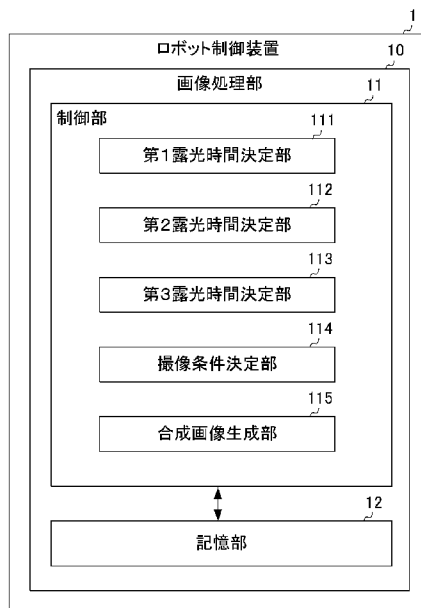
(72) 発明者: 並木 勇太 (NAMIKI Yuta); 〒4010597
山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地
ファナック株式会社内 Yamanashi (JP).

(74) 代理人: 正林 真之, 外 (SHOBAYASHI Masayuki
et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内 1 -
7 - 1 2 サピアタワー Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): 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, IT, JO, JP, KE, KG, KH,

(54) Title: IMAGE PROCESSING DEVICE AND ROBOT CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: 画像処理装置及びロボット制御装置



- 1 Robot control device
10 Image processing unit
11 Control unit
12 Storage unit
111 First exposure time determining unit
112 Second exposure time determining unit
113 Third exposure time determining unit
114 Imaging condition determining unit
115 Composite image generation unit

(57) Abstract: Provided are an image processing device and a robot control device capable of determining an appropriate exposure time range and the number of imaging times for imaging a subject. An image processing device which processes a captured image of a subject comprises: a first exposure time determining unit which determines a minimum value of an exposure time for imaging the subject; a second exposure time determining unit which determines a maximum value of the exposure time for imaging the subject; an imaging condition determining unit which determines the exposure time for imaging the subject and the number of imaging times for imaging the subject, on the basis of an exposure time range including the determined minimum value of the exposure time and the determined maximum value of the exposure time;

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, 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) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

and a composite image generation unit that synthesizes a plurality of captured images of the subject using the determined exposure time and the number of imaging times to generate a composite image.

(57) 要約：被写体を撮像するための適切な露光時間の範囲及び撮像回数を決定することができる画像処理装置及びロボット制御装置を提供すること。被写体を撮像した撮像画像を処理する画像処理装置は、前記被写体を撮像するための露光時間の最小値を決定する第1露光時間決定部と、前記被写体を撮像するための前記露光時間の最大値を決定する第2露光時間決定部と、決定された前記露光時間の最小値及び前記露光時間の最大値を含む露光時間範囲に基づいて、前記被写体を撮像するための前記露光時間及び前記被写体を撮像する撮像回数を決定する撮像条件決定部と、決定された前記露光時間及び前記撮像回数を用いて前記被写体を撮像した複数の撮像画像を合成し、合成画像を生成する合成画像生成部と、を備える。

明 細 書

発明の名称：画像処理装置及びロボット制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、画像処理装置及びロボット制御装置に関する。

背景技術

[0002] 従来より、ロボットを用いてワークのハンドリング又は加工等の作業を正確に行うために、ワークが置かれている位置及びロボットが把持しているワークのずれを正確に認識することが必要になる。このため、近年では、視覚センサを用いてワークの位置及びワークのずれを視覚的に認識することが行われている（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2013-246149号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 視覚センサで被写体（例えばワーク）の画像を撮像したときに、1枚の画像では明るさの範囲を適切に表現できない場合がある。例えば、視野内の明るい領域に明るさを合わせると、暗い領域は黒く潰れてしまい、視認することができなくなる。逆に視野内の暗い領域に明るさを合わせると、明るい領域が白飛びしてしまい、視認することができなくなる。

[0005] このような問題に対処するために、HDR（High Dynamic Range）合成という技術が知られている。この技術は、複数の撮像画像を合成することによって、1枚の画像では得られないダイナミックレンジの広い画像を生成する。

[0006] 複数の撮像画像を撮像するには時間がかかるため、画像を撮像する回数が少ないことが望ましい。そこで、被写体を撮像するための適切な露光時間の範囲及び撮像回数を決定するための技術が望まれる。

課題を解決するための手段

- [0007] 本開示に係る画像処理装置は、被写体を撮像した撮像画像を処理する画像処理装置であって、前記被写体を撮像するための露光時間の最小値を決定する第1露光時間決定部と、前記被写体を撮像するための前記露光時間の最大値を決定する第2露光時間決定部と、決定された前記露光時間の最小値及び前記露光時間の最大値を含む露光時間範囲に基づいて、前記被写体を撮像するための前記露光時間及び前記被写体を撮像する撮像回数を決定する撮像条件決定部と、決定された前記露光時間及び前記撮像回数を用いて前記被写体を撮像した複数の撮像画像を合成し、合成画像を生成する合成画像生成部と、を備える。
- [0008] 本開示に係るロボット制御装置は、被写体を撮像した撮像画像を処理する画像処理装置を有するロボット制御装置であって、前記被写体を撮像するための露光時間の最小値を決定する第1露光時間決定部と、前記被写体を撮像するための前記露光時間の最大値を決定する第2露光時間決定部と、決定された前記露光時間の最小値及び前記露光時間の最大値を含む露光時間範囲に基づいて、前記被写体を撮像するための前記露光時間及び前記被写体を撮像する撮像回数を決定する撮像条件決定部と、決定された前記露光時間及び前記撮像回数を用いて前記被写体を撮像した複数の撮像画像を合成し、合成画像を生成する合成画像生成部と、を備える。
- [0009] 本開示に係る画像処理装置は、被写体を撮像した撮像画像を処理する画像処理装置であって、前記被写体を撮像するための光学パラメータの最小値を決定する第1露光時間決定部と、前記被写体を撮像するための前記光学パラメータの最大値を決定する第2露光時間決定部と、決定された前記光学パラメータの最小値及び前記光学パラメータの最大値を含む光学パラメータ間範囲に基づいて、前記被写体を撮像するための前記光学パラメータ及び前記被写体を撮像する撮像回数を決定する撮像条件決定部と、決定された前記光学パラメータ及び前記撮像回数を用いて前記被写体を撮像した複数の撮像画像を合成し、合成画像を生成する合成画像生成部と、を備える。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、被写体を撮像するための適切な露光時間の範囲及び撮像回数を決定することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]ロボットシステムの構成を示す図である。

[図2]ロボット制御装置の構成を示す図である。

[図3]HDR合成画像で取得可能な輝度を示す図である。

[図4]輝度のヒストグラムにおいて白飛びさせる割合及び黒潰れさせる割合の具体例を示す図である。

[図5]画像処理装置の処理の流れを示すフローチャートである。

[図6]本発明の一実施形態に係る複数の視覚センサが接続される画像処理システムの例を模式的に示す図である。

[図7]本発明の一実施形態に係る複数の画像処理装置が接続される画像処理システムの例を模式的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明の実施形態の一例について説明する。

図1は、ロボットシステム100の構成を示す図である。図1に示すように、ロボットシステム100は、ロボット制御装置1と、ロボット2と、アーム3と、視覚センサ4と、を備える。

[0013] ロボット2のアーム3の先端部には、ハンド又はツールが取り付けられている。ロボット2は、ロボット制御装置1の制御により、ワークWのハンドリング又は加工等の作業を行う。また、ロボット2のアーム3の先端部には、視覚センサ4が取り付けられている。なお、視覚センサ4は、ロボット2に取り付けられていなくてもよく、例えば、所定の位置に固定して設置されてもよい。

[0014] 視覚センサ4は、ロボット制御装置1の制御により、ワークWを撮像する。視覚センサ4は、CCD (Charge Coupled Device) イメージセンサで構成される撮像素子と、レンズを含む光学系とを有する

二次元カメラが用いられてもよい。また、視覚センサ4は、撮像する撮像画像のビニングレベルを指定することによって、撮像を高速化できる撮像素子を用いることが望ましい。

[0015] ロボット制御装置1は、ロボット2のためのロボットプログラムを実行し、ロボット2の動作を制御する。その際、ロボット制御装置1は、視覚センサ4によって撮像された撮像画像を用いて、ワークWの位置に対してロボット2が所定の作業を行うように、ロボット2の動作を補正する。

[0016] 図2は、ロボット制御装置1の構成を示す図である。ロボット制御装置1は、画像処理装置10を備える。なお、ロボット制御装置1は、ロボット2を制御するための一般的な構成を有するが、説明の簡素化のために省略する。画像処理装置10は、視覚センサ4によって撮像された撮像画像を処理するための装置である。画像処理装置10は、制御部11と、記憶部12と、を備える。

[0017] 制御部11は、CPU (Central Processing Unit) 等のプロセッサであり、記憶部12に記憶されたプログラムを実行することによって各種機能を実現する。

[0018] 制御部11は、第1露光時間決定部111と、第2露光時間決定部112と、第3露光時間決定部113と、撮像条件決定部114と、合成画像生成部115と、を備える。

[0019] 記憶部12は、OS (Operating System) やアプリケーションプログラム等を格納するROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory)、その他の各種情報を格納するハードディスクドライブやSSD (Solid State Drive) 等の記憶装置である。記憶部12は、例えば、ロボットプログラム等の各種情報を記憶する。

[0020] 第1露光時間決定部111は、被写体（例えば、図1に示すワークW）を撮像するための露光時間の最小値を決定する。

具体的には、第1露光時間決定部111は、露光時間の最小値で被写体を

撮像した撮像画像において輝度を算出し、算出された輝度に基づく値が、第1の閾値H1よりも小さい場合、露光時間の最小値を変更する。そして、第1露光時間決定部111は、輝度に基づく値が、第1の閾値H1以上になるまで、被写体の撮像、輝度の算出及び露光時間の最小値の変更を繰り返し、露光時間の最小値を決定する。

[0021] より具体的には、第1露光時間決定部111は、被写体を撮像するための露光時間の最小値を予め設定し、露光時間の最小値で被写体を撮像した前記撮像画像の輝度の第1のヒストグラムを算出する。

[0022] 次に、第1露光時間決定部111は、第1のヒストグラムにおいて最も輝度が大きい値が、第1の閾値H1よりも小さい場合、最も輝度が大きい値が第1の閾値H1に近づくように露光時間の最小値を変更する。例えば、第1露光時間決定部111は、露光時間の最小値に所定の数値を掛けることによって、露光時間の最小値を変更する。また、第1の閾値H1は、第1のヒストグラムにおいて最も輝度が大きい値が十分大きいことを示す値である。

[0023] そして、第1露光時間決定部111は、第1のヒストグラムにおいて最も輝度が大きい値が、第1の閾値H1以上になるまで、被写体の撮像、第1のヒストグラムの算出及び露光時間の最小値の変更を繰り返し、露光時間の最小値を決定する。

[0024] 第2露光時間決定部112は、被写体（例えば、図1に示すワークW）を撮像するための露光時間の最大値を決定する。

具体的には、第2露光時間決定部112は、露光時間の最大値で被写体を撮像した撮像画像において輝度を算出し、算出された輝度に基づく値が、第2の閾値H2よりも大きい場合、露光時間の最大値を変更し、輝度に基づく値が、第2の閾値以下になるまで、被写体の撮像、輝度の取得及び露光時間の最大値の変更を繰り返し、露光時間の最大値を決定する。

[0025] より具体的には、第2露光時間決定部112は、被写体を撮像するための露光時間の最大値を設定し、露光時間の最大値で被写体を撮像した撮像画像の輝度の第2のヒストグラムを算出する。

- [0026] 次に、第2露光時間決定部112は、第2のヒストグラムにおいて最も輝度が小さい値が、第2の閾値H2よりも大きい場合、最も輝度が小さい値が第2の閾値H2に近づくように露光時間の最大値を変更する。例えば、第2露光時間決定部112は、露光時間の最大値に所定の数値を掛けることによって、露光時間の最大値を変更する。また、第2の閾値H2は、第2のヒストグラムにおいて最も輝度が小さい値が十分小さいことを示す値である。
- [0027] そして、第2露光時間決定部112は、第2のヒストグラムにおいて最も輝度が小さい値が、第2の閾値H2以下になるまで、被写体の撮像、第2のヒストグラムの取得及び露光時間の最大値の変更を繰り返し、露光時間の最大値を決定する。
- [0028] また、第1露光時間決定部111は、露光時間の最小値を予め設定する際に、事前に撮像された撮像画像の前記露光時間の最小値を用いる。第2露光時間決定部は、露光時間の最大値を予め設定する際に、事前に撮像された撮像画像の露光時間の最大値を用いる。
- [0029] 具体的には、第1露光時間決定部111は、前回の撮像時に撮像された撮像画像の露光時間の最小値を予め記憶する。そして、第1露光時間決定部111は、露光時間の最小値を予め設定する際に、前回の撮像時に撮像された撮像画像の露光時間の最小値を用いる。
- [0030] 同様に、第2露光時間決定部112は、前回の撮像時に撮像された撮像画像の露光時間の最大値を予め記憶する。そして、第2露光時間決定部112は、露光時間の最大値を予め設定する際に、前回の撮像時に撮像された撮像画像の露光時間の最大値を用いる。これにより、画像処理装置10は、露光時間の範囲の計測を高速化することができる。
- [0031] また、第1露光時間決定部111は、露光時間の最小値を予め設定する際に、外部（例えば、作業者が操作する教示操作盤）から指定された撮像画像の露光時間の最小値を用いてもよい。また、第2露光時間決定部112は、露光時間の最大値を予め設定する際に、外部（例えば、作業者が操作する教示操作盤）から撮像画像の露光時間の最大値を用いてもよい。

- [0032] 第3露光時間決定部113は、露光時間の最小値と露光時間の最大値との間の基準露光時間で被写体を撮像した撮像画像の輝度の基準ヒストグラムを算出し、算出した基準ヒストグラムを記憶部12に記憶する。
- [0033] そして、第3露光時間決定部113は、基準露光時間で被写体を撮像した撮像画像の輝度の第3のヒストグラムを算出し、第3のヒストグラムが基準ヒストグラムと一致するように露光時間係数を算出する。
- [0034] 撮像条件決定部114は、決定された露光時間の最小値及び露光時間の最大値を含む露光時間範囲に基づいて、被写体を撮像するための露光時間及び被写体を撮像する撮像回数を決定する。
- [0035] 例えば、撮像条件決定部114は、決定された露光時間の最小値及び露光時間の最大値を含む露光時間範囲を適切な所定区間で区切り、区切られた箇所を露光時間とし、区切られた回数を撮像回数とすることによって、露光時間及び撮像回数を決定する。
- [0036] 例えば、撮像条件決定部114が、露光時間範囲を5分割する、すなわち、撮像回数を5回と決定する場合、所定区間は、区間A1、区間A2、区間A3及び区間A4を含む。
- そして、撮像条件決定部114は、区間A2が区間A1の2倍の長さとなり、区間A3が区間A1の4倍の長さとなり、区間A4が区間A1の8倍の長さとなるように、露光時間範囲を区切る。すなわち、区間A1、区間A2、区間A3及び区間A4の長さは比例関係となる。
- [0037] また、撮像条件決定部114は、露光時間の最小値、露光時間の最大値及び露光時間係数に基づいて、露光時間範囲を算出する。
- [0038] 具体的には、撮像条件決定部114は、第3露光時間決定部113によって算出された露光時間係数を、露光時間の最小値及び露光時間の最大値に掛けることによって、基準露光時間を考慮した露光時間の最小値及び露光時間の最大値を求める。そして、撮像条件決定部114は、求められた露光時間の最小値及び露光時間の最大値を含む露光時間範囲を算出する。これにより、画像処理装置10は、基準ヒストグラム及び基準露光時間を考慮した露光

時間範囲を算出することができる。

[0039] また、露光時間を決定するために用いられる撮像画像は、縮小画像である。これにより、画像処理装置 10 は、縮小画像を用いることによって、通常の大きさの撮像画像を用いる場合よりも、露光時間を決定するための処理を高速化することができる。

[0040] 合成画像生成部 115 は、決定された露光時間及び撮像回数を用いて被写体を撮像した複数の撮像画像を合成し、合成画像を生成する。このようにして画像処理装置 10 は、HDR (High Dynamic Range) 合成された合成画像を生成する。

[0041] なお、第 1 露光時間決定部 111 は、上述した輝度の最大値や最小値に代えて、例えば、輝度の明るいほうから 1 パーセントの値を元に最小値を決定してもよい。また、第 2 露光時間決定部 112 は、上述したヒストグラムに代えて、例えば、輝度の暗いほうから 1 パーセントの値を元に最大値を決定してもよい。

[0042] 図 3 は、HDR 合成画像で取得可能な輝度を示す図である。これにより、図 3 に示すように、HDR 合成画像で取得可能な輝度の範囲は、1 枚の撮像画像で取得可能な輝度の範囲よりも広くなる。したがって、画像処理装置 1 は、高い解像度を有する撮像画像を得ることができる。

[0043] また、合成画像生成部 115 は、複数の撮像画像において白飛びさせる割合と黒潰れさせる割合との少なくとも一方を指定可能とし、合成画像において、白飛びさせる割合の画素を白色とし、かつ黒潰れさせる割合の画素を黒色とした状態で、合成画像のトーンマッピングを行う。

[0044] 図 4 は、輝度のヒストグラムにおいて白飛びさせる割合及び黒潰れさせる割合の具体例を示す図である。図 4 に示すように、合成画像生成部 115 は、合成画像の輝度のヒストグラムにおいて、輝度が最も小さい 10% の領域の画素を黒色とし、輝度が最も大きい 10% の領域の画素を白色とする。

[0045] 合成画像生成部 115 は、合成画像を生成する前の画像を記憶しておくこともできる。例えば、合成画像生成部 115 は、複数の撮像画像を全て保存

する、又はトーンマッピング前の画像を保存する等であってもよい。これにより、画像処理装置 10 は、合成画像による対象物の検出や検査に失敗したときに、保存されている画像を使って、画像合成に関するパラメータを調整することができる。また、画像処理装置 10 は、別のパラメータ調整の方法を自動で試して、システムが止まらないようにすることもできる。

[0046] 図 5 は、画像処理装置 10 の処理の流れを示すフローチャートである。

ステップ S 1 において、第 1 露光時間決定部 111 は、被写体を撮像するための露光時間の最小値を予め設定し、第 2 露光時間決定部 112 は、被写体を撮像するための露光時間の最大値を設定する。

[0047] ステップ S 2 において、視覚センサ 4 は、予め設定された露光時間の最小値で被写体を撮像する。

ステップ S 3 において、第 1 露光時間決定部 111 は、露光時間の最小値で被写体を撮像した撮像画像の輝度の第 1 のヒストグラムを算出する。

[0048] ステップ S 4 において、第 1 露光時間決定部 111 は、ステップ S 3 において算出された第 1 のヒストグラムにおいて最も輝度が大きい値 L_{max} が、第 1 の閾値 H_1 以上であるか否かを判定する。 L_{max} が第 1 の閾値 H_1 以上である場合 (YES)、処理は、ステップ S 6 へ移る。 L_{max} が第 1 の閾値 H_1 未満である場合 (NO)、処理は、ステップ S 5 へ移る。

[0049] ステップ S 5 において、第 1 露光時間決定部 111 は、最も輝度が大きい値が第 1 の閾値 H_1 に近づくように露光時間の最小値を変更する。

[0050] ステップ S 6 において、第 1 露光時間決定部 111 は、ステップ S 2 からステップ S 5 の処理を繰り返すことによって露光時間の最小値を決定する。

[0051] ステップ S 7 において、視覚センサ 4 は、予め設定された露光時間の最大値で被写体を撮像する。

ステップ S 8 において、第 2 露光時間決定部 112 は、露光時間の最大値で被写体を撮像した撮像画像の輝度の第 2 のヒストグラムを算出する。

[0052] ステップ S 9 において、第 2 露光時間決定部 112 は、ステップ S 8 において算出された第 2 のヒストグラムにおいて最も輝度が小さい値 L_{min} が

、第2の閾値 H_2 以下であるか否かを判定する。 L_{min} が第2の閾値 H_2 以下である場合（YES）、処理は、ステップS11へ移る。 L_{min} が第2の閾値 H_2 を超える場合（NO）、処理は、ステップS10へ移る。

[0053] ステップS10において、第2露光時間決定部112は、最も輝度が小さい値が第2の閾値 H_2 に近づくように露光時間の最大値を変更する。

[0054] ステップS11において、第2露光時間決定部112は、ステップS7からステップS10の処理を繰り返すことによって露光時間の最大値を決定する。

[0055] ステップS12において、撮像条件決定部114は、ステップS6において決定された露光時間の最小値及びステップS11において決定された露光時間の最大値を含む露光時間範囲に基づいて、被写体を撮像するための露光時間及び被写体を撮像する撮像回数を決定する。

[0056] ステップS13において、合成画像生成部115は、ステップS12において決定された露光時間及び撮像回数を用いて被写体を撮像した複数の撮像画像を合成し、合成画像を生成する。

[0057] 以上説明したように、本実施形態によれば、画像処理装置10は、被写体を撮像するための露光時間の最小値を決定する第1露光時間決定部111と、被写体を撮像するための露光時間の最大値を決定する第2露光時間決定部112と、決定された露光時間の最小値及び露光時間の最大値を含む露光時間範囲に基づいて、被写体を撮像するための露光時間及び被写体を撮像する撮像回数を決定する撮像条件決定部114と、決定された露光時間及び撮像回数を用いて被写体を撮像した複数の撮像画像を合成し、合成画像を生成する合成画像生成部と、を備える。

[0058] これにより、画像処理装置10は、測光センサ等を有せずに、被写体を撮像するための適切な露光時間の範囲及び撮像回数を決定し、合成画像を得ることができる。

[0059] また、第1露光時間決定部111は、露光時間の最小値で被写体を撮像した撮像画像において輝度を算出し、算出された輝度に基づく値が、第1の閾

値H 1 よりも小さい場合、露光時間の最小値を変更する。そして、第1 露光時間決定部 1 1 1 は、輝度に基づく値が、第1 の閾値H 1 以上になるまで、被写体の撮像、輝度の算出及び露光時間の最小値の変更を繰り返し、露光時間の最小値を決定する。これにより、画像処理装置 1 0 は、露光時間の最小値を適切に決定することができる。

[0060] また、第2 露光時間決定部 1 1 2 は、露光時間の最大値で被写体を撮像した撮像画像において輝度を算出し、算出された輝度に基づく値が、第2 の閾値H 2 よりも大きい場合、露光時間の最大値を変更する。そして、第2 露光時間決定部 1 1 2 は、輝度に基づく値が、第2 の閾値以下になるまで、被写体の撮像、輝度の取得及び露光時間の最大値の変更を繰り返し、露光時間の最大値を決定する。これにより、画像処理装置 1 0 は、露光時間の最大値を適切に決定することができる。

[0061] また、露光時間を決定するために用いられる撮像画像は、縮小画像である。これにより、画像処理装置 1 0 は、縮小画像を用いることによって、通常の大きさの撮像画像を用いる場合よりも、露光時間を決定するための処理を高速化することができる。

[0062] また、第1 露光時間決定部 1 1 1 は、露光時間の最小値を予め設定する際に、事前に撮像された撮像画像の露光時間の最小値を用いる。第2 露光時間決定部 1 1 2 は、露光時間の最大値を予め設定する際に、事前に撮像された撮像画像の露光時間の最大値を用いる。これにより、画像処理装置 1 0 は、露光時間の範囲の計測を高速化することができる。

[0063] また、第1 露光時間決定部 1 1 1 は、露光時間の最小値を予め設定する際に、外部から指定された撮像画像の露光時間の最小値を用いてもよい。第2 露光時間決定部 1 1 2 は、露光時間の最大値を予め設定する際に、外部から撮像画像の露光時間の最大値を用いてもよい。これにより、画像処理装置 1 0 は、露光時間の範囲の計測を高速化することができる。

[0064] また、第3 露光時間決定部 1 1 3 は、露光時間の最小値と露光時間の最大値との間の基準露光時間で被写体を撮像した撮像画像の輝度の基準ヒストグ

ラムを算出し、基準ヒストグラムを記憶部 1 2 に記憶する。次に、第 3 露光時間決定部 1 1 3 は、基準露光時間で前記被写体を撮像した前記撮像画像の輝度の第 3 のヒストグラムを算出し、第 3 のヒストグラムが前記基準ヒストグラムと一致するように露光時間係数を算出する。

[0065] また、撮像条件決定部 1 1 4 は、露光時間の最小値、露光時間の最大値及び露光時間係数に基づいて、露光時間範囲を算出する。これにより、画像処理装置 1 0 は、基準ヒストグラム及び基準露光時間を考慮した露光時間範囲を算出することができる。

[0066] また、合成画像生成部 1 1 5 は、複数の撮像画像において白飛びさせる割合と黒潰れさせる割合との少なくとも一方を指定可能とし、合成画像において、白飛びさせる割合の画素を白色とし、かつ黒潰れさせる割合の画素を黒色とした状態で、合成画像のトーンマッピングを行う。これにより、画像処理装置 1 0 は、高い解像度を有する合成画像を適切に得ることができる。

[0067] また、合成画像生成部 1 1 5 は、合成画像を生成する前の元の画像の情報を記録することによって、異なる合成方法による合成画像生成を可能にする。これにより、画像処理装置 1 0 は、合成画像による対象物の検出や検査に失敗したときに、保存されている画像を使って、画像合成に関するパラメータを調整することができる。

[0068] 図 6 は、本発明の一実施形態に係る複数の視覚センサ 4 が接続される画像処理システム 2 0 1 の例を模式的に示す図である。図 6 には、N 個の視覚センサ 4 がネットワークバス 2 1 0 を介してセルコントローラ 2 0 0 に接続されている。セルコントローラ 2 0 0 は、上述の画像処理装置 1 0 と同様の機能を有し、N 個の視覚センサ 4 のそれぞれから取得される撮像画像を取得する。

[0069] このような図 6 に示す画像処理システム 2 0 1 において、セルコントローラ 2 0 0 は、例えば、機械学習器（図示せず）を有してもよい。機械学習器は、セルコントローラ 2 0 0 に記憶された学習データの集まりを取得して、教師あり学習を行う。この例では、学習処理を逐次オンラインで処理してい

くこともできる。

[0070] 図7は、本発明の一実施形態に係る複数の画像処理装置10が接続される画像処理システム301の例を模式的に示す図である。図7には、m個の画像処理装置10がネットワークバス210を介してセルコントローラ200に接続されている。画像処理装置10のそれぞれには視覚センサ4が1又は複数接続されている。画像処理システム301全体としては合計n個の視覚センサ4を備えている。

[0071] このような図7に示す画像処理システム301において、セルコントローラ200は、例えば、機械学習器（図示せず）を有してもよい。セルコントローラ200は複数の画像処理装置10から送られてきた学習データの集まりを学習データセットとして記憶し、機械学習を行って学習モデルを構築してもよい。学習モデルは、各画像処理装置10で利用可能となる。

[0072] なお、上述した実施形態では、画像処理装置10は、露光時間に関する制御を行ったが、露光時間以外の光学パラメータに関する制御を行ってもよい。例えば、画像処理装置10は、露光時間に替えて、撮像素子のゲイン、レンズの絞り等の光学パラメータに関する制御を行ってもよい。

[0073] この場合、画像処理装置10は、被写体を撮像するための光学パラメータの最小値を決定する第1露光時間決定部111と、被写体を撮像するための光学パラメータの最大値を決定する第2露光時間決定部112と、決定された光学パラメータの最小値及び光学パラメータの最大値を含む光学パラメータ範囲に基づいて、被写体を撮像するための光学パラメータ及び被写体を撮像する撮像回数を決定する撮像条件決定部114と、決定された光学パラメータ及び撮像回数を用いて被写体を撮像した複数の撮像画像を合成し、合成画像を生成する合成画像生成部と、を備える。これにより、画像処理装置10は、測光センサ等を有さずに、被写体を撮像するための適切な光学パラメータの範囲及び撮像回数を決定し、合成画像を得ることができる。

[0074] 以上、本発明の実施形態について説明したが、上記のロボット制御装置1は、ハードウェア、ソフトウェア又はこれらの組み合わせにより実現するこ

とができる。また、上記のロボット制御装置 1 により行なわれる制御方法も、ハードウェア、ソフトウェア又はこれらの組み合わせにより実現することができる。ここで、ソフトウェアによって実現されるとは、コンピュータがプログラムを読み込んで実行することにより実現されることを意味する。

[0075] プログラムは、様々なタイプの非一時的なコンピュータ可読媒体 (non-transitory computer readable medium) を用いて格納され、コンピュータに供給することができる。非一時的なコンピュータ可読媒体は、様々なタイプの実体のある記録媒体 (tangible storage medium) を含む。非一時的なコンピュータ可読媒体の例は、磁気記録媒体 (例えば、ハードディスクドライブ)、光磁気記録媒体 (例えば、光磁気ディスク)、CD-ROM (Read Only Memory)、CD-R、CD-R/W、半導体メモリ (例えば、マスクROM、PROM (Programmable ROM)、EPROM (Erasable PROM)、フラッシュROM、RAM (random access memory)) を含む。

[0076] また、上述した各実施形態は、本発明の好適な実施形態ではあるが、上記各実施形態のみに本発明の範囲を限定するものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更を施した形態での実施が可能である。

符号の説明

- [0077]
- 1 ロボット制御装置
 - 2 ロボット
 - 3 アーム
 - 4 視覚センサ
 - 10 画像処理装置
 - 11 制御部
 - 12 記憶部
 - 100 ロボットシステム
 - 111 第1露光時間決定部

1 1 2 第2露光時間決定部

1 1 3 第3露光時間決定部

1 1 4 撮像条件決定部

1 1 5 合成画像生成部

請求の範囲

[請求項1] 被写体を撮像した撮像画像を処理する画像処理装置であって、
前記被写体を撮像するための露光時間の最小値を決定する第1露光時間決定部と、
前記被写体を撮像するための前記露光時間の最大値を決定する第2露光時間決定部と、
決定された前記露光時間の最小値及び前記露光時間の最大値を含む露光時間範囲に基づいて、前記被写体を撮像するための前記露光時間及び前記被写体を撮像する撮像回数を決定する撮像条件決定部と、
決定された前記露光時間及び前記撮像回数を用いて前記被写体を撮像した複数の撮像画像を合成し、合成画像を生成する合成画像生成部と、
を備える画像処理装置。

[請求項2] 前記第1露光時間決定部は、
前記被写体を撮像するための前記露光時間の最小値を予め設定し、
前記露光時間の最小値で前記被写体を撮像した前記撮像画像において輝度を算出し、算出された前記輝度に基づく値が、第1の閾値よりも小さい場合、前記露光時間の最小値を変更し、
前記輝度に基づく値が、前記第1の閾値以上になるまで、前記被写体の撮像、前記輝度の算出及び前記露光時間の最小値の変更を繰り返し、前記露光時間の最小値を決定する、
請求項1に記載の画像処理装置。

[請求項3] 前記第2露光時間決定部は、
前記被写体を撮像するための前記露光時間の最大値を設定し、
前記露光時間の最大値で前記被写体を撮像した前記撮像画像において輝度を算出し、算出された前記輝度に基づく値が、第2の閾値よりも大きい場合、前記露光時間の最大値を変更し、
前記輝度に基づく値が、前記第2の閾値以下になるまで、前記被写

体の撮像、前記輝度の取得及び前記露光時間の最大値の変更を繰り返
し、前記露光時間の最大値を決定する、
請求項 1 又は 2 に記載の画像処理装置。

[請求項4] 前記露光時間を決定するために用いられる前記撮像画像は、縮小画
像である、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

[請求項5] 前記第 1 露光時間決定部は、前記露光時間の最小値を予め設定する
際に、事前に撮像された前記撮像画像の前記露光時間の最小値を用い
、

前記第 2 露光時間決定部は、前記露光時間の最大値を予め設定する
際に、事前に撮像された前記撮像画像の前記露光時間の最大値を用い
る、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

[請求項6] 前記第 1 露光時間決定部は、前記露光時間の最小値を予め設定する
際に、外部から指定された前記撮像画像の前記露光時間の最小値を用い
、

前記第 2 露光時間決定部は、前記露光時間の最大値を予め設定する
際に、外部から前記撮像画像の前記露光時間の最大値を用いる、請求
項 1 から 4 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

[請求項7] 前記露光時間の最小値と前記露光時間の最大値との間の基準露光時
間で前記被写体を撮像した前記撮像画像の輝度の基準ヒストグラムを
算出し、前記基準ヒストグラムを記憶部に記憶し、

前記基準露光時間で前記被写体を撮像した前記撮像画像の輝度の第
3 のヒストグラムを算出し、前記第 3 のヒストグラムが前記基準ヒス
トグラムと一致するように露光時間係数を算出する第 3 露光時間決定
部を更に備え、

前記撮像条件決定部は、

前記前記露光時間の最小値、前記露光時間の最大値及び前記露光時
間係数に基づいて、前記露光時間範囲を算出する、
請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

- [請求項8] 前記合成画像生成部は、
前記複数の撮像画像において白飛びさせる割合と黒潰れさせる割合との少なくとも一方を指定可能とし、
前記合成画像において、白飛びさせる割合の画素を白色とし、かつ黒潰れさせる割合の画素を黒色とした状態で、前記合成画像のトーンマッピングを行う、
請求項1から6のいずれか一項に記載の画像処理装置。
- [請求項9] 前記合成画像生成部は、
前記合成画像を生成する前の元の画像の情報を記録することによって、異なる合成方法による合成画像生成を可能にする、請求項1から7のいずれか一項に記載の画像処理装置。
- [請求項10] 被写体を撮像した撮像画像を処理する画像処理装置を有するロボット制御装置であって、
前記被写体を撮像するための露光時間の最小値を決定する第1露光時間決定部と、
前記被写体を撮像するための前記露光時間の最大値を決定する第2露光時間決定部と、
決定された前記露光時間の最小値及び前記露光時間の最大値を含む露光時間範囲に基づいて、前記被写体を撮像するための前記露光時間及び前記被写体を撮像する撮像回数を決定する撮像条件決定部と、
決定された前記露光時間及び前記撮像回数を用いて前記被写体を撮像した複数の撮像画像を合成し、合成画像を生成する合成画像生成部と、
を備えるロボット制御装置。
- [請求項11] 被写体を撮像した撮像画像を処理する画像処理装置であって、
前記被写体を撮像するための光学パラメータの最小値を決定する第1露光時間決定部と、
前記被写体を撮像するための前記光学パラメータの最大値を決定す

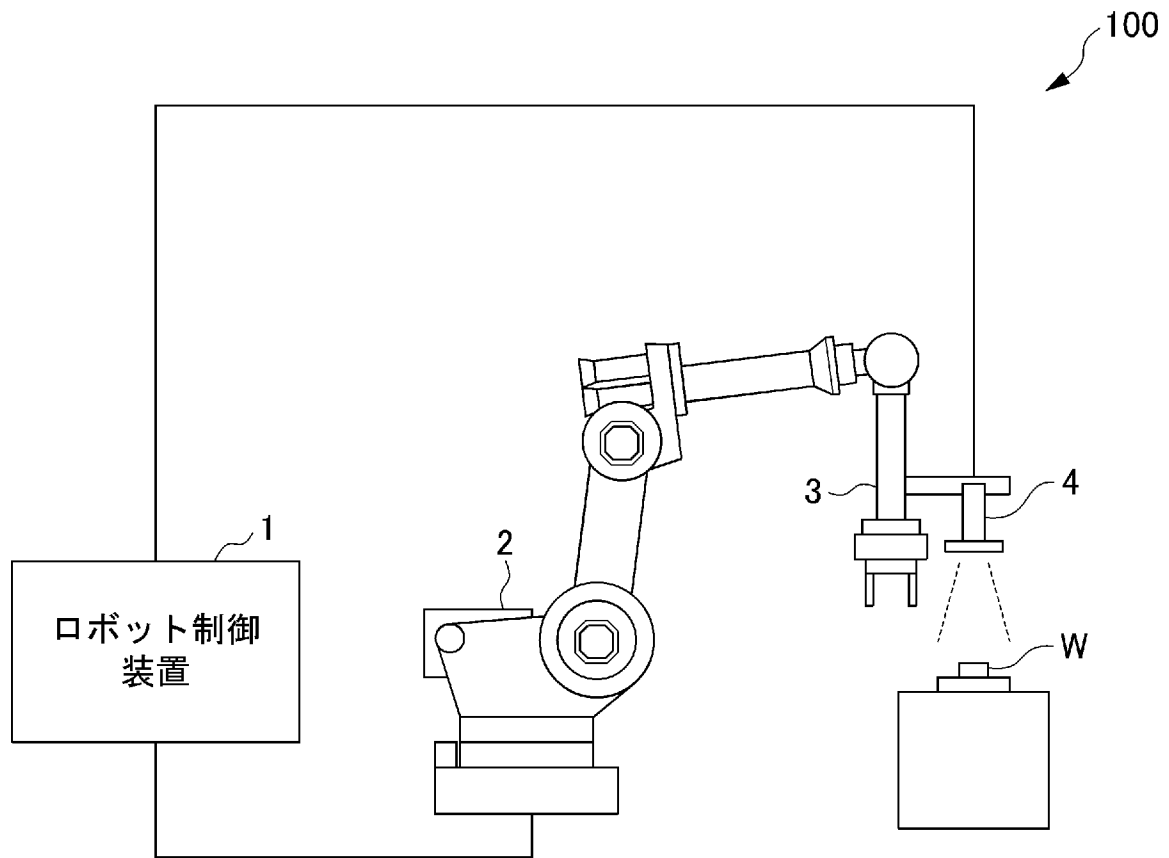
る第2露光時間決定部と、

決定された前記光学パラメータの最小値及び前記光学パラメータの最大値を含む光学パラメータ間範囲に基づいて、前記被写体を撮像するための前記光学パラメータ及び前記被写体を撮像する撮像回数を決定する撮像条件決定部と、

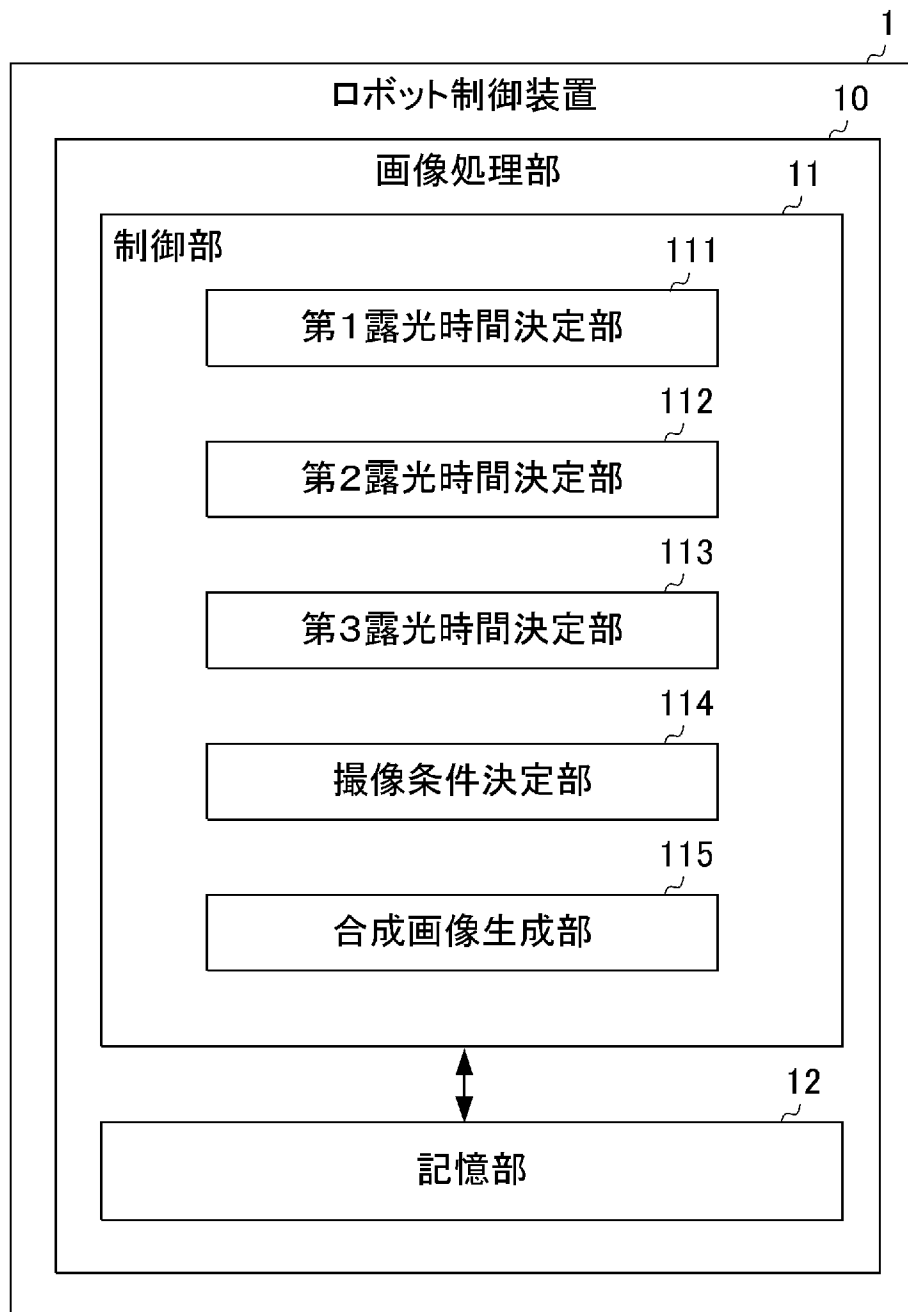
決定された前記光学パラメータ及び前記撮像回数を用いて前記被写体を撮像した複数の撮像画像を合成し、合成画像を生成する合成画像生成部と、

を備える画像処理装置。

[図1]

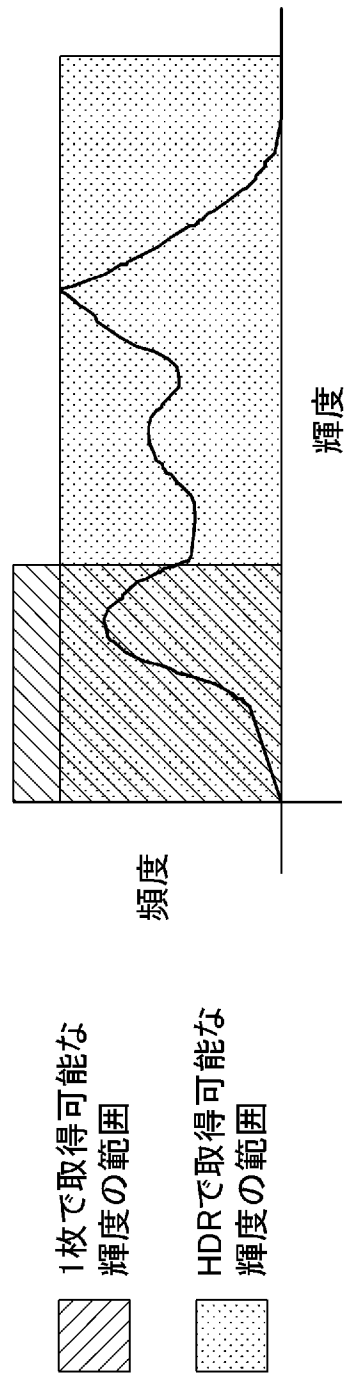


[図2]

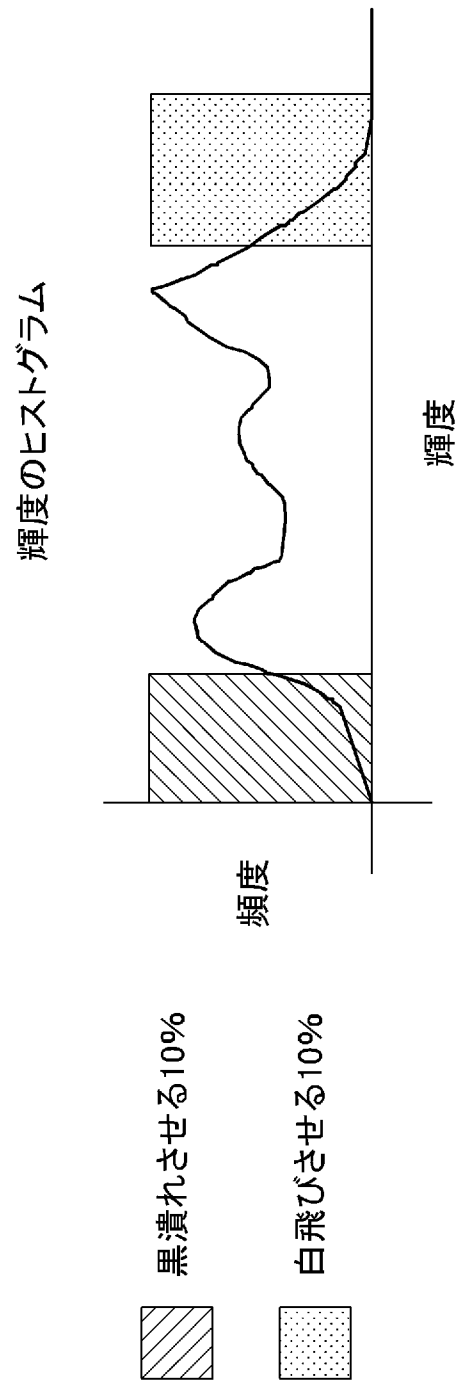


[図3]

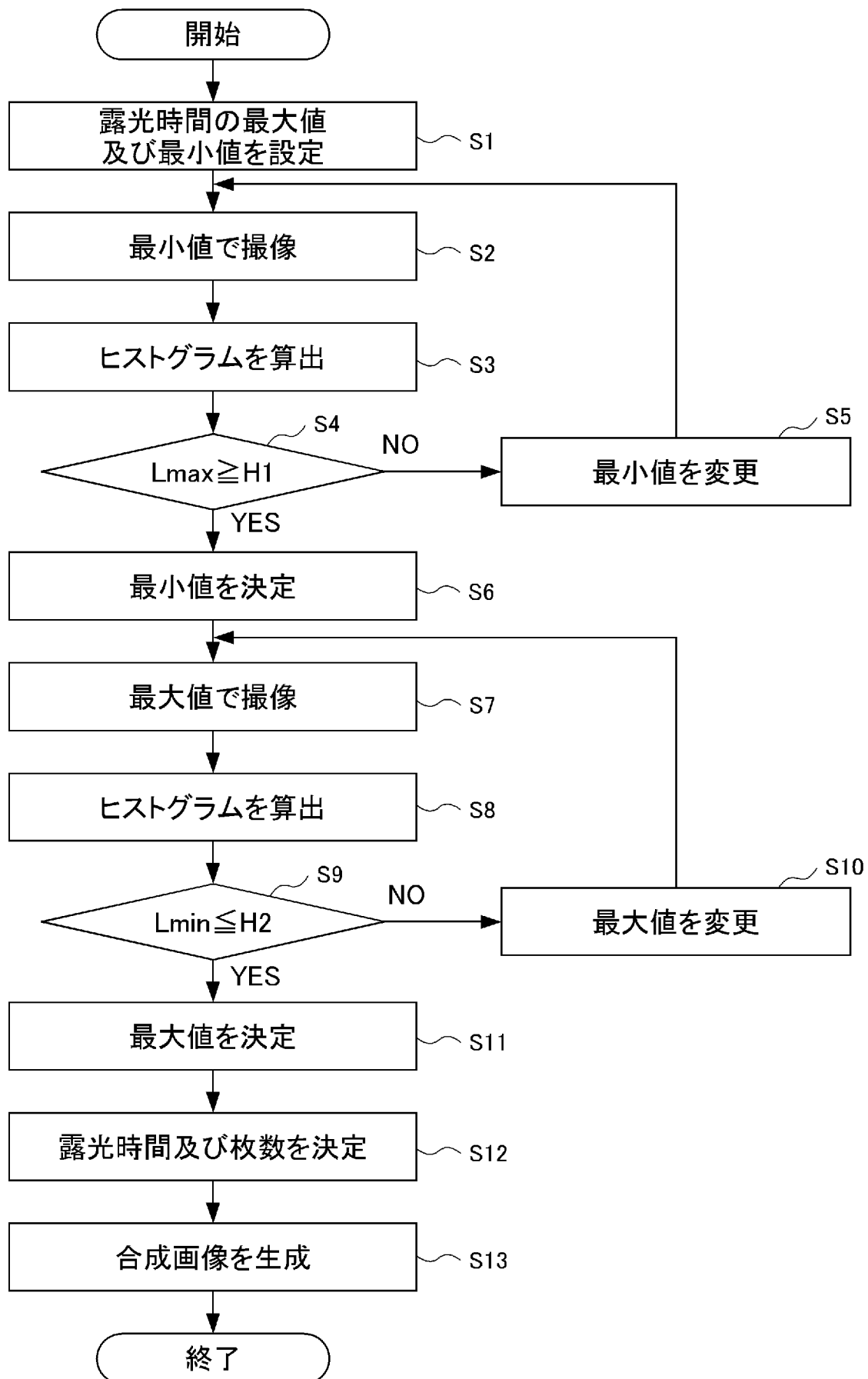
輝度のヒストグラム



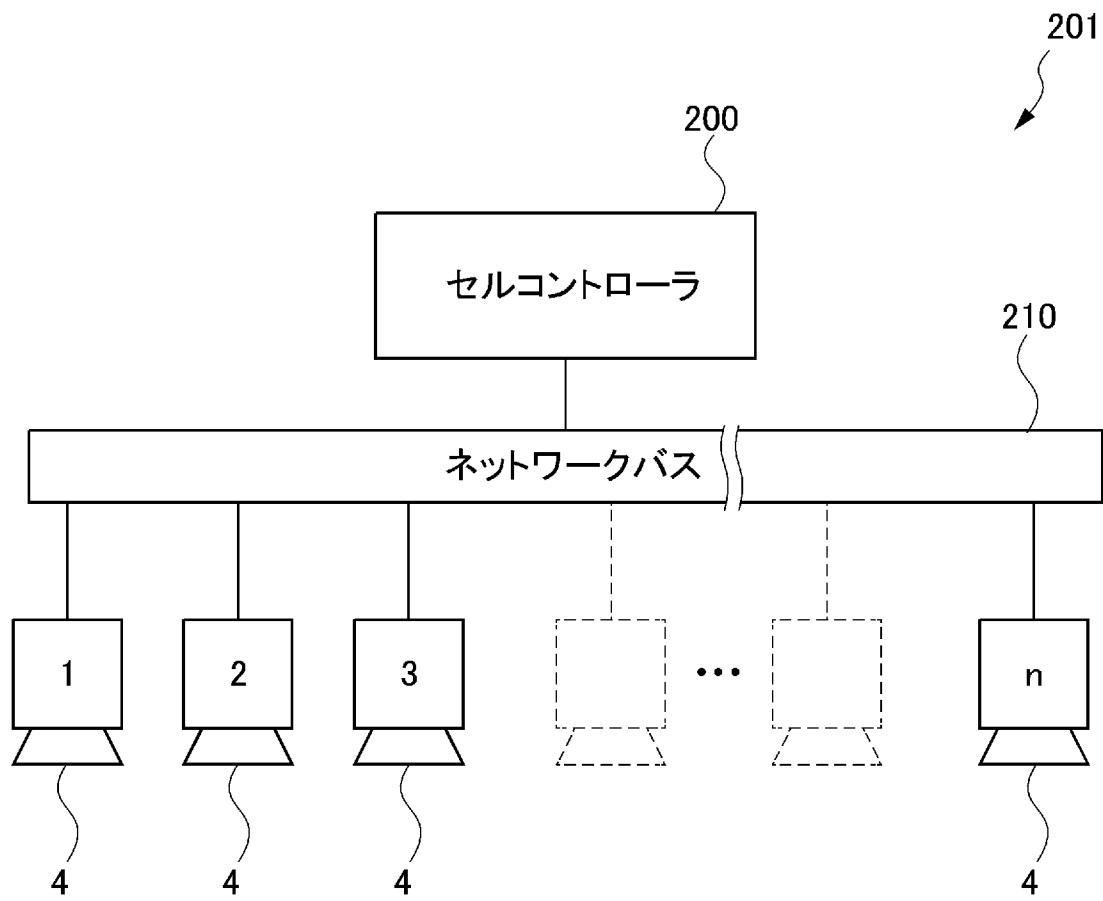
[図4]



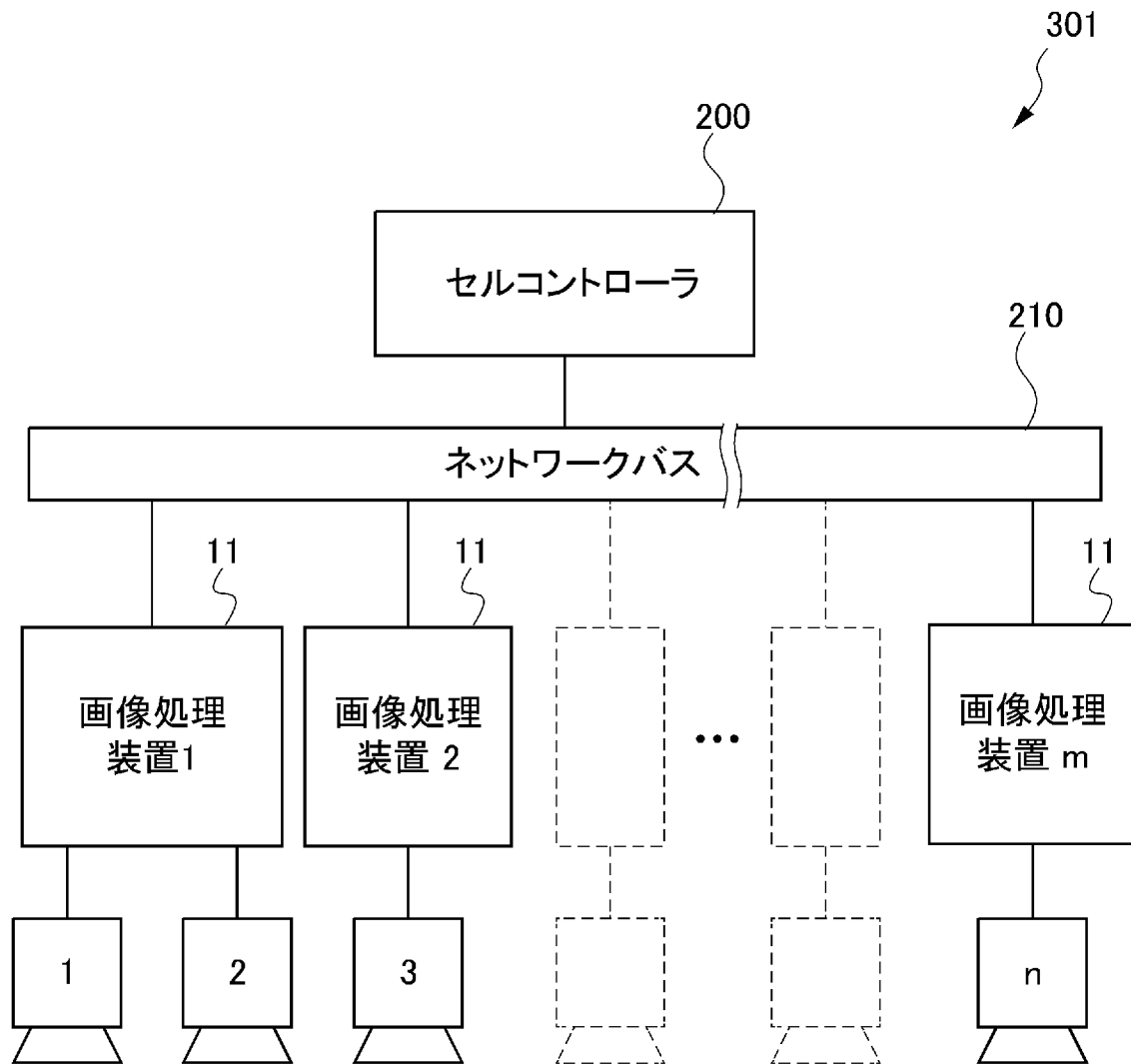
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/028911

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H04N 5/235**(2006.01)i; **B25J 19/04**(2006.01)i; **G03B 7/091**(2021.01)i; **G03B 15/00**(2021.01)i

FI: H04N5/235 500; B25J19/04; H04N5/235 300; G03B7/091; G03B15/00 H

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)

H04N5/235; B25J19/04; G03B7/091; G03B15/00

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021

Registered utility model specifications of Japan 1996-2021

Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2012-222540 A (OLYMPUS CORP.) 12 November 2012 (2012-11-12)	1-6, 8-11
A	claims, paragraphs [0017], [0018], [0026], [0040]-[0042], [0046]-[0103], [0126]	7

☐ 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

26 October 2021

Date of mailing of the international search report

02 November 2021

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/028911

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2012-222540	A	12 November 2012	US 2012/0257077 A1 claims, paragraphs [0024], [0025], [0033], [0047]-[0049], [0053]-[0113], [0136]	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04N 5/235(2006.01)i; B25J 19/04(2006.01)i; G03B 7/091(2021.01)i; G03B 15/00(2021.01)i FI: H04N5/235 500; B25J19/04; H04N5/235 300; G03B7/091; G03B15/00 H														
B. 調査を行った分野														
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H04N5/235; B25J19/04; G03B7/091; G03B15/00														
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの														
<table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年													
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）														
C. 関連すると認められる文献														
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号												
X	JP 2012-222540 A（オリンパス株式会社）12.11.2012（2012 - 11 - 12） [特許請求の範囲][0017][0018][0026][0040]-[0042][0046]-[0103][0126]他	1-6, 8-11												
A		7												
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献	“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	
* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの													
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの													
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献														
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献														
国際調査を完了した日 26.10.2021	国際調査報告の発送日 02.11.2021													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 吉川 康男 5P 4238 電話番号 03-3581-1101 内線 3581													

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2021/028911

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2012-222540	A	12.11.2012	US 2012/0257077 A1 CLAIMs[0024][0025][0033] [0047]-[0049][0053]-[0113][0136]他	