

# 3次元可視化における 実画像テクスチャマッピング自動化手法

4S-7

岩田英朗 阿部亨 堀口進

北陸先端科学技術大学院大学・情報科学研究科

## 1 はじめに

3次元情報を扱う必要性が様々な分野で増加し、膨大な情報を分かり易い形態で提供する3次元可視化技術の研究が盛んに行なわれている。その先駆的取り組みの一つが、マンマシンインターフェイスとしての仮想現実(Virtual Reality; 以後VR)である。VRでは、提供画像が利用者の要求に応じて変化するリアルタイム性と、現実感向上を目的とした高品質CG画像生成の両立が求められる。本研究では、実画像を用いたテクスチャマッピングの自動化手法を提案し、高度VR環境の容易な構築を目指す。

## 2 テクスチャマッピング

実画像を用いたテクスチャマッピング作業は、実画像における個別テクスチャ領域の確定、テクスチャの切り出し、仮想空間内に構築した対象物へのマッピングで構成される。マッピングは仮想空間内のポリゴン表面に行なうため、切り出したテクスチャは対象面を垂直に見た状態に復元する必要がある。復元作業には撮影時のカメラ視軸情報が不可欠である。一方、仮想空間環境の構築には対象物の詳細な構造情報が用意されている。本研究では、構造データと実画像を用いてテクスチャの自動切り出しおよび自動マッピングを以下の4段階で実現する。

- (1) 背景と対象物の分離による輪郭の抽出
- (2) 構造データに基づく最適投影図の作成と視軸情報の決定
- (3) テクスチャ領域の確定とテクスチャの復元
- (4) テクスチャマッピング

### 2.1 輪郭の抽出

輪郭の抽出には、画像認識で一般に用いられるエッジ抽出法を複数併用し、対象物と背景の分離を確実にこなう。また、正確な輪郭抽出作業を行なうため、対象画像

Automatic Texture Mapping Using Real Images for 3-Dimensional Visualization

Hideaki IWATA Toru Abe Susumu Horiguchi  
Japan Advanced Institute of Science and Technology  
15 Asahidai, Tatsunokuchi, Ishikawa 923-12, Japan

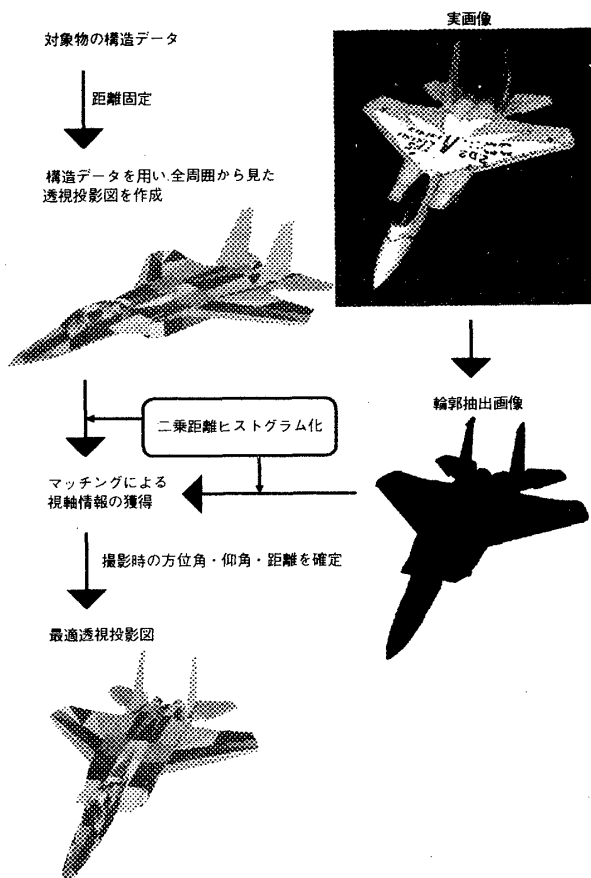


図1: 位置関係決定法

の背景は単色とし、撮影時に複数のライトを照て影の発生を極力抑制した。

### 2.2 視軸自動決定法

カメラを地平面と水平に設置し、対象物の3次元的重心がファインダー中央となる様に撮影した実画像のみを扱っている。これら制約条件導入により、対象物とカメラの相対位置関係を以下の3変数を用いてカメラ視軸情報として示す。

- カメラ設置位置と対象物基準点の距離： $D$
- カメラ視軸ベクトルの水平方向成分 (視線方位角)： $0^\circ \leq \phi \leq 360^\circ$
- カメラ視軸ベクトルの垂直方向成分 (視線仰角)： $-90^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$

表 1: 本手法算出値と実測値の差異

対象物	ポリゴン数	方位角誤差平均	仰角誤差平均
A	6	0.90°	0.60°
B	18	1.00°	0.70°
C	56	-	1.80°
D	393	1.20°	0.90°

実画像と対象物の構造データを用いて視軸情報を自動的に決定する手法を図 1 に示し、手順を述べる。

1. 構造データから全周囲の投影図を作成
2. 中央から輪郭までの二乗距離ヒストグラムを作成
3. 輪郭抽出画像も二乗距離ヒストグラム化
4. 撮影距離の調整
5. ヒストグラム同士のマッチングによる視軸方位角・仰角の決定
6. 最適透視投影図の作成

ヒストグラム化は、対象物輪郭を比較に適した離散値データ列に変換する工程であり、実画像と投影図のマッチング作業の前処理に当たる。

視軸方向が同じだが撮影距離の異なる二種類の投影図は、相似形ではない。しかし本手法では撮影距離に比例して面積が変化すると仮定し、拡大縮小率を用いて距離の調節を行なっている。またヒストグラム作成時にも、面積を用いて正規化している。

### 2.3 テクスチャの切り出しと復元

作成された最適投影図の各ポリゴンに合わせ、実画像からテクスチャを切り出す。しかし、(1) 計算機が決定した視軸情報が実際と異なる (2) 投影図作成に用いたカメラモデルが実際と異なる という二つの理由で、最適投影図と実画像にズレが生じる場合がある。その際、両者で位置同定可能な箇所を複数指定し、疑似アフィン変換を用いて補正する。切り出したテクスチャは、視軸情報に基づく逆透視投影変換によりマッピングに適した形状 (対象面を垂直に見た状態) に復元する。

### 2.4 テクスチャマッピング

異なる角度から撮影した複数の実画像を用意し、各個のテクスチャ作成時にポリゴン面がカメラ視軸と成す角を求める。そして同一ポリゴン面にテクスチャ候補が複数存在する場合、値が 90° に近いテクスチャを優先して用いる。

## 3 実験結果

本手法の有効性を確認する為、構造複雑度の異なる 4 種類の対象物 (A, B, C, D) を用意し、対象物毎に用意した 10 枚の実画像から視軸情報を求めた。撮影時の実

表 2: 対象物 B における実画像撮影手順の比較

	実画像撮影手順	
	作業時間	作業内容
従来手法	約 40 分	・撮影対象面とカメラ視軸が垂直となる様に微調整が必要 ・撮影毎に対象物やカメラの向き変更 ・撮影回数は 14 回 (うち、撮り直し 5 回)
本手法	約 10 分	・撮影位置が自由である分、撮影者の自由度は大きい ・撮影回数は 6 回 (うち、撮り直し 1 回)

表 3: 対象物 B におけるテクスチャ作成手順の比較

	テクスチャ作成手順	
	作業時間	作業内容
従来手法	約 40 分	・絵画作成ツール (xpaint) を使い、人間がテクスチャを切り出す
本手法	約 15 分	・計算機への画像入力以外は自動処理 ・自動選別されたテクスチャが不満ならば、他の候補を指定 ・事前の基礎投影図ヒストグラム作成に、約 2 時間が必要

測値との誤差平均を表 1 に示す。ただし対象物 C はその構造から仰角のみを決定し、使用した実画像も 5 枚とした。対象物 B を例に、従来手法と本手法の作業比較を行なった結果を表 2 および表 3 に示す。作業時間は全体で約 1/3 に削減され、実画像撮影時の面倒な微調整の必要もない事が分かる。

## 4 まとめ

実画像を用いたテクスチャの切り出しとマッピング作業の自動化手法を提案した。構造の異なる 4 種類の対象物を用い本手法の有効性を検討した結果、テクスチャマッピング作業に要する時間と労力の削減ができ、構造的境界の不明瞭な形状物のテクスチャ作成が比較的容易である事が分かった。

## 謝辞

本研究の一部は、文部省科学研究助成金、日本科学協会研究助成金、電気通信普及財団研究助成金を用いて行なわれた。

## 参考文献

- Ballar, D.H. and Brown, C.M.: "Computer Vision", Prentice-Hall Inc.(1982).
- David Marr: "VISION - A Computational Investigation into the Human Representation and Processing of Visual Information", W.H.Freeman and Company(1982).
- Rogers, D.F., J.A. Adams: "Mathematical Elements for Computer Graphics", McGraw-Hill Inc.(1993).