

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6838918号
(P6838918)

(45) 発行日 令和3年3月3日(2021.3.3)

(24) 登録日 令和3年2月16日(2021.2.16)

(51) Int.Cl.	F 1
HO4N 7/01 (2006.01)	HO4N 7/01 170
GO6T 3/40 (2006.01)	GO6T 3/40 700
HO4N 1/387 (2006.01)	HO4N 1/387 101

請求項の数 18 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2016-195495 (P2016-195495)
(22) 出願日	平成28年10月3日 (2016.10.3)
(65) 公開番号	特開2017-103756 (P2017-103756A)
(43) 公開日	平成29年6月8日 (2017.6.8)
審査請求日	令和1年10月2日 (2019.10.2)
(31) 優先権主張番号	特願2015-229063 (P2015-229063)
(32) 優先日	平成27年11月24日 (2015.11.24)
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)

(73) 特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(74) 代理人	110002860 特許業務法人秀和特許事務所
(74) 代理人	100085006 弁理士 世良 和信
(74) 代理人	100100549 弁理士 川口 嘉之
(74) 代理人	100131532 弁理士 坂井 浩一郎
(74) 代理人	100125357 弁理士 中村 剛
(74) 代理人	100131392 弁理士 丹羽 武司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像データ処理装置及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

低解像度画像データと、当該低解像度画像データをアップサンプリングした画像データである高解像度画像データと、前記低解像度画像データおよび前記高解像度画像データに対応する第3の画像データとを取得する画像データ取得手段と、

前記高解像度画像データの画素値の信頼度を表す信頼度データを決定する信頼度データ決定手段と、

前記高解像度画像データを補正する補正手段と、
を備え、

前記信頼度データ決定手段は、

前記高解像度画像データの対象画素の画素位置に対応する前記低解像度画像データにおける画素位置の近傍画素の画素値に基づいて決定される第1の評価値と、前記第1の評価値とは異なる方法によって前記近傍画素の画素値に基づいて決定される第2の評価値と、の比較に基づいて、前記高解像度画像データの前記対象画素の画素値の信頼度を決定し、

前記補正手段は、前記信頼度データおよび前記第3の画像データに基づいて、前記高解像度画像データを当該高解像度画像データの画素値を用いて補正する、

ことを特徴とする画像データ処理装置。

【請求項 2】

画像データをアップサンプリングするアップサンプリング手段をさらに備え、

前記画像データ取得手段は、前記低解像度画像データを第1の補間方法を用いて前記ア

ツプサンプリング手段によってアップサンプリングすることで第1の高解像度画像データを取得し、かつ、前記低解像度画像データを前記第1の補間方法とは異なる第2の補間方法を用いて前記アップサンプリング手段によってアップサンプリングすることで第2の高解像度画像データを取得し、

前記信頼度データ決定手段は、前記第1の高解像度画像データの前記対象画素の画素値を前記第1の評価値として用い、前記対象画素に対応する前記第2の高解像度画像データの画素値を前記第2の評価値として用いる、

請求項1に記載の画像データ処理装置。

【請求項3】

前記第1の補間方法はバイリニア補間であり、前記第2の補間方法はニアレストネイバ
ー補間である、

請求項2に記載の画像データ処理装置。

【請求項4】

前記画像データ取得手段は、前記第1の高解像度画像データまたは前記第2の高解像度
画像データのいずれかを、前記高解像度画像データとして取得する、

請求項2または3に記載の画像データ処理装置。

【請求項5】

前記補正手段は、前記高解像度画像データの画素のうち、前記信頼度データが閾値以下の
信頼度を示す画素のみを補正する、

請求項1から4のいずれか1項に記載の画像データ処理装置。

10

【請求項6】

前記補正手段は、前記高解像度画像データの対象画素の画素値を、当該対象画素に対応す
る前記第3の画像データの輝度情報または色情報と、当該対象画素の周辺の画素に対応す
る前記第3の画像データの輝度情報または色情報との差に基づいて重みづけ加算すること
で補正する

請求項1から5のいずれか1項に記載の画像データ処理装置。

【請求項7】

前記低解像度画像データおよび高解像度画像データは、距離画像データ、動き画像データ、
又は、セグメンテーション画像である、

請求項1から6のいずれか1項に記載の画像データ処理装置。

20

【請求項8】

前記信頼度データ決定手段は、

前記低解像度画像データにおける前記近傍画素の画素値の、第1の重み係数を用いた重
み付け平均値を前記第1の評価値として決定し、

前記低解像度画像データにおける前記近傍画素の画素値の、前記第1の重み係数とは異
なる第2の重み係数を用いた重み付け平均値を前記第2の評価値として決定する、

請求項1に記載の画像データ処理装置。

【請求項9】

前記第1の重み係数および前記第2の重み係数は、前記高解像度画像データの前記対象
画素に対応する前記低解像度画像データにおける画素からの距離に応じて決定される、

40

請求項8に記載の画像データ処理装置。

【請求項10】

前記第1の重み係数および前記第2の重み係数の一方は、前記近傍画素のうち、前記高
解像度画像データの前記対象画素に対応する前記低解像度画像データにおける前記画素か
ら、最も近い画素の重みが1であり、その他の画素の重みが0であるように決定される、

請求項9に記載の画像データ処理装置。

【請求項11】

前記第1の重み係数および前記第2の重み係数の少なくとも一方は、前記高解像度画像
データの前記対象画素に対応する前記低解像度画像データにおける前記画素からの距離に
応じたガウス関数により決定される、

50

請求項 9 または 10 に記載の画像データ処理装置。

【請求項 1 2】

前記第 1 の重み係数および前記第 2 の重み係数の一方は、前記高解像度画像データの前記対象画素に対応する前記低解像度画像データにおける前記画素からの距離に反比例した値として決定される。

請求項 9 から 11 のいずれか 1 項に記載の画像データ処理装置。

【請求項 1 3】

前記信頼度データ決定手段は、前記高解像度画像データの対象画素に対応する前記低解像度画像データにおける画素の近傍画素の画素値の最大値と最小値の差を前記第 1 の評価値とし、対象画素にかかわらずに 0 を前記第 2 の評価値とする、

請求項 1 に記載の画像データ処理装置。

【請求項 1 4】

前記信頼度は、画素値が信頼できるか信頼できないかを表す二値の情報であり、

前記信頼度データ決定手段は、前記第 1 の評価値と前記第 2 の評価値の差が所定の閾値以下であれば、前記対象画素の信頼度を信頼できることを表す信頼度として決定し、前記差が前記所定の閾値よりも大きければ、前記対象画素の信頼度を信頼できないことを表す信頼度として決定する、

請求項 1 から 13 のいずれか 1 項に記載の画像データ処理装置。

【請求項 1 5】

前記信頼度データ決定手段は、前記第 1 の評価値と前記第 2 の評価値の差が大きいほど信頼度が低くなるように、前記対象画素の信頼度を決定する、

請求項 1 から 13 のいずれか 1 項に記載の画像データ処理装置。

【請求項 1 6】

撮像素子と、

請求項 1 から 15 のいずれか 1 項に記載の画像データ処理装置と、
を備え、

前記画像データ取得手段は、前記撮像素子から撮影画像データを取得し、前記撮影画像データから前記低解像度画像データを生成し、前記低解像度画像データを拡大して前記高解像度画像データを取得する、

撮像装置。

【請求項 1 7】

画像データ処理装置が行う画像データ処理方法であって、

低解像度画像データと、当該低解像度画像データをアップサンプリングした画像データである高解像度画像データと、前記低解像度画像データおよび前記高解像度画像データに対応する第 3 の画像データとを取得する画像データ取得ステップと、

前記高解像度画像データの画素値の信頼度を表す信頼度データを決定する信頼度データ決定ステップと、

前記高解像度画像データを補正する補正ステップと、
を含み、

前記信頼度データ決定ステップでは、

前記高解像度画像データの対象画素の画素位置に対応する前記低解像度画像データにおける画素の近傍画素から第 1 の評価値を決定し、

前記高解像度画像データの対象画素の画素位置に対応する前記低解像度画像データにおける前記画素の前記近傍画素から、前記第 1 の評価値とは異なる方法により、第 2 の評価値を決定し、

前記第 1 の評価値と前記第 2 の評価値の比較に基づいて、前記高解像度画像データの前記対象画素についての信頼度を決定し、

前記補正ステップでは、前記信頼度データおよび前記第 3 の画像データに基づいて、前記高解像度画像データを当該高解像度画像データの画素値を用いて補正する、

画像データ処理方法。

10

20

30

40

50

【請求項 18】

請求項17に記載の画像データ処理方法の各ステップを、コンピュータに実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、画像データ処理装置及び方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

撮影画像を取得する際に同時に、撮像機器から被写体までの距離情報の分布を表す距離画像や撮像機器と被写体の相対的な動き情報の分布を表す動き画像を取得または算出する手法が提案されている。取得された情報は撮影画像と比較して空間分解能が低いことが多い、そのために撮影画像に合わせてアップサンプリング処理（拡大処理）を行って情報量を増やす必要がある。ただし、アップサンプリングを行うと、特に距離や動きの境界部での情報が正しく得られないという問題が生じる。この問題を解決する手法が提案されている。

10

【0003】

特許文献1ではジョイントバイラテラルフィルタを用いて、アップサンプリングと同時に距離情報の補正を行っている。非特許文献1では距離画像のエッジ強度にガウシアンフィルタを掛け、その値に応じて情報の信頼性を表す信頼度マップを生成している。距離情報・信頼度マップ・輝度情報を用いて、距離情報のアップサンプリングと補正を行っている。特許文献2では、互いに異なる複数の補間方法を用いて低解像度画像データをアップサンプリングすることにより高解像度画像データを生成している。

20

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献1】米国特許第7889949号明細書

【特許文献2】特開平11-168621号公報

【非特許文献】**【0005】**

30

【非特許文献1】Garcia, F, et. al., "Pixel weighted average strategy for depth sensor data fusion", 17th IEEE International Conference on Image Processing (ICIP) 2010, 2805-2808

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

しかしながら、特許文献1では距離境界部がぼけてしまうという問題がある。これは、輝度画像中の類似色に対応した画素を用いて平均化処理を行う際に、境界部近傍の間違った距離（類似色を有する異なる物体の距離）を用いた平均化処理が行われてしまう事が主たる原因である。

40

【0007】

さらに非特許文献1では信頼度情報という形で特許文献1のようなエラーを回避しているものの、エッジ抽出手法やガウシアンフィルタ、閾値処理のパラメータ設定の影響を受け精度が低下するという問題がある。また、エッジ抽出やフィルタ処理など計算量が多くなってしまうという問題もある。

【0008】

本発明の目的は、拡大された画像データにおける各画素の情報の信頼度を高精度かつ少ない計算量で生成可能な画像データ処理装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】**【0009】**

50

本発明の一態様に係る画像データ処理装置は、低解像度画像データと、当該低解像度画像データをアップサンプリングした画像データである高解像度画像データと、前記低解像度画像データおよび前記高解像度画像データに対応する第3の画像データとを取得する画像データ取得手段と、前記高解像度画像データの画素値の信頼度を表す信頼度データを決定する信頼度データ決定手段と、前記高解像度画像データを補正する補正手段と、を備え、前記信頼度データ決定手段は、前記高解像度画像データの対象画素の画素位置に対応する前記低解像度画像データにおける画素位置の近傍画素の画素値に基づいて決定される第1の評価値と、前記第1の評価値とは異なる方法によって前記近傍画素の画素値に基づいて決定される第2の評価値と、の比較に基づいて、前記高解像度画像データの前記対象画素の画素値の信頼度を決定し、前記補正手段は、前記信頼度データおよび前記第3の画像データに基づいて、前記高解像度画像データを当該高解像度画像データの画素値を用いて補正する、ことを特徴とする。

【0011】

本発明の一態様に係る画像データ処理方法は、画像データ処理装置が行う画像データ処理方法であって、低解像度画像データと、当該低解像度画像データをアップサンプリングした画像データである高解像度画像データと、前記低解像度画像データおよび前記高解像度画像データに対応する第3の画像データとを取得する画像データ取得ステップと、前記高解像度画像データの画素値の信頼度を表す信頼度データを決定する信頼度データ決定ステップと、前記高解像度画像データを補正する補正ステップと、を含み、前記信頼度データ決定ステップでは、前記高解像度画像データの対象画素の画素位置に対応する前記低解像度画像データにおける画素の近傍画素から第1の評価値を決定し、前記高解像度画像データの対象画素の画素位置に対応する前記低解像度画像データにおける前記画素の前記近傍画素から、前記第1の評価値とは異なる方法により、第2の評価値を決定し、前記第1の評価値と前記第2の評価値の比較に基づいて、前記高解像度画像データの前記対象画素についての信頼度を決定し、前記補正ステップでは、前記信頼度データおよび前記第3の画像データに基づいて、前記高解像度画像データを当該高解像度画像データの画素値を用いて補正する、ことを特徴とする。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、拡大された画像データにおける各画素の情報の信頼度を高精度かつ少ない計算量で生成することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】実施形態に係る画像データ処理装置を含む撮像装置の一例のブロック図。

【図2】実施形態1に係る画像データ処理方法のフローチャートの一例。

【図3】実施形態1における撮影画像データおよび距離画像データの一例。

【図4】実施形態1における信頼度決定方法を説明する図。

【図5】実施形態1における信頼度決定方法を説明する図。

【図6】実施形態2に係る画像データ処理方法のフローチャートの一例。

【図7】実施形態2における信頼度決定方法を説明する図。

【図8】実施形態3に係る画像データ処理方法のフローチャートの一例。

【図9】実施形態3における近傍4画素を用いた信頼度決定方法を説明する図。

【図10】実施形態3における近傍2画素を用いた信頼度決定方法を説明する図。

【図11】実施形態4におけるデータ処理装置の一例を示す模式図。

【発明を実施するための形態】

【0015】

本明細書において「画像データ」とは、数値データが論理的に2次元配列された2次元配列データを意味する。また、本明細書において「画像データ」は「マップ」とも称される。画像データの「画素」とは、画像データの2次元配列内での位置を意味する。画像データを構成する数値データは、特定の情報を表すデータに限定されず、例えば、輝度情報

10

20

30

40

50

、距離情報、動き情報、信頼度情報を表すデータが含まれる。また、数値データの形式は、特定の形式に限られず、スカラー、ベクトル、行列などであってよい。取り扱う情報に応じて画像データは、輝度画像データ、距離画像データ、動き画像データ、信頼度画像データなどと称される。

【0016】

本明細書における距離情報は、フォーカス位置から被写体までの相対的な距離、または撮影時の撮像装置から被写体までの絶対距離であってもよい。なお、絶対距離あるいは相対距離は、像面側での距離、物体側での距離のどちらであってもよい。また、距離は、実空間距離で表されてもよいし、デフォーカス量や視差量など実空間距離に換算できる量で表されていてもよい。

10

【0017】

本発明について、実施形態、図面を用いて詳細に説明するが、本発明は各実施形態の構成に限らない。また、各実施形態を適宜組み合わせてもよい。

【0018】

(実施形態1)

<構成>

図1は、本発明の実施形態1に係る撮像装置1の構成を模式的に示している。撮像装置1は、撮像光学系10、撮像素子11、制御部12、画像データ処理装置13、記憶部14、入力部15、表示部16を有している。

【0019】

20

撮像光学系10は、複数のレンズから構成され、入射する光を撮像素子11の像面上に結像させる光学系である。撮像素子11は、CCDやCMOSなどのイメージセンサを有する撮像素子である。撮像素子11は、カラーフィルタを有する撮像素子でもよいし、モノクロの撮像素子でもよいし、三板式の撮像素子でもよい。

【0020】

画像データ処理装置13は、信号処理部130、メモリ131、距離マップ生成部132、アップサンプリング部133、信頼度データ決定部134、距離マップ補正部135を有している。信号処理部130は、撮像素子11から出力されるアナログ信号のAD変換やノイズ除去、デモザイキング、輝度信号変換、収差補正、ホワイトバランス調整、色補正などの各種信号処理を行う機能部である。信号処理部130から出力されるデジタル画像データはメモリ131に蓄積され、表示部16への表示、記憶部14への記録(保存)、距離情報の算出、距離画像データの生成などに使用される。なお、距離画像データとは、距離情報の分布を表すものである。

30

【0021】

距離マップ生成部132は、信号処理部130から撮影画像データ(輝度画像データ)を取得し、その撮影画像データから被写体の距離情報、距離画像データを取得する。被写体の距離情報の取得方法は特に限定されない。距離情報を取得する方法の例として、撮影条件を変えて撮影したぼけ方の異なる撮影画像データを用いる方法(Depth From Defocus法: DFD法)や、視差の異なる撮影画像データを用いる方法(ステレオ法)が挙げられる。その他の例として、Time of Flight法やDepth From Focus方法(DFF法)が挙げられる。距離マップ生成部132で生成された距離画像データは、記憶部14に格納、またはメモリ131に一時的に格納され、後段の処理に利用される。また距離画像データはその取得方法に応じた補正処理が行われていてもよい。

40

【0022】

本実施形態においては、距離マップ生成部132が生成する距離マップの解像度は、撮影画像データの解像度よりも低い(図3A、図3B)。すなわち、本実施形態における距離マップ生成部132は、撮影画像データの全ての画素について距離情報を求めるのではなく、所定間隔ごとの画素についてのみ距離情報を求める。

【0023】

50

アップサンプリング部 133 は、距離マップ生成部 132 で生成された距離マップをアップサンプリングする機能を有する。アップサンプリングは、画像データを高解像度化する処理であり、アップスケーリング、アップコンバート、画像拡大処理とも称される。アップサンプリング部 133 は、アップサンプリングによって距離マップをどのようなサイズにしても構わない。ただし、アップサンプリング後のサイズが距離画像データの生成元の撮影画像データより大きいと、距離マップ補正時に補正効果が十分に得られない。アップサンプリング後のサイズが撮影画像データより小さいと、距離マップ補正時に撮影画像データをダウンサンプリングするなどの操作が必要となる。本実施形態では、アップサンプリング部 133 は、距離マップを、当該距離マップの生成元の撮影画像データと同じサイズに拡大するものとする。

10

【0024】

本明細書では、アップサンプリング前の距離画像データを、低解像度距離画像データあるいは低解像度画像データとも称する。また、アップサンプリング後の距離画像データを、高解像度距離画像データ、高解像度画像データ、拡大距離画像データ、あるいは拡大画像データとも称する。

【0025】

アップサンプリング部 133 は、2つ以上の異なるアルゴリズムによってアップサンプリング処理を実行可能である。アップサンプリング（画像拡大）のアルゴリズムは、既存の任意のアルゴリズムであって良い。アップサンプリングのアルゴリズムの例として、ニアレストネイバー、バイニアリ、バイキュービック、Lanczos-3 などが挙げられる。なお、アルゴリズムとして、バイキュービックよりも高次の多項式近似を用いた補間や、Lanczos 以外の非多項式近似を用いた補間を用いてもよい。

20

【0026】

信頼度データ決定部 134 は、アップサンプリング部 133 で生成された距離マップの信頼度データ（信頼度マップ）を算出する機能を有する。信頼度データは、距離マップの各画素の信頼度からなるデータ（マップ）である。信頼度は、距離マップの各画素の距離情報の確からしさの指標となる情報である。信頼度は、多値であってもよいし、二値であってもよい。本実施形態では、信頼度は二値（信頼できるか信頼できないか）とする。

【0027】

距離マップをアップサンプリングすると、特に距離境界部の画素が信頼できない値を持つようになる。信頼度データ決定部 134 は、アップサンプリング後の距離マップの各画素についての信頼度を決定する。信頼度データ決定部 134 による、信頼度決定方法は後述する。

30

【0028】

距離マップ補正部 135 は、距離画像データの各画素の距離情報を補正する機能を有する。距離情報の補正は、取得された撮影画像データと、アップサンプリング部 133 で撮影画像データと同サイズにされた距離画像データと、信頼度データ決定部 134 で生成された信頼度データを用いて行われる。具体的な補正の方法は後述する。

【0029】

記憶部 14 は、撮影画像データ、距離画像データ、信頼度データ、補正後距離画像データ、撮像装置 1 で利用されるパラメータデータなどが格納される不揮発性の記憶媒体である。記憶部 14 としては、高速に読み書きでき、且つ、大容量の記憶媒体であればどのようなものを利用してもよい。例えばフラッシュメモリなどが好ましい。

40

【0030】

入力部 15 はユーザが操作し、撮像装置 1 に対して情報入力や設定変更を行うためのインターフェイスである。例えばダイヤル、ボタン、スイッチ、タッチパネルなどを入力部 15 として利用することができる。

【0031】

表示部 16 は、液晶ディスプレイや有機ELディスプレイなどで構成される。表示部 16 は、撮影時の構図確認、撮影・記録した画像の閲覧、各種設定画面やメッセージ情報の

50

表示などに利用される。

【0032】

制御部12は、撮像装置1の各部を制御する機能である。制御部12の機能としては、例えば、オートフォーカス(AF)による自動焦点合わせ、フォーカス位置の変更、F値(絞り)の変更、画像の取り込み、シャッタやフラッシュ(いずれも不図示)の制御、記憶部14や入力部15や表示部16の制御などがある。

【0033】

<方法>

図2は、本実施形態の画像処理の流れを示すフローチャートである。図3Aは処理対象の撮影画像データの例、図3Bは処理対象の距離画像データの例である。図4は、信頼度計算処理における、画素の一部におけるデータフローを示す図である。図5A～5Cは、それぞれ、第1のアップサンプリング後の距離画像データ、第2のアップサンプリング後の距離画像データ、信頼度マップの例である。以下、これらの図面を参照しながら、本実施形態に係る画像データ処理装置13が行う画像処理を説明する。

10

【0034】

ステップS20において、アップサンプリング部133は、撮影画像データ301(図3A)と距離画像データ302(図3B)を取得する。具体的には、撮影画像データ301は信号処理部130から、距離画像データ302は距離マップ生成部132から取得できる。

【0035】

20

図3Aおよび図3Bにおいて、濃淡は画素値(輝度値または距離値)を表す。図3Bにおいては説明の簡略化のために、人物(前景)は全て同じ距離を持ち、背景は全て同じ距離を持つものとしている。ただし、距離画像データ302は実際には多値の距離情報を保持している。また、上述したように、距離マップ生成部132が生成する距離画像データ302は、元となる撮影画像データ301よりも解像度が低い。

【0036】

次にステップS21において、アップサンプリング部133が、距離画像データ302に対して第1のアップサンプリング処理を行う。本実施形態では、第1のアップサンプリング処理にニアレストネイバー補間を用いる。ニアレストネイバー補間では、アップサンプリング後に情報の無い画素に、情報を持った最近接画素の値を設定する。

30

【0037】

図4における画像401は、距離画像データ302の一部の領域(4×4画素)を表している。第1のアップサンプリング処理において、ニアレストネイバー補間を用いて3×3倍のアップサンプリングを行うと、画像401は画像402のようになる。画像402中の太線で囲まれた画素411は、画像401の画素に対応する画素であり、対応画素と同じ画素値を有する。それ以外の画素には、画素411のうち最近接の画素と同じ画素値が設定される。

【0038】

このように、画像402においては、画像401に対応しない画素が補間ににより生成・挿入される。特に距離境界部に着目した場合、前述したように最近接画素の値を選択しているため、アップサンプリング後の画像402における距離境界は、画素411の中間位置(等距離位置)となる。これは必ずしも正しくなく、画像402における距離境界の位置および距離境界付近の画素値は誤っている可能性が高い。

40

【0039】

図5Aは、距離画像データ302に第1のアップサンプリング処理(ニアレストネイバーブ間)を施して得られる、アップサンプリング後の距離画像データ501を示す。

【0040】

次にステップS22において、アップサンプリング部133が、距離画像データ302に対して第2のアップサンプリング処理を行う。本実施形態では、第2のアップサンプリング処理にバイリニア補間を用いる。第2のアップサンプリング処理のアルゴリズムもど

50

のような方法でも構わないが、第1のアップサンプリング処理のアルゴリズムとは異なる手法である必要がある。バイリニア補間では、アップサンプリング後に情報の無い画素に、情報を持った近傍画素の画素値の重み付き平均値が設定される。重み付き平均では、補間画素と近傍画素との距離が重みとして用いられる。

【0041】

図4における画像403は、画像401にバイリニア補間を用いて3×3倍のアップサンプリングを行って得られる画像である。図4における濃淡は画素値(距離値)の大きさを表す。距離境界部に着目すると、直線的(線形的)に距離が変化する。アップサンプリング後の画像403には、距離値がぼかされて、明確な距離境界は存在しない。これは必ずしも正しくなく、画像403における上記領域の画素値は誤っている可能性が高い。

10

【0042】

図5Bは、距離画像データ302に第2のアップサンプリング処理(バイリニア補間)を施して得られる、アップサンプリング後の距離画像データ502を示す。

【0043】

アップサンプリング手法は様々あるが、ステップS21およびS22で用いる手法はどのような手法でも構わない。採用するアップサンプリング手法において重要な点は、画素数を増やすことにより発生する情報の無い画素の補間方法である。補間方法には、一般的な手法としてニアレストネイバー補間、バイリニア補間、バイキューピック補間といった方法が挙げられる。

【0044】

20

次にステップS23において、信頼度データ決定部134が、距離画像データの各画素について信頼度を求めて信頼度データを生成する。上述したように、本実施形態では、信頼度データは二値(信頼できるか信頼できないか)とする。信頼度データ決定部134は、第1および第2のアップサンプリング後の2つの距離画像データの同じ画素位置の距離値を比較し、差が閾値より大きければ距離値が信頼できないと判断し、閾値以下であれば距離値が信頼できると判断する。このような信頼度の決定方法が有効なのは、アップサンプリングの手法が異なると結果が異なる画素は、正しい距離値をアップサンプリングによって算出できていないと考えられるからである。なお、画素位置とは、画像における画素の座標を意味する。

【0045】

30

より具体的には、信頼度データ決定部134は、画素位置pの信頼度W(p)を次のようにして求める。

【数1】

$$W(p) = \begin{cases} 1 & (E(p) \leq U) \\ 0 & (E(p) > U) \end{cases} \quad \dots (1)$$

$$E(p) = |D_{u1}(p) - D_{u2}(p)| \quad \dots (2)$$

【0046】

40

ここで、 D_{u1} は第1のアップサンプリング後の距離画像データ、 D_{u2} は第2のアップサンプリング後の距離画像データを表す。 $D_{u1}(p)$ および $D_{u2}(p)$ は、それぞれ画素位置pにおける画素値を表す。Eは、第1および第2のアップサンプリング後の2つの距離画像データの同じ画素位置の距離値の差を表す。Uは、信頼度の判定閾値である。

【0047】

この場合、 $W = 1$ は信頼できることを表し、 $W = 0$ は信頼できないことを表す。判定閾値Uは距離画像データの距離分解能(データ分解能)等から決定することができる。例えば、距離値のばらつき精度がガウス分布として近似できる場合には3(標準偏差の3倍)、を判定閾値Uとすることができる。また許容する距離境界部のエラー量に基づいても

50

判定閾値 U を決定することができる。例えば、距離境界部の許容エラー量を計測最大距離差の 1 % 以内にしたい場合には閾値 U を計測最大距離差の 1 % の値に設定すればよい。

【 0 0 4 8 】

図 5 C は、図 5 A および図 5 B のアップサンプリング後の距離画像データに基づいて求められる信頼度マップを示す。なお、図 5 C では、黒で描いた部分が信頼できない画素であり、白で描いた部分が信頼できる画素である。図 4 の画像 4 0 4 は、信頼度マップの一部分（画像 4 0 1、4 0 2、4 0 3 に対応する部分）を拡大した図である。図 4 の画像 4 0 5 は対応する撮影画像データを表す。距離画像データ 4 0 5 の輝度境界が正しい距離境界を表しているとすると、信頼度マップ 4 0 4 は距離境界付近を距離値が信頼できない領域であると正しく判別できている（信頼度マップ 4 0 4 中の点線 4 1 2 は実際の正しい距離境界を表す）。

【 0 0 4 9 】

本実施形態では信頼度を二値で表しているが、信頼度は多値であってもよい。信頼度を多値とする場合には、差分量 E が大きいほど信頼度が低くなるように信頼度を決定するといよい。

【 0 0 5 0 】

ステップ S 2 4 において、距離マップ補正部 1 3 5 が、ステップ S 2 3 で算出された信頼度マップに少なくとも部分的に基づいて、アップサンプリング後の距離画像データを補正する。補正対象は、第 1 および第 2 のアップサンプリングのいずれが施された距離画像データであってもよいが、これらのうちより高精度な手法を用いてアップサンプリングされた距離画像データを補正対象とするとよい。本実施形態では、バイリニア補間を用いてアップサンプリングされた距離画像データ 5 0 2 に対して、補正処理が施される。

【 0 0 5 1 】

補正処理は例えば一例として、以下のようなフィルタ処理が挙げられる。

【 数 2 】

$$D'(p) = \frac{\sum_{q \in Q} G_{\sigma_s}(|p-q|) G_{\sigma_r}(|I(p)-I(q)|) W(q) D(q)}{\sum_{q \in Q} G_{\sigma_s}(|p-q|) G_{\sigma_r}(|I(p)-I(q)|) W(q)} \quad \dots \quad (3)$$

【 0 0 5 2 】

式 (3) において、D は補正前の距離情報、D' は補正後の距離情報である。I は撮影画像データ内の画素の輝度値または色情報である。p は距離画像データ内の補正対象画素の位置、q は補正対象画素 p の周辺画素の位置である。G はガウス関数（σ は分散値）で、G_s、G_r は異なるガウス関数でもよいし、同じガウス関数でもよい。Q は計算範囲であり、アップサンプリングの割合に合わせて適宜設定される。

【 0 0 5 3 】

このフィルタ処理により、信頼できない距離情報を使わず信頼できる距離情報のみを用いて距離データが補正できる。また、撮影画像データにおける輝度情報または色情報が類似するほど重みが大きく設定されるので、撮影画像データにおける輝度境界または色境界に合わせて、距離データを精度良く補正することができる。また W (p) が 1 の場合、つまり信頼できる画素が補正対象画素である場合には、補正を行わなくてもよいので、W (p) が 0 となる画素 p のみを補正することで計算量を削減することができる。

【 0 0 5 4 】

上記の式 (3) によるフィルタ処理（補正処理）は、信頼度が多値である場合にも同様に適用可能である。

【 0 0 5 5 】

< 本実施形態の有利な効果 >

本実施形態によれば、異なるアップサンプリング手法を用いてアップサンプリングを行い、アップサンプリング後の画素値の差分を解析することで距離境界（画素値の信頼度が

10

20

30

40

50

低い領域)を精度良く抽出できる。

【0056】

既存のエッジ抽出手法ではエッジ画素を抽出するが、図4に示す信頼度マップ404のようにエラーを含んでいる可能性のある画素をすべて抽出することはできない。またDifference of Gaussianのように分散値が異なるガウシアンフィルタの適用結果の差分を用いる場合は距離境界付近を抽出することができるが、正確な抽出のためには各分散値を適切に設定する必要がある。適切な分散値の設定は困難であり、不適切な分散値を用いると信頼度マップ404のような正しい距離境界は抽出されず、正解よりも広いまたは狭い範囲が距離境界付近として選択されてしまう。また、距離境界の抽出にフィルタ処理が必要とするため、計算量も多い。

10

【0057】

本実施形態によれば、アップサンプリングに対する距離境界部のエラーを補正する上で必要な信頼度を正しく決定することができるため、より高精度な距離画像データに補正することが可能となる。また、エッジ抽出処理やフィルタ処理が不要なため計算量を少なくすることができる。

【0058】

(実施形態2)

実施形態1では異なるアップサンプリング手法を用いて信頼度を決定し、距離情報の補正を行っていた。それに対して、本実施形態ではアップサンプリング前の距離マップの近傍画素の関係を解析することで、信頼度データの生成を行う。画像データ処理装置の構成は実施形態1のデータ処理装置(図1)と同じで、アップサンプリング部133と信頼度データ決定部134の処理内容が異なる。その処理内容を、図6のフローチャートを用いて説明する。本実施形態の画像処理方法を、実施形態1と異なる点を中心に説明する。

20

【0059】

ステップS60において、アップサンプリング部133は、撮影画像データ301(図3A)、距離画像データ302(図3B)を取得する。この処理は実施形態1(図3のステップS20)と同様である。

【0060】

ステップS61では、アップサンプリング部133が、距離画像データ302に対してアップサンプリング処理を行う。実施形態1ではアップサンプリングと共に補間が重要であった。本実施形態では、信頼度データを求めるという観点からは、補間処理は必須ではない。本実施形態のアップサンプリング処理S61では、画像データのサイズ(全画素数)を増加するが、そのうち値を有する画素の数はアップサンプリング前の画像データの画素数と同じであり、その他の画素は値を持たない。なお、「画素が値を持たない」というのは、当該画素が「値無し」を意味する値を持つことも含む。もっとも、ステップS61において、アップサンプリング部133が補間(例えば、バイリニア補間)を伴うアップサンプリング処理を実行して、拡大距離画像データを生成してもよい。

30

【0061】

図7を参照してよりステップS61の処理を具体的に説明する。図7において、画像701は距離画像データ302の一部の領域(4×4画素)を表し、画像702はアップサンプリング処理後の距離画像データのうち画像701に対応する領域を表す。なお、ここではアップサンプリング処理により、3×3倍に拡大されたものとする。画像702において、画像701の画素と対応する16個の画素のみが値を持ち、その他の画素は値を持たない。値を持たない画素は画像702においてグレーで示されている。

40

【0062】

次にステップS62において、信頼度データ決定部134が、距離画像データの各画素について信頼度を求めて信頼度データを生成する。本実施形態では、アップサンプリング後の距離画像データの計算対象画素pに対して、その近傍の値を持つ画素を用いて、2通りの方法で評価値を求めて、この評価値を比較することにより画素pに対する信頼度を求める。

50

【0063】

画素 p についての評価値 $H(p)$ は、以下のように、画素 p 近傍の値のある画素のみを使用して、画素間距離に応じた重み係数を用いた重み付け平均値とする。具体的には、評価値 $H(p)$ は以下のように定義できる。

【数3】

$$H(p) = \frac{\sum_{q \in Q'} F(|p - q|)D(q)}{\sum_{q \in Q'} F(|p - q|)} \quad \dots (4)$$

10

【0064】

式(4)において、 Q' は画素 p の近傍の画素であって値の持つ画素の集合を表す。集合 Q' は適宜設定すればよく、画素 p からの距離が所定値以内の画素とすることができる。例えば、画素 p の左上、右上、左下、右下にある値を持つ画素からなる集合、または画素 p が縦方向または横方向に隣接する 2 画素の間にある場合はこれら 2 画素からなる集合とすることができるが、より多数の画素を含むように設定してもよい。 F は画素間距離 ($|p - q|$) に応じた重みを計算する関数を表す。 F は例えば、ガウス関数や、 Q' の集合の中で最も距離の近い画素のみを 1 とするような関数が挙げられる。このような関数 F によって求められる $F(|p - q|)$ は、画素 q についての重み係数を計算していると捉えられる。

20

【0065】

信頼度データ決定部 134 は、各画素について、異なる 2 つの関数 F (F_1 と F_2 とする) により求められる重み係数を用いて 2 つの評価値 H (H_1 と H_2 とする) を決定する。信頼度データ決定部 134 は、2 つの評価値 H_1 および H_2 の差分 $|H_1 - H_2|$ が判定閾値より大きければ画素 p の距離値が信頼できないと判断し、差分 $|H_1 - H_2|$ が判定閾値以下であれば画素 p の距離値が信頼できると判断する。

【0066】

例えば、一方の関数 F_1 が分散 を有するガウス関数であり、他方の関数 F_2 が画素集合 Q' の中に最近接画素のみを 1 とする関数であるとする。また、集合 Q' は、周囲の 4 つの値を持つ画素からなる集合とする。また簡単のため、図 7 の画像 701, 702 に示すように、白で示す画素の画素値 (距離値) を 1, 黒で示す画素の画素値 (距離値) を 0 とする。

30

【0067】

図 7 の画像 702 内の画素 p_1 に対応する集合 Q' に含まれる近傍 4 点の画素値は全て 1 である。つまり、画素 p に対する評価値は、ガウス関数 F_1 に基づく重みを用いた評価値 H_1 も、最近接画素のみを選択する関数 F_2 に基づく重みを用いた評価値 H_2 も、いずれも 1 となる ($H_1 = H_2 = 1$)。したがって、評価値 H_1 と H_2 の差は 0 なので、画素 p_1 の画素値 (距離値) は信頼できると判断される。

【0068】

一方、画素 p_2 においては、対応する集合 Q' に含まれる近傍 4 点は、2 画素が画素値「1」を持ち、2 画素が画素値「0」を有する。したがって、ガウス関数 F_1 に基づく重みを用いた評価値 H_1 は、0 と 1 の中間値を取る。一方、画素 p の最近接画素の画素値は 0 なので、最近接画素のみを選択する関数 F_2 に基づく重みを用いた評価値 H_2 は 0 となる。評価値 H_1 と H_2 の差 $|H_1 - H_2|$ が閾値より大きければ、画素 p_2 の画素値 (距離値) は信頼できないと判断される。

40

【0069】

上述の判定閾値は 0 とすることができる。この場合、集合 Q' に含まれる近傍画素が有する値が異なる (全てが同一ではない) 場合に、アップサンプリング後の距離画像データの画素は信頼できないと判断される。

【0070】

50

ただし、判定閾値は0よりは大きな、ある程度の大きさを有する値とすることが好ましい。判定閾値が小さすぎると、緩やかな距離変化を持つ領域が、距離境界すなわち信頼できない領域として判断されてしまうためである。したがって、許容する距離変化に合わせて閾値を設定することが望ましい。

【0071】

図7における画像703は、補間を伴うアップサンプリング後の距離マップのうち画像701, 702に対応する部分を示す。図7における画像704は、画像702(703)の全ての画素に対して上記のようにして信頼度を求めて得られる信頼度マップの例である。図から分かるように、距離値が信頼できない領域として、距離境界付近が適切に抽出されている。

10

【0072】

ステップS63では、距離マップ補正部135が、ステップS62で求められた信頼度マップを用いて、拡大された距離画像データを補正する。距離マップ補正処理S63は、実施形態1(図2のステップS24)と同様であるため、繰り返しの説明は省略する。

【0073】

関数Fは、上述したようなガウス関数や最近接画素を選択する関数でなくてもよく、距離に反比例するような定められた重みを出力する関数であってもよい。また集合Q'も近傍4画素である必要はなく、近傍9画素や16画素など適宜設定することができる。

【0074】

また、本実施形態においては信頼度が二値であるものとして説明したが、実施形態1と同様に信頼度を多値としてもよい。この場合、2つの評価値の差(|H1 - H2|)が大きいほど信頼度が低くなるように信頼度を決定するとよい。

20

【0075】

また、実施形態1のように補間を用いてアップサンプリング後の画像データの画素値を求める場合、補間によって求められる値は本実施形態における評価値Hに相当すると捉えることができる。補間により求められる画素値は、補間手法がニアレストネイバー、バイリニア、バイキューピックなどどのような手法であっても、アップサンプリング前の近傍画素(値を持つ画素に相当)の重み付け平均値であるとみなせるためである。

【0076】

(実施形態3)

30

実施形態2は、信頼度算出対象画素の近傍に対応するアップサンプリング前の距離画像データの画素値(集合Q')に基づいて、信頼度を求めている。本実施形態においても、同様に集合Q'に基づいて信頼度を求めるが、より単純に集合Q'内の画素値の同一性に基づいて、信頼度を求める。

【0077】

画像データ処理装置の構成は実施形態2のデータ処理装置と同じであり、信頼度データ決定部134の処理内容が異なる。その処理内容を、図8Aのフローチャートを用いて説明する。本実施形態の画像処理方法を、実施形態2と異なる点を中心に説明する。

【0078】

ステップS80において、アップサンプリング部133は、撮影画像データ301(図3A)、距離画像データ302(図3B)を取得する。この処理は実施形態2(図6のステップS60)と同様である。

40

【0079】

ステップS81では、アップサンプリング部133が、距離画像データ302に対してアップサンプリング処理を行う。本実施形態では、信頼度データを求めるという観点からは、アップサンプリング処理S81は不要である。画像データ処理装置は、例えば、ステップS80で取得した距離画像データをアップサンプリング(拡大)した距離画像データを、外部の装置から取得するようにしてよい。

【0080】

ステップS82では、信頼度データ決定部134が、信頼度マップを用意する。信頼度

50

マップは、アップサンプリング後の距離画像データと同じサイズを有する。本実施形態では信頼度は二値とし、ステップ S 8 2 で用意される信頼度マップの各画素の信頼度の初期値は 0 (信頼できないことを表す) とする。

【 0 0 8 1 】

ステップ S 8 3 では、信頼度データ決定部 1 3 4 が、アップサンプリング前の距離画像データの局所領域 (例えば、4 画素) ごとに、画素値の最大差分 (局所領域内の画素値の最大値と最小値の差分) を求め、この最大差分に基づいて信頼度を決定する。より具体的には、信頼度データ決定部 1 3 4 は、局所領域内の画素値の最大差分が閾値以下であれば、当該局所領域に対応する信頼度マップ中の領域の信頼度を 1 (信頼できることを表す) に更新する。局所領域内の画素値の最大差分が閾値よりも大きければ、信頼度マップは更新されない。信頼度データ決定部 1 3 4 は、アップサンプリング前の距離画像データ内で局所領域をシフトさせつつ、上記の処理を距離画像データ全体に対して行う。信頼度データ決定部 1 3 4 は、局所領域をシフトさせる際には、重複を許可し、1 画素単位でシフトさせるとよい。

10

【 0 0 8 2 】

図 9 A ~ 9 D を参照して、より具体的に説明する。図 9 A ~ 9 D において、画像 9 0 1 は、アップサンプリング前の距離画像データ (距離マップ) の一部の領域 (4 × 4 画素) を表す。画像 9 0 2 ~ 9 0 5 は、画像 9 0 1 に対応する部分の信頼度マップを表す。図中の信頼度マップにおいて、グレーの画素は信頼度 0 (信頼できない)、白色の画素は信頼度 1 (信頼できる) であることを表す。また、図中の距離マップにおいては、説明の簡略化のため、白色の画素の画素値 (距離値) を 1、黒色の画素の画素値 (距離値) を 0 とする。

20

【 0 0 8 3 】

また、以下の説明では、簡単のため、判定閾値は 0 に近い十分小さい値とする。しかしながら実際には、被写体距離が徐々に変化している場合も考慮して、判定閾値はある程度の大きさを有する値とすることが好ましい。判定閾値を小さすぎる値に設定すると、緩やかな距離変化を持つ領域が、距離境界すなわち信頼できない領域として判断されてしまう。したがって、許容する距離変化に合わせて閾値を設定することが望ましい。

【 0 0 8 4 】

図 9 A の距離マップ 9 0 1 中の局所領域 p 3 内の 4 画素の画素値は全て 1 である。したがって、局所領域 p 3 内での画素値の最大差分は 0、すなわち判定閾値以下である。そこで、距離マップ 9 0 2 内の領域 p 4 (局所領域 p 3 に対応する領域) の信頼度が 1 に更新される。なお、領域 p 4 は、局所領域 p 3 (2 × 2 画素) に含まれる 4 画素に対応するアップサンプリング後の 4 画素を頂点とする正方形領域 (4 × 4 画素) である。

30

【 0 0 8 5 】

図 9 B の距離マップ 9 0 1 中の局所領域 p 5 内の 4 画素のうち、3 画素が 1 であり 1 画素が 0 であり、したがって、局所領域 p 5 内での画素値の最大差分は 1、すなわち判定閾値より大きい。そこで、距離マップ 9 0 3 内の領域 p 6 (局所領域 p 5 に対応する領域) の信頼度は更新されない。

【 0 0 8 6 】

40

図 9 C の距離マップ 9 0 1 中の局所領域 p 7 内の 4 画素の画素値は全て 0 である。したがって、局所領域 p 7 内での画素値の最大差分は 0、すなわち判定閾値以下である。そこで、距離マップ 9 0 4 内の領域 p 8 (局所領域 p 7 に対応する領域) の信頼度が 1 に更新される。

【 0 0 8 7 】

図 9 D は、上記の処理を距離マップ全体に対して行って最終的に得られる信頼度マップ 9 0 5 を示す。距離マップにおける距離境界が信頼できない領域として適切に抽出できていることが分かる。なお、図 9 A ~ 9 D に示す距離マップおよび信頼度マップは各々一部の領域を示したものであり、信頼度マップ 9 0 5 の周辺部の信頼度は、距離マップ 9 0 1 と図示しない距離マップにまたがる局所領域から決定される。

50

【0088】

ステップS84では、距離マップ補正部135が、ステップS83で求められた信頼度マップを用いて、拡大された距離画像データを補正する。距離マップ補正処理S84は、実施形態1(図2のステップS24)と同様であるため、繰り返しの説明は省略する。

【0089】

上記の説明では、距離マップの初期値を信頼度0とし、局所領域内の画素値の最大値が閾値以下の場合(すなわち、信頼できる場合)に、距離マップ内の対応する領域の信頼度を1に更新している。しかしながら、距離マップの初期値を信頼度1とし、局所領域内の画素値の最大値が閾値より大きい場合(すなわち、信頼できない場合)に、距離マップ内の対応する領域の信頼度を0に更新してもよい。

10

【0090】

また、上記の説明では、局所領域が4画素からなる正方形としたが、局所領域の形状はこれに限られない。例えば、局所領域をより大きな正方形とすることもできる。また、局所領域は、正方形ではなくて長方形としてもよい。例えば、隣接する2画素からなる領域を局所領域としてもよい。この場合は、横方向に並ぶ2画素からなる局所領域と、縦方向に並ぶ2画素からなる局所領域を、それぞれシフトさせて信頼度マップを生成するといい。また、信頼度を更新する領域(局所領域に対応する領域)は、上述のように局所領域をアップサンプリングして得られる領域の一部とする必要はなく、その他の形状としてもよい。

【0091】

20

以下、図8Bおよび図10A～10Fを参照して、局所領域が隣接する2画素からなる場合の動作例を説明する。図8Bは、本実施形態の変形例に係る画像処理方法のフローチャートである。図8Aのフローチャートとの違いは、ステップS85において初期値が1の信頼マップを用意し、ステップS86において最大差分が閾値よりも大きい場合に信頼度を0に更新する点である。

【0092】

図10A～10Fにおいて、画像1001は、アップサンプリング前の距離画像データ(距離マップ)の一部の領域(4×4画素)を表す。画像1002～1007は、画像1001に対応する部分の信頼度マップを表す。図中の信頼度マップにおいて、グレーの画素は信頼度0(信頼できない)、白色の画素は信頼度1(信頼できる)であることを表す。また、図中の距離マップにおいては、説明の簡略化のため、白色の画素の画素値(距離値)を1、黒色の画素の画素値(距離値)を0とする。また、簡単のため判定閾値は0に近い十分小さい値とする。

30

【0093】

ここでは、まず横方向に並んだ2画素からなる局所領域を用いて判定を行い(図10A～10C)、次に縦方向に並んだ2画素からなる局所領域を用いて判定を行っている(図10D～10F)。ただし、この順序はどちらが先でもよく、また、横方向と縦方向の局所画素を交互に用いて判定を行ってもよい。

【0094】

図10Aにおいて、局所領域p9内の画素値はいずれも1であるので、信頼度マップ1002の更新は行われない。図10Bにおいて、局所領域p10内の画素値は異なるので、信頼度マップ1003を更新して、局所領域p10に対応する領域p11内の信頼度を0(信頼できない)とする。ここで領域p11は、局所領域p10の2つ画素に対応する2つの画素p10'に挟まれ、局所領域p10の2つの画素の上下の4つの隣接画素に対応する4画素を頂点とする長方形領域の内部に含まれる(周辺部分を除いた)領域(2×5画素)とする。これは、横方向に並んだ局所領域を採用する場合、縦方向のエッジの有無を判定していることになるためである。図10Cに示す信頼度マップ1004は、上記の操作を距離画像データ全体に対して得られる信頼度マップを示す。

40

【0095】

次に、縦方向に並んだ局所領域を用いて同様の操作を行う。図10Dにおいて、局所領

50

域 p 1 2 内の画素値はいずれも 1 であるので、信頼度マップ 1 0 0 5 の更新は行われない。図 1 0 E において、局所領域 p 1 3 内の画素値は異なるので、信頼度マップ 1 0 0 6 を更新して、局所領域 p 1 3 に対応する領域 p 1 4 内の信頼度を 0 (信頼できない) とする。個々で、局所領域 p 1 3 に対応する領域 p 1 4 は、局所領域 p 1 0 に対応する領域 p 1 1 と同様に定義される。図 1 0 F に示す信頼度マップ 1 0 0 7 は、上記の操作を距離画像データ全体に対して得られる最終的な信頼度マップである。

【 0 0 9 6 】

本実施形態によれば、距離画像データにおける近傍画素の最大差分を求めるだけでアップサンプリング後の距離境界を抽出できる。すなわち、より少ない計算量で信頼度を決定することができる。

10

【 0 0 9 7 】

本実施形態は、実施形態 2 における 2 つの評価値をそれぞれ次のように決定した実施形態と捉えることができる。すなわち、本実施形態では、信頼度算出対象画素に対応するアップサンプリング前の距離画像データの局所領域 (近傍画素) 内の画素値の最大差分を一方の評価値とし、信頼度算出対象画素にかかわらずに 0 を他方の評価値としていると捉えることができる。

【 0 0 9 8 】

ただし、本実施形態では、アップサンプリング後の距離画像データの 1 つの画素 (信頼度算出対象画素) に対して、対応するアップサンプリング前の距離画像データの局所領域 (近傍領域) が複数存在することがある。したがって、本実施形態では、1 つの信頼度算出対象画素について、複数の近傍領域 (局所領域) の評価値差分に基づいて信頼度が決定される場合がある。なお、初期値として信頼度が 0 の信頼度マップを用意する場合 (図 8 A) は、複数の近傍領域の評価値差分のうち、いずれか 1 つでも閾値以下のものがあれば、信頼度算出対象画素の信頼度が 1 として決定される。一方、初期値として信頼度が 1 の信頼度マップを用意する場合 (図 8 B) は、複数の近傍領域の評価値差分のうち、いずれか 1 つでも閾値より大きいものがあれば、信頼度算出対象画素の信頼度が 0 として決定される。

20

【 0 0 9 9 】

(実施形態 4)

実施形態 1 ~ 3 では、撮影画像データと距離画像データを使用し、信頼度データの生成および距離情報の補正を行っている。それに対して、本実施形態では、撮影画像データと距離画像データ以外を用いて、信頼度データの生成及び補正処理が行えることを示す。図 1 1 は、本実施形態に係る画像データ処理装置 1 1 1 の機能ブロック図を表す。本実施形態に係る画像データ処理装置 1 1 1 が行う画像処理方法のフローチャートは、実施形態 1 ~ 3 のフローチャートと同じである。本実施形態の画像処理方法を、実施形態 1 ~ 3 と異なる点を中心に説明する。

30

【 0 1 0 0 】

画像データ処理装置 1 1 1 は、第 1 画像データ入力部 1 1 1 0 、第 2 画像データ入力部 1 1 1 1 、アップサンプリング部 1 1 1 2 、信頼度データ決定部 1 1 1 3 、第 2 画像データ補正部 1 1 1 4 を有している。第 1 画像データ入力部 1 1 1 0 には、基準となるべき画像データ (以下、第 1 画像データと称する) が入力される。第 1 画像データは、任意の画像データであってよい。第 1 画像データは、輝度画像データ以外に、例えば既にアップサンプリングおよび補正された距離画像データであってもよい。第 1 画像データのその他の例は、赤外光や偏光等の情報を持つ画像データである。輝度画像等を入力する場合には、図 1 のように撮像装置とすることもでき、距離画像データ等の場合にはデータ入力部にはデータ生成部を含んでもよい。

40

【 0 1 0 1 】

第 2 画像データ入力部 1 1 1 1 には、第 1 画像データに対応し、第 1 画像データよりも低解像度な画像データ (以下、第 2 画像データと称する) が入力される。第 2 画像データは、上記の条件を満たせばどのような画像データであってもよく、例えば、距離画像データ

50

タ、赤外光や偏光等の情報を持つ画像データ、動き画像（Optical Flow）、セグメンテーション画像が挙げられる。動き画像は被写体（時にはカメラの動きも含む）の動きを表すデータである。動き画像は、例えば、横方向（x方向）と縦方向（y方向）の速度を各画素で保持するデータ形式を有する。動き画像は、一般的に、ある時間間隔で輝度画像を二枚撮影し、その二枚の画像のテンプレートマッチングによって尤もらしい位置を計算することにより生成できる。

セグメンテーション画像は被写体のオブジェクト毎に分割されたデータである。例えば、被写体中の人と車とビルといったようなものが画素単位で分割され、それにインデックスが付与されているような画像である。また、人や車といったオブジェクトの単位ではなく、似た色等の属性に従って分割されたデータもセグメンテーション画像である。また前景と背景、またはその中間層といったように距離値は用いないが、距離に応じて分割したデータもセグメンテーション画像と呼ぶ。10

第2画像データは、画像データ処理装置111以外の装置から入力されてもよいし、画像データ処理装置111によって第1画像データを含むその他情報から算出されてもよい。。

【0102】

以上のように、第2画像データが第1画像データに対して低解像度であり、第1画像データが補正に対する基準となるデータであれば、実施形態1～3と同様にデータ処理を施すことができる。データに依っては、補正対象データが複数になることはあるがそれぞれ基本的な処理は変わらない。例えば、動き画像の場合には横方向の動き画像の補正処理と縦方向の画像の補正処理は独立に同様の手法を用いて行われる。20

【0103】

本実施形態によれば、距離画像データに依らずアップサンプリングによるエラーを持ったデータに適用することで、信頼度を設定することができ、それを基に補正処理を行うことにより、効率的にかつより高精度なデータに補正することが可能となる。

【0104】

（実施形態5）

実施形態1～4では、画像データ処理装置が、第1画像データ（例えば輝度画像データ）と、第1画像データよりも低解像度の第2画像データ（例えば距離画像データ）を取得または生成し、第2画像データに対してアップサンプリングを施していた。言い換えると、実施形態1～4では、距離マップ生成部132とアップサンプリング部133が画像データ取得手段に相当し、高解像度の第2画像データを取得している。30

【0105】

しかしながら、拡大された高解像度の第2画像データが利用できればよく、その取得方法は特に限定されない。例えば、画像データ処理装置が、低解像度の第2画像データを取得してこれを拡大して高解像度の第2画像データを生成してもよい。また、画像データ処理装置が、拡大までされた第2画像データを外部装置から取得してもよい。この場合は、2種類の手法でアップサンプリングを行って信頼度を行う実施形態1、2においては、画像データ処理装置は、入力データとは異なる1つの手法のみによるアップサンプリング処理を行ってもよい。入力されたアップサンプリング後画像データと、生成したアップサンプリング後画像データを用いて、信頼度マップを生成できるためである。また、信頼度マップの生成にアップサンプリング後の画像データが必要ない実施形態3においては、画像データ処理装置はアップサンプリング部を有しなくてもよい。40

【0106】

また、信頼度マップを生成するだけでアップサンプリング後の第2画像データの補正処理を施さない場合や、補正処理に第1画像データを用いない場合には、画像データ処理装置は必ずしも第1画像データを取得する必要はない。

【0107】

（実施形態6）

上述した本発明の画像処理方法は、例えば、デジタルカメラやカムコーダなどの撮像裝

置、或いは撮像装置で得られた画像データに対し画像処理を施す画像処理装置やコンピュータなどに好ましく適用できる。また、このような撮像装置或いは画像処理装置を内蔵する各種の電子機器（携帯電話、スマートフォン、スレート型端末、パーソナルコンピュータを含む）にも本発明の技術を適用可能である。上記実施形態では撮像装置の本体に画像処理装置の機能を組み込んだ構成を示したが、画像処理装置の機能はどのように構成してもよい。例えば、撮像装置を有するコンピュータに画像処理装置を組み込み、撮像装置で撮影した画像をコンピュータが取得して、それに基づいて上記画像処理方法を実行するようにもよい。また、有線あるいは無線によりネットワークアクセス可能なコンピュータに画像処理装置が組み込まれて、そのコンピュータがネットワークを介して複数枚の画像を取得し、それに基づいて上記画像処理方法を実行するようにもよい。得られた距離情報は、例えば、画像の領域分割、立体画像や奥行き画像の生成、ぼけ効果のエミュレーションなどの各種画像処理に利用することができる。

【0108】

なお、上記装置への具体的な実装は、ソフトウェア（プログラム）による実装とハードウェアによる実装のいずれも可能である。例えば、撮像装置などに内蔵されたコンピュータ（マイコン、FPGA等）のメモリにプログラムを格納し、当該プログラムをコンピュータに実行させることで、本発明の目的を達成するための各種処理を実現してもよい。また、本発明の全部又は一部の処理を論理回路により実現するASIC等の専用プロセッサを設けることも好ましい。

【符号の説明】

【0109】

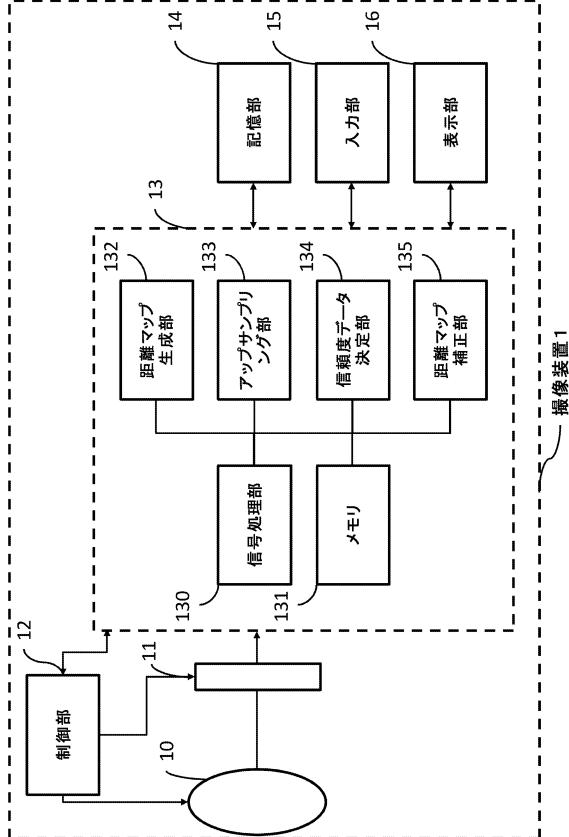
13 画像データ処理装置

132 距離マップ生成部

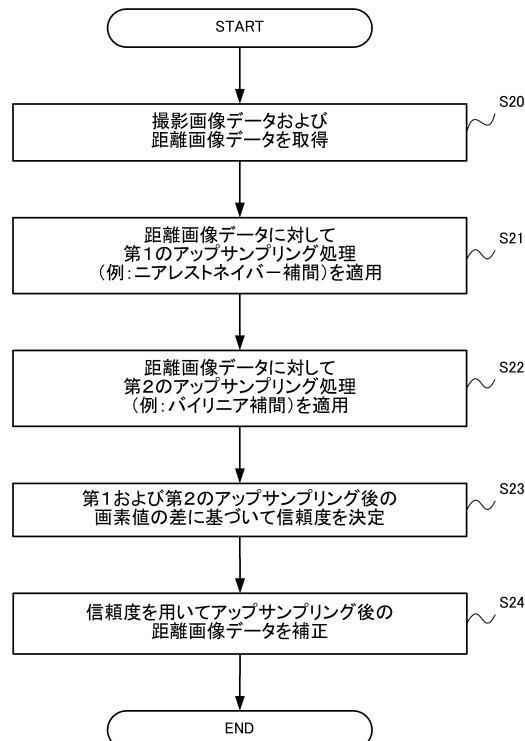
133 アップサンプリング部

134 信頼度データ決定部

【図1】



【図2】

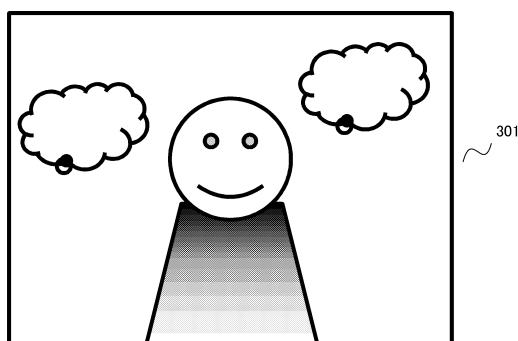


10

20

【図3】

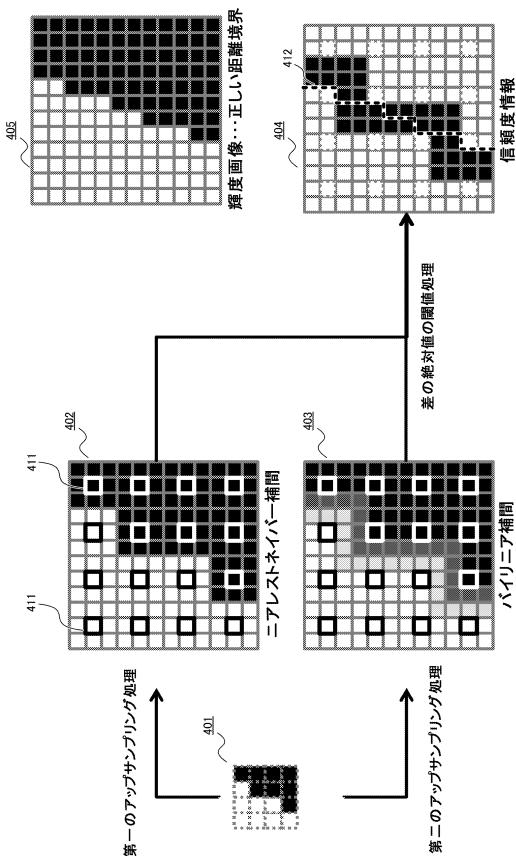
(A)撮影画像



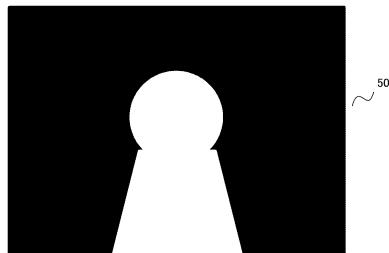
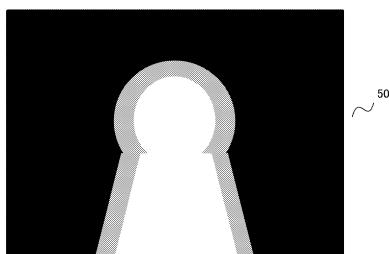
(B)距離画像



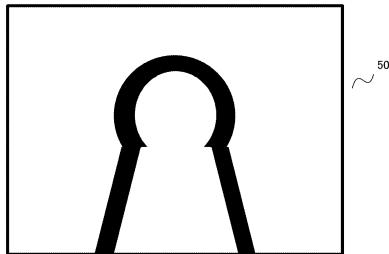
【図4】



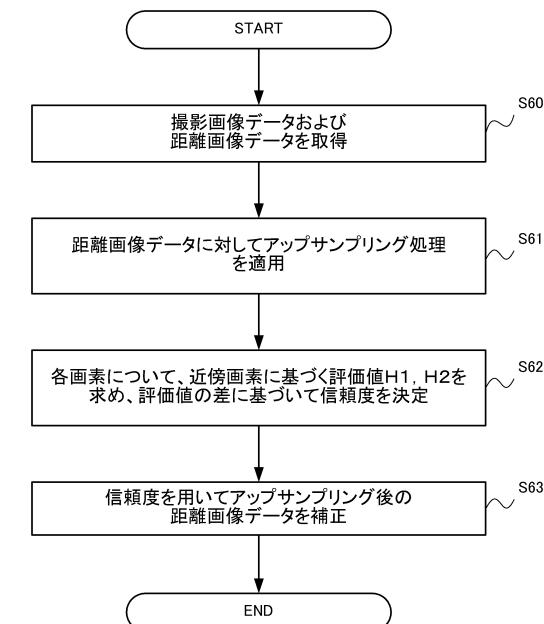
【図5】

(A) 第1のアップサンプリング
(例:ニアレストネイバーブイナリニア補間) 後
の距離画像データ(B) 第2のアップサンプリング
(例:バイリニア補間) 後の
距離画像データ

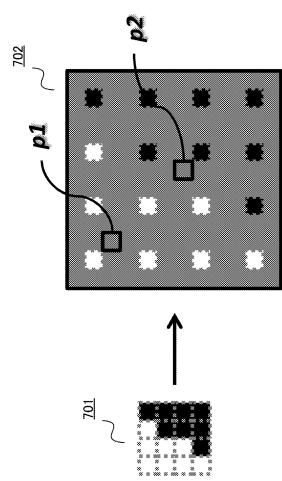
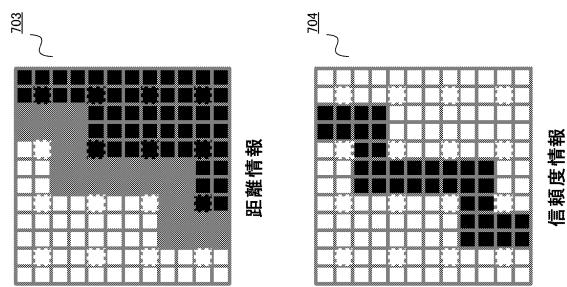
(C) 信頼度マップ



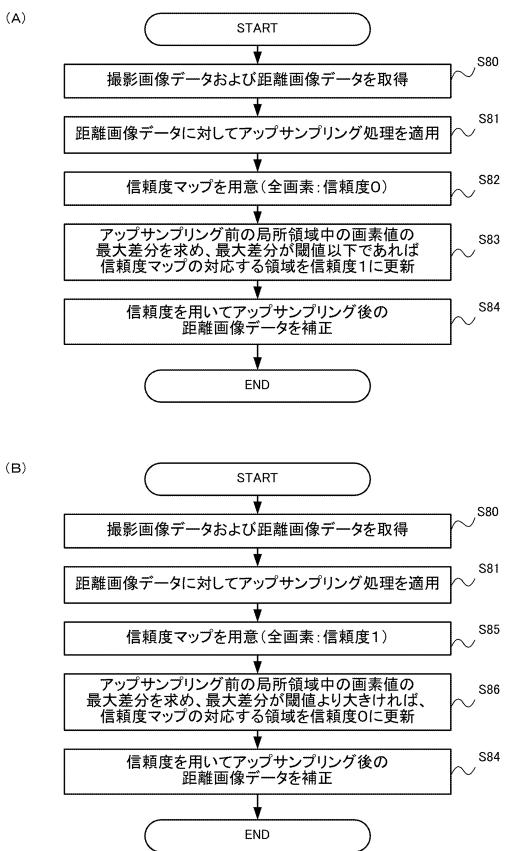
【図6】



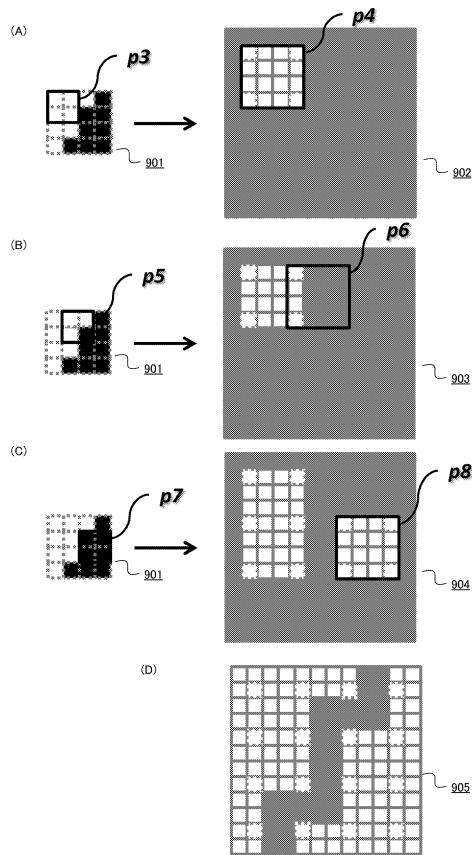
【図7】



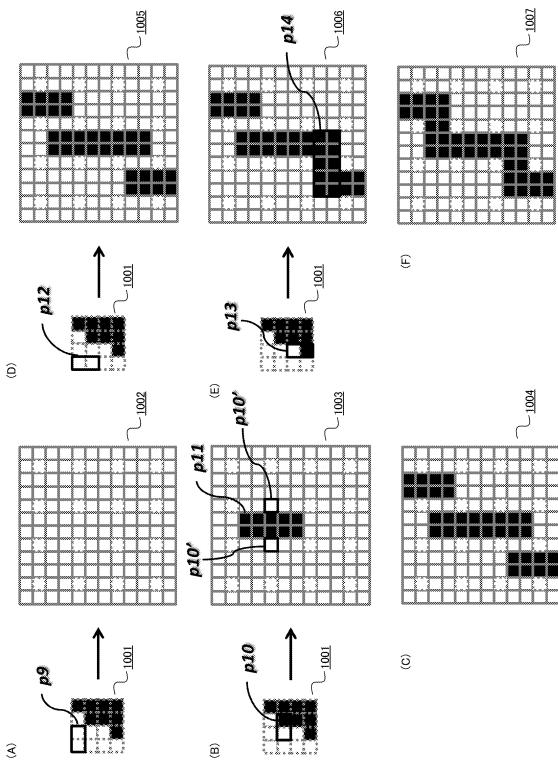
【図8】



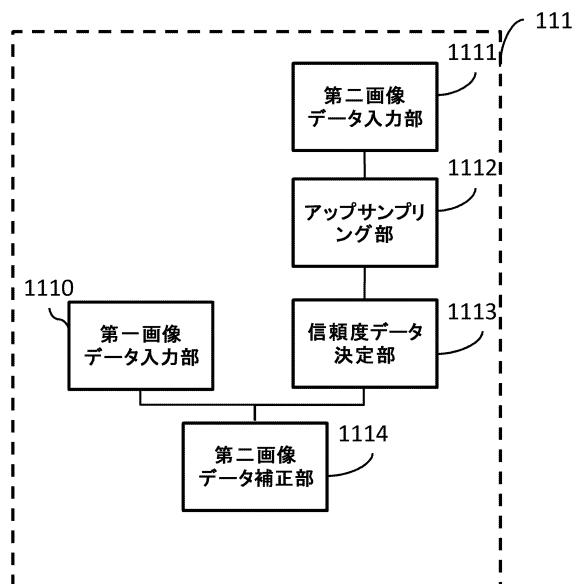
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(74)代理人 100155871

弁理士 森廣 亮太

(72)発明者 田中 伸

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 秦野 孝一郎

(56)参考文献 特開平11-168621 (JP, A)

特開2015-88833 (JP, A)

特表2012-506092 (JP, A)

特開2007-67552 (JP, A)

特開2006-11967 (JP, A)

特開2015-53614 (JP, A)

特開平11-353474 (JP, A)

特開2004-7696 (JP, A)

特開2007-206858 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 7/00-7/088

G06T 1/00-9/40

H04N 1/38-1/393