

空撮ビデオデータを利用したテクスチャマッピング手法の一検討

5 K - 5

堀口 糞一 植本 尚子 長井 茂 杉村 利明

NTT ヒューマンインタフェース研究所<sup>†</sup>

1. はじめに

近年、実写画像を用いて 3 次元仮想環境を生成する研究が盛んである。我々は都市景観の 3 次元再現を目指し研究を行っている。都市景観を再現する場合、複雑で数多くの建造物を広範囲にわたり再現する必要がある、これらを効率的に精度良く再現しなければならない。本稿では、カメラ姿勢と対象の位置情報とを考慮し、空撮ビデオ画像（連続画像）から得られるテクスチャを 3 次元構造モデルに正確にマッピングする手法を提案する。大量の連続画像を利用することにより、少量の画像からでは取得できなかったテクスチャを容易に取得でき、それらを利用したテクスチャマッピングが可能となる。

2. テクスチャマッピング手法の概要

本稿では航空写真からステレオ視により作成された 3 次元構造モデルを前提とする。このモデルに対して、本手法は以下の手順によりテクスチャマッピングを行う。

- ① ビデオカメラ姿勢情報の推定
- ② 最適テクスチャの選択
- ③ テクスチャマッピング

上記①では GPS 位置情報と高解像度の画像とを利用し、ビデオ画像取得時のビデオカメラ姿勢情報の推定を行う。②ではビデオカメラ姿勢情報と対象モデルの位置情報とを考慮して、30fps で取得したビデオ画像の中から最適なテクスチャを選択する。③では 3 次元構造モデルに選択したテクスチャをマッピングする。

3. ビデオカメラ姿勢情報の推定

GPS 信号より取得した撮影点が既知である 2

枚の高解像度画像（ステレオペア）に対して、対応点の座標値を与えることによりカメラ姿勢情報の相対的変動を推定する[2]。この手法では対応点の座標値の精度が推定値に大きな影響を与えるため、可能な限り高解像度の画像を必要とする。しかしながら、高解像度画像の取得と連続画像の取得は相反する関係にあるため、本手法では高解像度カメラ（2000×2000pixel, 1.8fps）とビデオカメラ（640×480pixel, 30fps）とを併設し、高解像度画像を利用して推定したカメラ姿勢情報（高姿勢情報）をビデオカメラの姿勢情報として適用する。さらに、高姿勢情報を得られない区間のビデオカメラは線形移動するものと仮定し、ビデオカメラ姿勢情報を推定する。図 1 に、各ビデオカメラ姿勢情報と 3 次元構造モデルの位置情報とを基に推定した特徴点とビデオ画像上の特徴点とを照合した一例を示す。

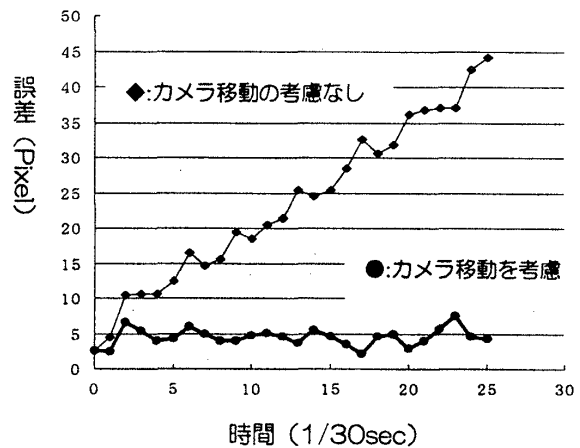


図 1: 特徴点の照合結果

高解像度画像を撮影した時刻を開始点（原点）とし、30fps 毎のビデオ画像について推定した特徴点の誤差をプロットしてある。高姿勢情報の取得時は 2.65pixel の誤差を生じ、ビデオカメラが線形移動するという仮定に基づき推定した姿勢情報の区間では平均 4.49pixel の誤差でテクスチャの取得が可能であることが分かる。

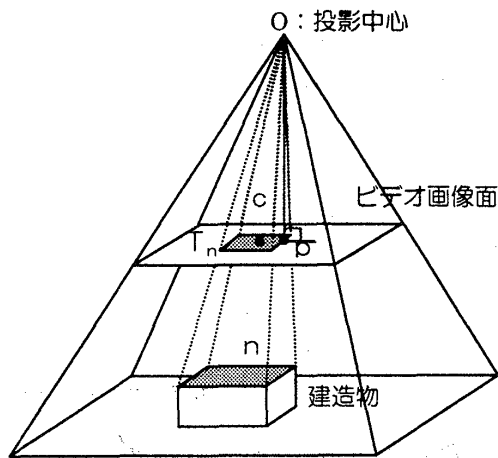
<sup>†</sup> Texture Mapping from Sequence of Aerial Images  
S.Horiguchi, N.Uemoto, S.Nagai, T.Sugimura  
NTT Human Interface Laboratories

#### 4. 最適テクスチャの選択

現在、テクスチャマッピングはCG作成の熟練者により人手で行われることが多く、特にテクスチャ用の画像の取得、選択が重要なノウハウとなっている。本手法では、大量の連続画像の中からテクスチャマッピングに最適な画像を選択するために、熟練者のノウハウから得た規則を用いて画像の選択を行う。

図2に示すように、テクスチャを貼り付ける面を貼付面 ( $n$ )、その貼付面に対応するビデオ画像面上の面をテクスチャ面 ( $T_n$ ) と呼ぶと、

- 規則 1: テクスチャ面の面積 ( $S(T_n)$ ) が最大となる画像を選択する。
- 規則 2:  $S(T_n)$  が等しい場合、ビデオ画像上の主点 ( $p$ ) とテクスチャ面の重心 ( $c$ ) との距離 ( $\|cp\|$ ) が最小となる画像を選択する。



$T_n$ : テクスチャー面、 $n$ : 貼付面、 $p$ : 主点、 $c$ : テクスチャー面の重心

図 2: モデルとビデオ画像面の関係

上記2つの規則は、貼付面の重心と主点とが一致する向きで、テクスチャ面が最大になる位置(貼付面の重心を通る法線上の点)から撮影した画像が最適であることを意味している。

また、大量の連続画像の中から上記規則を適用する画像を少量に絞り込むために次の排他規則を設ける。

排他 1: 対象とするテクスチャ面が全部、もし

くは一部が映っていない画像は除外する(図3(a))。

排他 2: 対象とするテクスチャ面が他のテクスチャ面に隠れる画像は除外する(図3(c))。

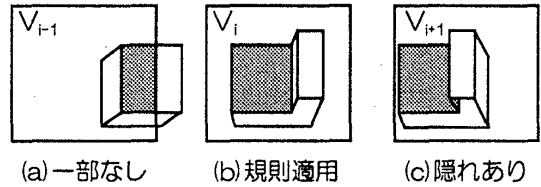


図 3: テクスチャー面の変化

図3はビデオ画像(連続画像)の一例であり、各ビデオ画像面 ( $V$ ) 上でテクスチャ面の変化を示したものである。排他規則により(a)、(c)の画像が規則 1,2 の適用対象から除外される。

#### 5. テクスチャマッピング

前述の手法を用いて選択した画像から貼付面に対応するテクスチャ面を切り取り、貼付面の各頂点にテクスチャの各頂点が一致するようマッピングする。

#### 6. おわりに

大量の連続画像の中から目的とするテクスチャ面を含む画像を一意に選択する手法を提案し、目的とするテクスチャを平均 4.49pixel の誤差でマッピングできる可能性を示した。

今後、特に、建造物の側面部分に着目しより品質の良いテクスチャのマッピング手法を検討する。

#### 謝辞

本研究を進めるにあたり、数々のご助言、ご指導を頂いた中野部長、並びにグループ員の方々に感謝いたします。

#### 参考文献

- [1] 保谷忠男著: 写真測量、日本測量協会
- [2] 長井、中村、杉村: 映像と GPS 信号によるカメラ運動の推定、第 57 回情報処理学会全国大会、講演論文集(2)、pp183-184