

# 都市景観用テクスチャ作成と画像処理における作業効率の検討\*

3R-8

宮嶋 賢 上田 穰 雪田 修一  
会津大学†

白井 靖人  
静岡大学‡

## 1 背景

地方都市の中心市街地活性化計画のため、3次元CGによる町並景観シミュレーションを行なう時、縮尺約千分1で、全てを3次元CGで作成するのは、費用、時間、データ量がかかりすぎる。次策としてテクスチャマッピング用に数百以上の建物画像を短期間で製作しなければならない。1つの解決法は、P.E.Debevec[1]が提唱した複数の2次元画像を張合わせ、疑似的3次元画像を作成する手法[1]である。しかし、この手法は日本の地方都市に、そのまま適用できない。理由は、

1. 道路幅が狭く、複数回の幾何学補正が必要
2. 日本の民家は、軒先が深く、瓦屋根の形状が複雑である。通常の画像では軒先の影は暗黒になり、後の画像処理が不可能である。露出過剰で撮影しなければならない

からである。以上1.2.の前処理済みの1家屋が画像面積の大半を占めるデジタル画像から、空、地面、隣接する建物などを除いた画像を作成する。(目的とする家屋の前面にある街路樹、通行人などの除去については、本研究ではふれない。別研究で述べたい。)

画像処理アルゴリズムの大半は、1970年代に完成したが、元画像に特定フィルターを施した結果画像が良いかの判定は人間の視覚認知力である。伝統的視覚心理学研究は60年代に集大成したが、脳の神経生理学的研究は80年代以降急激に発展中である。日本人は視覚体験により「日本家屋」という視覚的記憶を有する。その特徴は例えば、イメージの上部(屋根)は台形、下部は矩形であり、矩形の内部に、複数の矩形(戸、窓)が存在する。さらにこれら特徴は、1家屋正面図において、画像周辺部分に存在する輪郭線の集合が、上記の矩形、台形として認知される。この矩形、台形の輪郭線は、網膜の周辺部分に像として写る。ここには、5 micro mmの解像度で形を弁別する幹体細胞が高密度に分布している。この網膜像が、多くの短線分の集合として、第1次視覚野に送られた時、方位選択性コラムが2短線分の開きを約10度の解像度で判別する。この情報が、側

頭葉下部の腹側経路の形態の認識を司る高次連合野に送られ、そこに保存される「日本家屋」の視覚的記憶の諸特徴とのマッチングが行なわれる。不鮮明で挟雑物の多い原画像を処理し、エッジの直交性を強調した画像は、「視覚認知的に、より良い日本家屋のデジタル画像」という仮説を立てる。

これまで画像処理は、(1)全自動処理と、(2)お絵描ソフトで手作業処理の立場が、並存していた。そして(1)で処理不能の残余の手作業修正が必ず存在した。ユーザの立場では、(1)か(2)かではなく、望む結果が短時間で得ることである。この第3の立場を(3)価値工学的立場と名付ける[2]。パラメータを与えクラスタリング計算をするのは(1)で、表示された複数領域から1領域をカーソルで選択するのは(2)である。生産性最大のため(1)(2)の操作をどう組み合わせるかが(3)である。

今回は(3)の立場に立ち、家屋正面画像という共通特徴を持つ画像群を処理し、視覚認知的に満足できる画像を得る処理時間を、(2)で処理した場合と、(3)の本研究手法での場合とを比較する。

## 2 画像処理ビューワーの仕様

本研究では、(3)による手法を支援する画像処理プログラムを作成した。このプログラムは対話型アプリケーションである。従来のパッチ処理による画像認識を行わない。建築物認識の知識ベースは、あくまで人間であることを基本理念とする。以下に、このビューワーの特徴的な機能を以下に示す。

### 2.1 領域指定



図1: 原画像

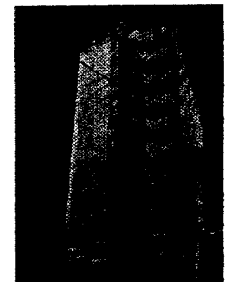


図2: 領域指定の例

例えば「空」と人間が判断する領域内の一点をカーソルで指定して、その領域の全ての画素のRGB値を、

\*The examination of workong efficiency in making textures for town scenery and image processing

†Ken Miyajima, Minoru Ueda, Shuichi Yukita : The University of Aizu

‡Yasuto Shirai : Shizuoka University

(0,0,0) または (255,255,255) に置換する。同様の方法で、「地面」などを順次除去する。この一例を、図 2 に示す。領域指定は、カーソルで指定されたピクセルから、隣接するピクセルを探索する。そのピクセルの RGB 値が閾値以内であれば、グループ化していく。以下、この作業を繰り返すことで実現する。作業時間の短縮が目的であるから、細かな部分はマニュアルで置換してもよいとする。

## 2.2 建物正面画像への幾何学補正

与えられた 4 点より、この 4 点を長方形の四つ角に移す、同次座標への投影変換する 3 行 3 列の行列を求める。この行列により、2 次元アフィン変換を行なう。[3] これにより、パースのついた建物の画像を、正面向きの構図へ補正を行なう。結果を図 4 に示す。



図 3: 原画像

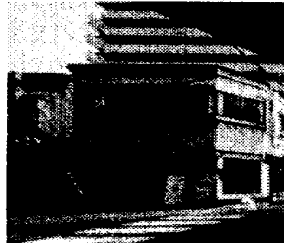


図 4: 補正後

この処理により、次の垂直、水平成分の抽出が活かせられるようになる。

## 2.3 垂直、水平成分の抽出

幾何学補正された建物正面画像において水平、垂直、線分の直交性を強調するためのマスクを作る。4 つの手順からなる、このマスク作成のアルゴリズムを示す。

1. エッジ抽出 (Template matching (Prewitt 法))[4]
2. 一定以上の長さを持つ、水平・垂直成分の抽出
3. 細線化 (Hilditch 法)[6]
4. エッジ追跡 [6] により、水平・垂直線に近似して整線以上の処理を順に行なうと、図 6 のような結果が得られる。



図 5: 原画像

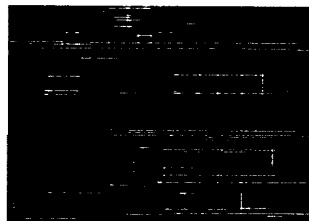


図 6: エッジ抽出結果

このマスクは自動で作成される。この後、このマスクに対して対話型で処理を行なう。

## 3 最終画像に対する意見

水平、垂直のエッジ抽出のマスクを使い、エッジ近傍での RGB 値の強制的な振り分けによる彩色、それ以

外の場所に対しては、原画像の RGB 値 (あるいは、原画像の色数を落としたもの) を当てはめた画像の作成を試みた。そして、これを今回、このビューワーを使い、最終的に完成する画像として使用してみた。不自然であるとの意見も多少あったが、大半の人から、日本家屋の特徴が活かされた、つまり視覚認知的に優れているという観点からすると、原画像よりも満足できるという意見が得られた。

## 4 作業時間の比較

お絵描きソフトの初心者 5 人を被験者として、市販のお絵描きソフトで手作業で処理した場合と、本研究で得られた手法で処理した場合の時間とを比較してみた。どこまででよしとするかという感性的問題や、個人差もあるものの、市販のお絵描きソフトで手作業を 20 分くらいであるのに対して、と本研究の手順に従えば、約 10%~15% 程度の時間短縮が得られた。価値工学的立場からは一応の成功といえる。

## 5 問題点

幾何学補正時の 4 点指示など、対話型ソフトであることで、作業する人のセンスに作業時間が左右される。この感性に頼る部分をサポートできれば、さらなる作業時間の短縮が期待できる。また、開発環境等の制限により、プログラムの最適化されているとはいえずらく、このあたりの改善次第では、自動処理に関する時間短縮が考えられる。

## 6 今後の展望

エッジの直交性を失わずに閉合エッジ線を求め、分割された領域に色注入を行なう方法を試してみたい。また、アルゴリズムを改良、追加してデジタルカメラの家屋画像を 2 次元 CAD で作図したような画像に少しでも近づきたい。

## 参考文献

- [1] Modeling and Rendering Architecture from Photographs: A hybrid geometry- and image-based approach, P.E.Debevec, C.J.Taylor, J.Malik, Univ.of California at Berkeley, Computer Graphics Proceedings, Annual Conference Series, 1996 pp11-20
- [2] 田中雅康, "VE バリュー・エンジニアリング (価値分析)", マネジメント社, 1985
- [3] 杉原厚吉, "グラフィックスの数理", 共立出版株式会社, 1995, p37-p86
- [4] 八木信行, 井上誠喜 他, "C 言語で学ぶ実践画像処理", オーム社, 1992, p42-p54
- [5] 田村秀行, "コンピュータ画像処理入門", 総研出版, 1985, p80-p83
- [6] 坂内正夫, 大沢裕 共著, "画像データベース", 昭晃堂, 1987, p91-p103