

J\_002

# 3DCGによる江戸の町並み復元のための家屋の自動屋根葺き手法 Auto-Roofing from House Structure Description Language for Cyber Edo City

勝村大十 谷村知洋† 森谷友昭† 高橋時市郎†  
Dai Katsumura Tomohiro Tanimura Tomoaki Moriya Tokiichiro Takahashi

## 1. まえがき

江戸時代の古地図や江戸時代に関する文献などの資料を基にして3次元コンピュータグラフィックス(3DCG)で江戸の町並みを復元することを進めている。著者らは、家屋を構成する壁や扉などの部品を書き連ねた言語的記述から自動的に家屋を生成する技術を開発した[1]。この家屋構造記述言語に記述された個々の部品を乱数等で置き換えることにより、外観の異なる家屋を大量かつ効率的に自動生成することができる。

しかし、屋根に関しては、家屋の周囲情報の構造を考慮して屋根の位置を詳細に設定しなければ、家屋の形状に適した屋根を葺くことができない。そこで本稿では、家屋構造記述言語の周囲情報のみから屋根を自動的に葺く手法を提案する。

## 2. 家屋構造記述言語

家屋構造記述言語[1]は、(1)家屋のローカル座標や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、の3つの情報から構成される。図1に家屋構造記述言語の構文図を示す。

ここで、周囲情報は、1つの部品をスペースを含む5文字のコードで表し、そのコードの並びで部品の並びが決まる。同じ行内に連続してコードを記述した場合は、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。

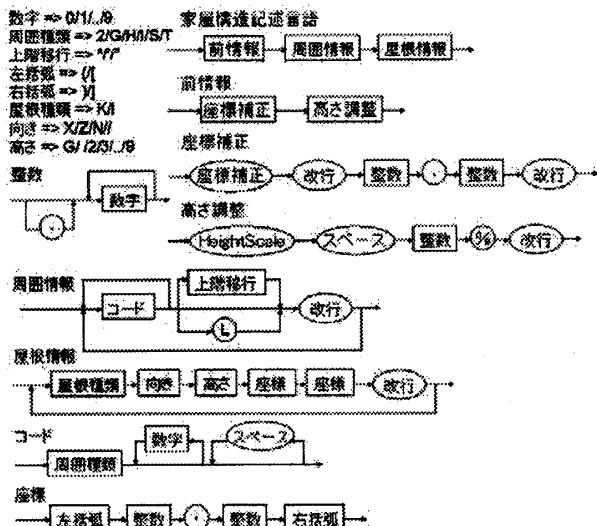


図1 家屋構造記述言語の構文図

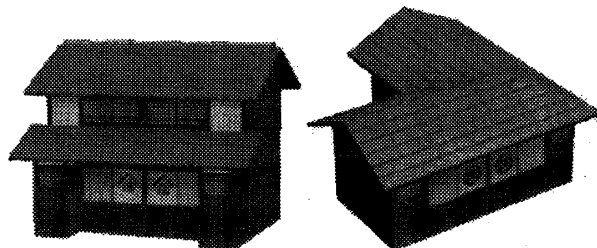


図2 家屋構造記述言語で生成した家屋の例

行末の“改行”はそれまでの並びと直角に右折した後、次の部品を引き続き並べることを意味する。行末が“L”+“改行”のときは左折を意味する。また、行末が“^”(上階移行記号)+“改行”と記述されたときは、1つ上の階に移って次の部品を並べることを意味する。

また、周囲の各部品の基本単位を3尺とした。家の戸の規格が幅3尺(約90cm)、高さ6尺(約180cm)と定まっていたことに着目したためである。

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(瓦葺き、又は板葺き)、向き、高さ、形状、座標を記述する。座標は2点を指定し、それを対角線とする矩形領域内に屋根を葺く。

図2は家屋構造記述言語で生成した家屋の例である。

## 3. 自動屋根葺き手法

江戸時代の家屋についての資料には、家屋の平面図こそあるが、屋根の葺き方まで記載されたものはほとんどない。そこで、家屋の周囲情報のみから、比較的妥当な屋根を自動的に葺く方法が必要となる。以下にその手法を述べる。

### 3.1 前提条件

- 自動屋根葺き手法における前提条件を以下のようにする。
  - 家屋構造記述言語の周囲情報のみから屋根を葺く。すなわち、家屋を形成する周囲(頂点)の座標は既知である。
  - 全て家屋の外壁はx軸とy軸に平行である。

### 3.2 kD-roofing法

前節の前提条件に基づき、自動で屋根を葺く方法として、本稿ではkD-tree [2]に似たアルゴリズム(kD-roofing法と名付ける)を用いる。kD-roofing法によって、屋根を葺く領域を自動的に決めることができる。kD-roofing法の手順は以下ようになる。

- 家屋の凸包となる矩形領域を用意する。ここで、周囲情報の頂点を通りx,y軸に平行な全ての走査線上の外壁の長さを求める、これを外壁長と呼ぶ。
- 外壁長の最も長いx,またはyの値で凸包矩形領域を水平、または垂直に二分割する。
- それぞれの二分割された矩形領域中で最も長い外壁長を持つx,またはyの値で矩形領域を再帰的に二分割す

† 東京電機大学 大学院 工学研究科  
Graduate School of Engineering, Tokyo Denki University

る。このとき、一つ前の手順で分割した線と直交方向に分割する。

(4) 全ての矩形領域が屋根を葺く領域、または屋根を葺かない領域となって、分割を続けることができなくなるまで手順(3)を繰り返す。

kD-roofing 法の手順(1)から(4)までの流れの例を図3に示す。

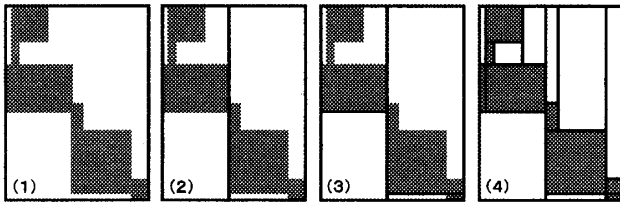


図3 kD-roofing 法の適用例

### 3.3 隣接領域の統合

前節の手順に基づいて領域を分割することで、自動的に屋根を葺く領域を決定することができる。しかし、実際は一つの屋根であった部分を分割してしまう場合がある。そこで、kD-roofing 法の適用後、屋根葺き領域の辺が、隣り合う屋根葺き領域の辺と完全に一致するとき、その二つの領域を統合する。図4に隣接領域の統合例を示す。

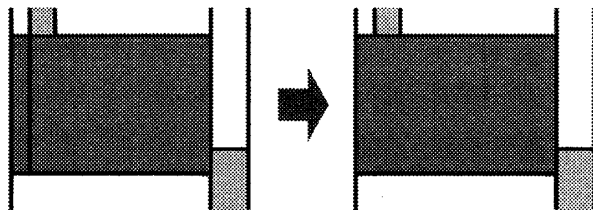


図4 隣接領域の統合

### 3.4 実験結果

様々な平面図において、提案手法を用いて実験したところ、概ね良好な結果を得た。その一例として、二条城二の

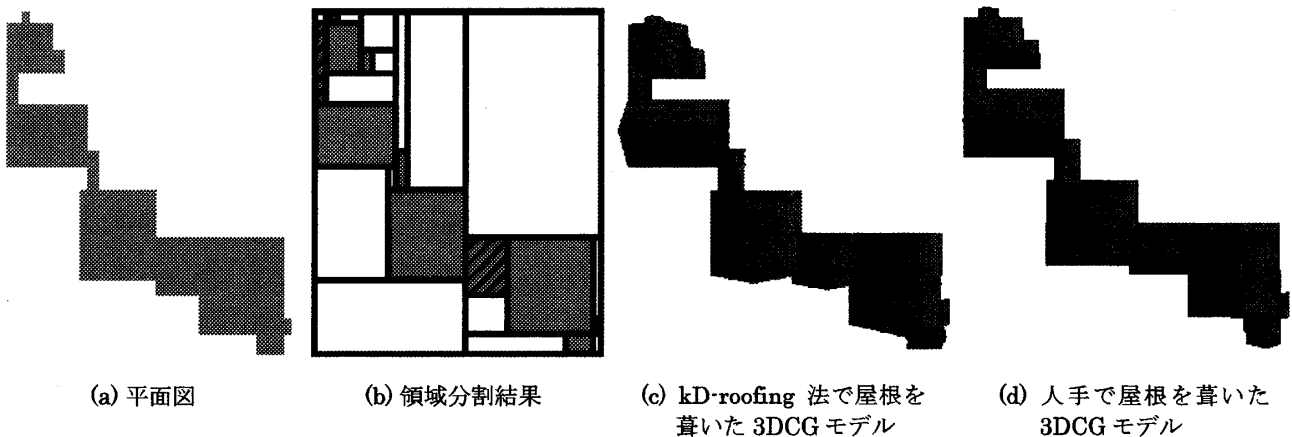


図5 提案手法による実験結果

丸御殿の平面図を基に kD-roofing 法を用いて自動的に屋根を葺いた結果を図5に示す。図5(a)は、二条城二の丸御殿の形をかたどった平面図である。図5(b)は、図5(a)の平面図を基に kD-roofing 法を用いて領域分割をした結果である。図5(c)は、図5(b)の領域分割結果を基に屋根を葺いた 3DCG モデルである。領域分割された矩形領域すべてを切妻屋根とし、長辺を平(ひら)、短辺を妻(つま)となるようにした。図5(d)は、実際の二条城二の丸御殿の写真を基に人手で屋根を葺いた例[3]である。図5(c)と図5(d)を比べると、図5(b)のハッチングを施した部分、左上の書院へ通じる渡り廊下部分の分割位置や、小さい屋根の葺く方向を除き、概ね同様の結果を得た。

### 4. むすび

歴史的な町並みの復元における家屋のモデリング作業を効率化するために、家屋の周囲情報から、家屋の領域を矩形に分割し、自動的に屋根を葺く手法、kD-roofing 法を提案し、その有効性を示した。

今後は、実際の工法に従って屋根を葺けるように、アルゴリズムを改良するとともに、対話型家屋構造描画ツール[3]への組み込みも目指す。

### 文献

- [1] 勝村他, “歴史的町並み復元のための木材の経年変化を考慮した家屋自動生成”, VC/GCAD合同シンポジウム 2006, pp.107-112 (2006)
- [2] J.L. Bentley, “Multidimensional Binary Search Trees Used for Associative Searching”, *Communication of the ACM*, Vol.18, No.9, pp.509-517 (1975)
- [3] 谷村他, “3DCG による江戸の町並み復元のための対話型家屋構造描画ツールの開発”, FIT2006(第5回情報科学技術フォーラム), 講演番号 1H-1, (2006) (掲載予定)