

家屋モデルの UV テクスチャ自動生成と 大規模な町並みの高速レンダリング

Auto-Generate of UV Texture of House Models for Cyber Scape Generation of "Edo"

佐久間 昭夫†
Akio Sakuma

安 ベヌア 友章†
Tomoaki Benua Yasu

高橋 時市郎†
Tokiichiro Takahashi

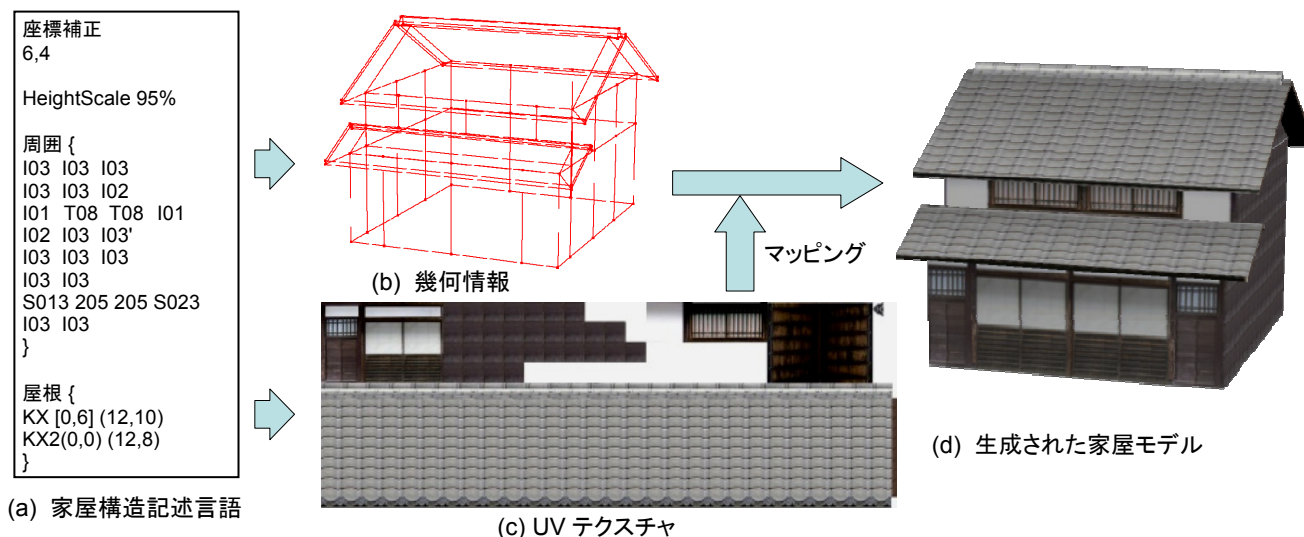


図1. 家屋モデル生成までの流れの例

1. まえがき

江戸東京博物館と共同で、大規模な歴史的町並みの景観を復元している。現在は、神田ー日本橋ー京橋に至る東西2.2Km, 南北2.4Kmに渡る町並みの景観をCGによって復元している[1].

大規模な町並みをリアルタイムに表示するために我々は専用のレンダラを作成して町並みの表示に用いている。このレンダラは、Octreeを用いたレンダリング対象物体のCullingと、データ読み出しオーバーヘッドを削減するインスタンスングにより、高速化を実現した[2]。しかし、今後の町並みの拡張と、モデルの高精細化に備えて、さらなる高速化が必要となっている。

町並みの大半を占める家屋モデルは、部品ごとにそれぞれ異なるテクスチャをマッピングしているため、レンダリングのオーバーヘッドが大きい。そこで我々は、家屋モデルのUVテクスチャを自動生成し、このテクスチャをマッピングすることで高速化を図った。その結果、大規模な町並みをさらに高速にレンダリングすることが可能となったので、報告する。

2. 概要

ここでは、家屋モデルを生成する際に利用している家屋構造記述言語[3]からUVテクスチャの自動生成とマッピングを可能とする手法を概説する。

図1に本研究による成果を含めた家屋構造記述言語から家屋モデルを生成するまでの流れを示す。江戸の町並みに使用する家屋は、家屋専用の家屋構造記述言語によって表現される。本手法ではこの言語によって記述された家屋構造からUVテクスチャを自動生成し、従来の方式で得られ

る幾何情報に対して新たにマッピングすることでレンダリングコストの小さい家屋モデルを生成する。

3. 家屋構造記述言語

本章では家屋構造記述言語を概説する。家屋構造記述言語とは、江戸の家屋を構成する戸や壁などの部品は3尺が基本単位である点に着目し、部品名を書き連ねる記述によって家屋構造を簡潔に表現する言語である図1(a)。

家屋構造記述言語では、以下の三つの情報に分けて家屋を表現する。

1. 家屋のローカル座標の補正や1階部分の高さを記述した前情報
2. 戸や壁、窓などの構造を記述した周囲情報
3. 屋根の種類や向き、形状等を記述した屋根情報

このうち、本手法に関連するのは周囲情報と屋根情報である。

3.1 周囲情報

周囲情報は、家の外観を定義するために家屋の部品とその並び方を記述する。1つの部品をI03などのコードで表現し、そのコードの並びで部品の並び方を決定する。例えば、同じ行内に連続してコードを記述した場合、コードの表す部品を前の部品の左横に連続して並べることを意味する。

通常周囲に使用される部品にはそれぞれ一枚のテクスチャがマッピングされている。

3.2 屋根情報

屋根情報は1行に1つの屋根が割り当てられ、屋根の種類(瓦、又は板葺きなど)、向き、高さ、形状、座標を記述する。

屋根には種類ごとに、のし瓦、雁瓦、棧瓦、軒瓦、登り裏甲などのテクスチャが割り当てられ、屋根の面積に応じて瓦テクスチャをタイル状に繰り返し並べてマッピングされている。

4. UV テクスチャの生成とマッピング

4. 1 テクスチャの抽出

UV テクスチャを自動生成するために、対象となる家屋で使用されている全テクスチャを抽出する。抽出は家屋の周囲情報、屋根情報ごとに行う。

周囲情報に対しては、まず、家屋構造記述言語から周囲情報で使用している家屋部品コードの一覧を抽出する。次に、コードの一覧から重複を取り除く。最後にコードで表現された部品とテクスチャの対応を基にして、テクスチャの一覧を生成する。その際、共通部分をもつ部品は図2のように手作業でテクスチャを重ねて一枚のテクスチャとすることでテクスチャサイズを節約する。

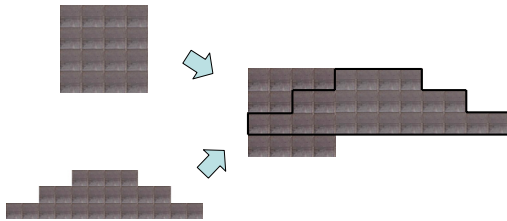


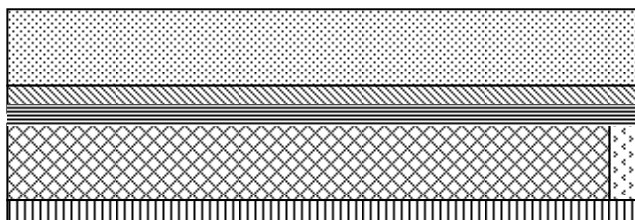
図2. テクスチャの結合

屋根情報に対しては、まず、家屋構造記述言語から屋根情報で使用している屋根の一覧を抽出する。次に使用されている屋根の種類ごとに最大の屋根面積を求める。最後に各種類の屋根のテクスチャを最大面積に基づいて生成し、一覧にする。屋根を最大面積に基づいて生成するのはこれ以下のサイズの屋根のテクスチャにも流用することができるためである。屋根に鬼瓦が付く場合はこれを周囲のテクスチャとして扱い、周囲テクスチャの一覧に加える。

以上の処理によって周囲と屋根に使用する全テクスチャの一覧を抽出する。

4. 2 UV テクスチャの生成

本手法で生成する UV テクスチャは、図3のように規格化される。UV テクスチャの領域は周囲のテクスチャに割り当てる領域と屋根のテクスチャに割り当てる領域で上下2つに分かれる。周囲のテクスチャは全て上の領域に左詰で配置する。屋根のテクスチャは、下の領域にのし瓦、雁振り瓦、棧瓦の順で上から下に描画する。ただし、



登り裏甲のみは棧瓦の右に描画する。

図3. UV テクスチャの規格

4. 3 テクスチャマッピング

家屋構造記述言語から生成された幾何情報には、家屋の各ポリゴンの面にそれぞれの基となった部品のテクスチャがマッピングされているため、これを今回、生成した UV テクスチャに置き換える。まず、マッピングするテクスチャを各部品のテクスチャから生成した UV テクスチャに変更する。次に、UV テクスチャ上の各部品のテクスチャの位置から新しい UV 座標を求め、設定する。以上の処理によって、自動生成した UV テクスチャをマッピングすることができる。

5. 実験結果

本手法によって生成した UV テクスチャをマッピングした家屋モデルと従来手法による家屋モデルのレンダリング速度を比較する評価実験を行った。実験では、表1に示した環境で、ポリゴン数88の家屋を1000軒表示した。

表1. 実験環境

OS	Windows Vista Home Premium
CPU	Intel CORE2 Extreme Q6850
Memory	2045M byte
Graphics Card	NVIDIA GeForce 8800 GTX

表2に実験結果を示す。実験結果から本研究で生成した UV テクスチャを利用することで、約12.5倍のレンダリングの高速化を実現した。

表2. 実験結果

	従来手法	本手法	性能比
FPS	14.4	178.9	12.5

また、復元された江戸の町並みの家屋を本手法で生成した家屋に置き換えることでどの程度レンダリングの高速化を実現できるかを実験した。実験環境は、表1に示した実験結果を表3に示す。実験の約1.5倍程度のレンダリングの高速化を実現した。

表3. 実験結果

	従来手法	本手法	性能比
FPS	62.8	93.0	1.5

6. むすび

本稿では、家屋モデルの UV テクスチャを自動生成し、マッピングする方法述べ、その評価を行った。その結果本手法によって生成した UV テクスチャをマッピングすることでレンダリングの高速化を実現した。今後は、町並みの拡張とモデルの高精細化に取り組む。

参考文献

- [1] 勝村他: “江戸の景観復元のための大規模データセットの製作”, 電子情報通信学会総合大会 2008 講演論文集, D-11-99 (2008)
- [2] 安他: “大規模な町並みのレンダリングに用いる実時間レンダラの開発”, 電子情報通信学会技術報告, 画像工学研究会, IE2007-231, Vol.107, No.486, pp.73-78 (2008)
- [3] 勝村他: “3DCG による歴史的町並み復元のための家屋生成手法”, 画像電子学会誌, Vol.36, No.4, pp.382-389 (2007)