

ステレオ画像対を用いた視点変換画像の生成とその合成

岡田 和也[†] 山下 淳[†] 金子 透[†]

[†] 静岡大学工学部機械工学科 〒432-8561 静岡県浜松市城北 3-5-1

E-mail: [†] {f0630021,tayamas,tmtkane}@ipc.shizuoka.ac.jp

あらまし 本論文では、対象物同士の3次元空間での位置関係を考慮した画像合成の方法について述べる。画像の合成では合成した対象物同士の位置や大きさに違和感が生じないようにする必要があり、そのためには合成する対象物の3次元空間での位置を考慮することが重要となる。そこで本研究では、ステレオ画像対を用いた3次元計測結果から対象物の3次元形状モデルを作成し、これにテクスチャマッピングを施した視点変換画像を生成し背景画像と合成する。実験により、手法の有効性を確認した。

キーワード ステレオ画像, 視点変換画像, 3次元空間, 画像合成

1. はじめに

近年の映画などのアミューズメント関連分野では様々な視点から見ることのできる画像である視点変換画像の生成が行われている。また、異なる場所で撮影した画像同士の合成も行われている。画像の合成では合成した対象物同士の位置や大きさに違和感が生じないようにする必要がある。そのため、合成する対象物の3次元空間での位置を考慮して合成することが重要となる。そこで本研究では、視点変換画像を生成し互いの3次元空間での位置関係を考慮した合成を行うことを目的とする。

視点変換画像を生成する手法には3次元座標値を用いる手法[1]と中間視点の画像を生成する手法[2]がある。本研究では合成の際に3次元空間での位置に基づいた合成を行うため、3次元座標値を用いる手法で行う。3次元座標値を用いる手法にはステレオカメラを用いる手法とレーザーを用いる手法[3]がある。レーザーを用いる手法は、3次元座標値を求めることに関してはステレオカメラを用いる手法より優れている。しかしレーザーでは3次元座標値の計測しかできず、物体表面のテクスチャを得るにはカメラで撮影した画像も必要になる。それに対してステレオカメラを用いる手法では撮影した画像から計測を行うため、カメラを2台用意するだけで視点変換画像を生成することができる。また、レーザーを用いる手法ではレーザー光を3次元空間内で物理的にスキャンさせる必要があるため、動物体の計測に対して不利であるのに対し、ステレオカメラを用いる手法ではシーンをフレームレートで撮影でき、動物体の計測に対して有利である。したがって、本研究ではステレオカメラを用いる手法を採用する。

以上のことより、本研究ではステレオカメラから得たステレオ画像対を用いて視点変換画像を生成し、3次元空間での位置関係を考慮した合成を行う手法について検討する。

2. 手順

処理手順を図1に示す。本研究では取得したステレオ画像対より3次元座標値を求め、求めた3次元座標値を用いて3次元形状モデルを作成する。作成した3次元形状モデルにテクスチャマッピングを施し、そして対象物の3次元空間での互いの位置関係を考慮して画像合成をする。

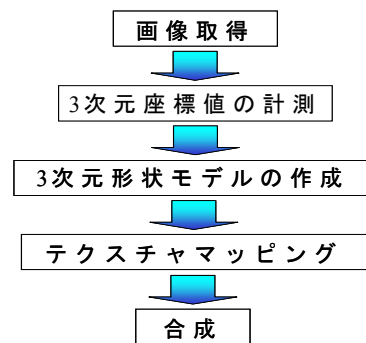


図1 処理手順

2.1. 画像取得

本研究では、単色の背景スクリーンの前に対象物を設置し、これをステレオカメラで撮影して入力画像とする。そしてこの画像に対してクロマキー技術の利用などによって対象物を描出した画像を作成し、これをステレオ計測のための原画像とする。なお取得画像はレンズの歪曲収差を補正し、またステレオ計測のテンプレートマッチングが容易となるように、カメラ間に輻輳がある場合は平行ステレオ画像に変換する。

2.2. 3次元座標値計測

3次元座標値はステレオ計測により求める。ステレオ計測は3角測量の原理を用いて3次元座標値を求める手法であり、3次元座標値を求める際に左画像と右画像の対応点が必要になる。そこで、本研究では対応

点検出に正規化相互相関によるテンプレートマッチングを用いる。正規化相互相関では相関値が閾値以上で、最大となる点を対応点とする。

2.3. 3次元形状モデルの作成

テクスチャマッピングする3次元形状モデルを作成するには、3次元座標値で与えられている表面を多角形に分割する必要がある。このとき、多角形には3角形を用いて、3角形パッチを作成する。

3次元座標値からの3角形パッチ作成の手法としては、点群を3角形に分割する手法であるドロネー分割[4]を用いる。本研究では取得画像から得られた対応点を3角形に分割し、そのデータを用いて3次元座標値からの3角形パッチを作成することで、3次元形状モデルを作成する。

2.4. テクスチャマッピング

テクスチャマッピングでは、3角形パッチの3角形それぞれに取得画像中の対応点を3角形に分割したものをテクスチャとして貼り付ける。本研究ではテクスチャを貼るための処理に3次元グラフィックライブラリOpenGLを用いる。テクスチャマッピングの様子を図2に例示する。ここで、図2の(a), (b)は取得画像、(c), (d)は取得画像から得られたテクスチャ、(e)は3次元空間において対象物の表面に3角形パッチを作成した3次元形状モデルである。

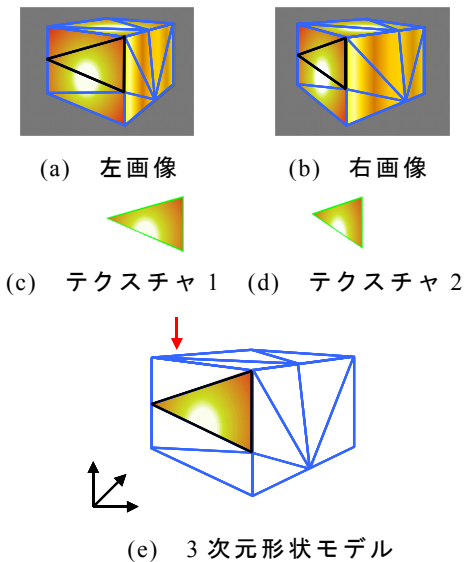


図2 テクスチャマッピング

本研究ではステレオ画像対を用いているため、3角形パッチ(図2(e))に貼るテクスチャを左画像(図2(a))と右画像(図2(b))から得ることができる。3角形パッチに貼るテクスチャを高画質にすると視点変換画像は高精細になる。そのため、3角形パッチに貼るテクスチャを左画像と右画像から高画質な方を選択する。

画像で高画質なテクスチャとなるのは、面積の大きい方である。そのため、対応点を3角形に分割したテクスチャ毎に左画像のテクスチャ(図2(c))と右画像のテクスチャ(図2(d))から面積の大きい方のテクスチャを選択して3角形パッチに貼り付けていく。そうすることで高精細な視点変換画像を生成する。

前節までで説明した手法でステレオ画像対の対応点からドロネー分割を行うと、例えば図3(a)(b)のような3角形に分割される。このとき、形状の凹部をはさんだ頂点同士が、実際には表面が存在しないにもかかわらず結合されて3角形を形成するため、分割した3角形には背景部分が含まれてしまう。したがって3次元形状モデルを作成すると、図3(c)のようになり、さらに視点変換画像を生成すると図3(d)のように背景部分も対象物に含まれてしまう。

上記問題点を解決するために視点変換画像に含まれる背景部分を透明にする。すなわち本方式では取得画像の対象物領域を抽出しているため背景領域が分かるので、取得画像に透明度の属性を付加する。背景領域を透明となるように透明度を設定し、OpenGLの関数を用いることで図3(e)のように視点変換画像の背景部分を見えないようにする。

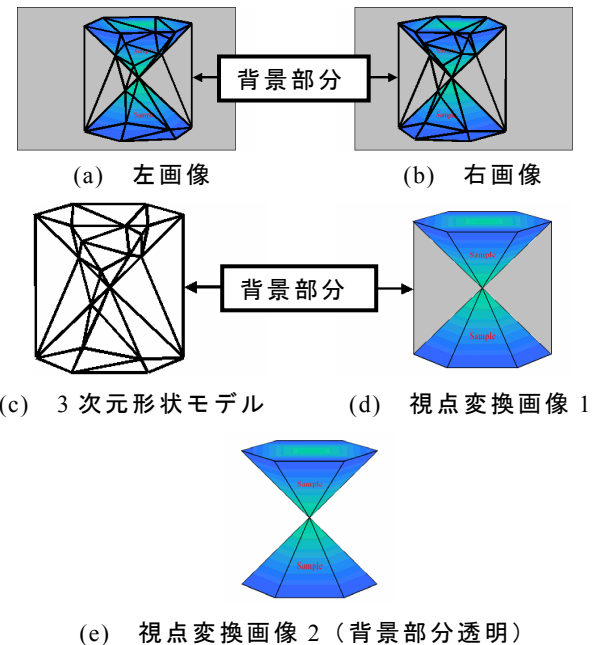


図3 視点変換画像に含まれる背景部分の透明化

2.5. 合成

本研究では対象物を3次元形状モデルであらわしているため、対象物を3次元空間内に任意の位置・姿勢で置くことができる。但し、撮影した対象物の縮尺が異なる場合(模型など)大きさを規格化して対象物同士を設置する必要がある。また風景などを合成する場合、風景写真は必ずしもステレオ画像対で撮影されて

いるとは限らない．この場合は風景における手がかり（3次元空間内の平行線から得られる消失点，建物等で実寸が測定あるいは推測可能な部分など）を利用して撮影状況を推測し，この空間に適合するように3次元モデル化された対象物を埋め込んで合成画像を作成する．

3. 実験

実験では，図4のように単色（青）のスクリーンを背景にカメラを設置して対象物を撮影した．車の模型と人を対象物とし，図5(a)に示す画像を合成用風景として用いた．車の模型は静止画像で撮影し取得画像とした．人は動画で撮影し，その中から5フレームを抜き出して取得画像とした．車の模型の取得画像を図6，人の取得画像を図7に示す．取得画像のサイズは全て720×480pixelsである．これらを元に対応点を検出してステレオ計測を行い，3次元座標値を算出し，3次元形状モデルを作成した．車の模型に対して作成した3次元形状モデルを視点毎に図8に，人に対する3次元形状モデルをフレーム毎に図9に示す．3次元形状モデルにテクスチャマッピングを施し生成した車の模型と人の視点変換画像を風景と合成する．風景の地面のタイルから得られる消失点の座標を(281,212)とし，図5(b)に示す x の長さ(地面のタイルの長さ)を0.12mとした．合成する際に人と風景に対して車の模型の大きさを70.7倍にした．車の模型に対する視点と風景に対する設置位置を固定して人の画像のフレーム毎に合成した画像を図10に示す．また風景中の設置位置を一定にし，人の画像(3フレーム目)及び車の模型に対する視点を変えて得られる画像と風景を合成した画像を図11に示す．さらに，風景における対象物の設置位置を図11(b)から変更した画像を図12に示す．

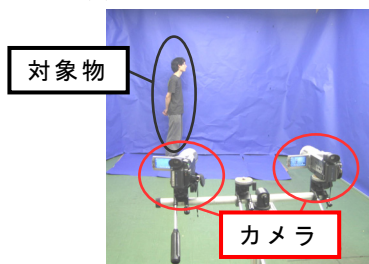
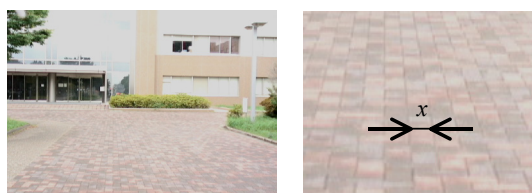


図4 撮影環境



(a) 全体図 (b) 地面部分拡大図
図5 風景

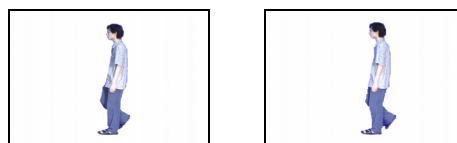


(a) 左画像 (b) 右画像

図6 車の模型の取得画像



(a) 左画像 (b) 右画像

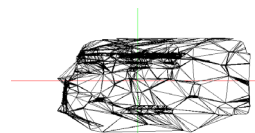


(c) 左画像 (d) 右画像

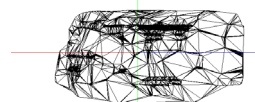


(e) 左画像 (f) 右画像

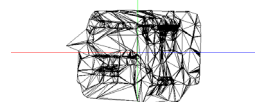
図7 人の取得画像（フレーム1，3，5）



(a) 視点1

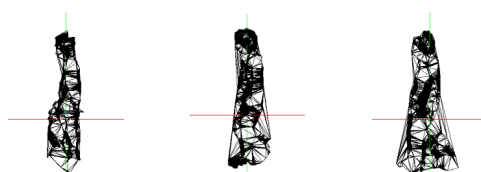


(b) 視点2



(c) 視点3

図8 車の模型の3次元形状モデル



(a) フレーム1 (b) フレーム3 (c) フレーム5

図9 人の3次元形状モデル



(a) フレーム 1



(b) フレーム 3



(c) フレーム 5

図 10 合成画像 1 (フレーム切り替え)



(a) 視点 1



(b) 視点 2



(c) 視点 3

図 11 合成画像 2 (対象物の姿勢変更)



(b) 設置位置 1



(c) 設置位置 2

図 12 合成画像 3 (対象物の設置位置変更)

車の模型と人の視点変換画像を風景に適合するように設置して合成した画像は対象物の位置や大きさに違和感がなく、3次元空間での位置を考慮して合成することができた。

4. おわりに

ステレオ画像対を用いて3次元形状モデルを作成して視点変換画像を生成し、これらを合成する手法について検討した。

実験より、生成した視点変換画像に対して、対象物の互いの3次元空間での位置関係を考慮し、また大きさの規格化を行って風景と合成することができた。合成した画像の結果から全体的に対象物の大きさや位置に違和感なく合成することができており、本手法の有効性を確認できた。

謝 辞

本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究(C)17500067の援助を受けた。

文 献

- [1] 富山仁博, 片山美和, 岩館祐一, 今泉浩幸: “視体積交差法とステレオマッチング法を用いた多視点からの3次元動オブジェクト生成手法”, 映像情報メディア学会誌, Vol.58, No.6, pp.797-806, 2004.
- [2] Steven M.Seitz and Charles R.Dyer: “View Morphing”, Computer Graphics (Proceedings of SIGGRAPH96), pp.21-30, 1996.
- [3] 柴崎亮介, 趙卉菁: “レーザレンジスキャナとCCDカメラを併用した3次元都市空間の地上計測システムの開発”, 写真測量とリモートセンシング, Vol.39, No.2, pp.29-36, 2000.
- [4] 除剛: “写真から作る3次元CG(イメージ・ベースド・モデリング&レンダリング)”, 近代科学社, 2001.