

(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
2017年12月7日(07.12.2017)



(10) 国際公開番号

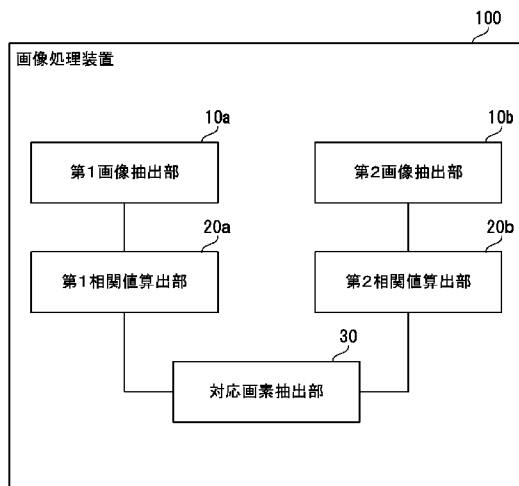
WO 2017/209213 A1

- (51) 国際特許分類:
G01B 11/245 (2006.01) *G01C 3/06* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/020351
- (22) 国際出願日: 2017年5月31日(31.05.2017)
- (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 2016-108297 2016年5月31日(31.05.2016) JP
- (71) 出願人: NECソリューションイノベータ株式会社(NEC SOLUTION INNOVATORS, LTD.) [JP/JP]; 〒1368627 東京都江東区新木場一丁目18番7号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 山下 喜宏(YAMASHITA, Yoshihiro); 〒1368627 東京都江東区新木場一丁目18番7号 NECソリューションイノベータ株式会社内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 特許業務法人ブライタス(BRIGHTAS IP ATTORNEYS); 〒5300057 大阪府大阪市北区曽根崎2丁目5番10号 Osaka (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, 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, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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,

(54) **Title:** IMAGE PROCESSING DEVICE, IMAGE PROCESSING METHOD, AND COMPUTER-READABLE RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称: 画像処理装置、画像処理方法、及びコンピュータ読み取り可能な記録媒体



(57) **Abstract:** An image processing device 100 is provided with image extraction units 10a, 10b, correlation value calculation units 20a, 20b, and a corresponding-pixel extraction unit 30. The image extraction unit 10a sets a plurality of first image block sets on the basis of two subject images, and the image extraction unit 20b sets a plurality of second image block sets on the basis of the two images. The second image blocks are provided so as to be orthogonal to the first image blocks. The correlation value calculation unit 20a calculates a correlation value for each of the first image block sets, and the correlation value calculation unit 20b calculates a correlation value for each of the second image block sets. The corresponding-pixel extraction unit 30 extracts pixels corresponding to each other in the two images on the basis of the correlation values of each of the first image block sets and the correlation values of each of the second image block sets.

- 100 Image processing device
10a First image extraction unit
10b Second image extraction unit
20a First correlation value calculation unit
20b Second correlation value calculation unit
30 Corresponding-pixel extraction unit

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)）

(57) 要約：画像処理装置100は、画像抽出部10a、10b、相関値算出部20a、20b、及び対応画素抽出部30を備える。画像抽出部10aは、対象となる2つの画像に基づいて複数の第1画像ブロックの組を設定し、画像抽出部10bは、上記2つの画像に基づいて複数の第2画像ブロックの組を設定する。第2画像ブロックは、第1画像ブロックに対して直交するように設けられる。相関値算出部20aは、第1画像ブロックの組それぞれについて相関値を算出し、相関値算出部20bは、第2画像ブロックの組それぞれについて相関値を算出する。対応画素抽出部30は、第1画像ブロックの組それぞれの相関値及び第2画像ブロックの組それぞれの相関値に基づいて、上記2つの画像において互に対応する画素を抽出する。

明 細 書

発明の名称：

画像処理装置、画像処理方法、及びコンピュータ読み取り可能な記録媒体 技術分野

[0001] 本発明は、2つの画像を用いた画像処理を行なうための、画像処理装置、画像処理方法、及びこれらを実現するためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体に関する。

背景技術

[0002] 従来から、3次元データの自動生成方法として、人工衛星又は航空機等から得られたペア画像を基に、ステレオマッチング処理を行うことによって、地形を示す3次元データ〔DSM (Digital Surface Model) データ〕を生成する方法が広く知られている。ペア画像は、2台のカメラによって同一の被写体を異なる視点で撮影することによって得られた画像である。

[0003] 具体的には、ステレオマッチング処理では、まず、ステレオ画像を構成する各画像から一定サイズの複数の画像ブロックが抽出される。次いで、一方の画像の任意の画像ブロックに最も類似する他方の画像の画像ブロックが特定される。これにより、対応点が特定され、特定された対応点間の視差を用いて、三角測量を実行することによって、被写体の奥行き及び形状が求められる。なお、詳細な説明は省略するが、対応点とは、一方の画像中の一つの画素と、その画素に対応する他方の画像中の画素とを意味する。一方の画像の任意の画像ブロックに最も類似する他方の画像の画像ブロックが特定されると、上記任意の画像ブロックの中心画素と、上記最も類似する画像ブロックの中心画素とが、対応点として特定される。

[0004] 最も類似する画像ブロックを特定する処理の具体的手法としては、輝度差の和 (SAD : Sum of Absolute Difference) を利用した方法、輝度差の2乗和 (SSD : Sum of Squared Difference) を利用した方法、正規化相互相関 (NCC : Normalized Cross-Correlation) を利用した方法、などが知ら

れている。

[0005] 具体的には、SADを利用する場合は、下記の数1を用いて、 R_{SAD} の値が最も小さくなる画像ブロックのペアを特定し、特定したペアを互いに最も類似する画像ブロックであると判定する（例えば、特許文献1～3及び非特許文献1参照）。なお、数1において、 $I(i, j)$ 及び $T(i, j)$ は、画像ブロックにおける対応する画素の輝度を示している。また、 (i, j) は、画素の座標を表している。

[0006] [数1]

$$R_{SAD} = \sum_{j=0}^{N-1} \sum_{i=0}^{M-1} |I(i, j) - T(i, j)|$$

[0007] また、SSDを利用する場合は、下記の数2を用いて、 R_{SSD} の値が最も小さくなる画像ブロックのペアを特定し、特定したペアを互いに最も類似する画像ブロックであると判定する（例えば、特許文献4及び非特許文献1参照）。数2においても、 $I(i, j)$ 及び $T(i, j)$ は、画像ブロックにおける輝度を示している。

[0008] [数2]

$$R_{SSD} = \sum_{j=0}^{N-1} \sum_{i=0}^{M-1} (I(i, j) - T(i, j))^2$$

[0009] 更に、NCCを利用する場合は、下記の数3を用いて、 R_{NCC} の値が1.0に最も近くなる画像ブロックのペアを特定し、特定したペアを互いに最も類似する画像ブロックであると判定する（例えば、特許文献5参照）。数3においても、 $I(i, j)$ 及び $T(i, j)$ は、画像ブロックにおける輝度を示している。

[0010] [数3]

$$R_{NCC} = \frac{\sum_{j=0}^{N-1} \sum_{i=0}^{M-1} ((I(i, j) - \bar{I})(T(i, j) - \bar{T}))}{\sqrt{\sum_{j=0}^{N-1} \sum_{i=0}^{M-1} (I(i, j) - \bar{I})^2 \times \sum_{j=0}^{N-1} \sum_{i=0}^{M-1} (T(i, j) - \bar{T})^2}}$$

[0011] なお、ステレオマッチング処理においては、一般に、各画像から正方形の画像ブロックが抽出されるが、他の形状の画像ブロックによってステレオマッチング処理を行うこともできる。例えば、特許文献6には、ステレオマッチング処理を行う際の画像ブロックの例として、横長の画像ブロック、縦長の画像ブロック、及び十字形状の画像ブロックが記載されている。また、特許文献6には、ステレオカメラによって撮像されたシーンを予測または検出して、横長の画像ブロック、縦長の画像ブロック、または十字形状の画像ブロックを使い分けることが記載されている。

先行技術文献

特許文献

- [0012] 特許文献1：特開平9－211080号公報
特許文献2：特開2000－003448号公報
特許文献3：特開2006－90896号公報
特許文献4：特開2000－082142号公報
特許文献5：特開平7－121711号公報
特許文献6：特開2013－164351号公報

非特許文献

- [0013] 非特許文献1：新井元基、鷺見和彦、松山 隆司著、「画像のブロックマッチングにおける相関関数とサブピクセル推定方式の最適化」、2004年5月6日、p. 2、右パラグラフ、第2～19行

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0014] ところで、ステレオマッチング処理においては、ペア画像を撮影する2台のカメラそれぞれの撮影角度が異なる。これにより、視差が生じ、同一の撮影対象物の形状及び位置がペア画像間において異なる。以下、ペア画像間において生じる視差の影響について図面を用いて簡単に説明する。

- [0015] 図8は、左右に配置した2台のカメラによって上空から撮影したペア画像

の一例を示す図である。図 8 には、左に配置したカメラで撮影した画像 1 と、右に配置したカメラで撮影した画像 2 とが示されている。

[0016] 画像 1, 2 にはそれぞれ、撮影対象物 3, 4, 5 が示されている。なお、図 8 においては、各撮影対象物を簡略化して示している。撮影対象物 3 はアパートであり、撮影対象物 4, 5 はそれぞれ、地面 G 上に停車している自動車である。以下、撮影対象物 3 をアパート 3 と記載し、撮影対象物 4, 5 をそれぞれ、自動車 4, 5 と記載する。

[0017] また、図 8 には、ステレオマッチング処理で抽出される正方形の画像ブロック 6 a, 6 b, 7 a, 7 b が示されている。画像ブロック 6 a の中心画素と、画像ブロック 6 b の中心画素とは、アパート 3 の屋上 3 a の同じ位置に対応する。画像ブロック 7 a の中心画素と、画像ブロック 7 b の中心画素とは、屋上 3 a の同じ位置に対応する。したがって、ステレオマッチング処理では、画像ブロック 6 a と画像ブロック 6 b とが互いに最も類似する画像ブロックであると判定されることが好ましく、画像ブロック 7 a と画像ブロック 7 b とが互いに最も類似する画像ブロックであると判定されることが好ましい。

[0018] 図 8 を参照して、ペア画像間において生じる視差は、撮影対象物の高さ方向における位置によって異なる。図 8 の例では、地面 G と、アパート 3 の屋上 3 a とでは、視差が大きく異なる。このように撮影対象物の位置によって視差が異なることによって、図 8 に示すように、画像 1, 2 間において、アパート 3 の側面 3 b の形状が大きく異なる。また、画像 1, 2 間において、屋上 3 a に対する自動車 4, 5 の位置が大きく異なる。

[0019] 上記のように、画像 1, 2 間において撮影対象物の形状及び位置が異なることによって、例えば、以下のような現象が生じる。まず、屋上 3 a の右端近傍の画像ブロック 6 a, 6 b に注目すると、画像ブロック 6 a 内に示される側面 3 b の形状と、画像ブロック 6 b 内に示される側面 3 b の形状との間で大きな差が生じている。このため、画像ブロック 6 a 内の各画素の輝度と、画像ブロック 6 b 内の各画素の輝度との間で大きな差が生じる。これによ

り、ステレオマッチング処理において、画像ブロック 6 a と画像ブロック 6 b とが、互いに最も類似する画像ブロックであると判定される確率が低くなる。その結果、適切な対応点を特定することが難しくなる。

[0020] 一方、画像ブロック 7 a, 7 b に注目すると、画像ブロック 7 a には自動車 4, 5 の一部が含まれているが、画像ブロック 7 b には自動車 4, 5 が含まれていない。このため、画像ブロック 7 a 内の各画素の輝度と、画像ブロック 7 b 内の各画素の輝度との間で大きな差が生じる。これにより、ステレオマッチング処理において、画像ブロック 7 a と画像ブロック 7 b とが、互いに最も類似する画像ブロックであると判定される確率が低くなる。その結果、適切な対応点を特定することが難しくなる。

[0021] ここで、例えば、画像ブロック 6 a, 6 b, 7 a, 7 b の代わりに、特許文献 6 に記載されているような縦長の画像ブロックを用いたとする。この場合、図 9 に示すように、屋上 3 a の右端近傍において、画像ブロック 6 c, 6 d 内に含まれる側面 3 b の領域を小さくすることができる。これにより、ステレオマッチング処理において、側面 3 b の形状の変化の影響を小さくすることができると考えられる。しかしながら、自動車 4, 5 の位置の変化による影響を小さくすることは難しい。一方、図示は省略するが、画像ブロック 6 a, 6 b, 7 a, 7 b の代わりに、横長の画像ブロックを用いた場合には、自動車 4, 5 の位置の変化による影響を小さくすることができると考えられる。しかしながら、側面 3 b の形状の変化の影響を小さくすることは難しい。画像ブロック 6 a, 6 b, 7 a, 7 b の代わりに、十字形状の画像ブロックを用いたとしても、側面 3 b の形状変化及び自動車 4, 5 の位置変化の影響を十分に小さくすることは難しい。

[0022] なお、上述したように、特許文献 6 には、縦長の画像ブロックと横長の画像ブロックとを使い分けることが記載されている。しかしながら、ペア画像間における撮影対象物の形状変化及び位置変化を正確に予測または検出することは難しい。したがって、ペア画像間における撮影対象物の形状変化及び位置変化に応じて、縦長の画像ブロックと横長の画像ブロックを適切に使い

分けることは難しい。

[0023] 本発明の目的の一例は、上記問題を解消し、ペア画像を対象としたマッチング処理において判定精度の向上を図り得る、画像処理装置、画像処理方法、及びコンピュータ読み取り可能な記録媒体を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0024] 上記目的を達成するため、本発明の一側面における画像処理装置は、

対象となる2つの画像それぞれから、長辺を有する長方形状の複数の第1画像ブロックを抽出し、前記2つの画像の一方の画像から抽出された第1画像ブロックの一つと、他方の画像から抽出された第1画像ブロックの一つとを組み合わせて、複数の第1画像ブロックの組を設定する、第1画像抽出部と、

前記2つの画像それぞれから、前記第1画像ブロックの前記長辺に直交する長辺を有し、かつ中心画素が前記第1画像ブロックの中心画素と共通の画素である、長方形状の複数の第2画像ブロックを抽出し、前記2つの画像の前記一方の画像から抽出された第2画像ブロックの一つと、前記他方の画像から抽出された第2画像ブロックの一つとを組み合わせて、複数の第2画像ブロックの組を設定する、第2画像抽出部と、

設定された前記第1画像ブロックの組それぞれについて、輝度に基づいて相関値を算出する第1相関値算出部と、

設定された前記第2画像ブロックの組それぞれについて、輝度に基づいて相関値を算出する第2相関値算出部と、

前記第1画像ブロックの組それぞれの相関値及び前記第2画像ブロックの組それぞれの相関値に基づいて、前記2つの画像において互に対応する画素を抽出する、対応画素抽出部と、

を備えている、ことを特徴とする。

[0025] また、上記目的を達成するため、本発明の一側面における画像処理方法は、

(a) 対象となる2つの画像それぞれから、長辺を有する長方形状の複数の

第1画像ブロックを抽出し、前記2つの画像の一方の画像から抽出された第1画像ブロックの一つと、他方の画像から抽出された第1画像ブロックの一つとを組み合わせ、複数の第1画像ブロックの組を設定する、ステップと、

(b) 前記2つの画像それぞれから、前記第1画像ブロックの前記長辺に直交する長辺を有し、かつ中心画素が前記第1画像ブロックの中心画素と共通の画素である、長形状の複数の第2画像ブロックを抽出し、前記2つの画像の前記一方の画像から抽出された第2画像ブロックの一つと、前記他方の画像から抽出された第2画像ブロックの一つとを組み合わせ、複数の第2画像ブロックの組を設定する、ステップと、

(c) 前記(a)のステップで設定された前記第1画像ブロックの組それぞれについて、輝度に基づいて相関値を算出する、ステップと、

(d) 前記(b)のステップで設定された前記第2画像ブロックの組それぞれについて、輝度に基づいて相関値を算出する、ステップと、

(e) 前記(c)のステップで算出された前記第1画像ブロックの組それぞれの相関値及び前記(d)のステップで算出された前記第2画像ブロックの組それぞれの相関値に基づいて、前記2つの画像において互いに対応する画素を抽出する、ステップと、

を有する、ことを特徴とする。

[0026] 更に、上記目的を達成するため、本発明の一側面におけるコンピュータ読み取り可能な記録媒体は、

コンピュータに、

(a) 対象となる2つの画像それぞれから、長辺を有する長形状の複数の第1画像ブロックを抽出し、前記2つの画像の一方の画像から抽出された第1画像ブロックの一つと、他方の画像から抽出された第1画像ブロックの一つとを組み合わせ、複数の第1画像ブロックの組を設定する、ステップと、

(b) 前記2つの画像それぞれから、前記第1画像ブロックの前記長辺に直交する長辺を有し、かつ中心画素が前記第1画像ブロックの中心画素と共通の画素である、長形状の複数の第2画像ブロックを抽出し、前記2つの画

像の前記一方の画像から抽出された第2画像ブロックの一つと、前記他方の画像から抽出された第2画像ブロックの一つとを組み合わせ、複数の第2画像ブロックの組を設定する、ステップと、

(c) 前記(a)のステップで設定された前記第1画像ブロックの組それぞれについて、輝度に基づいて相関値を算出する、ステップと、

(d) 前記(b)のステップで設定された前記第2画像ブロックの組それぞれについて、輝度に基づいて相関値を算出する、ステップと、

(e) 前記(c)のステップで算出された前記第1画像ブロックの組それぞれの相関値及び前記(d)のステップで算出された前記第2画像ブロックの組それぞれの相関値に基づいて、前記2つの画像において互いに対応する画素を抽出する、ステップと、

を実行させる、命令を含むプログラムを記録していることを特徴とする。

発明の効果

[0027] 以上のように本発明によれば、ペア画像を対象としたマッチング処理において判定精度の向上を図ることができる。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]図1は、本発明の実施の形態における画像処理装置の概略構成を示すブロック図である。

[図2]図2は、本発明の実施の形態における画像処理装置の具体的構成を示すブロック図である。

[図3]図3は、本発明の実施の形態において取得されたペア画像の一例を示す図である。

[図4]図4は、本発明の実施の形態において取得された画像の一例を説明する図である。

[図5]図5は、本発明の実施の形態において取得されたペア画像の一例を示す図である。

[図6]図6は、本発明の実施の形態における画像処理装置の動作を示すフロー図である。

[図7]図7は、本発明の実施の形態における画像処理装置を実現するコンピュータの一例を示すブロック図である。

[図8]図8は、左右に配置した2台のカメラによって撮影したペア画像の一例を示す図である。

[図9]図9は、左右に配置した2台のカメラによって撮影したペア画像の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0029] (実施の形態)

以下、本発明の実施の形態における、画像処理装置、画像処理方法、及びプログラムについて、図1～図9を参照しながら説明する。

[0030] [装置構成]

最初に、図1を用いて、本発明の実施の形態における画像処理装置の概略構成について説明する。図1は、本発明の実施の形態における画像処理装置の概略構成を示すブロック図である。

[0031] 図1に示すように、本実施の形態における画像処理装置100は、2枚の画像を対象として画像処理を行なう装置であり、第1画像抽出部10aと、第2画像抽出部10bと、第1相関値算出部20aと、第2相関値算出部20bと、対応画素抽出部30とを備えている。

[0032] 第1画像抽出部10aは、対象となる2つの画像それぞれから、複数の画像ブロックを抽出する。本実施形態では、第1画像抽出部10aによって抽出される画像ブロックは、一対の長辺及び一対の短辺を有する長方形の画像ブロックである。以下、第1画像抽出部10aによって抽出される複数の画像ブロックをそれぞれ、第1画像ブロックと記載する。第1画像抽出部10aは、2つの画像の一方の画像から抽出された第1画像ブロックの一つと、他方の画像から抽出された第1画像ブロックの一つとを組み合わせ、複数の第1画像ブロックの組を設定する。

[0033] 第2画像抽出部10bは、対象となる上記2つの画像それぞれから、複数の画像ブロックを抽出する。本実施形態では、第2画像抽出部10bによっ

て抽出される画像ブロックは、一对の長辺及び一对の短辺を有する長方形形状の画像ブロックである。以下、第2画像抽出部10bによって抽出される複数の画像ブロックをそれぞれ、第2画像ブロックと記載する。第2画像抽出部10bは、2つの画像の一方の画像から抽出された第2画像ブロックの一つと、他方の画像から抽出された第2画像ブロックの一つとを組み合わせ、複数の第2画像ブロックの組を設定する。

[0034] 本実施形態では、第1画像抽出部10a及び第2画像抽出部10bによって、画素ごとに、その画素を共通の中心画素とする第1画像ブロック及び第2画像ブロックが抽出される。第1画像ブロックの一对の長辺と、その第1画像ブロックと共通の中心画素を有する第2画像ブロックの一对の長辺とは、互いに直交する。すなわち、本実施形態では、画素ごとに、その画素を共通の中心画素とするように、長方形形状の第1画像ブロックと、その第1画像ブロックに直交する第2画像ブロックとが抽出される。

[0035] 第1相関値算出部20aは、第1画像抽出部10aによって設定された第1画像ブロックの組それぞれについて、輝度に基づいて相関値を算出する。同様に、第2相関値算出部20bは、第2画像抽出部10bによって設定された第2画像ブロックの組それぞれについて、輝度に基づいて相関値を算出する。第1相関値算出部20a及び第2相関値算出部20bによる相関値の算出方法については後述する。

[0036] 対応画素抽出部30は、第1画像ブロックの組それぞれの相関値及び第2画像ブロックの組それぞれの相関値に基づいて、上記2つの画像において互に対応する画素（対応点）を抽出する。

[0037] このように、図1に示した構成では、2つの画像においてそれぞれ、画素ごとに、長方形形状の第1画像ブロックと、その第1画像ブロックに直交する長方形形状の第2画像ブロックとが抽出される。また、2つの画像の一方の画像から抽出された第1画像ブロックの一つと、他方の画像から抽出された第1画像ブロックの一つとを組み合わせることによって、複数の第1画像ブロックの組が設定される。また、2つの画像の一方の画像から抽出された第2画

像ブロックの一つと、他方の画像から抽出された第2画像ブロックの一つとを組み合わせることによって、複数の第2画像ブロックの組が設定される。そして、第1画像ブロックの組それぞれの相関値及び第2画像ブロックの組それぞれの相関値に基づいて、上記2つの画像において互に対応する画素（対応点）が抽出される。

[0038] すなわち、図1に示した構成では、長形状の第1画像ブロックに基づいて算出される相関値と、第1画像ブロックに直交するように設定された長形状の第2画像ブロックに基づいて算出される相関値とを用いて、対応点を抽出することができる。これにより、図8及び図9で説明したように、2つの画像間において、撮影対象物の形状及び位置が大きく変化する場合でも、その変化の影響を十分に低減して、マッチング処理における判定精度を向上することができる。その結果、マッチング処理において適切な対応点を特定することができる。

[0039] 続いて、図2を用いて、本発明の実施の形態における画像処理の構成及び機能について更に具体的に説明する。図2は、本発明の実施の形態における画像処理装置の具体的構成を示すブロック図である。

[0040] まず、本実施の形態では、画像処理装置100は、ステレオマッチング処理を行なう装置である。処理対象となる2つの画像は、異なる角度から同一対象を撮影して得られたペア画像、具体的には、人工衛星又は航空機等から撮影されたペア画像である。

[0041] また、図2に示すように、本実施の形態では、画像処理装置100は、図1に示した、第1画像抽出部10a、第2画像抽出部10b、第1相関値算出部20a、第2相関値算出部20b及び対応画素抽出部30に加えて、更に、画像取得部40を備えている。

[0042] 画像取得部40は、処理対象となるペア画像を取得する。具体的には、画像取得部40は、ネットワーク等を介して送信されてきたペア画像の各画像データを取得し、取得した各画像データを第1画像抽出部10a及び第2画像抽出部10bにそれぞれ入力する。また、画像取得部40は、ペア画像そ

れぞれのエピポーラ線が水平方向において一致しているかどうかを判定し、一致していない場合は、一方又は両方の画像に対して、回転及び射影変換のうち少なくとも1つを行なって、エピポーラ線が一致するように補正を実行する。そして、画像取得部40は、ペア画像を補正して得られた各画像データを、ペア画像の各画像データとして、第1画像抽出部10a及び第2画像抽出部10bにそれぞれ入力する。

[0043] 図3は、本発明の実施の形態において取得されたペア画像の一例を示す図である。図3の例では、ペア画像は、画像201と画像202とで構成されている。なお、図3においては、説明を分かりやすくするために、画像に含まれる各画素を大きく示している。したがって、実際には、各画像には、図3に示す複数の画素よりも多くの画素が含まれていてもよい。また、図面が煩雑になることを避けるために、図3においては、撮影対象物は示していない。

[0044] 図3に示すように、本実施の形態では、第1画像抽出部10aは、画像201、202それぞれにおいて、垂直方向（矢印Vで示す方向）及び水平方向（矢印Hで示す方向）に沿って、水平方向Hにおける行と垂直方向Vにおける列とを設定する。各行は、水平方向Hに並ぶ複数の画素によって構成されている。同様に、各列は、垂直方向Vに並ぶ複数の画素によって構成されている。図3の例では、画像201、202それぞれにおいて、垂直方向Vに沿って20個の行が設定され、水平方向Hに沿って24個の列が設定されている。各行は、水平方向Hに並ぶ24個の画素によって構成され、各列は、垂直方向Vに並ぶ20個の画素によって構成されている。

[0045] また、第1画像抽出部10aは、画像201、202それぞれから、複数の第1画像ブロックを抽出する。第1画像ブロックは、複数の画素によって構成される。本実施の形態では、第1画像抽出部10aは、画像201の画素ごとに、その画素を中心画素とする第1画像ブロックを抽出する。また、第1画像抽出部10aは、画像202の画素ごとに、その画素を中心画素とする第1画像ブロックを抽出する。したがって、第1画像抽出部10aは、

例えば、画像 201 を構成する複数の画素と同数の第 1 画像ブロックを、画像 201 から抽出する。また、第 1 画像抽出部 10a は、例えば、画像 202 を構成する複数の画素と同数の第 1 画像ブロックを、画像 202 から抽出する。

[0046] 図 3 においては、画像 201 から抽出された複数の第 1 画像ブロックのうちの一つの第 1 画像ブロック 203 が示され、画像 202 から抽出された複数の第 1 画像ブロックのうちの一つの第 1 画像ブロック 204 が示されている。図 3 においては、第 1 画像ブロック 203、204 を構成する複数の画素にハッチングを付している。図 3 の例では、第 1 画像ブロック 203、204 はそれぞれ長形状を有し、垂直方向 V に沿う一対の長辺と、水平方向 H に沿う一対の短辺とを有している。本実施の形態では、第 1 画像ブロックは、21 画素によって構成される。また、本実施の形態では、第 1 画像ブロックの一対の長辺は、エピポーラ線に直交する。

[0047] なお、図 4 を参照して、例えば、画像 201 内の最も外側に並ぶ複数の画素のうちの一つを中心画素として第 1 画像ブロックを抽出する際には、画像 201 内の画素のみによって第 1 画像ブロックを構成することはできない。この場合には、例えば、一定の輝度（例えば、零）を有する複数の画素（以下、仮想画素と記載する。）が、画像 201 を囲むように設けられていると仮定して第 1 画像ブロックを抽出し、後述の処理が行われる。図 4 の例では、画像 201 内の 14 個の画素と、7 個の仮想画素とによって、第 1 画像ブロック 203a が構成される。詳細な説明は省略するが、画像 202 から抽出される第 1 画像ブロックについても同様である。また、画像 201、202 からそれぞれ抽出される第 2 画像ブロックについても同様である。

[0048] 更に、本実施の形態では、第 1 画像抽出部 10a は、一方の画像から抽出された第 1 画像ブロックの一つと、他方の画像から抽出された第 1 画像ブロックの一つとを、両者の中心画素が位置している行が互いに対応するように選出する。そして、選出した第 1 画像ブロック同士を組み合わせ、複数の第 1 画像ブロックの組を設定し、設定した複数の第 1 画像ブロックの組を、第

1 相関値算出部 20a に入力する。例えば、図 3 では、画像 202 の一つの行は、24 画素によって構成されている。上述したように、第 1 画像ブロックは画素ごとに設定されるので、画像 202 の一つの行に対して 24 個の第 1 画像ブロックが設定される。したがって、図 3 の例では、一方の画像 201 から抽出された任意の第 1 画像ブロックは、他方の画像 202 の対応する一つの行を構成する画素ごとに設定された 24 個の第 1 画像ブロックにそれぞれに組み合わされる。例えば、画像 201 から抽出された第 1 画像ブロックの中心画素が 5 行目に位置している場合には、その第 1 画像ブロックは、画像 202 の 5 行目の画素ごとに設定された 24 個の第 1 画像ブロックにそれぞれ組み合わされる。このようにして、本実施の形態では、画像 201 から抽出された第 1 画像ブロックごとに、24 個の第 1 画像ブロックの組が設定される。すなわち、画像 201 を構成する全ての画素それぞれに対して、24 個の第 1 画像ブロックの組が設定される。

[0049] 図 5 に示すように、本実施の形態では、第 2 画像抽出部 10b は、第 1 画像抽出部 10a と同様に、画像 201, 202 それぞれにおいて、垂直方向 V 及び水平方向 H に沿って、水平方向 H における行と垂直方向 V における列とを設定する。図 3 で説明したように、各行は、水平方向 H に並ぶ複数の画素によって構成され、各列は、垂直方向 V に並ぶ複数の画素によって構成されている。

[0050] また、第 2 画像抽出部 10b は、画像 201, 202 それぞれから、複数の第 2 画像ブロックを抽出する。第 2 画像ブロックは、複数の画素によって構成される。本実施の形態では、第 2 画像抽出部 10b は、画像 201 の画素ごとに、その画素を中心画素とする第 2 画像ブロックを抽出する。また、第 2 画像抽出部 10b は、画像 202 の画素ごとに、その画素を中心画素とする第 2 画像ブロックを抽出する。したがって、第 2 画像抽出部 10b は、例えば、画像 201 を構成する複数の画素と同数の第 2 画像ブロックを、画像 201 から抽出する。また、第 2 画像抽出部 10b は、例えば、画像 202 を構成する複数の画素と同数の第 2 画像ブロックを、画像 202 から抽出

する。このようにして、本実施の形態では、画素ごとに、一つの第1画像ブロックと、その第1画像ブロックと共通の中心画素を有する一つの第2画像ブロックとが抽出される。

[0051] 図5においては、画像201から抽出される複数の第2画像ブロックのうちの一つの第2画像ブロック205が示され、画像202から抽出される複数の第2画像ブロックのうちの一つの第2画像ブロック206が示されている。図5においては、第2画像ブロック205、206を構成する複数の画素にハッチングを付している。図5の例では、第2画像ブロック205、206はそれぞれ長形状を有し、垂直方向Vに沿う一对の短辺と、水平方向Hに沿う一对の長辺とを有している。本実施の形態では、第2画像ブロックは、21画素によって構成される。すなわち、本実施の形態では、第1画像ブロックの画素数及び第2画像ブロックの画素数は、互いに等しい。

[0052] 更に、本実施の形態では、第2画像抽出部10bは、一方の画像から抽出された第2画像ブロックの一つと、他方の画像から抽出された第2画像ブロックの一つとを、両者の中心画素が位置している行が互に対応するように選出する。そして、選出した第2画像ブロック同士を組み合わせ、複数の第2画像ブロックの組を設定し、設定した複数の第2画像ブロックの組を、第2相関値算出部20bに入力する。

[0053] 例えば、図5では、画像202の一つの行は、24画素によって構成されている。また、上述したように、第2画像ブロックは画素ごとに設定されるので、画像202の一つの行に対して24個の第2画像ブロックが設定される。したがって、図5の例では、一方の画像201から抽出された一つの第2画像ブロックは、他方の画像202の対応する一つの行の画素ごとに設定された24個の第2画像ブロックそれぞれに組み合わせられる。これにより、画像201から抽出された第2画像ブロックごとに、24個の第2画像ブロックの組が設定される。すなわち、画像201を構成する全ての画素それぞれに対して、24個の第2画像ブロックの組が設定される。

[0054] 第1相関値算出部20aは、入力された第1画像ブロックの組それぞれに

ついて、相関値を算出する。そして、第1相関値算出部20aは、算出した第1画像ブロックの組それぞれの相関値を対応画素抽出部30に入力する。同様に、第2相関値算出部20bは、入力された第2画像ブロックの組それぞれについて、相関値を算出する。そして、第2相関値算出部20bは、算出した第2画像ブロックの組それぞれの相関値を対応画素抽出部30に入力する。なお、相関値は、例えば、上述のSAD、SSDまたはNCC等の公知の方法を利用して算出することができる。SADを利用して相関値を算出する場合には、例えば、上述の R_{SAD} の値を相関値とすることができる。また、SSDを利用して相関値を算出する場合には、例えば、上述の R_{SSD} の値を相関値とすることができる。更に、例えば、NCCを利用して相関値を算出する場合には、上述の R_{NCC} の値を相関値とすることができる。例えば、 R_{SAD} の値または R_{SSD} の値を相関値として用いる場合には、画像ブロックの組の相関値が小さいほど、その画像ブロックの組が高い相関関係を有していることを示す。また、例えば、 R_{NCC} の値を相関値として用いる場合には、画像ブロックの組の相関値が大きいほど、その画像ブロックの組が高い相関関係を有していることを示す。

[0055] 対応画素抽出部30は、一方の画像から抽出された第1画像ブロックの一つを基準第1画像ブロックに設定する。また、対応画素抽出部30は、一方の画像から抽出された複数の第2画像ブロックのうち、中心画素が上記基準第1画像ブロックと共通する第2画像ブロックを基準第2画像ブロックに設定する。例えば、図3に示した第1画像ブロック203の中心画素と、図5に示した第2画像ブロック205の中心画素とは、共通の画素である。したがって、例えば、図3に示した第1画像ブロック203が基準第1画像ブロックに設定された場合には、図5に示した第2画像ブロック205が基準第2画像ブロックに設定される。

[0056] 更に、対応画素抽出部30は、基準第1画像ブロックとの組み合わせとして設定された第1画像ブロックの組の一つと、基準第2画像ブロックとの組み合わせとして設定された第2画像ブロックの組の一つとを、他方の画像から抽

出された第1画像ブロック及び第2画像ブロックの中心画素が共通の画素となるように選出する。そして、対応画素抽出部30は、選出された第1画像ブロックの組と第2画像ブロックの組とを組み合わせ、複合ブロックを設定する。例えば、図3に示した第1画像ブロック204の中心画素と、図5に示した第2画像ブロック206の中心画素とは、共通の画素である。また、第1画像ブロック204は、第1画像ブロック203に組み合わせられて、第1画像ブロックの組を構成する。更に、第2画像ブロック206は、第2画像ブロック205に組み合わせられて、第2画像ブロックの組を構成する。したがって、図3及び図5に示した例では、第1画像ブロック203が基準第1画像ブロックに設定され、第2画像ブロック205が基準第2画像ブロックに設定された場合には、第1画像ブロック203、204（第1画像ブロックの組）と、第2画像ブロック205、206（第2画像ブロックの組）とが選出され、これらを組み合わせ一つの複合ブロックが設定される。

[0057] 本実施の形態では、一方の画像から抽出された全ての第1画像ブロックがそれぞれ、基準第1画像ブロックに設定される。そして、設定された基準第1画像ブロックごとに、複数の複合ブロックが設定される。図3及び図5に示した例では、上述したように、第1画像ブロックごとに、24個の第1画像ブロックの組が設定され、第2画像ブロックごとに、24個の第2画像ブロックの組が設定される。したがって、図3及び図5に示した例では、第1画像ブロックの組の一つと、第2画像ブロックの組の一つとを組み合わせることによって、基準第1画像ブロックごとに、24個の複合ブロックが設定される。

[0058] また、上述したように、本実施の形態では、第1画像抽出部10aは、一方の画像を構成する複数の画素と同数の第1画像ブロックを、一方の画像から抽出する。すなわち、本実施の形態では、一方の画像の画素ごとに、その画素を中心とする第1画像ブロックが抽出される。したがって、本実施の形態では、一方の画像の画素ごとに、複数の複合ブロックが設定される。図3及び図5に示した例では、一方の画像201の全ての画素に対してそれぞれ

、 24 個の複合ブロックが設定される。

[0059] 対応画素抽出部 30 は、上記のようにして設定した複合ブロックごとに、第 1 画像ブロックの組の相関値と第 2 画像ブロックの組の相関値とに基づいて複合相関値を算出する。例えば、図 3 に示した第 1 画像ブロック 203, 204 (第 1 画像ブロックの組) と、図 5 に示した第 2 画像ブロック 205, 206 (第 2 画像ブロックの組) とによって構成された複合ブロックの複合相関値は、第 1 画像ブロック 203, 204 の相関値と第 2 画像ブロック 205, 206 の相関値とに基づいて算出される。

[0060] なお、本実施の形態では、複合ブロックごとに、例えば、第 1 画像ブロックの組と第 2 画像ブロックの組とのうち、高い相関関係を示す方の画像ブロックの組の相関値を、複合相関値としてもよい。具体的には、例えば、上述の R_{SAD} の値または R_{SSD} の値を相関値として用いる場合には、第 1 画像ブロックの組の相関値と第 2 画像ブロックの組の相関値とのうち、小さい方の相関値を、複合相関値とすることができる。また、例えば、上述の R_{NCC} の値を相関値として用いる場合には、第 1 画像ブロックの組の相関値と第 2 画像ブロックの組の相関値とのうち、大きい方の相関値を、複合相関値とすることができる。

[0061] また、例えば、複合ブロックごとに、第 1 画像ブロックの組の相関値及び第 2 画像ブロックの組の相関値を加算して得られる値、又は第 1 画像ブロックの組の相関値及び第 2 画像ブロックの組の相関値の平均値を、複合相関値としてもよい。

[0062] また、例えば、複合ブロックごとに、第 1 画像ブロックの組と第 2 画像ブロックの組とのうち、高い相関関係を示す方の画像ブロックの組の重み付けを大きくして、複合相関値を算出してもよい。具体的には、予め設定された第 1 係数 (例えば、0.8) 及び第 2 係数 (第 1 係数よりも小さい値。例えば、0.2) を用いて、第 1 画像ブロックの組の相関値と第 2 画像ブロックの組の相関値とに基づいて、複合相関値を算出することができる。例えば、上述の R_{SAD} の値または R_{SSD} の値を相関値として用い、かつ第 1 画像ブロッ

クの組の相関値が第2画像ブロックの組の相関値よりも小さい場合には、第1画像ブロックの組の相関値に第1係数を乗算して得られる値と、第2画像ブロックの組の相関値に第2係数を乗算して得られる値とを加算することによって、複合相関値を算出してもよい。また、例えば、上述の R_{NCC} の値を相関値として用い、かつ第2画像ブロックの組の相関値が第1画像ブロックの組の相関値よりも大きい場合には、第2画像ブロックの組の相関値に第1係数を乗算して得られる値と、第1画像ブロックの組の相関値に第2係数を乗算して得られる値とを加算することによって、複合相関値を算出してもよい。なお、第1係数及び第2係数は、適宜変更することができる。

[0063] 続いて、対応画素抽出部30は、一方の画像の一つの基準第1画像ブロックに対して設定された複数の複合ブロックのうち、最も高い相関関係を示す複合ブロックを選出する。例えば、上述の R_{SAD} の値または R_{SSD} の値を相関値として用いた場合には、対応画素抽出部30は、複合相関値が最も小さい複合ブロックを選出する。また、例えば、上述の R_{NCC} の値を相関値として用いた場合には、対応画素抽出部30は、複合相関値が最も大きい複合ブロックを選出する。そして、対応画素抽出部30は、選出した複合ブロックの他方の画像の第1画像ブロック（第2画像ブロック）の中心画素を、基準第1画像ブロック（基準第2画像ブロック）の中心画素に対応する画素（対応点）として抽出する。

[0064] [装置動作]

次に、本発明の実施の形態における画像処理装置100の動作について図6を用いて説明する。図6は、本発明の実施の形態における画像処理装置の動作を示すフロー図である。以下の説明においては、適宜図1～図5を参照する。また、本実施の形態では、画像処理装置100を動作させることによって、画像処理方法が実施される。よって、本実施の形態における画像処理方法の説明は、以下の画像処理装置100の動作説明に代える。

[0065] 図6に示すように、画像処理装置100においては、最初に、画像取得部40が、ネットワーク等を介して送信されてきたペア画像を取得する（ステ

ップA1)。更に、画像取得部40は、ペア画像それぞれのエピソード線が水平方向において一致するように、一方又は両方の画像を補正する（ステップA2）。

[0066] 次に、第1画像抽出部10aは、一方の画像から抽出された第1画像ブロックの一つと、他方の画像から抽出された第1画像ブロックの一つとを、両者の中心画素が位置している行が互いに対応するように選出し、選出した第1画像ブロック同士を組み合わせ、複数の第1画像ブロックの組を設定する（ステップA3）。

[0067] また、第2画像抽出部10bは、一方の画像から抽出された第2画像ブロックの一つと、他方の画像から抽出された第2画像ブロックの一つとを、両者の中心画素が位置している行が互いに対応するように選出し、選出した第2画像ブロック同士を組み合わせ、複数の第2画像ブロックの組を設定する（ステップA4）。

[0068] 次に、第1相関値算出部20aは、入力された第1画像ブロックの組ごとに、相関値を算出する（ステップA5）。また、第2相関値算出部20bは、入力された第2画像ブロックの組ごとに、相関値を算出する（ステップA6）。

[0069] 次に、対応画素抽出部30は、一方の画像から抽出された第1画像ブロックの一つを基準第1画像ブロックに設定するとともに、一方の画像から抽出された第2画像ブロックの一つを基準第2画像ブロックに設定する（ステップA7）。なお、ステップA7において設定される基準第1画像ブロックの中心画素と、基準第2画像ブロックの中心画素とは、共通の画素である。

[0070] 次に、対応画素抽出部30は、基準第1画像ブロックとの組み合わせとして設定された第1画像ブロックの組の一つと、基準第2画像ブロックとの組み合わせとして設定された第2画像ブロックの組の一つとを組み合わせ、複数の複合ブロックを設定する（ステップA8）。ステップA8において設定された各複合ブロックにおいては、第1画像ブロックの組のうちの他方の画像から抽出された第1画像ブロックの中心画素と、第2画像ブロックの組のうち

の他方の画像から抽出された第2画像ブロックの中心画素とは、共通の画素である。

[0071] 次に、対応画素抽出部30は、複合ブロックごとに、第1画像ブロックの組の相関値と第2画像ブロックの組の相関値とに基づいて複合相関値を算出する（ステップA9）。

[0072] 最後に、対応画素抽出部30は、一つの基準第1画像ブロックに対して設定された複数の複合ブロックのうち、最も高い相関関係を示す複合ブロックを選出する。そして、対応画素抽出部30は、選出した複合ブロックの他方の画像の第1画像ブロック（第2画像ブロック）の中心画素を、一方の画像の基準第1画像ブロック（基準第2画像ブロック）の中心画素に対応する画素（対応点）として抽出する（ステップA10）。

[0073] このように、ステップA1～A10の実行により、ペア画像において、対応する画素（対応点）が特定される。その後、画像処理装置100は、特定した対応点間の視差を用いて、三角測量を実行する。更に、画像処理装置100は、三角測量の結果に基づいて、被写体の奥行き及び形状を特定する。

[0074] [実施の形態における作用効果]

以上のように、本実施の形態では、一方の画像の画素ごとに、その画素を中心画素とする長形状の基準第1画像ブロックが設定される。また、一方の画像において、基準第1画像ブロックと共通の中心画素を有しかつ基準第1画像ブロックに直交する長形状の基準第2画像ブロックが設定される。

[0075] 基準第1画像ブロックには、他方の画像から抽出された複数の第1画像ブロックのそれぞれが組み合される。これにより、基準第1画像ブロックとの組み合わせとして、複数の第1画像ブロックの組（以下、基準第1画像ブロックの組と記載する。）が設定される。また、複数の基準第1画像ブロックの組についてそれぞれ、相関値が算出される。基準第1画像ブロックの中心画素と、基準第1画像ブロックに組み合わされた上記第1画像ブロックの中心画素とは、互いに対応する行に位置している。

[0076] 基準第2画像ブロックには、他方の画像から抽出された複数の第2画像ブ

ロックのそれぞれが組み合わせられる。これにより、基準第2画像ブロックとの組み合わせとして、複数の第2画像ブロックの組（以下、基準第2画像ブロックの組と記載する。）が設定される。また、複数の基準第2画像ブロックの組についてそれぞれ、相関値が算出される。基準第2画像ブロックの中心画素と、基準第2画像ブロックに組み合わせられた上記第2画像ブロックの中心画素とは、互いに対応する行に位置している。

[0077] 基準第1画像ブロックの組の一つと、基準第2画像ブロックの組の一つとが組み合わせられて、複数の複合ブロックが設定される。各複合ブロックにおいて、他方の画像から抽出された第1画像ブロックの中心画素と、他方の画像から抽出された第2画像ブロックの中心画素とは、共通の画素である。また、基準第1画像ブロックの組の相関値と、基準第2画像ブロックの組の相関値とに基づいて、複合ブロックの複合相関値が算出される。そして、複数の複合ブロックのうち、最も高い相関関係を示す複合ブロックが選出され、選出された複合ブロックから対応点が特定される。

[0078] このように、本実施の形態では、基準第1画像ブロックの組の相関値と、基準第2画像ブロックの組の相関値とを考慮して、対応点を特定することができる。これにより、視差によって2つの画像間において撮影対象物の形状等が大きく変化している場合でも、画像間における形状等の変化の影響を十分に低減して、対応点を適切に特定することができる。

[0079] [プログラム]

本実施の形態におけるプログラムは、コンピュータに、図6に示すステップA1～A10を実行させるプログラムであれば良い。このプログラムをコンピュータにインストールし、実行することによって、本実施の形態における画像処理装置100と画像処理方法とを実現することができる。この場合、コンピュータのCPU（Central Processing Unit）は、第1画像抽出部10a、第2画像抽出部10b、第1相関値算出部20a、第2相関値算出部20b、対応画素抽出部30、及び画像取得部40として機能し、処理を行なう。

[0080] また、本実施の形態におけるプログラムは、複数のコンピュータによって構築されたコンピュータシステムによって実行されても良い。この場合は、例えば、各コンピュータが、それぞれ、第1画像抽出部10a、第2画像抽出部10b、第1相関値算出部20a、第2相関値算出部20b、対応画素抽出部30、及び画像取得部40のいずれかとして機能しても良い。

[0081] [物理構成]

ここで、本実施の形態におけるプログラムを実行することによって、画像処理装置100を実現するコンピュータについて図7を用いて説明する。図7は、本発明の実施の形態における画像処理装置100を実現するコンピュータの一例を示すブロック図である。

[0082] 図7に示すように、コンピュータ110は、CPU111と、メインメモリ112と、記憶装置113と、入力インターフェイス114と、表示コントローラ115と、データリーダ／ライタ116と、通信インターフェイス117とを備える。これらの各部は、バス121を介して、互いにデータ通信可能に接続される。

[0083] CPU111は、記憶装置113に格納された、本実施の形態におけるプログラム（コード）をメインメモリ112に展開し、これらを所定順序で実行することにより、各種の演算を実施する。メインメモリ112は、典型的には、DRAM（Dynamic Random Access Memory）等の揮発性の記憶装置である。また、本実施の形態におけるプログラムは、コンピュータ読み取り可能な記録媒体120に格納された状態で提供される。なお、本実施の形態におけるプログラムは、通信インターフェイス117を介して接続されたインターネット上で流通するものであっても良い。

[0084] また、記憶装置113の具体例としては、ハードディスクドライブの他、フラッシュメモリ等の半導体記憶装置が挙げられる。入力インターフェイス114は、CPU111と、キーボード及びマウスといった入力機器118との間のデータ伝送を仲介する。表示コントローラ115は、ディスプレイ装置119と接続され、ディスプレイ装置119での表示を制御する。

[0085] データリーダー/ライター 116 は、CPU 111 と記録媒体 120 との間のデータ伝送を仲介し、記録媒体 120 からのプログラムの読み出し、及びコンピュータ 110 における処理結果の記録媒体 120 への書き込みを実行する。通信インターフェイス 117 は、CPU 111 と、他のコンピュータとの間のデータ伝送を仲介する。

[0086] また、記録媒体 120 の具体例としては、CF (Compact Flash (登録商標)) 及びSD (Secure Digital) 等の汎用的な半導体記憶デバイス、フレキシブルディスク (Flexible Disk) 等の磁気記憶媒体、又はCD-ROM (Compact Disk Read Only Memory) などの光学記憶媒体が挙げられる。

[0087] なお、本実施の形態における画像処理装置 100 は、プログラムがインストールされたコンピュータではなく、各部に対応したハードウェアを用いることによって実現可能である。更に、画像処理装置 100 は、一部がプログラムで実現され、残りの部分がハードウェアで実現されていてもよい。

[0088] 上述した実施の形態の一部又は全部は、以下に記載する(付記 1) ~ (付記 24) によって表現することができるが、以下の記載に限定されるものではない。

[0089] (付記 1)

対象となる 2 つの画像それぞれから、長辺を有する長形状の複数の第 1 画像ブロックを抽出し、前記 2 つの画像の一方の画像から抽出された第 1 画像ブロックの一つと、他方の画像から抽出された第 1 画像ブロックの一つとを組み合わせて、複数の第 1 画像ブロックの組を設定する、第 1 画像抽出部と、

前記 2 つの画像それぞれから、前記第 1 画像ブロックの前記長辺に直交する長辺を有し、かつ中心画素が前記第 1 画像ブロックの中心画素と共通の画素である、長形状の複数の第 2 画像ブロックを抽出し、前記 2 つの画像の前記一方の画像から抽出された第 2 画像ブロックの一つと、前記他方の画像から抽出された第 2 画像ブロックの一つとを組み合わせて、複数の第 2 画像ブロックの組を設定する、第 2 画像抽出部と、

設定された前記第 1 画像ブロックの組それぞれについて、輝度に基づいて
相関値を算出する第 1 相関値算出部と、

設定された前記第 2 画像ブロックの組それぞれについて、輝度に基づいて
相関値を算出する第 2 相関値算出部と、

前記第 1 画像ブロックの組それぞれの相関値及び前記第 2 画像ブロックの
組それぞれの相関値に基づいて、前記 2 つの画像において互いに対応する画
素を抽出する、対応画素抽出部と、

を備えている、ことを特徴とする画像処理装置。

[0090] (付記 2)

前記 2 つの画像が、異なる角度から同一対象を撮影して得られたペア画像
である、

付記 1 に記載の画像処理装置。

[0091] (付記 3)

前記 2 つの画像を取得し、取得した前記 2 つの画像それぞれのエピポーラ
線が水平方向において一致していない場合に、前記 2 つの画像の一方または
両方に対して、回転及び射影変換のうち少なくとも 1 つを行なって、前記 2
つの画像それぞれのエピポーラ線を水平方向において一致させる、画像取得
部を更に備え、

前記第 1 画像抽出部は、前記画像取得部によってエピポーラ線が一致され
た前記 2 つの画像それぞれから、前記第 1 画像ブロックの前記長辺が前記エ
ピポーラ線に直交するように前記複数の第 1 画像ブロックを抽出し、

前記第 2 画像抽出部は、前記画像取得部によってエピポーラ線が一致され
た前記 2 つの画像それぞれから、前記複数の第 2 画像ブロックを抽出する、
付記 1 または 2 に記載の画像処理装置。

[0092] (付記 4)

前記第 1 画像抽出部は、前記 2 つの画像それぞれにおいて、垂直方向及び
水平方向に沿って、複数の画素によって構成される、水平方向における行と
垂直方向における列とを設定し、前記一方の画像から抽出された第 1 画像ブ

ロックの一つと、前記他方の画像から抽出された第1画像ブロックの一つとを、両者の中心画素が位置している行が互いに対応するように選出し、選出した第1画像ブロック同士を組み合わせ、前記複数の第1画像ブロックの組を設定し、

前記第2画像抽出部は、前記2つの画像それぞれにおいて、垂直方向及び水平方向に沿って、複数の画素によって構成される、水平方向における行と垂直方向における列とを設定し、前記一方の画像から抽出された第2画像ブロックの一つと、前記他方の画像から抽出された第2画像ブロックの一つとを、両者の中心画素が位置している行が互いに対応するように選出し、選出した第2画像ブロック同士を組み合わせ、前記複数の第2画像ブロックの組を設定する、

付記1から3のいずれかに記載の画像処理装置。

[0093] (付記5)

前記対応画素抽出部は、

前記一方の画像から抽出された第1画像ブロックの一つを基準第1画像ブロックに設定し、

前記一方の画像から抽出された前記複数の第2画像ブロックのうち、中心画素が前記基準第1画像ブロックと共通する第2画像ブロックを基準第2画像ブロックに設定し、

前記基準第1画像ブロックとの組み合わせとして設定された前記第1画像ブロックの組の一つと、前記基準第2画像ブロックとの組み合わせとして設定された前記第2画像ブロックの組の一つとを、前記他方の画像から抽出された第1画像ブロック及び第2画像ブロックの中心画素が共通の画素となるように選出し、前記選出された第1画像ブロックの組と前記選出された第2画像ブロックの組とを組み合わせ、複数の複合ブロックを設定し、

前記設定した複合ブロックごとに、前記第1画像ブロックの組の相関値と前記第2画像ブロックの組の相関値とに基づいて複合相関値を算出し、

前記複数の複合ブロックのうち、最も高い相関関係を示す複合ブロックを

選出し、前記選出した複合ブロックの前記他方の画像の前記第 1 画像ブロック及び前記第 2 画像ブロックの前記中心画素を、前記基準第 1 画像ブロック及び前記基準第 2 画像ブロックの前記中心画素に対応する画素として抽出する、
付記 4 に記載の画像処理装置。

[0094] (付記 6)

前記対応画素抽出部は、前記複合ブロックごとに、前記第 1 画像ブロックの組と前記第 2 画像ブロックの組とのうち、高い相関関係を示す方の画像ブロックの組の相関値を、前記複合相関値として算出する、
付記 5 に記載の画像処理装置。

[0095] (付記 7)

前記対応画素抽出部は、前記複合ブロックごとに、前記第 1 画像ブロックの組と前記第 2 画像ブロックの組とのうち、高い相関関係を示す方の画像ブロックの組の重み付けを大きくして、前記複合相関値を算出する、
付記 5 に記載の画像処理装置。

[0096] (付記 8)

前記第 1 画像ブロックの画素数及び前記第 2 画像ブロックの画素数は、互いに等しい、付記 1 から 7 のいずれかに記載の画像処理装置。

[0097] (付記 9)

(a) 対象となる 2 つの画像それぞれから、長辺を有する長形状の複数の第 1 画像ブロックを抽出し、前記 2 つの画像の一方の画像から抽出された第 1 画像ブロックの一つと、他方の画像から抽出された第 1 画像ブロックの一つとを組み合わせ、複数の第 1 画像ブロックの組を設定する、ステップと、
(b) 前記 2 つの画像それぞれから、前記第 1 画像ブロックの前記長辺に直交する長辺を有し、かつ中心画素が前記第 1 画像ブロックの中心画素と共通の画素である、長形状の複数の第 2 画像ブロックを抽出し、前記 2 つの画像の前記一方の画像から抽出された第 2 画像ブロックの一つと、前記他方の画像から抽出された第 2 画像ブロックの一つとを組み合わせ、複数の第 2 画

像ブロックの組を設定する、ステップと、

(c) 前記(a)のステップで設定された前記第1画像ブロックの組それぞれについて、輝度に基づいて相関値を算出する、ステップと、

(d) 前記(b)のステップで設定された前記第2画像ブロックの組それぞれについて、輝度に基づいて相関値を算出する、ステップと、

(e) 前記(c)のステップで算出された前記第1画像ブロックの組それぞれの相関値及び前記(d)のステップで算出された前記第2画像ブロックの組それぞれの相関値に基づいて、前記2つの画像において互いに対応する画素を抽出する、ステップと、

を有する、ことを特徴とする画像処理方法。

[0098] (付記10)

前記2つの画像が、異なる角度から同一対象を撮影して得られたペア画像である、

付記9に記載の画像処理方法。

[0099] (付記11)

(f) 前記2つの画像を取得し、取得した前記2つの画像それぞれのエピポーラ線が水平方向において一致していない場合に、前記2つの画像の一方または両方に対して、回転及び射影変換のうち少なくとも1つを行なって、前記2つの画像それぞれのエピポーラ線を水平方向において一致させる、ステップを更に有し、

前記(a)のステップでは、前記(f)のステップによってエピポーラ線が一致された前記2つの画像それぞれから、前記第1画像ブロックの前記長辺が前記エピポーラ線に直交するように前記複数の第1画像ブロックを抽出し、

前記(b)のステップでは、前記(f)のステップによってエピポーラ線が一致された前記2つの画像それぞれから、前記複数の第2画像ブロックを抽出する、

付記9または10に記載の画像処理方法。

[0100] (付記 1 2)

前記 (a) のステップでは、前記 2 つの画像それぞれにおいて、垂直方向及び水平方向に沿って、複数の画素によって構成される、水平方向における行と垂直方向における列とを設定し、前記一方の画像から抽出された第 1 画像ブロックの一つと、前記他方の画像から抽出された第 1 画像ブロックの一つとを、両者の中心画素が位置している行が互いに対応するように選出し、選出した第 1 画像ブロック同士を組み合わせ、前記複数の第 1 画像ブロックの組を設定し、

前記 (b) のステップでは、前記 2 つの画像それぞれにおいて、垂直方向及び水平方向に沿って、複数の画素によって構成される、水平方向における行と垂直方向における列とを設定し、前記一方の画像から抽出された第 2 画像ブロックの一つと、前記他方の画像から抽出された第 2 画像ブロックの一つとを、両者の中心画素が位置している行が互いに対応するように選出し、選出した第 2 画像ブロック同士を組み合わせ、前記複数の第 2 画像ブロックの組を設定する、

付記 9 から 1 1 のいずれかに記載の画像処理方法。

[0101] (付記 1 3)

前記 (e) のステップでは、

前記一方の画像から抽出された第 1 画像ブロックの一つを基準第 1 画像ブロックに設定し、

前記一方の画像から抽出された前記複数の第 2 画像ブロックのうち、中心画素が前記基準第 1 画像ブロックと共通する第 2 画像ブロックを基準第 2 画像ブロックに設定し、

前記基準第 1 画像ブロックとの組み合わせとして設定された前記第 1 画像ブロックの組の一つと、前記基準第 2 画像ブロックとの組み合わせとして設定された前記第 2 画像ブロックの組の一つとを、前記他方の画像から抽出された第 1 画像ブロック及び第 2 画像ブロックの中心画素が共通の画素となるように選出し、前記選出された第 1 画像ブロックの組と前記選出された第 2 画像

ブロックの組とを組み合わせ、複数の複合ブロックを設定し、

前記設定した複合ブロックごとに、前記第 1 画像ブロックの組の相関値と前記第 2 画像ブロックの組の相関値とに基づいて複合相関値を算出し、

前記複数の複合ブロックのうち、最も高い相関関係を示す複合ブロックを選出し、前記選出した複合ブロックの前記他方の画像の前記第 1 画像ブロック及び前記第 2 画像ブロックの前記中心画素を、前記基準第 1 画像ブロック及び前記基準第 2 画像ブロックの前記中心画素に対応する画素として抽出する、

付記 1 2 に記載の画像処理方法。

[0102] (付記 1 4)

前記 (e) のステップでは、前記複合ブロックごとに、前記第 1 画像ブロックの組と前記第 2 画像ブロックの組とのうち、高い相関関係を示す方の画像ブロックの組の相関値を、前記複合相関値として算出する、

付記 1 3 に記載の画像処理方法。

[0103] (付記 1 5)

前記 (e) のステップでは、前記複合ブロックごとに、前記第 1 画像ブロックの組と前記第 2 画像ブロックの組とのうち、高い相関関係を示す方の画像ブロックの組の重み付けを大きくして、前記複合相関値を算出する、

付記 1 3 に記載の画像処理方法。

[0104] (付記 1 6)

前記第 1 画像ブロックの画素数及び前記第 2 画像ブロックの画素数は、互いに等しい、付記 9 から 1 5 のいずれかに記載の画像処理方法。

[0105] (付記 1 7)

コンピュータに、

(a) 対象となる 2 つの画像それぞれから、長辺を有する長形状の複数の第 1 画像ブロックを抽出し、前記 2 つの画像の一方の画像から抽出された第 1 画像ブロックの一つと、他方の画像から抽出された第 1 画像ブロックの一つとを組み合わせ、複数の第 1 画像ブロックの組を設定する、ステップと、

(b) 前記 2 つの画像それぞれから、前記第 1 画像ブロックの前記長辺に直交する長辺を有し、かつ中心画素が前記第 1 画像ブロックの中心画素と共通の画素である、長形状の複数の第 2 画像ブロックを抽出し、前記 2 つの画像の前記一方の画像から抽出された第 2 画像ブロックの一つと、前記他方の画像から抽出された第 2 画像ブロックの一つとを組み合わせ、複数の第 2 画像ブロックの組を設定する、ステップと、

(c) 前記 (a) のステップで設定された前記第 1 画像ブロックの組それぞれについて、輝度に基づいて相関値を算出する、ステップと、

(d) 前記 (b) のステップで設定された前記第 2 画像ブロックの組それぞれについて、輝度に基づいて相関値を算出する、ステップと、

(e) 前記 (c) のステップで算出された前記第 1 画像ブロックの組それぞれの相関値及び前記 (d) のステップで算出された前記第 2 画像ブロックの組それぞれの相関値に基づいて、前記 2 つの画像において互いに対応する画素を抽出する、ステップと、

を実行させる命令を含む、プログラムを記録しているコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0106] (付記 18)

前記 2 つの画像が、異なる角度から同一対象を撮影して得られたペア画像である、

付記 17 に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0107] (付記 19)

前記コンピュータに、

(f) 前記 2 つの画像を取得し、取得した前記 2 つの画像それぞれのエピポーラ線が水平方向において一致していない場合に、前記 2 つの画像の一方または両方に対して、回転及び射影変換のうち少なくとも 1 つを行なって、前記 2 つの画像それぞれのエピポーラ線を水平方向において一致させる、ステップを更に実行させ、

前記 (a) のステップでは、前記 (f) のステップによってエピポーラ線

が一致された前記 2 つの画像それぞれから、前記第 1 画像ブロックの前記長辺が前記エピポーラ線に直交するように前記複数の第 1 画像ブロックを抽出し、

前記 (b) のステップでは、前記 (f) のステップによってエピポーラ線が一致された前記 2 つの画像それぞれから、前記複数の第 2 画像ブロックを抽出する、

付記 17 または 18 に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0108] (付記 20)

前記 (a) のステップでは、前記 2 つの画像それぞれにおいて、垂直方向及び水平方向に沿って、複数の画素によって構成される、水平方向における行と垂直方向における列とを設定し、前記一方の画像から抽出された第 1 画像ブロックの一つと、前記他方の画像から抽出された第 1 画像ブロックの一つとを、両者の中心画素が位置している行が互いに対応するように選出し、選出した第 1 画像ブロック同士を組み合わせ、前記複数の第 1 画像ブロックの組を設定し、

前記 (b) のステップでは、前記 2 つの画像それぞれにおいて、垂直方向及び水平方向に沿って、複数の画素によって構成される、水平方向における行と垂直方向における列とを設定し、前記一方の画像から抽出された第 2 画像ブロックの一つと、前記他方の画像から抽出された第 2 画像ブロックの一つとを、両者の中心画素が位置している行が互いに対応するように選出し、選出した第 2 画像ブロック同士を組み合わせ、前記複数の第 2 画像ブロックの組を設定する、

付記 17 から 19 のいずれかに記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0109] (付記 21)

前記 (e) のステップでは、

前記一方の画像から抽出された第 1 画像ブロックの一つを基準第 1 画像ブロックに設定し、

前記一方の画像から抽出された前記複数の第2画像ブロックのうち、中心画素が前記基準第1画像ブロックと共通する第2画像ブロックを基準第2画像ブロックに設定し、

前記基準第1画像ブロックとの組み合わせとして設定された前記第1画像ブロックの組の一つと、前記基準第2画像ブロックとの組み合わせとして設定された前記第2画像ブロックの組の一つとを、前記他方の画像から抽出された第1画像ブロック及び第2画像ブロックの中心画素が共通の画素となるように選出し、前記選出された第1画像ブロックの組と前記選出された第2画像ブロックの組とを組み合わせ、複数の複合ブロックを設定し、

前記設定した複合ブロックごとに、前記第1画像ブロックの組の相関値と前記第2画像ブロックの組の相関値とに基づいて複合相関値を算出し、

前記複数の複合ブロックのうち、最も高い相関関係を示す複合ブロックを選出し、前記選出した複合ブロックの前記他方の画像の前記第1画像ブロック及び前記第2画像ブロックの前記中心画素を、前記基準第1画像ブロック及び前記基準第2画像ブロックの前記中心画素に対応する画素として抽出する、

付記20に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0110] (付記22)

前記(e)のステップでは、前記複合ブロックごとに、前記第1画像ブロックの組と前記第2画像ブロックの組とのうち、高い相関関係を示す方の画像ブロックの組の相関値を、前記複合相関値として算出する、

付記21に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0111] (付記23)

前記(e)のステップでは、前記複合ブロックごとに、前記第1画像ブロックの組と前記第2画像ブロックの組とのうち、高い相関関係を示す方の画像ブロックの組の重み付けを大きくして、前記複合相関値を算出する、

付記21に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0112] (付記24)

前記第1画像ブロックの画素数及び前記第2画像ブロックの画素数は、互いに等しい、付記17から23のいずれかに記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0113] 以上、実施の形態を参照して本願発明を説明したが、本願発明は上記実施の形態に限定されるものではない。本願発明の構成や詳細には、本願発明の範囲内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

[0114] この出願は、2016年5月31日に提出された日本出願特願2016-108297を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

産業上の利用可能性

[0115] 以上のように本発明によれば、輝度が異なるペア画像を対象としたマッチング処理において判定精度の向上を図ることができる。本発明は、例えば、ステレオマッチングが必要な分野に有用である。

符号の説明

- [0116]
- 10a 第1画像抽出部
 - 10b 第2画像抽出部
 - 20a 第1相関値算出部
 - 20b 第2相関値算出部
 - 30 対応画素抽出部
 - 40 画像取得部
 - 100 画像処理装置
 - 110 コンピュータ
 - 111 CPU
 - 112 メインメモリ
 - 113 記憶装置
 - 114 入力インターフェイス
 - 115 表示コントローラ
 - 116 データリーダー／ライター

1 1 7 通信インターフェイス

1 1 8 入力機器

1 1 9 ディスプレイ装置

1 2 0 記録媒体

1 2 1 バス

請求の範囲

[請求項1] 対象となる2つの画像それぞれから、長辺を有する長形状の複数の第1画像ブロックを抽出し、前記2つの画像の一方の画像から抽出された第1画像ブロックの一つと、他方の画像から抽出された第1画像ブロックの一つとを組み合わせ、複数の第1画像ブロックの組を設定する、第1画像抽出部と、

前記2つの画像それぞれから、前記第1画像ブロックの前記長辺に直交する長辺を有し、かつ中心画素が前記第1画像ブロックの中心画素と共通の画素である、長形状の複数の第2画像ブロックを抽出し、前記2つの画像の前記一方の画像から抽出された第2画像ブロックの一つと、前記他方の画像から抽出された第2画像ブロックの一つとを組み合わせ、複数の第2画像ブロックの組を設定する、第2画像抽出部と、

設定された前記第1画像ブロックの組それぞれについて、輝度に基づいて相関値を算出する第1相関値算出部と、

設定された前記第2画像ブロックの組それぞれについて、輝度に基づいて相関値を算出する第2相関値算出部と、

前記第1画像ブロックの組それぞれの相関値及び前記第2画像ブロックの組それぞれの相関値に基づいて、前記2つの画像において互いに対応する画素を抽出する、対応画素抽出部と、
を備えている、ことを特徴とする画像処理装置。

[請求項2] 前記2つの画像が、異なる角度から同一対象を撮影して得られたペア画像である、
請求項1に記載の画像処理装置。

[請求項3] 前記2つの画像を取得し、取得した前記2つの画像それぞれのエピポーラ線が水平方向において一致していない場合に、前記2つの画像の一方または両方に対して、回転及び射影変換のうち少なくとも1つを行なって、前記2つの画像それぞれのエピポーラ線を水平方向にお

いて一致させる、画像取得部を更に備え、

前記第1画像抽出部は、前記画像取得部によってエピポーラ線が一致された前記2つの画像それぞれから、前記第1画像ブロックの前記長辺が前記エピポーラ線に直交するように前記複数の第1画像ブロックを抽出し、

前記第2画像抽出部は、前記画像取得部によってエピポーラ線が一致された前記2つの画像それぞれから、前記複数の第2画像ブロックを抽出する、

請求項1または2に記載の画像処理装置。

[請求項4]

前記第1画像抽出部は、前記2つの画像それぞれにおいて、垂直方向及び水平方向に沿って、複数の画素によって構成される、水平方向における行と垂直方向における列とを設定し、前記一方の画像から抽出された第1画像ブロックの一つと、前記他方の画像から抽出された第1画像ブロックの一つとを、両者の中心画素が位置している行が互に対応するように選出し、選出した第1画像ブロック同士を組み合わせ、前記複数の第1画像ブロックの組を設定し、

前記第2画像抽出部は、前記2つの画像それぞれにおいて、垂直方向及び水平方向に沿って、複数の画素によって構成される、水平方向における行と垂直方向における列とを設定し、前記一方の画像から抽出された第2画像ブロックの一つと、前記他方の画像から抽出された第2画像ブロックの一つとを、両者の中心画素が位置している行が互に対応するように選出し、選出した第2画像ブロック同士を組み合わせ、前記複数の第2画像ブロックの組を設定する、

請求項1から3のいずれかに記載の画像処理装置。

[請求項5]

前記対応画素抽出部は、

前記一方の画像から抽出された第1画像ブロックの一つを基準第1画像ブロックに設定し、

前記一方の画像から抽出された前記複数の第2画像ブロックのうち

、中心画素が前記基準第1画像ブロックと共通する第2画像ブロックを基準第2画像ブロックに設定し、

前記基準第1画像ブロックとの組み合わせとして設定された前記第1画像ブロックの組の一つと、前記基準第2画像ブロックとの組み合わせとして設定された前記第2画像ブロックの組の一つとを、前記他方の画像から抽出された第1画像ブロック及び第2画像ブロックの中心画素が共通の画素となるように選出し、前記選出された第1画像ブロックの組と前記選出された第2画像ブロックの組とを組み合わせ、複数の複合ブロックを設定し、

前記設定した複合ブロックごとに、前記第1画像ブロックの組の相関値と前記第2画像ブロックの組の相関値とに基づいて複合相関値を算出し、

前記複数の複合ブロックのうち、最も高い相関関係を示す複合ブロックを選出し、前記選出した複合ブロックの前記他方の画像の前記第1画像ブロック及び前記第2画像ブロックの前記中心画素を、前記基準第1画像ブロック及び前記基準第2画像ブロックの前記中心画素に対応する画素として抽出する、

請求項4に記載の画像処理装置。

[請求項6] 前記対応画素抽出部は、前記複合ブロックごとに、前記第1画像ブロックの組と前記第2画像ブロックの組とのうち、高い相関関係を示す方の画像ブロックの組の相関値を、前記複合相関値として算出する、
請求項5に記載の画像処理装置。

[請求項7] 前記対応画素抽出部は、前記複合ブロックごとに、前記第1画像ブロックの組と前記第2画像ブロックの組とのうち、高い相関関係を示す方の画像ブロックの組の重み付けを大きくして、前記複合相関値を算出する、
請求項5に記載の画像処理装置。

[請求項8] 前記第1画像ブロックの画素数及び前記第2画像ブロックの画素数は、互いに等しい、請求項1から7のいずれかに記載の画像処理装置。

[請求項9] (a) 対象となる2つの画像それぞれから、長辺を有する長方形状の複数の第1画像ブロックを抽出し、前記2つの画像の一方の画像から抽出された第1画像ブロックの一つと、他方の画像から抽出された第1画像ブロックの一つとを組み合わせ、複数の第1画像ブロックの組を設定する、ステップと、

(b) 前記2つの画像それぞれから、前記第1画像ブロックの前記長辺に直交する長辺を有し、かつ中心画素が前記第1画像ブロックの中心画素と共通の画素である、長方形状の複数の第2画像ブロックを抽出し、前記2つの画像の前記一方の画像から抽出された第2画像ブロックの一つと、前記他方の画像から抽出された第2画像ブロックの一つとを組み合わせ、複数の第2画像ブロックの組を設定する、ステップと、

(c) 前記(a)のステップで設定された前記第1画像ブロックの組それぞれについて、輝度に基づいて相関値を算出する、ステップと、

(d) 前記(b)のステップで設定された前記第2画像ブロックの組それぞれについて、輝度に基づいて相関値を算出する、ステップと、

(e) 前記(c)のステップで算出された前記第1画像ブロックの組それぞれの相関値及び前記(d)のステップで算出された前記第2画像ブロックの組それぞれの相関値に基づいて、前記2つの画像において互に対応する画素を抽出する、ステップと、
を有する、ことを特徴とする画像処理方法。

[請求項10] 前記2つの画像が、異なる角度から同一対象を撮影して得られたペア画像である、
請求項9に記載の画像処理方法。

[請求項11] (f) 前記2つの画像を取得し、取得した前記2つの画像それぞれの

エピポーラ線が水平方向において一致していない場合に、前記2つの画像の一方または両方に対して、回転及び射影変換のうち少なくとも1つを行なって、前記2つの画像それぞれのエピポーラ線を水平方向において一致させる、ステップを更に有し、

前記(a)のステップでは、前記(f)のステップによってエピポーラ線が一致された前記2つの画像それぞれから、前記第1画像ブロックの前記長辺が前記エピポーラ線に直交するように前記複数の第1画像ブロックを抽出し、

前記(b)のステップでは、前記(f)のステップによってエピポーラ線が一致された前記2つの画像それぞれから、前記複数の第2画像ブロックを抽出する、

請求項9または10に記載の画像処理方法。

[請求項12]

前記(a)のステップでは、前記2つの画像それぞれにおいて、垂直方向及び水平方向に沿って、複数の画素によって構成される、水平方向における行と垂直方向における列とを設定し、前記一方の画像から抽出された第1画像ブロックの一つと、前記他方の画像から抽出された第1画像ブロックの一つとを、両者の中心画素が位置している行が互いに対応するように選出し、選出した第1画像ブロック同士を組み合わせて、前記複数の第1画像ブロックの組を設定し、

前記(b)のステップでは、前記2つの画像それぞれにおいて、垂直方向及び水平方向に沿って、複数の画素によって構成される、水平方向における行と垂直方向における列とを設定し、前記一方の画像から抽出された第2画像ブロックの一つと、前記他方の画像から抽出された第2画像ブロックの一つとを、両者の中心画素が位置している行が互いに対応するように選出し、選出した第2画像ブロック同士を組み合わせて、前記複数の第2画像ブロックの組を設定する、
請求項9から11のいずれかに記載の画像処理方法。

[請求項13]

前記(e)のステップでは、

前記一方の画像から抽出された第1画像ブロックの一つを基準第1画像ブロックに設定し、

前記一方の画像から抽出された前記複数の第2画像ブロックのうち、中心画素が前記基準第1画像ブロックと共通する第2画像ブロックを基準第2画像ブロックに設定し、

前記基準第1画像ブロックとの組み合わせとして設定された前記第1画像ブロックの組の一つと、前記基準第2画像ブロックとの組み合わせとして設定された前記第2画像ブロックの組の一つとを、前記他方の画像から抽出された第1画像ブロック及び第2画像ブロックの中心画素が共通の画素となるように選出し、前記選出された第1画像ブロックの組と前記選出された第2画像ブロックの組とを組み合わせ、複数の複合ブロックを設定し、

前記設定した複合ブロックごとに、前記第1画像ブロックの組の相関値と前記第2画像ブロックの組の相関値とに基づいて複合相関値を算出し、

前記複数の複合ブロックのうち、最も高い相関関係を示す複合ブロックを選出し、前記選出した複合ブロックの前記他方の画像の前記第1画像ブロック及び前記第2画像ブロックの前記中心画素を、前記基準第1画像ブロック及び前記基準第2画像ブロックの前記中心画素に対応する画素として抽出する、

請求項12に記載の画像処理方法。

[請求項14]

前記(e)のステップでは、前記複合ブロックごとに、前記第1画像ブロックの組と前記第2画像ブロックの組とのうち、高い相関関係を示す方の画像ブロックの組の相関値を、前記複合相関値として算出する、

請求項13に記載の画像処理方法。

[請求項15]

前記(e)のステップでは、前記複合ブロックごとに、前記第1画像ブロックの組と前記第2画像ブロックの組とのうち、高い相関関係

を示す方の画像ブロックの組の重み付けを大きくして、前記複合相関値を算出する、

請求項 13 に記載の画像処理方法。

[請求項16] 前記第 1 画像ブロックの画素数及び前記第 2 画像ブロックの画素数は、互いに等しい、請求項 9 から 15 のいずれかに記載の画像処理方法。

[請求項17] コンピュータに、

(a) 対象となる 2 つの画像それぞれから、長辺を有する長方形形状の複数の第 1 画像ブロックを抽出し、前記 2 つの画像の一方の画像から抽出された第 1 画像ブロックの一つと、他方の画像から抽出された第 1 画像ブロックの一つとを組み合わせ、複数の第 1 画像ブロックの組を設定する、ステップと、

(b) 前記 2 つの画像それぞれから、前記第 1 画像ブロックの前記長辺に直交する長辺を有し、かつ中心画素が前記第 1 画像ブロックの中心画素と共通の画素である、長方形形状の複数の第 2 画像ブロックを抽出し、前記 2 つの画像の前記一方の画像から抽出された第 2 画像ブロックの一つと、前記他方の画像から抽出された第 2 画像ブロックの一つとを組み合わせ、複数の第 2 画像ブロックの組を設定する、ステップと、

(c) 前記 (a) のステップで設定された前記第 1 画像ブロックの組それぞれについて、輝度に基づいて相関値を算出する、ステップと、

(d) 前記 (b) のステップで設定された前記第 2 画像ブロックの組それぞれについて、輝度に基づいて相関値を算出する、ステップと、

(e) 前記 (c) のステップで算出された前記第 1 画像ブロックの組それぞれの相関値及び前記 (d) のステップで算出された前記第 2 画像ブロックの組それぞれの相関値に基づいて、前記 2 つの画像において互いに対応する画素を抽出する、ステップと、

を実行させる命令を含む、プログラムを記録しているコンピュータ読

み取り可能な記録媒体。

[請求項18] 前記2つの画像が、異なる角度から同一対象を撮影して得られたペア画像である、

請求項17に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項19] 前記コンピュータに、

(f) 前記2つの画像を取得し、取得した前記2つの画像それぞれのエピポーラ線が水平方向において一致していない場合に、前記2つの画像の一方または両方に対して、回転及び射影変換のうち少なくとも1つを行なって、前記2つの画像それぞれのエピポーラ線を水平方向において一致させる、ステップを更に実行させ、

前記(a)のステップでは、前記(f)のステップによってエピポーラ線が一致された前記2つの画像それぞれから、前記第1画像ブロックの前記長辺が前記エピポーラ線に直交するように前記複数の第1画像ブロックを抽出し、

前記(b)のステップでは、前記(f)のステップによってエピポーラ線が一致された前記2つの画像それぞれから、前記複数の第2画像ブロックを抽出する、

請求項17または18に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項20] 前記(a)のステップでは、前記2つの画像それぞれにおいて、垂直方向及び水平方向に沿って、複数の画素によって構成される、水平方向における行と垂直方向における列とを設定し、前記一方の画像から抽出された第1画像ブロックの一つと、前記他方の画像から抽出された第1画像ブロックの一つとを、両者の中心画素が位置している行が互いに対応するように選出し、選出した第1画像ブロック同士を組み合わせ、前記複数の第1画像ブロックの組を設定し、

前記(b)のステップでは、前記2つの画像それぞれにおいて、垂直方向及び水平方向に沿って、複数の画素によって構成される、水平

方向における行と垂直方向における列とを設定し、前記一方の画像から抽出された第2画像ブロックの一つと、前記他方の画像から抽出された第2画像ブロックの一つとを、両者の中心画素が位置している行が互いに対応するように選出し、選出した第2画像ブロック同士を組み合わせ、前記複数の第2画像ブロックの組を設定する、請求項17から19のいずれかに記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項21]

前記(e)のステップでは、

前記一方の画像から抽出された第1画像ブロックの一つを基準第1画像ブロックに設定し、

前記一方の画像から抽出された前記複数の第2画像ブロックのうち、中心画素が前記基準第1画像ブロックと共通する第2画像ブロックを基準第2画像ブロックに設定し、

前記基準第1画像ブロックとの組み合わせとして設定された前記第1画像ブロックの組の一つと、前記基準第2画像ブロックとの組み合わせとして設定された前記第2画像ブロックの組の一つとを、前記他方の画像から抽出された第1画像ブロック及び第2画像ブロックの中心画素が共通の画素となるように選出し、前記選出された第1画像ブロックの組と前記選出された第2画像ブロックの組とを組み合わせ、複数の複合ブロックを設定し、

前記設定した複合ブロックごとに、前記第1画像ブロックの組の相関値と前記第2画像ブロックの組の相関値とに基づいて複合相関値を算出し、

前記複数の複合ブロックのうち、最も高い相関関係を示す複合ブロックを選出し、前記選出した複合ブロックの前記他方の画像の前記第1画像ブロック及び前記第2画像ブロックの前記中心画素を、前記基準第1画像ブロック及び前記基準第2画像ブロックの前記中心画素に対応する画素として抽出する、

請求項 20 に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項22] 前記 (e) のステップでは、前記複合ブロックごとに、前記第 1 画像ブロックの組と前記第 2 画像ブロックの組とのうち、高い相関関係を示す方の画像ブロックの組の相関値を、前記複合相関値として算出する、

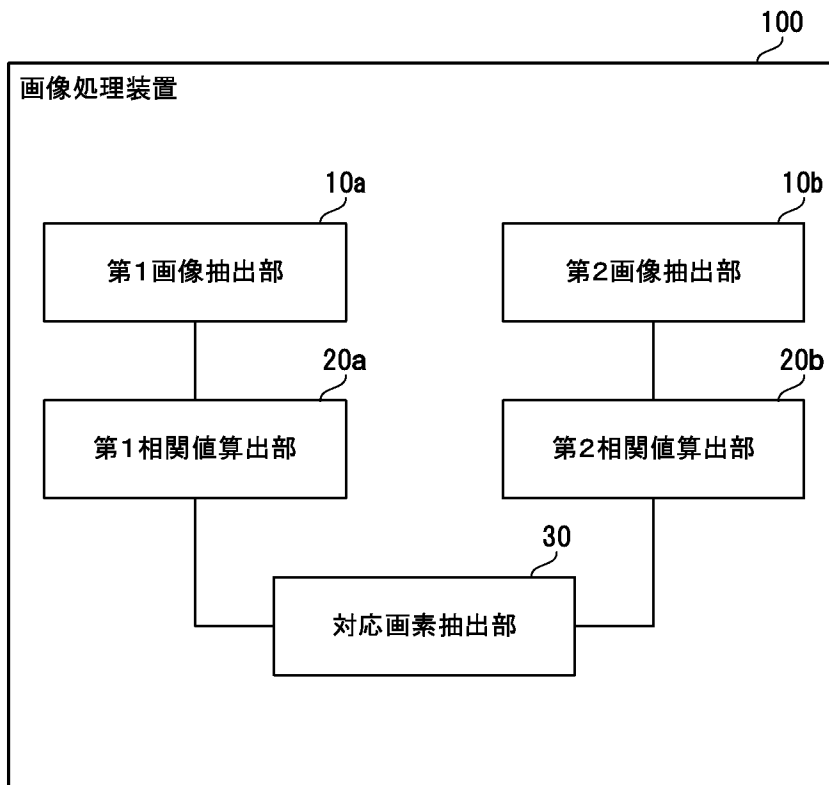
請求項 21 に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項23] 前記 (e) のステップでは、前記複合ブロックごとに、前記第 1 画像ブロックの組と前記第 2 画像ブロックの組とのうち、高い相関関係を示す方の画像ブロックの組の重み付けを大きくして、前記複合相関値を算出する、

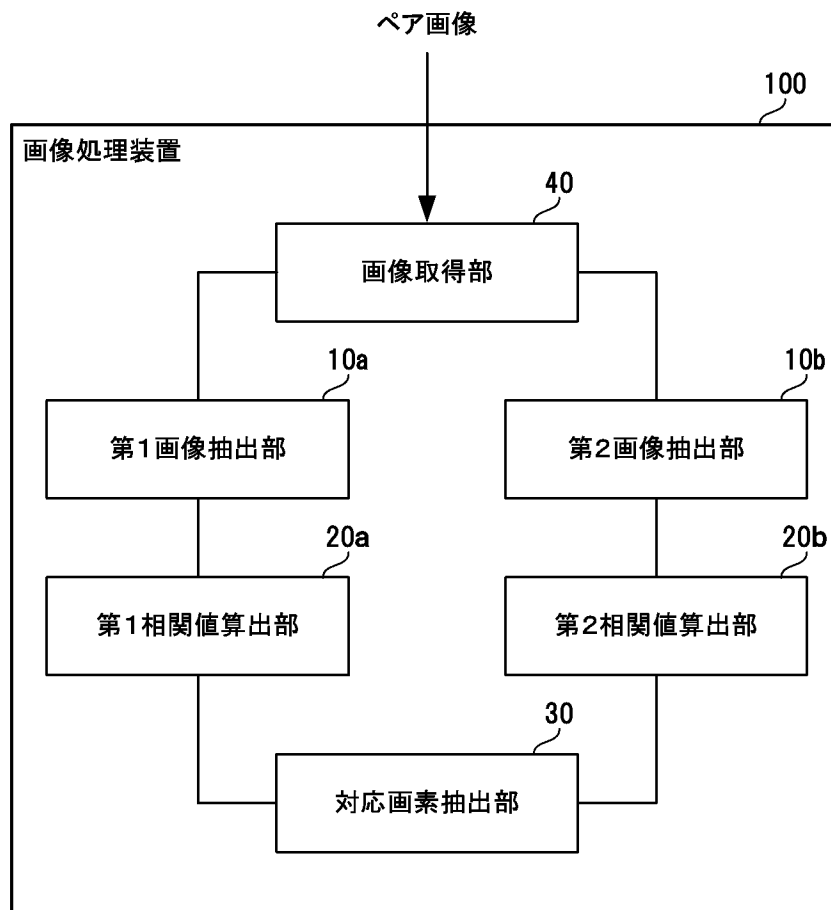
請求項 21 に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項24] 前記第 1 画像ブロックの画素数及び前記第 2 画像ブロックの画素数は、互いに等しい、請求項 17 から 23 のいずれかに記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

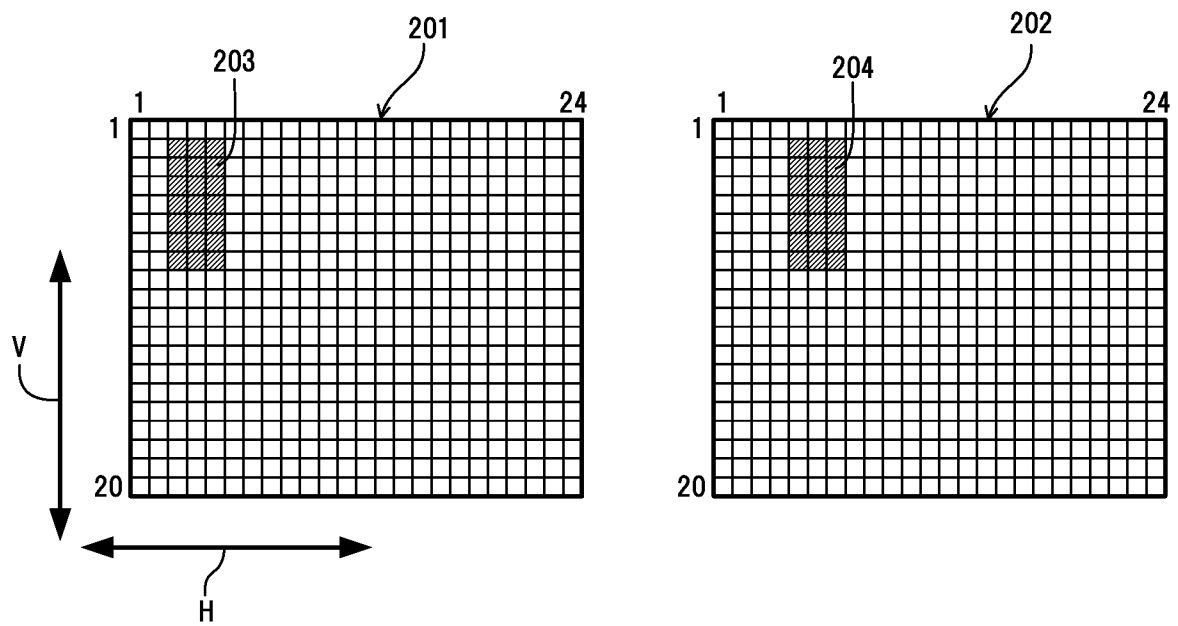
[図1]



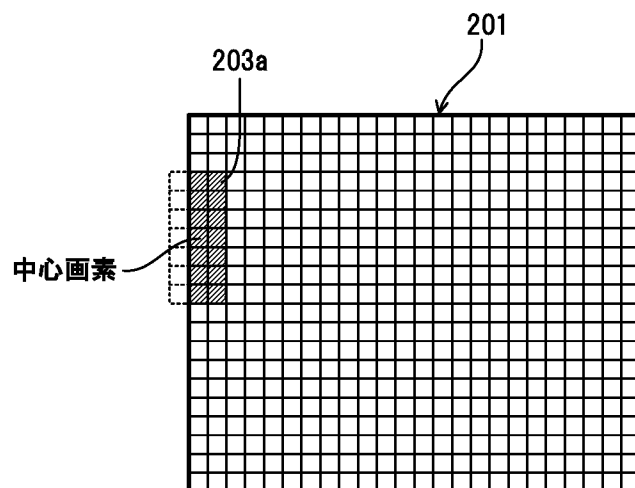
[図2]



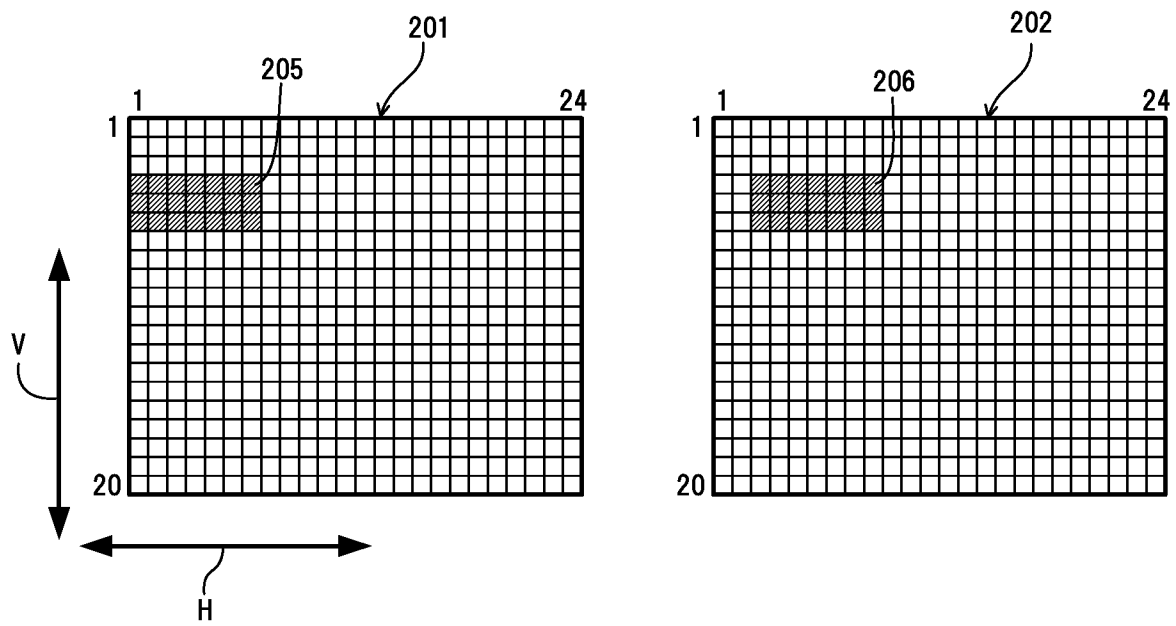
[図3]



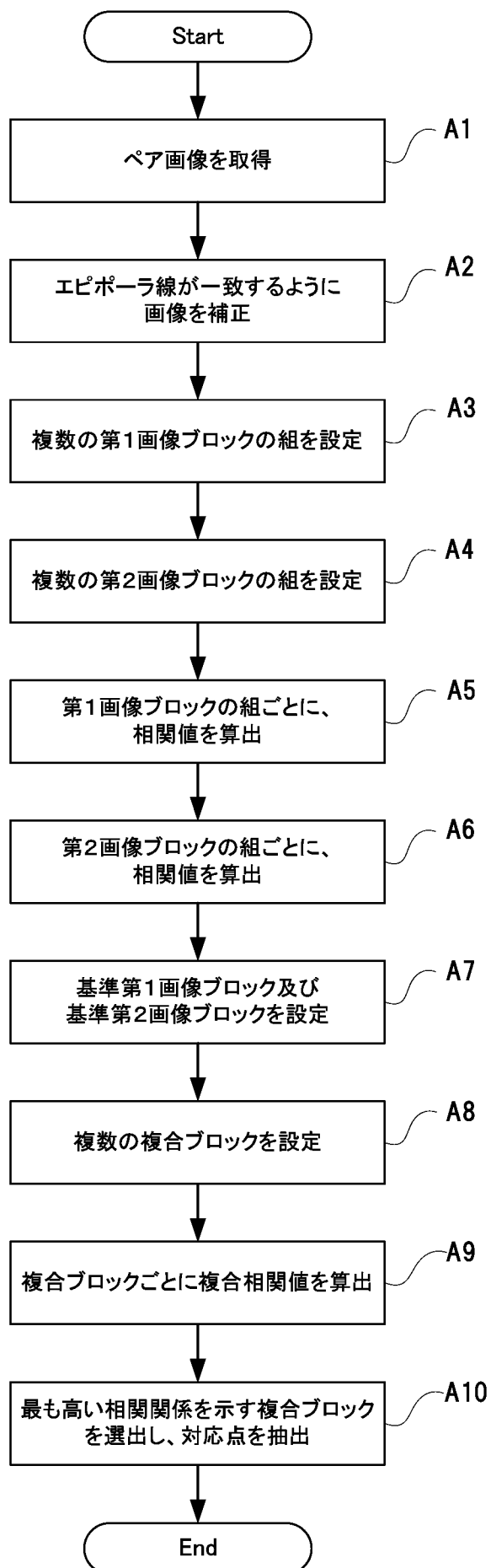
[図4]



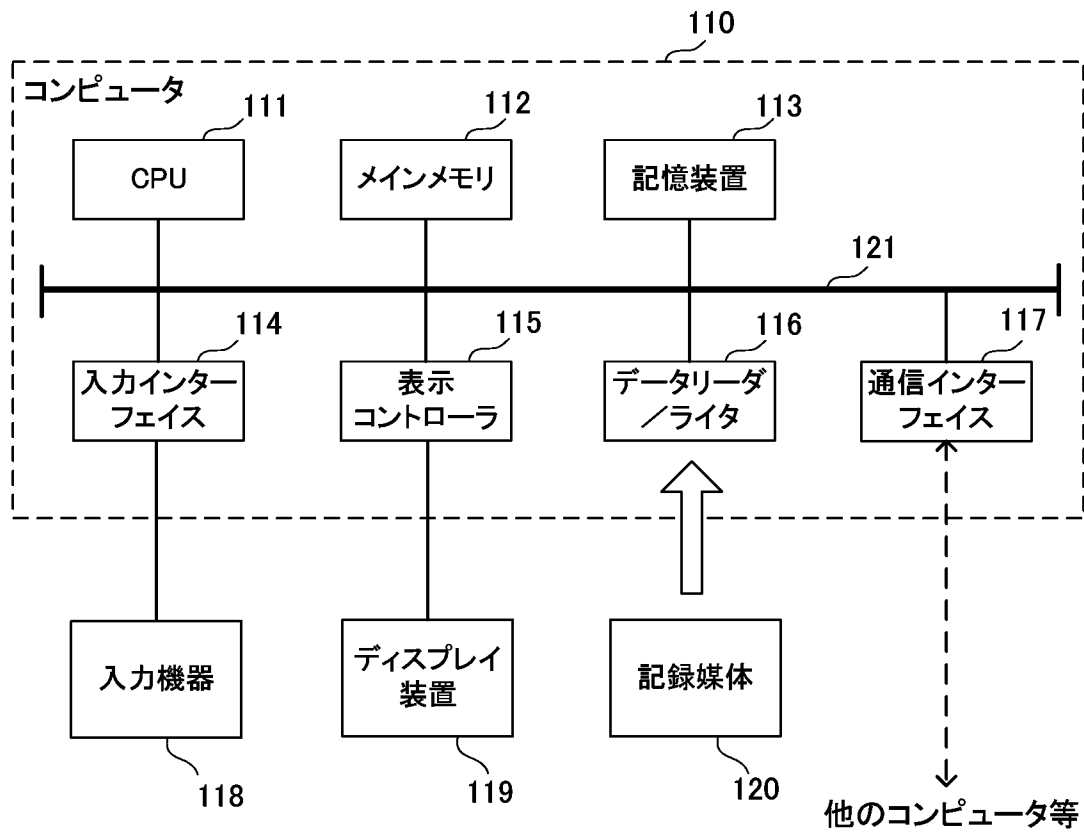
[図5]



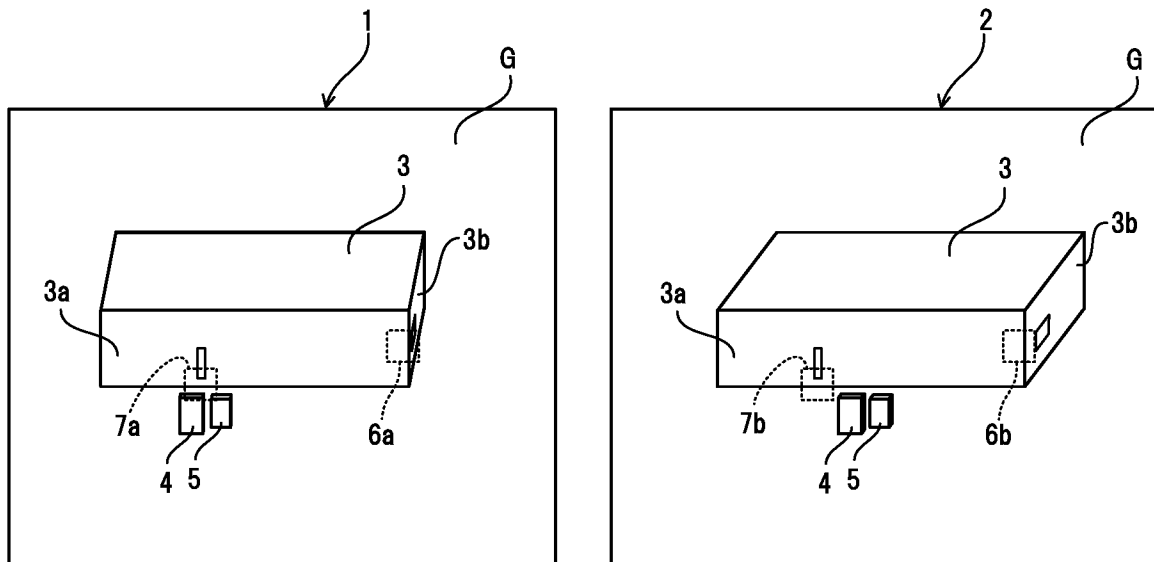
[図6]



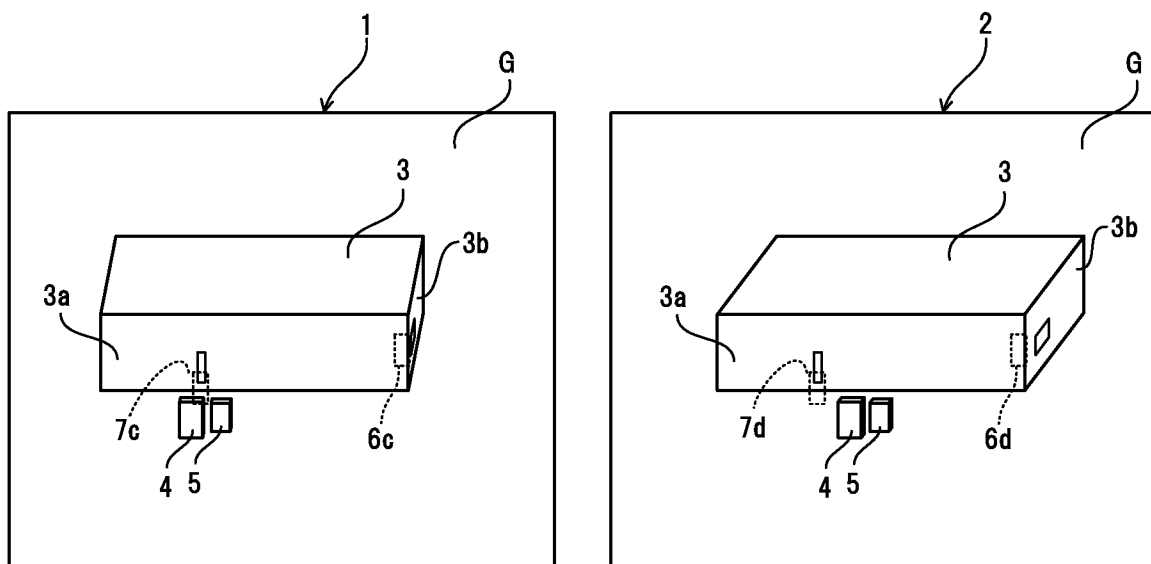
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/020351

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01B11/245(2006.01)i, G01C3/06(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)

G01B11/245, G01C3/06, G01C11/06

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
A	JP 5381768 B2 (Konica Minolta, Inc.), 08 January 2014 (08.01.2014), entire text; all drawings (Family: none)	1-24
A	JP 2001-4368 A (Honda Motor Co., Ltd.), 12 January 2001 (12.01.2001), entire text; all drawings & US 6853738 B1 & DE 10029423 A1	1-24
A	JP 2006-90896 A (Fuji Heavy Industries Ltd.), 06 April 2006 (06.04.2006), entire text; all drawings & US 2006/0029272 A1	1-24

☒ 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
17 August 2017 (17.08.17)

Date of mailing of the international search report
29 August 2017 (29.08.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/020351

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5699444 A (SYNTHONICS INC.), 16 December 1997 (16.12.1997), WHOLE DOCUMENTS (Family: none)	1-24

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01B11/245(2006.01)i, G01C3/06(2006.01)i

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））

Int.Cl. G01B11/245, G01C3/06, G01C11/06

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

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
A	JP 5381768 B2（コニカミノルタ株式会社）2014.01.08, 全文全図 （ファミリーなし）	1-24
A	JP 2001-4368 A（本田技研工業株式会社）2001.01.12, 全文全図 & US 6853738 B1 & DE 10029423 A1	1-24
A	JP 2006-90896 A（富士重工業株式会社）2006.04.06, 全文全図 & US 2006/0029272 A1	1-24

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。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「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	「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
「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）	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

17.08.2017

国際調査報告の発送日

29.08.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

櫻井 仁

2 S

9008

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

C (続き) . 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
A	US 5699444 A (SYNTHONICS INCORPORATED) 1997. 12. 16, WHOLE DOCUMENTS (ファミリーなし)	1-24