

(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 6 月 1 日(01.06.2017)



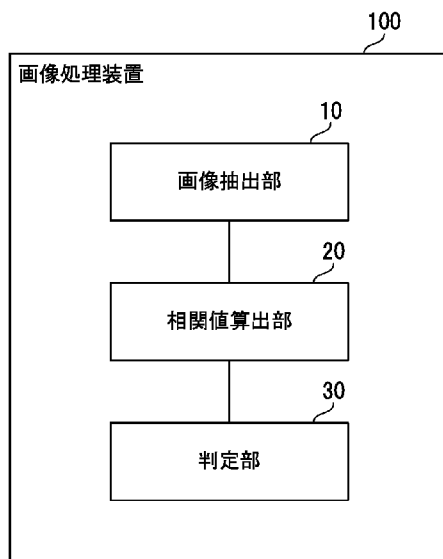
(10) 国際公開番号

WO 2017/090705 A1

- (51) 国際特許分類:
G06T 1/00 (2006.01) G06T 7/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/084897
- (22) 国際出願日: 2016 年 11 月 25 日(25.11.2016)
- (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 2015-232063 2015 年 11 月 27 日(27.11.2015) 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 1 8 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 1 8 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 1 0 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, 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, 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:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(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



- 10 Image extracting unit
20 Correlation value calculating unit
30 Determination unit
100 Image processing device

(57) Abstract: An image processing device 100 comprises: an image extracting unit 10 that extracts an image block from each of a pair of images, and determines a set of image blocks by combining the image block from the first image of the pair and the image block from the second image of the pair; a correlation value calculating unit 20 that calculates the difference between the brightness of a pixel of the first image image block and the average value of the brightness of that image block, for every combination of a pixel of the first image image block and a corresponding pixel of the second image image block, calculates the difference between the brightness of the corresponding pixel of the second image image block and the average value of the brightness of that image block, calculates a brightness difference by subtracting one difference from the other difference, and sets an integrated value of the brightness difference as a correlation value; and a determination unit 30 that determines, for every set of image blocks whether a first image image block and a second image image block match on the basis of the correlation values.

(57) 要約: 画像処理装置 100 は、ペア画像それぞれから画像ブロックを抽出し、一方の画像の画像ブロックと他方の画像の画像ブロックとを組み合せ、画像ブロックの組を設定する画像抽出部 10 と、各組について、一方の画像ブロックの画素と他方の画像ブロックの対応する画素との組合せ毎に、一方の画像ブロックの画素の輝度とその画像ブロックの輝度の平均値との差を算出し、他方の画像ブロックの対応する画素の輝度とその画像ブロックの輝度の平均値との差を算出し、一方の差から他方を減算して輝度差を算出し、輝度差の積算値を相関値とする相関値算出部 20 と、相関値に基づき、画像ブロックの組毎に、一方の画像ブロックと他方の画像ブロックとが一致しているか否かを判定する判定部 30 とを備

える。

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は一定サイズの画像ブロックが抽出され、次いで、一方の画像の画像ブロックに一致する他方の画像の画像ブロックが特定される。その後、一致する画像ブロック間で対応点を特定し、特定し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。

[0004] ところで、ステレオマッチング処理において、精度を高めるためには、一致する画像ブロックを正確に特定することが重要となる。そして、一致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一致す

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一致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一致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]

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

先行技術文献

特許文献

[0011] 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

非特許文献

- [0012] 非特許文献1：新井元基、鷲見和彦、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

- [0013] ところで、上記数1及び数2から分かるように、SADを利用した方法及びSSDを利用した方法のいずれにおいても、値の算出は、比較対象となる2つの画像ブロックそれぞれの互に対応する2つの画素毎に行なわれている。このため、これらの方法によれば、2枚の画像同士が同一かどうかを判定することを目的とした一般的なマッチング処理においては、非常に正確な判定が期待出来る。
- [0014] しかしながら、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ため、被写体で反射された光の入射角度が、カメラ毎に異なり、各カメラで得られる画像の輝度が互いに微妙に異なる場合がある。このため、SAD又はSSDを用いてステレオマッチング処理を行なった場合は、画像間の輝度の違いが原因で、互いに一致する画像ブロックのペアであるにもかかわらず、算出された値が高くなり、一致していないと判定される可能性がある。
- [0015] 一方、NCCを利用した方法では、上記数3から分かるように、一般的には2枚の画像の輝度の違いが許容されると考えられる。しかしながら、NCCを利用した方法では、2つの画像ブロックそれぞれの2つの画素毎に計算が行なわれるわけではない。このため、NCCを利用してステレオマッチング処理を行なった場合は、一致しない画像ブロック間でも、画像全体的の輝

度の条件によっては、一致すると判定されてしまう場合がある。つまり、NCCを利用してステレオマッチング処理を行なった場合には、誤判定が発生しやすいという問題がある。

[0016] 本発明の目的の一例は、上記問題を解消し、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

[0017] 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、設定されたサイズの複数の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画像ブロックの一つと、他方の画像から抽出された画像ブロックの一つとを組み合わせ、複数の画像ブロックの組を設定する、画像抽出部と、

設定された画像ブロックの組それぞれについて、

一方の画像ブロックの画素と他方の画像ブロックの対応する画素との組合せ毎に、

前記一方の画像ブロックの前記画素における輝度と前記一方の画像ブロックの輝度の平均値との差を第1の輝度差として算出し、

前記他方の画像ブロックの前記対応する画素における輝度と前記他方の画像ブロックの輝度の平均値との差を第2の輝度差として算出し、

更に、前記第1の輝度差と前記第2の輝度差との差を、画素間の輝度差として算出し、

求められた前記組合せ毎の前記画素間の輝度差を積算し、得られた積算値を、当該画像ブロックの組の相関値とする、相関値算出部と、

前記画像ブロックの組それぞれの相関値に基づいて、前記画像ブロックの組毎に、当該画像ブロックの組の一方の画像ブロックと他方の画像ブロックとが一致しているかどうかを判定する、判定部と、

を備えている、ことを特徴とする。

[0018] 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、設定されたサイズの複数の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画像ブロックの一つと、他方の画像から抽出された画像ブロックの一つとを組み合わせ、複数の画像ブロックの組を設定する、ステップと、

(b) 設定された画像ブロックの組それぞれについて、一方の画像ブロックの画素と他方の画像ブロックの対応する画素との組合せ毎に、

前記一方の画像ブロックの前記画素における輝度と前記一方の画像ブロックの輝度の平均値との差を第1の輝度差として算出し、

前記他方の画像ブロックの前記対応する画素における輝度と前記他方の画像ブロックの輝度の平均値との差を第2の輝度差として算出し、

更に、前記第1の輝度差と前記第2の輝度差との差を、画素間の輝度差として算出し、

求められた前記組合せ毎の前記画素間の輝度差を積算し、得られた積算値を、当該画像ブロックの組の相関値とする、ステップと、

(c) 前記画像ブロックの組それぞれの相関値に基づいて、前記画像ブロックの組毎に、当該画像ブロックの組の一方の画像ブロックと他方の画像ブロックとが一致しているかどうかを判定する、ステップと、
を有する、ことを特徴とする。

[0019] 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、設定されたサイズの複数の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画像ブロックの一つと、他方の画像から抽出された画像ブロックの一つとを組み合わせ、複数の画像ブロックの組を設定する、ステップと、

(b) 設定された画像ブロックの組それぞれについて、
一方の画像ブロックの画素と他方の画像ブロックの対応する画素との組合せ毎に、
前記一方の画像ブロックの前記画素における輝度と前記一方の画像ブロックの輝度の平均値との差を第1の輝度差として算出し、
前記他方の画像ブロックの前記対応する画素における輝度と前記他方の画像ブロックの輝度の平均値との差を第2の輝度差として算出し、
更に、前記第1の輝度差と前記第2の輝度差との差を、画素間の輝度差として算出し、
求められた前記組合せ毎の前記画素間の輝度差を積算し、得られた積算値を、
当該画像ブロックの組の相関値とする、ステップと、
(c) 前記画像ブロックの組それぞれの相関値に基づいて、前記画像ブロックの組毎に、当該画像ブロックの組の一方の画像ブロックと他方の画像ブロックとが一致しているかどうかを判定する、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

[0020] 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。

図面の簡単な説明

[0021] [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画像ブロックが抽出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設定される画像ブロックの組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ける相関値の算出処理で用いられる画

素間組合せの一例を説明するための図である。

[図6]図 6 は、ペア画像における画像ブロック間の輝度の相違の一例を示す図である。

[図7]図 7 は、ペア画像それぞれにおける画像ブロックの輝度の平均値と特定の画素の輝度との差の一例を示す図である。

[図8]図 8 は、画像ブロック間で輝度値の変化のパターンが近似している例を示す図である。

[図9]図 9 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10]図 10 は、画像ブロックの抽出方法の変形例を説明するための図である。

[図11]図 11 は、画像ブロックの抽出方法の変形例を説明するための図である。

[図12]図 12 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。

発明を実施するための形態

[0022] (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 12 を参照しながら説明する。

[0023] [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。

[0024] 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、画像抽出部 10 と、相関値算出部 20 と、判定部 30 とを備えている。

[0025] 画像抽出部 10 は、対象となる 2 つの画像それぞれから、設定されたサイズの複数の画像ブロックを抽出する。また、画像抽出部 10 は、2 つの画像

の一方の画像から抽出された画像ブロックの一つと、他方の画像から抽出された画像ブロックの一つとを組み合わせ、複数の画像ブロックの組を設定する。

[0026] 相関値算出部20は、続いて、設定された画像ブロックの組それぞれについて、一方の画像ブロックの画素と他方の画像ブロックの対応する画素との組合せ（以下「画素間組合せ」と表記する。）毎に、（a）～（c）の算出処理を行なう。

（a）一方の画像ブロックの画素における輝度と一方の画像ブロックの輝度の平均値との差を第1の輝度差として算出する。

（b）他方の画像ブロックの対応する画素における輝度と他方の画像ブロックの輝度の平均値との差を第2の輝度差として算出する。

（c）第1の輝度差と第2の輝度差との差を、画素間の輝度差として算出する。

[0027] 更に、相関値算出部20は、画素間組合せ毎に算出した画素間の輝度差を積算し、得られた積算値を、計算対象となった画像ブロックの組の相関値とする。

[0028] 判定部30は、画像ブロックの組それぞれの相関値に基づいて、画像ブロックの組毎に、各画像ブロックの組の一方の画像ブロックと他方の画像ブロックとが一致しているかどうかを判定する。

[0029] このように、図1に示した構成では、一方の画像ブロックの画素と他方の画像ブロックの画素との間で相関値を比較する際に、両画像ブロックにおいて全体の平均の輝度値（平均値）と画素単独の輝度値との差が求められ、この差に基づいて、相関値が計算される。このため、図1に示した構成によれば、一方の画像ブロックと他方の画像ブロックとの間の全体的な輝度の違いによる影響が、大きく軽減されるので、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、従来からの方法に比べて、判定精度の向上が図られることになる。

[0030] 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装置の構成

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。

[0031] 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。

[0032] 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、画像抽出部10、相関値算出部20、及び判定部30に加えて、更に、画像取得部40と相関値補正部50とを備えている。

[0033] 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画像抽出部10に入力する。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、回転およ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。

[0034] 画像抽出部10は、図3に示すように、ペア画像それぞれから、垂直方向及び水平方向に沿って、水平方向における行と垂直方向における列とが形成されるように、複数の画像ブロックを抽出する。本実施の形態で、画像抽出部10は、ペア画像それぞれを、垂直方向及び水平方向に沿って、水平方向における行と垂直方向における列とが形成されるように、タイル状に分割した形で、ペア画像それぞれから複数の画像ブロックを抽出する。図3は、本発明の実施の形態において画像ブロックを抽出したペア画像の一例を示す図である。

[0035] 具体的には、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。そして、図3に示すように、画像抽出部10は、画像201及び画像202それぞれから、予め設定された大きさの矩形の画像ブロックを抽出する。これにより、画像ブロックは、画像の水平方向及び垂直方向に

沿って配列される。

[0036] また、画像抽出部 10 は、本実施の形態では、一方の画像から抽出された画像ブロックの一つと、他方の画像から抽出された画像ブロックの一つとを、両者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、画像抽出部 10 は、選出した画像ブロック同士を組み合わせ、画像ブロックの組を設定し、設定した画像ブロックの組を、相関値算出部 20 に入力する。

[0037] 具体的には、上述したように、本実施の形態では、画像取得部 40 によって、ペア画像それぞれのエピポーラ線は水辺方向において一致している。従って、図 4 に示すように、画像抽出部 10 は、行数が一致する画像ブロック同士を組み合わせ、画像ブロックの組を設定する。図 4 は、本発明の実施の形態において設定される画像ブロックの組の一例を説明する図である。

[0038] 図 4 の例では、画像抽出部 10 は、まず、画像 201 及び画像 202 それぞれの 1 行目から選出した画像ブロックを用いて、画像ブロックの組を設定する。つまり、画像抽出部 10 は、画像 201 の 1 行目の全画像ブロックと画像 202 の 1 行目の全画像ブロックとで得られる、全ての組合せを、画像ブロックの組として設定する。例えば、画像ブロック 203 は、画像ブロック 204 に加えて、画像ブロック 205～画像ブロック 209 それぞれとも組合せられる。

[0039] 続いて、画像抽出部 10 は、画像 201 及び画像 202 それぞれの 2 行目以降についても同様に、画像 201 の画像ブロックと画像 202 の画像ブロックとを組み合わせ、画像ブロックの組を設定する。そして、画像抽出部 10 は、このようにして設定した各画像ブロックの組を相関値算出部 20 に入力する。

[0040] 相関値算出部 20 は、入力された画像ブロックの組それぞれについて、画素間組合せ毎に算出処理を行なって、相関値を算出する。ここで、図 5～図 7 を用いて、相関値算出部による相関値の算出処理について具体的に説明する。

[0041] 図 5 は、本発明の実施の形態における相関値の算出処理で用いられる画素

間組合せの一例を説明するための図である。図6は、ペア画像における画像ブロック間の輝度の相違の一例を示す図である。図7は、ペア画像それぞれにおける画像ブロックの輝度の平均値と特定の画素の輝度との差の一例を示す図である。

[0042] 図5に示すように、相関値算出部20は、まず、画像ブロック203及び204それぞれにおける座標が同じ画素によって画素間組合せを設定する。最上段の行の左端を原点(0, 0)とすると、相関値算出部20は、例えば、画像ブロック203の座標(0, 0)に位置する画素401を、画像ブロック204の同じ座標(0, 0)に位置する画素402と組み合わせる。同様に、相関値算出部20は、画像ブロック203の座標(1, 0)に位置する画素403を、画像ブロック204の座標(1, 0)に位置する画素404と組み合わせる。更に、相関値算出部20は、画像ブロック203の他の座標に位置する画素についても、同様にして、画像ブロック204の画素と組み合わせる。

[0043] ところで、エピポーラ線が一致しているペア画像において、行数が同じ画像ブロック同士であっても、図6に示すように、画像ブロック全体の輝度値が相違する場合がある。これはペア画像それぞれの被写体は同じであっても、ペア画像を構成する画像毎に、撮影角度が異なり、それによって全体の輝度値が微妙に異なるからである。

[0044] なお、図6において、実線は、画像ブロック203の特定の水平行を構成する画素の輝度値を示し、破線は、画像ブロック204の対応する水平行を構成する画素の輝度値を示している。

[0045] 一方、図7に示すように、ペア画像を構成する画像間では、両者の全体の輝度値が異なっている、画像ブロックの輝度の平均値と各画素の輝度との差は両者間で極めて小さいものとなる。

[0046] なお、図7において、左側の図は画像ブロック203に対応し、右側の図は画像ブロック204に対応する。そして、左側の図における実線は、画像ブロック203の特定の水平行を構成する画素の輝度値を示し、右側の図に

おける破線は、画像ブロック 204 の対応する水平行を構成する画素の輝度値を示している。また、左側の図における一点鎖線は、画像ブロック 203 の輝度の平均値を示し、右側の図における一点鎖線は、画像ブロック 204 の輝度の平均値を示している。

[0047] このため、相関値算出部 20 は、画素間組合せ毎に、第 1 の輝度差及び第 2 の輝度差を算出し、更に、両者の差（画素間の輝度差）を算出する。そして、相関値算出部 20 は、計算対象となっている画像ブロックの組について、画素間の輝度差を積算し、得られた積算値を、画像ブロックの組の相関値とする。具体的には、相関値算出部 20 は、下記の数 4 を用いて、画像ブロックの組の相関値 R を算出する。

[0048] [数 4]

$$R = \sum_{j=0}^{N-1} \sum_{i=0}^{M-1} [(I(i, j) - \bar{I}) - (J(i, j) - \bar{J})]$$

[0049] また、上記数 4 において、M は、各画像の水平方向における画像ブロックの数（列数）を示し、N は、各画像の垂直方向における画像ブロックの数（行数）を示している。また、上記数 4 において I (i , j) は、一方の画像の画像ブロックにおいて座標 (i , j) に位置する画素の輝度値を示し、I ーバーは、座標 (i , j) に位置する画素が属する画像ブロックの輝度の平均値を示している。更に、上記数 4 において J (i , j) は、他方の画像の画像ブロックにおいて座標 (i , j) に位置する画素の輝度値を示し、J ーバーは、座標 (i , j) に位置する画素が属する画像ブロックの輝度の平均値を示している。

[0050] ところで、例えば、被写体がビル壁などである場合は、複数の画像ブロックが同じ色で構成されてしまう。このため、図 8 に示すように、一致しないはずの画像ブロック間で輝度値の変化のパターンが近似することがある。図 8 は、画像ブロック間で輝度値の変化のパターンが近似している例を示す図である。

[0051] なお、図 8 において、実線は、画像ブロック 203 の特定の水平行を構成

する画素の輝度値を示し、破線は、画像ブロック204の対応する水平行を構成する画素の輝度値を示している。また、2本の一点鎖線のうち、下側の一点鎖線は、画像ブロック203の輝度の平均値を示し、上側の一点鎖線は、画像ブロック204の輝度の平均値を示している。

[0052] そして、このようなケースにおいては、両者の輝度値は異なるが、上述の相関値Rの値は小さくなってしまい、後述する判定部30において間違った判定がなされるおそれがある。

[0053] このため、本実施の形態では、相関値補正部50によって相関値の補正が行なわれる。相関値補正部50は、設定された画像ブロックの組毎に、一方の画像ブロックの輝度の平均値と、他方の画像ブロックの輝度の平均値との差を求め、一定条件を満たす場合に、求めた差に基づいて、相関値算出部20によって算出された相関値を補正する。本実施の形態では、補正後の相関値が、判定部30に入力される。

[0054] 具体的には、相関値補正部50は、一方の画像ブロックの輝度の平均値と、他方の画像ブロックの輝度の平均値との差を求め、求めた差を基準にペナルティPを算出し、ペナルティPが一定の閾値を超えている場合に、相関値に対して、算出したペナルティPを付与する。

[0055] ペナルティPの算出は、例えば、下記の数5を用いて行なうことができる。下記の数5において、 α は、任意の値であり、サンプルとなるペア画像を用いた実験によって求められる。また、Iは、一方の画像ブロックの輝度の平均値であり、Jは、他方の画像ブロックの輝度の平均値である。また、本実施の形態において、ペナルティPの算出式は、下記の数5に限定されることはない。ペナルティPは、 $|I - J|$ を二乗したり、 $|I - J|$ の対数を取ったりすることによって算出されても良い。

[0056] [数5]

$$P = |I - J| \times \alpha$$

[0057] また、上記数5によってペナルティが算出され、ペナルティPが一定の閾

値を超えている場合は、相関値補正部50は、例えば、相関値に対して、算出したペナルティPを乗算することによって、相関値を補正する。

[0058] また、相関値補正部50が、このように、一方の画像ブロックの輝度の平均値と他方の画像ブロックの輝度の平均値との差を基準にペナルティを計算しているのは、相関値計算部20によって算出された平均値をそのまま流用するためである。この結果、相関値補正部50による計算処理を削減でき、処理時間の短縮化が図られることになる。但し、相関値補正部50による補正処理の仕方は、上記態様に限定されるものではない。相関値補正部50は、例えば、一方の画像ブロックの輝度の分散値と、他方の画像ブロックの輝度の分散値との差を求めることによって、相関値を補正することもできる。

[0059] 判定部30は、本実施の形態では、一方の画像から抽出された画像ブロックの一つに組み合わされた、他方の画像から抽出された画像ブロックのうち、上記数4によって算出された相関値R（又は補正後の相関値R）が最も小さくなる画像ブロックを特定する。そして、判定部30は、特定した画像ブロックは、一方の画像から抽出された画像ブロックの一つと一致していると判定する。つまり、判定部30は、相関値Rが最も小さくなる画像ブロックの組を特定し、特定した画像ブロックを構成する画像ブロック同士は一致していると判定する。

[0060] [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9を用いて説明する。図9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8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。

[0061] 図9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）。

[0062] 次に、画像抽出部10は、ペア画像それぞれを、垂直方向及び水平方向に沿って、水平方向における行と垂直方向における列とが形成されるように、タイル状に分割した形で、ペア画像それぞれから複数の画像ブロックを抽出する（ステップA3）。

[0063] 次に、画像抽出部10は、一方の画像から抽出された画像ブロックの一つと、他方の画像から抽出された画像ブロックの一つとを組み合わせ、画像ブロックの組を設定する（ステップA4）。具体的には、画像抽出部10は、行数が一致する画像ブロック同士を組み合わせ、画像ブロックの組を設定する。

[0064] 次に、相関値算出部20は、入力された画像ブロックの組毎に、上記数4を用いて、相関値を算出する（ステップA5）。具体的には、相関値算出部20は、画像ブロック間で同じ座標に位置する2つの画素によって画素間組合せを設定し、画素間組合せ毎に、第1の輝度差及び第2の輝度差を算出し、更に、両者の差（画素間の輝度差）を算出する。そして、相関値算出部20は、算出した画素間の輝度差を積算し、得られた積算値を相関値とする。

[0065] 次に、相関値補正部50は、算出された相関値に対して必要に応じて補正を実行する（ステップA6）。具体的には、相関値補正部50は、設定された画像ブロックの組毎に、一方の画像ブロックの輝度の平均値と、他方の画像ブロックの輝度の平均値との差を求め、求めた差を基準にペナルティPを算出する。そして、相関値補正部50は、ペナルティPが一定の閾値を超えている場合に、相関値に対して、算出したペナルティPを乗算する。

[0066] 次に、判定部30は、画像ブロックの組それぞれの相関値に基づいて、画像ブロックの組毎に、画像ブロックの組の一方の画像ブロックと他方の画像ブロックとが一致しているかどうかを判定する（ステップA7）。具体的には、判定部30は、相関値Rが最も小さくなる画像ブロックの組を特定し、特定した画像ブロックの組を構成する画像ブロック同士は一致していると判

定する。

[0067] このように、ステップA1～A7の実行により、ペア画像において一致する画像ブロックの組が特定される。その後、画像処理装置100は、一致する画像ブロック間で対応点を特定し、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。

[0068] [実施の形態における効果]

以上のように、本実施の形態では、各画像ブロックにおいて、画像ブロック全体の平均の輝度値と画素単独の輝度値との差が求められ、この差に基づいて、画像ブロック間の相関値が求められる。従って、本実施の形態によれば、従来からのSAD又はSSDを利用する場合と異なり、直接の輝度値のみで相関値が算出されないので、画像ブロック間の全体的な輝度の違いによる影響が大きく軽減される。

[0069] また、本実施の形態では、NCCを利用する場合と異なり、画像ブロック間の相関値を計算するに際して、各画像ブロックの対応する画素同士が直接比較されるので、一致しない画像ブロックの組が誤って一致していると判断される可能性は大きく低減される。

[0070] また、一致しないはずの画像ブロックの組で、両者の輝度値の変化のパターンが近似していると、誤って両者が一致していると判断される可能性がある。しかし、本実施の形態では、画像ブロック間の平均の輝度の差に応じて、相関値が補正され、輝度値の変化のパターンが近似しているだけの画像ブロックの組の相関値は高くなるので、このような事態が回避されることになる。

[0071] [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9に示すステップA1～A7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、画像抽出部10、相関値算出部20、判定部30、画像取得部40、及び相関値補正部50として機能し、処理を行なう。

[0072] 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、画像抽出部10、相関値算出部20、判定部30、画像取得部40、及び相関値補正部50のいずれかとして機能しても良い。

[0073] [変形例]

上述した例では、ステップA3において画像抽出部10は、ペア画像それぞれを予め設定されたサイズの画像ブロックに分割することによって、ペア画像それぞれから複数の画像ブロックを抽出しているが、ステップA3における画像ブロックの抽出方法は上述の例に限定されない。図10は、画像ブロックの抽出方法の変形例を説明するための図である。なお、図10には、画像取得部40によって取得された画像201及び画像202が示されている。図10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10に示すよりも多くの画素が含まれていてもよい。

[0074] 本実施の形態における変形例においても、画像抽出部10は、ペア画像それぞれから、垂直方向及び水平方向に沿って、水平方向における行と垂直方向における列とが形成されるように、複数の画像ブロックを抽出する。具体的には、図10を参照して、画像抽出部10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で示す方法）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10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。

[0075] 画像抽出部10は、上記のように複数の行及び複数の列が設定された画像201、202それぞれから、複数の画像ブロックを抽出する。画像ブロックは、複数の画素によって構成される。本変形例では、画像抽出部10は、画像201の画素ごとに、その画素を中心画素とする画像ブロックを抽出する。また、画像抽出部10は、画像202の画素ごとに、その画素を中心画素とする画像ブロックを抽出する。したがって、画像抽出部10は、例えば、画像201を構成する複数の画素と同数の画像ブロックを、画像201から抽出する。また、画像抽出部10は、例えば、画像202を構成する複数の画素と同数の画像ブロックを、画像202から抽出する。

[0076] 図10においては、画像201から抽出された複数の画像ブロックのうちの一つの画像ブロック203が示され、画像202から抽出された複数の画像ブロックのうちの一つの画像ブロック204が示されている。図10においては、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10の例では、画像ブロック203、204はそれぞれ、9画素によって構成されている。

[0077] なお、図11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画像ブロック203を抽出する際には、画像201内の画素のみによって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画像ブロックを抽出する。図11の例では、例えば、画像201内の6個の画素と、3個の仮想画素とによって、画像ブロック203が構成されている。詳細な説明は省略するが、画像202から抽出される画像ブロックについても同様である。

[0078] 更に、本変形例では、画像抽出部10は、一方の画像から抽出された画像ブロックの一つと、他方の画像から抽出された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、選出した画像ブロック同士を組み合わせ、複数の画像ブロックの組を設定し、設定した複数の画像ブロックの組を、相関値算出部 20 に入力する。例えば、図 10 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、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 個の画像ブロックが設定される。したがって、図 10 の例では、一方の画像 201 から抽出された任意の画像ブロックは、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 個の画像ブロックにそれぞれに組み合わせられる。例えば、画像 201 から抽出された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 個の画像ブロックにそれぞれ組み合わせられる。このようにして、本変形例では、画像 201 から抽出された画像ブロックごとに、24 個の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 個の画像ブロックの組が設定される。

[0079] 以上のように、本変形例においては、画像抽出部 10 は、ペア画像 201, 202 から、画素と同数の画像ブロック 203, 204 を抽出する。この場合、互いに一致する画像ブロックのペアをより高精度に特定することが可能になる。すなわち、ペア画像を対象としたマッチング処理において、判定精度をさらに向上させることができる。

[0080] 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 12 を用いて説明する。図 12 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。

[0081] 図 12 に示すように、コンピュータ 110 は、CPU 111 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。

[0082] CPU 111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。

[0083] 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、CPU 111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。

[0084] データリーダ／ライタ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。

[0085] 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。

[0086] 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も実現可能である。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。

[0087] 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 15) 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。

[0088] (付記 1)

対象となる 2 つの画像それぞれから、設定されたサイズの複数の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画像ブロックの一つと、他方の画像から抽出された画像ブロックの一つとを組み合わせ、複数の画像ブロックの組を設定する、画像抽出部と、

設定された画像ブロックの組それぞれについて、一方の画像ブロックの画素と他方の画像ブロックの対応する画素との組合せ毎に、

前記一方の画像ブロックの前記画素における輝度と前記一方の画像ブロックの輝度の平均値との差を第 1 の輝度差として算出し、

前記他方の画像ブロックの前記対応する画素における輝度と前記他方の画像ブロックの輝度の平均値との差を第 2 の輝度差として算出し、

更に、前記第 1 の輝度差と前記第 2 の輝度差との差を、画素間の輝度差として算出し、

求められた前記組合せ毎の前記画素間の輝度差を積算し、得られた積算値を、当該画像ブロックの組の相関値とする、相関値算出部と、

前記画像ブロックの組それぞれの相関値に基づいて、前記画像ブロックの組毎に、当該画像ブロックの組の一方の画像ブロックと他方の画像ブロックとが一致しているかどうかを判定する、判定部と、
を備えている、ことを特徴とする画像処理装置。

[0089] (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。

[0090] (付記 3)

前記画像ブロックの組それぞれ毎に、前記一方の画像ブロックの輝度の平均値と、前記他方の画像ブロックの輝度の平均値との差を求め、一定条件を

満たす場合に、求めた前記差に基づいて前記相関値を補正する、相関値補正部を更に備えている、

付記 1 または 2 に記載の画像処理装置。

[0091] (付記 4)

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、回転およ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、

前記画像抽出部が、前記 2 つの画像それぞれから、垂直方向及び水平方向に沿って、水平方向における行と垂直方向における列とが形成されるように、前記複数の画像ブロックを抽出し、

前記一方の画像から抽出された画像ブロックの一つと、前記他方の画像から抽出された画像ブロックの一つとを、両者が位置している行が互いに対応するように選出し、選出した画像ブロック同士を組み合わせ、前記画像ブロックの組を設定する、

付記 1 ～ 3 のいずれかに記載の画像処理装置。

[0092] (付記 5)

前記判定部は、前記一方の画像から抽出された画像ブロックの一つに組み合わせられた、前記他方の画像から抽出された画像ブロックのうち、前記相関値が最も小さくなる画像ブロックを特定し、特定した画像ブロックは、前記一方の画像から抽出された画像ブロックの一つと一致していると判定する、付記 4 に記載の画像処理装置。

[0093] (付記 6)

(a) 対象となる 2 つの画像それぞれから、設定されたサイズの複数の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画像ブロックの一つと、他方の画像から抽出された画像ブロックの一つとを組み合わせ、複数の画像ブロックの組を設定する、ステップと、

(b) 設定された画像ブロックの組それぞれについて、
一方の画像ブロックの画素と他方の画像ブロックの対応する画素との組合せ毎に、
前記一方の画像ブロックの前記画素における輝度と前記一方の画像ブロックの輝度の平均値との差を第1の輝度差として算出し、
前記他方の画像ブロックの前記対応する画素における輝度と前記他方の画像ブロックの輝度の平均値との差を第2の輝度差として算出し、
更に、前記第1の輝度差と前記第2の輝度差との差を、画素間の輝度差として算出し、
求められた前記組合せ毎の前記画素間の輝度差を積算し、得られた積算値を、当該画像ブロックの組の相関値とする、ステップと、
(c) 前記画像ブロックの組それぞれの相関値に基づいて、前記画像ブロックの組毎に、当該画像ブロックの組の一方の画像ブロックと他方の画像ブロックとが一致しているかどうかを判定する、ステップと、
を有する、ことを特徴とする画像処理方法。

[0094] (付記7)

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6に記載の画像処理方法。

[0095] (付記8)

(d) 前記画像ブロックの組それぞれ毎に、前記一方の画像ブロックの輝度の平均値と、前記他方の画像ブロックの輝度の平均値との差を求め、一定条件を満たす場合に、求めた前記差に基づいて前記相関値を補正する、ステップを更に有する、
付記6または7に記載の画像処理方法。

[0096] (付記9)

(e) 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ッジ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、回転およ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) のステップにおいて、前記 2 つの画像それぞれから、垂直方向及び水平方向に沿って、水平方向における行と垂直方向における列とが形成されるように、前記複数の画像ブロックを抽出し、

前記一方の画像から抽出された画像ブロックの一つと、前記他方の画像から抽出された画像ブロックの一つとを、両者が位置している行が互いに対応するように選出し、選出した画像ブロック同士を組み合わせ、前記画像ブロックの組を設定する、

付記 6 ～ 8 のいずれかに記載の画像処理方法。

[0097] (付記 10)

前記 (c) のステップにおいて、前記一方の画像から抽出された画像ブロックの一つに組み合わされた、前記他方の画像から得られた画像ブロックのうち、前記相関値が最も小さくなる画像ブロックを特定し、特定した画像ブロックは、前記一方の画像から抽出された画像ブロックの一つと一致していると判定する、

付記 9 に記載の画像処理方法。

[0098] (付記 11)

コンピュータに、

(a) 対象となる 2 つの画像それぞれから、設定されたサイズの複数の画像ブロックを抽出、前記 2 つの画像の一方の画像から抽出された画像ブロックの一つと、他方の画像から抽出された画像ブロックの一つとを組み合わせ、複数の画像ブロックの組を設定する、ステップと、

(b) 設定された画像ブロックの組それぞれについて、一方の画像ブロックの画素と他方の画像ブロックの対応する画素との組合せ毎に、

前記一方の画像ブロックの前記画素における輝度と前記一方の画像ブロックの輝度の平均値との差を第 1 の輝度差として算出し、

前記他方の画像ブロックの前記対応する画素における輝度と前記他方の画像ブロックの輝度の平均値との差を第2の輝度差として算出し、

更に、前記第1の輝度差と前記第2の輝度差との差を、画素間の輝度差として算出し、

求められた前記組合せ毎の前記画素間の輝度差を積算し、得られた積算値を、当該画像ブロックの組の相関値とする、ステップと、

(c) 前記画像ブロックの組それぞれの相関値に基づいて、前記画像ブロックの組毎に、当該画像ブロックの組の一方の画像ブロックと他方の画像ブロックとが一致しているかどうかを判定する、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。

[0099] (付記12)

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11に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0100] (付記13)

前記コンピュータに、

(d) 前記画像ブロックの組それぞれ毎に、前記一方の画像ブロックの輝度の平均値と、前記他方の画像ブロックの輝度の平均値との差を求め、一定条件を満たす場合に、求めた前記差に基づいて前記相関値を補正する、ステップを更に実行させる、

付記11または12に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0101] (付記14)

前記コンピュータに、

(e) 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、回転および射影変換うち少なくとも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）のステップにおいて、前記2つの画像それぞれから、垂直方向及び水平方向に沿って、水平方向における行と垂直方向における列とが形成されるように、前記複数の画像ブロックを抽出し、

前記一方の画像から抽出された画像ブロックの一つと、前記他方の画像から抽出された画像ブロックの一つとを、両者が位置している行が互いに対応するように選出し、選出した画像ブロック同士を組み合わせ、前記画像ブロックの組を設定する、

付記11～13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。

[0102] （付記15）

前記（c）のステップにおいて、前記一方の画像から抽出された画像ブロックの一つに組み合わされた、前記他方の画像から抽出された画像ブロックのうち、前記相関値が最も小さくなる画像ブロックを特定し、特定した画像ブロックは、前記一方の画像から抽出された画像ブロックの一つと一致していると判定する、

付記14に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0103] 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Scope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。

[0104] この出願は、2015年11月27日に提出された日本出願特願2015-232063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

[0105] 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

[0106] 10 画像抽出部
20 相関値算出部

- 3 0 判定部
- 4 0 画像取得部
- 5 0 相関値補正部
- 1 0 0 画像処理装置
- 1 1 0 コンピュータ
- 1 1 1 C P U
- 1 1 2 メインメモリ
- 1 1 3 記憶装置
- 1 1 4 入力インターフェイス
- 1 1 5 表示コントローラ
- 1 1 6 データリーダ／ライタ
- 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、設定されたサイズの複数の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画像ブロックの一つと、他方の画像から抽出された画像ブロックの一つとを組み合わせ、複数の画像ブロックの組を設定する、画像抽出部と、
- 設定された画像ブロックの組それぞれについて、
- 一方の画像ブロックの画素と他方の画像ブロックの対応する画素との組合せ毎に、
- 前記一方の画像ブロックの前記画素における輝度と前記一方の画像ブロックの輝度の平均値との差を第1の輝度差として算出し、
- 前記他方の画像ブロックの前記対応する画素における輝度と前記他方の画像ブロックの輝度の平均値との差を第2の輝度差として算出し、
- 更に、前記第1の輝度差と前記第2の輝度差との差を、画素間の輝度差として算出し、
- 求められた前記組合せ毎の前記画素間の輝度差を積算し、得られた積算値を、当該画像ブロックの組の相関値とする、相関値算出部と、
- 前記画像ブロックの組それぞれの相関値に基づいて、前記画像ブロックの組毎に、当該画像ブロックの組の一方の画像ブロックと他方の画像ブロックとが一致しているかどうかを判定する、判定部と、
- 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] 前記画像ブロックの組それぞれ毎に、前記一方の画像ブロックの輝度の平均値と、前記他方の画像ブロックの輝度の平均値との差を求め、一定条件を満たす場合に、求めた前記差に基づいて前記相関値を補正する、相関値補正部を更に備えている、
- 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、回転およ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、

前記画像抽出部が、前記2つの画像それぞれから、垂直方向及び水平方向に沿って、水平方向における行と垂直方向における列とが形成されるように、前記複数の画像ブロックを抽出し、

前記一方の画像から抽出された画像ブロックの一つと、前記他方の画像から抽出された画像ブロックの一つとを、両者が位置している行が互いに対応するように選出し、選出した画像ブロック同士を組み合わせ、前記画像ブロックの組を設定する、

請求項1～3のいずれかに記載の画像処理装置。

[請求項5] 前記判定部は、前記一方の画像から抽出された画像ブロックの一つに組み合わされた、前記他方の画像から抽出された画像ブロックのうち、前記相関値が最も小さくなる画像ブロックを特定し、特定した画像ブロックは、前記一方の画像から抽出された画像ブロックの一つと一致していると判定する、

請求項4に記載の画像処理装置。

[請求項6] (a) 対象となる2つの画像それぞれから、設定されたサイズの複数の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画像ブロックの一つと、他方の画像から抽出された画像ブロックの一つとを組み合わせ、複数の画像ブロックの組を設定する、ステップと、

(b) 設定された画像ブロックの組それぞれについて、一方の画像ブロックの画素と他方の画像ブロックの対応する画素との組合せ毎に、

前記一方の画像ブロックの前記画素における輝度と前記一方の画像ブ

ロックの輝度の平均値との差を第1の輝度差として算出し、
前記他方の画像ブロックの前記対応する画素における輝度と前記他方の画像ブロックの輝度の平均値との差を第2の輝度差として算出し、
更に、前記第1の輝度差と前記第2の輝度差との差を、画素間の輝度差として算出し、

求められた前記組合せ毎の前記画素間の輝度差を積算し、得られた積算値を、当該画像ブロックの組の相関値とする、ステップと、

(c) 前記画像ブロックの組それぞれの相関値に基づいて、前記画像ブロックの組毎に、当該画像ブロックの組の一方の画像ブロックと他方の画像ブロックとが一致しているかどうかを判定する、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7] 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6に記載の画像処理方法。

[請求項8] (d) 前記画像ブロックの組それぞれ毎に、前記一方の画像ブロックの輝度の平均値と、前記他方の画像ブロックの輝度の平均値との差を求め、一定条件を満たす場合に、求めた前記差に基づいて前記相関値を補正する、ステップを更に有する、
請求項6または7に記載の画像処理方法。

[請求項9] (e) 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、回転およ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)のステップにおいて、前記2つの画像それぞれから、垂直方向及び水平方向に沿って、水平方向における行と垂直方向における列とが形成されるように、前記複数の画像ブロックを抽出し、
前記一方の画像から抽出された画像ブロックの一つと、前記他方の画

像から抽出された画像ブロックの一つとを、両者が位置している行が互いに対応するように選出し、選出した画像ブロック同士を組み合わせ、前記画像ブロックの組を設定する、

請求項 6～8 のいずれかに記載の画像処理方法。

[請求項10] 前記 (c) のステップにおいて、前記一方の画像から抽出された画像ブロックの一つに組み合わせられた、前記他方の画像から得られた画像ブロックのうち、前記相関値が最も小さくなる画像ブロックを特定し、特定した画像ブロックは、前記一方の画像から抽出された画像ブロックの一つと一致していると判定する、

請求項 9 に記載の画像処理方法。

[請求項11] コンピュータに、

(a) 対象となる 2 つの画像それぞれから、設定されたサイズの複数の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画像ブロックの一つと、他方の画像から抽出された画像ブロックの一つとを組み合わせ、複数の画像ブロックの組を設定する、ステップと、

(b) 設定された画像ブロックの組それぞれについて、一方の画像ブロックの画素と他方の画像ブロックの対応する画素との組合せ毎に、

前記一方の画像ブロックの前記画素における輝度と前記一方の画像ブロックの輝度の平均値との差を第 1 の輝度差として算出し、

前記他方の画像ブロックの前記対応する画素における輝度と前記他方の画像ブロックの輝度の平均値との差を第 2 の輝度差として算出し、

更に、前記第 1 の輝度差と前記第 2 の輝度差との差を、画素間の輝度差として算出し、

求められた前記組合せ毎の前記画素間の輝度差を積算し、得られた積算値を、当該画像ブロックの組の相関値とする、ステップと、

(c) 前記画像ブロックの組それぞれの相関値に基づいて、前記画

像ブロックの組毎に、当該画像ブロックの組の一方の画像ブロックと他方の画像ブロックとが一致しているかどうかを判定する、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12] 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11に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項13] 前記コンピュータに、

(d) 前記画像ブロックの組それぞれ毎に、前記一方の画像ブロックの輝度の平均値と、前記他方の画像ブロックの輝度の平均値との差を求め、一定条件を満たす場合に、求めた前記差に基づいて前記相関値を補正する、ステップを更に実行させる、

請求項11または12に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項14] 前記コンピュータに、

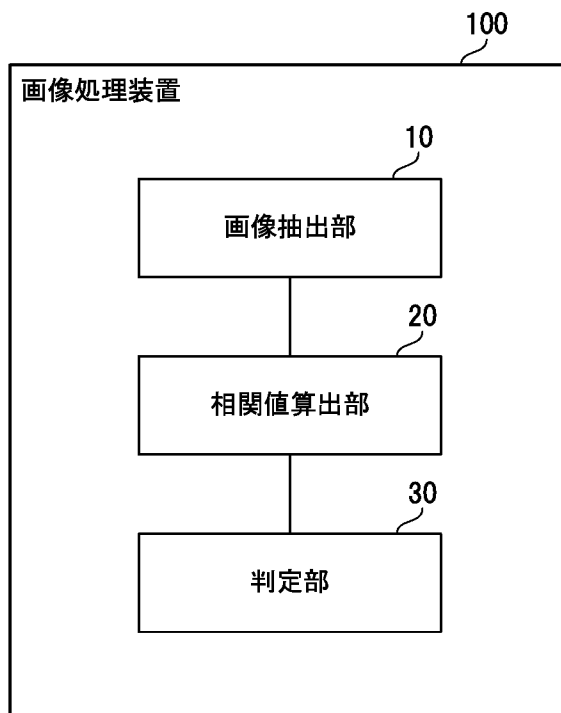
(e) 前記2つの画像を取得し、取得した前記2つの画像それぞれのエピポーラ線が水平方向において一致していない場合に、前記2つの画像の一方または両方に対して、回転および射影変換うち少なくとも1つを行なって、前記2つの画像それぞれのエピポーラ線を水平方向において一致させる、ステップを更に実行させ、

前記(a)のステップにおいて、前記2つの画像それぞれから、垂直方向及び水平方向に沿って、水平方向における行と垂直方向における列とが形成されるように、前記複数の画像ブロックを抽出し、前記一方の画像から抽出された画像ブロックの一つと、前記他方の画像から抽出された画像ブロックの一つとを、両者が位置している行が互いに対応するように選出し、選出した画像ブロック同士を組み合わせ、前記画像ブロックの組を設定する、

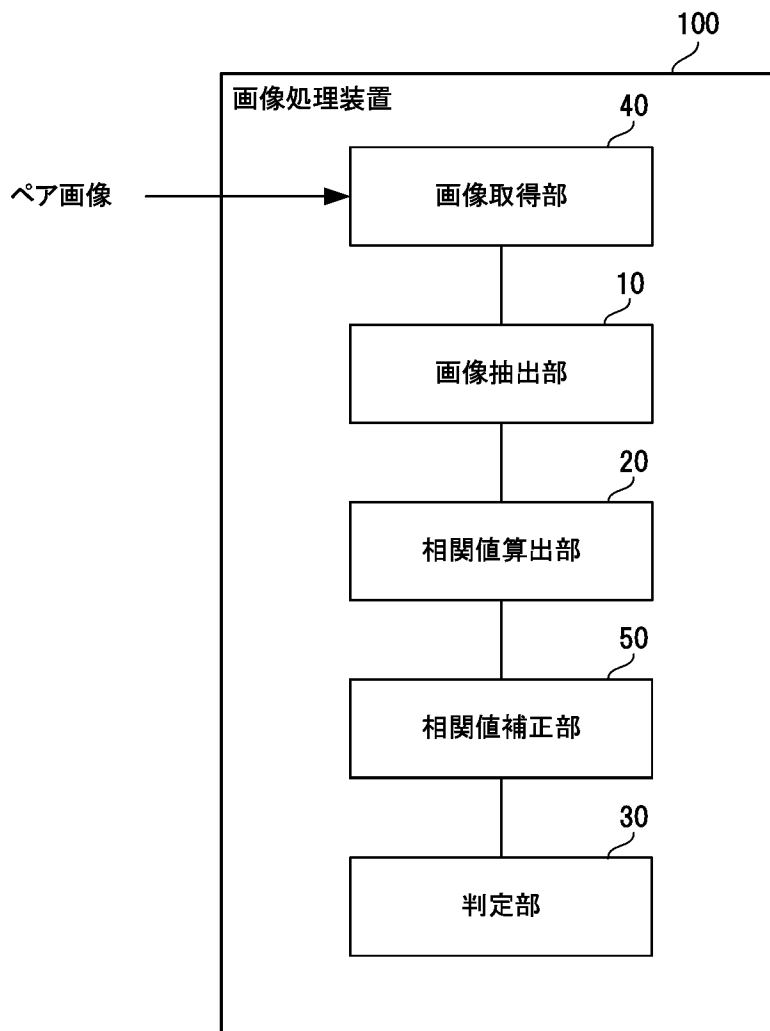
請求項 1 1 ～ 1 3 のいずれかに記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項15] 前記（c）のステップにおいて、前記一方の画像から抽出された画像ブロックの一つに組み合わされた、前記他方の画像から抽出された画像ブロックのうち、前記相関値が最も小さくなる画像ブロックを特定し、特定した画像ブロックは、前記一方の画像から抽出された画像ブロックの一つと一致していると判定する、
請求項 1 4 に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

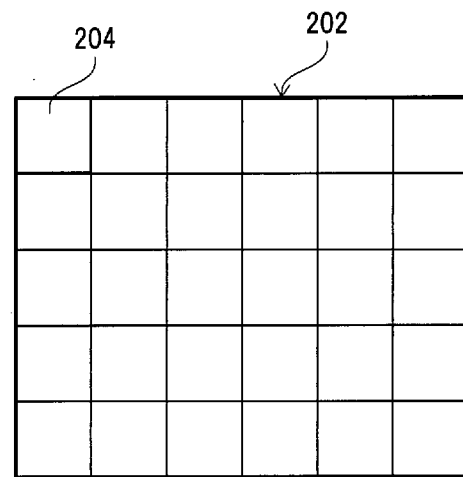
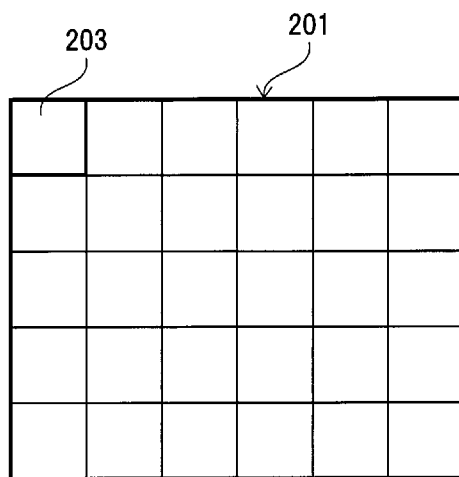
[図1]



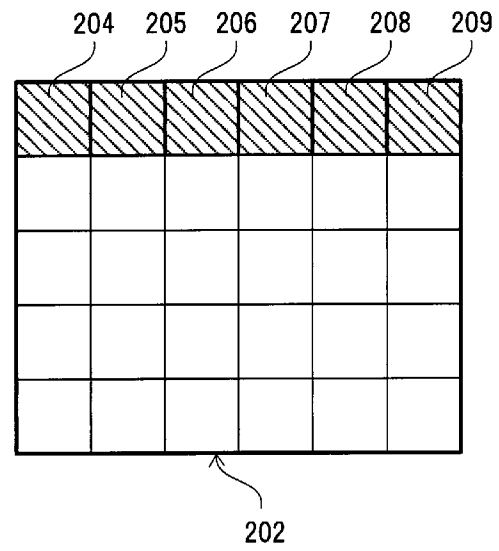
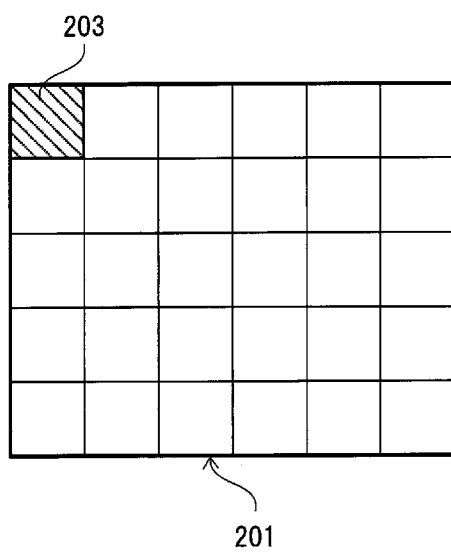
[図2]



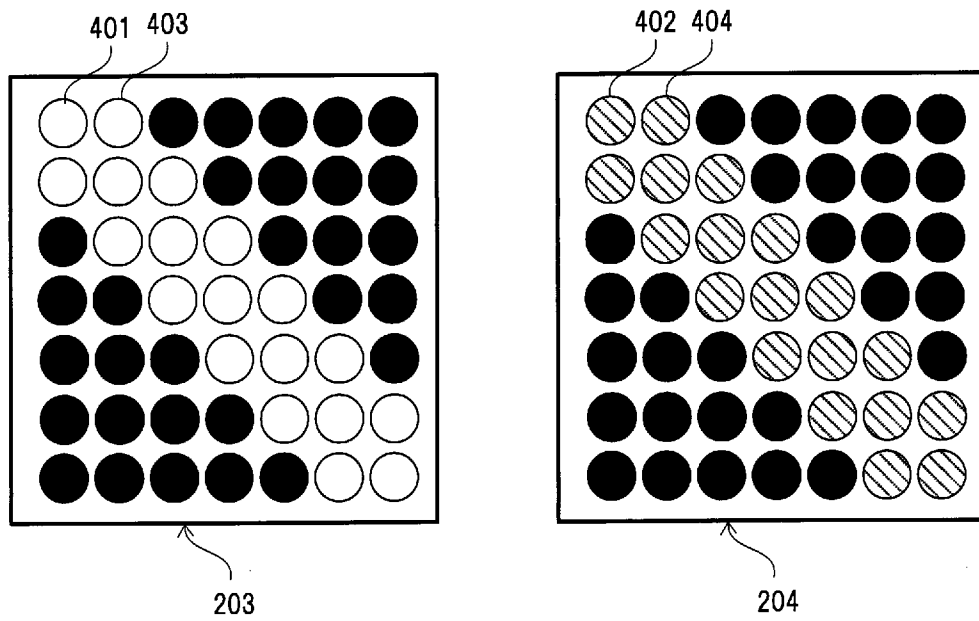
[図3]



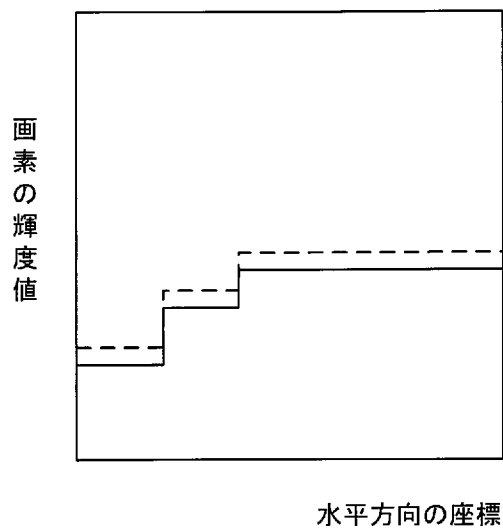
[図4]



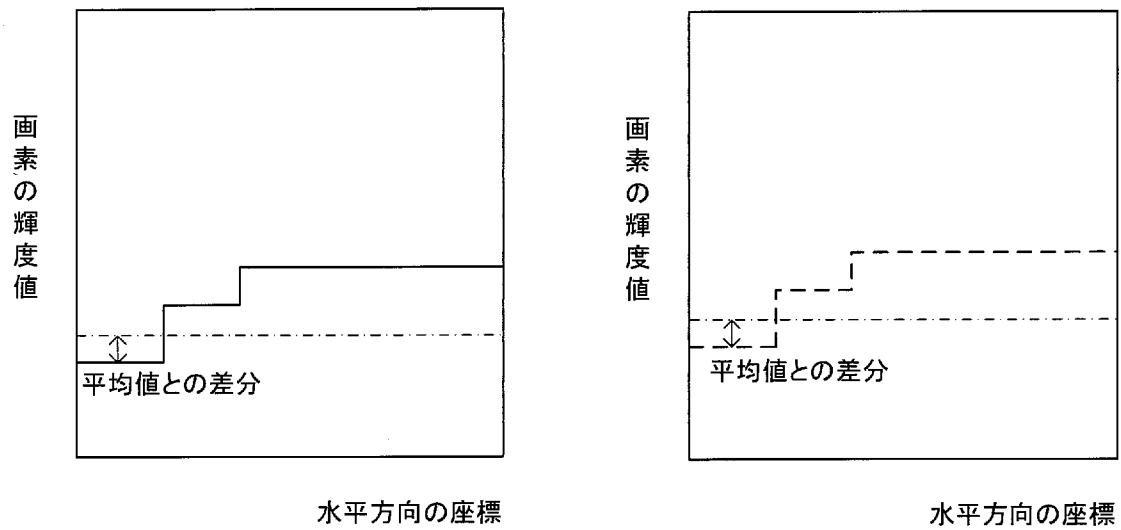
[図5]



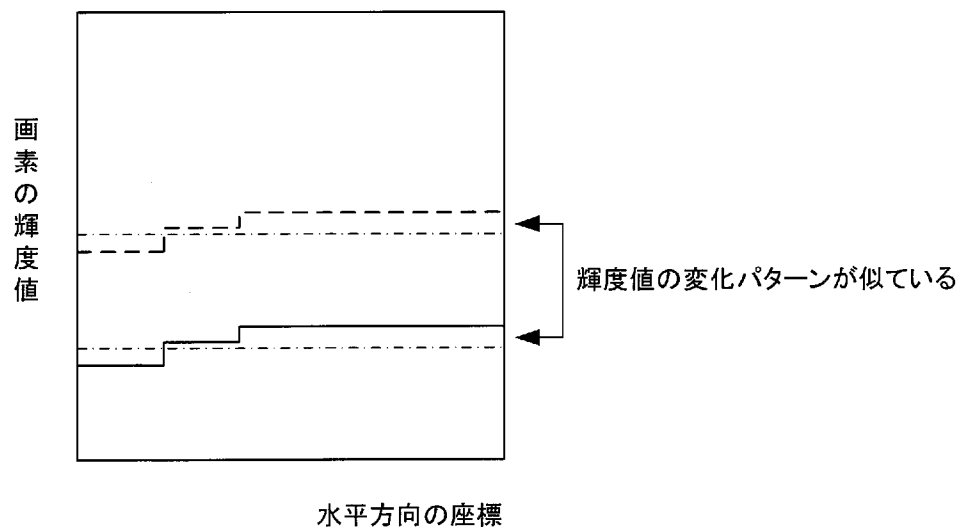
[図6]



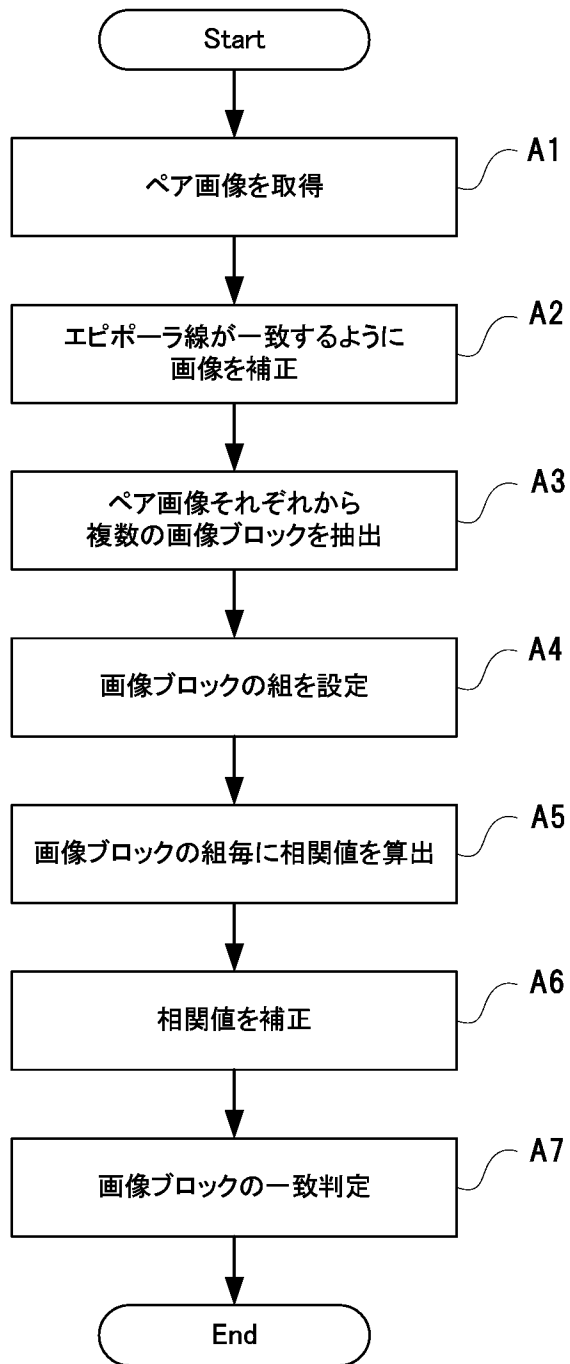
[図7]



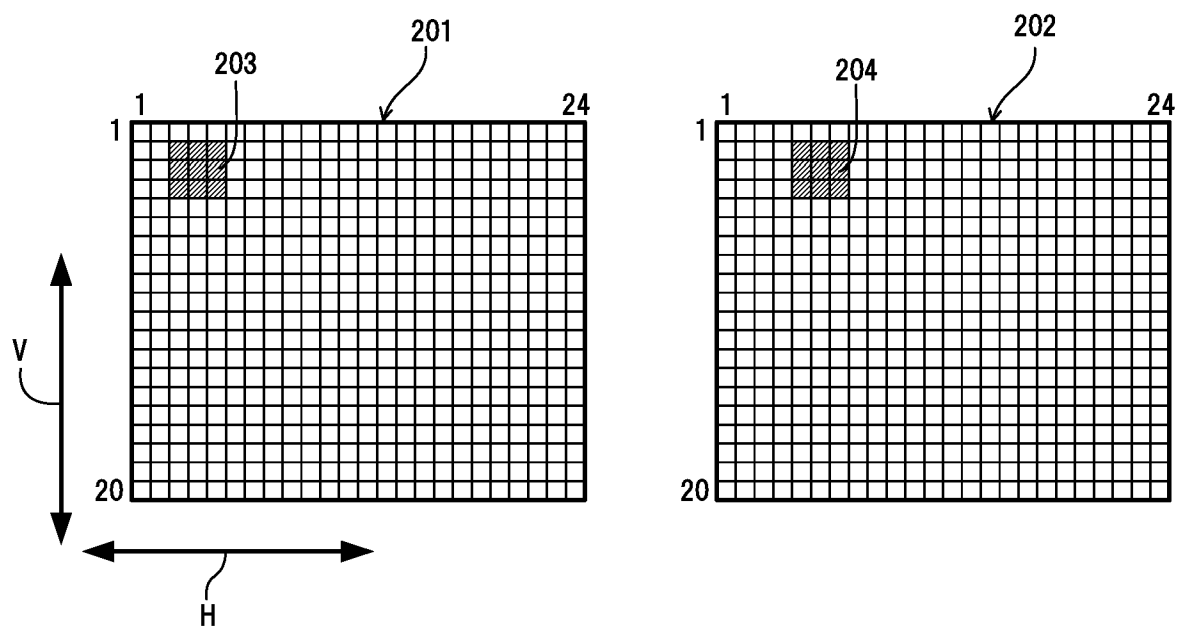
[図8]



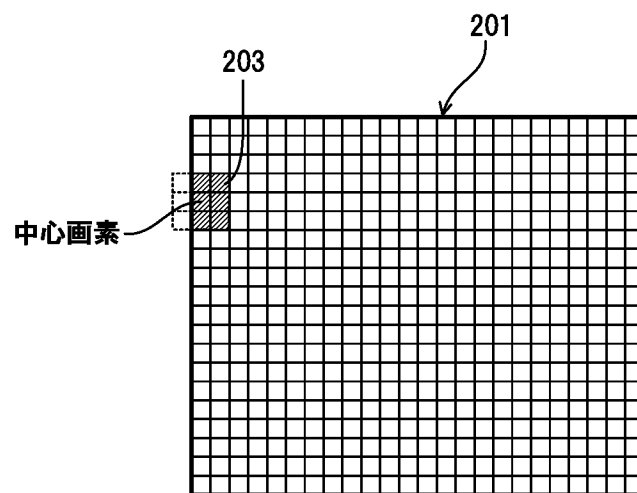
[図9]



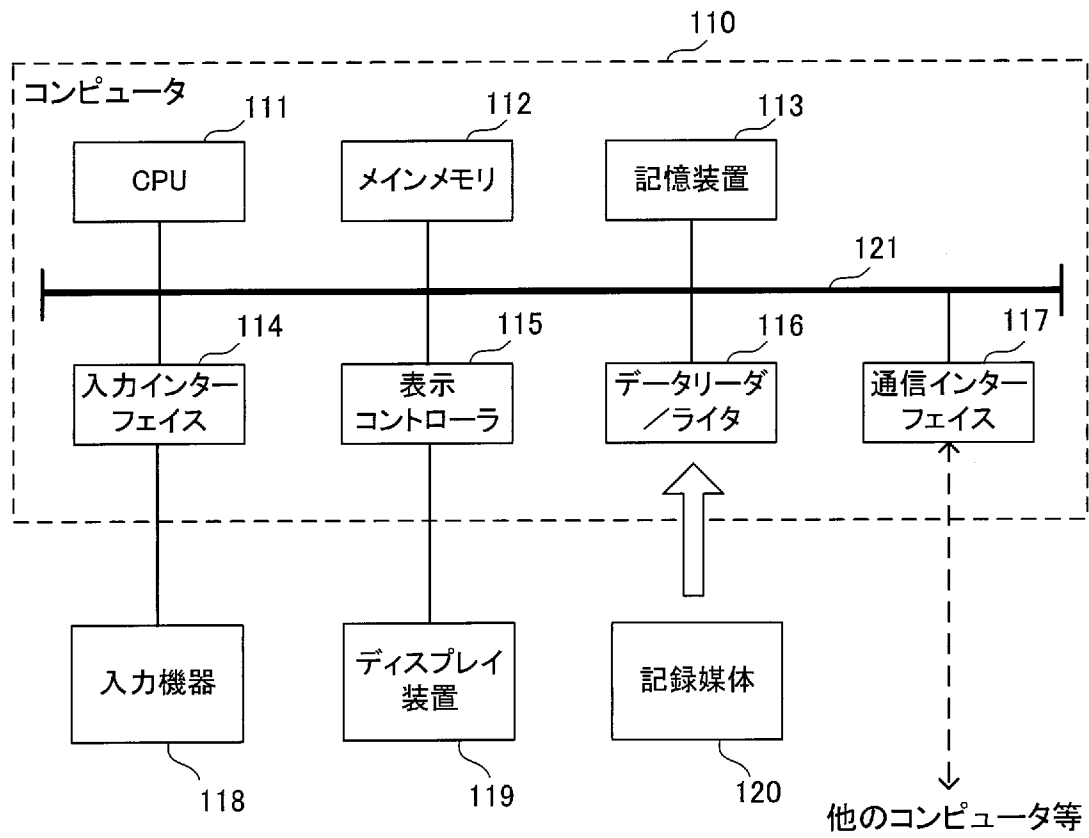
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/084897

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T1/00(2006.01)i, G06T7/00(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)

G06T1/00, G06T7/00, G01C3/06, G01B11/00

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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

JSTPlus (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2001-116513 A (Toyota Central Research and Development Laboratories, Inc.),	1, 2, 6, 7, 11, 12
Y	27 April 2001 (27.04.2001), paragraphs [0030] to [0032]; fig. 4 (Family: none)	3-5, 8-10, 13-15
X	JP 2013-045276 A (Ricoh Co., Ltd.),	1, 2, 6, 7, 11, 12
Y	04 March 2013 (04.03.2013), paragraphs [0005], [0074] (Family: none)	3-5, 8-10, 13-15
X	JP 11-234701 A (Fuji Heavy Industries Ltd.),	1, 2, 6, 7, 11, 12
Y	27 August 1999 (27.08.1999), paragraphs [0013], [0018] to [0024]; fig. 1 to 3 (Family: none)	3-5, 8-10, 13-15

☒ 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
13 December 2016 (13.12.16)

Date of mailing of the international search report
27 December 2016 (27.12.16)

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/JP2016/084897

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 7-121711 A (Omron Corp.), 12 May 1995 (12.05.1995), paragraphs [0063] to [0086], [0123], [0124]; fig. 6 to 9 (Family: none)	3, 8, 13
Y	JP 2009-276906 A (Panasonic Corp.), 26 November 2009 (26.11.2009), paragraph [0040] (Family: none)	4, 5, 9, 10, 14, 15
Y	JP 2015-172876 A (Denso IT Laboratory, Inc.), 01 October 2015 (01.10.2015), paragraph [0047] (Family: none)	4, 5, 9, 10, 14, 15
A	JP 2015-069568 A (Fuji Heavy Industries Ltd.), 13 April 2015 (13.04.2015), paragraphs [0026], [0045] to [0056]; fig. 4 to 6 & US 2015/0092990 A1 paragraphs [0043], [0062] to [0073]; fig. 4 to 6 & DE 102014113372 A1 & CN 104512334 A	1-15

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G06T1/00(2006.01)i, G06T7/00(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. G06T1/00, G06T7/00, G01C3/06, G01B11/00

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

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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）

JSTPlus (JDreamIII)

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 Y	JP 2001-116513 A (株式会社豊田中央研究所) 2001.04.27, 段落 [0030] - [0032]、図4 (ファミリーなし)	1, 2, 6, 7, 11, 12 3-5, 8-10, 13-15
X Y	JP 2013-045276 A (株式会社リコー) 2013.03.04, 段落 [0005] [0074] (ファミリーなし)	1, 2, 6, 7, 11, 12 3-5, 8-10, 13-15

☒ 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
「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
「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）
「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

「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
「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
「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
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

13.12.2016

国際調査報告の発送日

27.12.2016

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）

佐田 宏史

5H

4189

電話番号 03-3581-1101 内線 3531

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
X Y	JP 11-234701 A (富士重工業株式会社) 1999.08.27, 段落 [0013] [0018] - [0024]、図1-3 (ファミリーなし)	1, 2, 6, 7, 11, 12 3-5, 8-10, 13-15
Y	JP 7-121711 A (オムロン株式会社) 1995.05.12, 段落 [0063] - [0086] [0123] [0124]、図6-9 (ファミリーなし)	3, 8, 13
Y	JP 2009-276906 A (パナソニック株式会社) 2009.11.26, 段落 [0040] (ファミリーなし)	4, 5, 9, 10, 14, 15
Y	JP 2015-172876 A (株式会社デンソーアイティラボラトリ) 2015.10.01, 段落 [0047] (ファミリーなし)	4, 5, 9, 10, 14, 15
A	JP 2015-069568 A (富士重工業株式会社) 2015.04.13, 段落 [0026] [0045] - [0056]、図4-6 & US 2015/0092990 A1, 段落[0043][0062]-[0073], 図4-6 & DE 102014113372 A1 & CN 104512334 A	1-15