

## 仮想都市のための建物形状の自動生成

坂巻 美早 本田 真望 水野 一徳 福井 幸男 西原 清一

筑波大学 電子・情報工学系

### 1. はじめに

都市は人間の生活の場であり、人間の社会活動を描画する上で欠かすことの出来ない存在である。仮想空間上でも、映画やゲームの舞台として、また都市計画における景観評価の対象として、都市は必要不可欠である。これに対し近年、実写画像やGISデータを使用して都市を再現する手法が研究されている<sup>[1]</sup>。これらの手法は既存の都市を表現するためには有力であるが、架空の舞台としての仮想都市や都市計画シミュレーションにより得た新たな構造を持つ都市を生成することができない。

それに対し我々は、時間に伴い変化する仮想都市を生成する手法を開発している<sup>[2]</sup>。本研究により生成される仮想都市は実在しない都市であるため、仮想空間上に再現するためには架空の建物を生成する必要がある。そこで本稿では、仮想空間上に存在する様々な特徴を持つ架空の建物を、生成する手法を提案する。

### 2. 建物の特徴

都市には様々な形状・外観の建物が存在しているが、建物の特徴はその種類により大きく異なっており、屋根および屋上の設置物、また壁面および窓の違いがある(表 1)。また、立体形状の特徴としてセットバック(建物の上部を階段状に後退させた形状)の有無等が挙げられる。セットバックは戸建住宅(図 1a)や超高層建築物等に多く見られるが、中層建築物(図 1b)にはあまり見られない構造である<sup>[3]</sup>。

### 3. 処理手順

#### 3.1 全体の流れ

本手法は複数の建物形状を生成する手法であるが、本稿では各個の建物の生成に絞って説明を行う。本手法の流れは以下の通りである。

- 1) 建物の種類、階数、敷地の形状(長方形、または長方形を一箇所削った形)を入力として受け取り、生成パラメータを決定する。
- 2) セットバックをつける段階数  $n$  ( $n \leq 3$ ) とその階数を決定し、指定された段階数  $n$  になるまで建物の立体形状と屋上を生成する。
- 3) 壁面および窓の立体形状を生成する。

#### 3.2 生成パラメータの設定

与えられた建物の種類から、表 2 の設定に従い底面形状、屋上、窓に関するパラメータを決定する。

#### 3.3 立体形状の生成

建物の立体形状の生成は、セットバックによる建物の多重階層構造を表現するため、建物の最下層から最上層まで以下の処理を繰り返し行う。

- 1) 下層の底面から一定の範囲内で縮小した長方形を主棟として切り出す
- 2) 切り出した長方形を底面とする直方体を生成し、上層とする
- 3) 生成した上層の上面に屋上を生成する  
ただし最下層を生成する場合は敷地を下層の底面とし、その中で面積が最大の長方形を主棟として切



(a) 戸建住宅 (b) 中層建築

図 1: 建物の特徴

表 1: 建物の特徴

種類	屋根/屋上	壁面および窓の特徴
戸建住宅	切妻屋根 寄棟屋根	様々な大きさの窓 出窓, ベランダが存在
アパート, マンション	貯水タンク アンテナ	出窓, ベランダが多数
工場	貯水タンク 煙突, 看板	窓は少数
オフィス	貯水タンク アンテナ	全体的に共通した窓 鏡張り, 带状窓等
デパート	看板, アンテナ	窓は少数

表 2: 生成パラメータ

種類	副棟の数	屋上の種類	窓の種類
戸建住宅	0-2	寄棟屋根 切妻屋根	小窓 出窓
アパート, マンション	0-1	貯水タンク アンテナ	小窓 出窓
工場	0-1	煙突 看板	小窓
オフィス	0	貯水タンク アンテナ	小窓 带状窓 鏡張り
デパート	0-1	看板 アンテナ	小窓

Automatic generation of building shapes for virtual city  
Misaki Sakamaki, Masanobu Honda, Kazunori Mizuno,  
Yukio Fukui, Seiichi Nishihara  
Institute of Information Sciences and Electronics, Univ. of  
Tsukuba

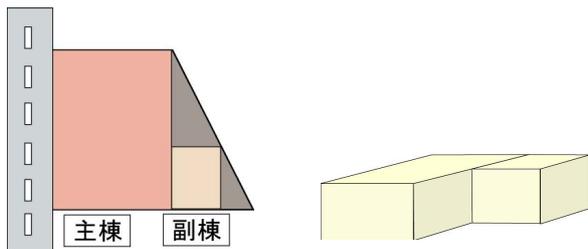


図 2：最下層の生成

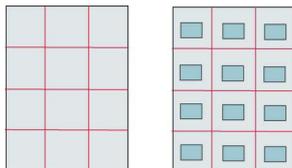


図 4：壁面の生成

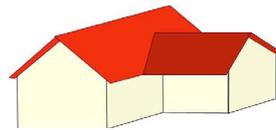
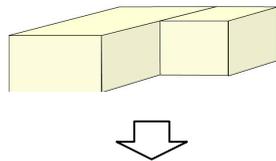


図 3：屋上の生成

り出す。また、残った底面の面積が大きい場合は、主棟に接する最大の長方形を副棟として切り出す(図 2)。主棟の向きは敷地に接する最大の道路に対して平行となる。

### 3.4 屋上の生成

前節により生成された立体の上面に設置物を配置し屋上を生成する。戸建住宅に見られる屋根も屋上の設置物として扱う。貯水タンク等の設置物は、建物の主棟の上面に設置する。屋根は主棟の尾根を主棟の底面の短辺に対して垂直にし、副棟の尾根を主棟の尾根に対して垂直になるように設置する(図 3)。

### 3.5 壁面の生成

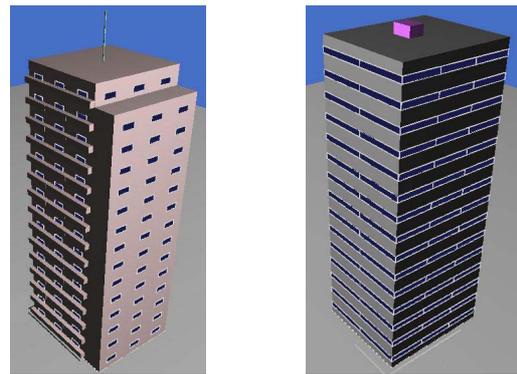
建物の種類から各側面に対して確率的に窓の種類(表 2)を決定し、側面を分割した領域に窓を配置して壁面を生成する(図 4)。建物全体に窓の統一感を持たせるため、他の側面と同種類の窓を配置する確率が高くなっている。窓の種類が出窓(ベランダを含む)である場合は、その立体形状を生成する。

## 4. 実行例

本手法を用いて生成した建物の例を示す。図 5 は図 7a の図形を敷地とし異なる種類の建物を生成した例である。同じ敷地、同じ階数でありながら、(a)のマンションにはセットバックがつき、出窓やベランダが設置されている。それに対し、(b)のオフィスには建物全体を取り巻くように横帯窓が設置されている。

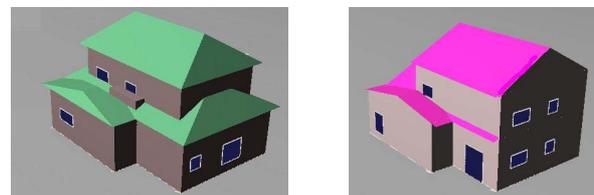
また、図 6 は台形の敷地(図 7b)に戸建住宅を生成した例である。(a)、(b)いずれも敷地の形状に合わせ主棟と副棟が生成され、壁面には出窓やベランダが生成されている。しかし、(a)には寄棟屋根、(b)には切妻屋根が設置されており、ビルとは全く異なる特徴が表現されている。このことから、建物の種類によって異なった特徴や構造を持った建物を生成できることがわかる。

以上より、建物の種類に外観形状の生成パラメー



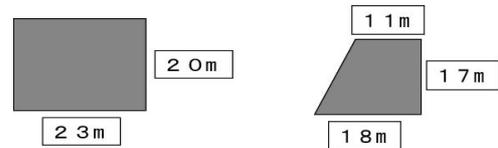
(a)マンション 15階 (b)オフィス 15階

図 5：実行例(ビル)



(a) (b)

図 6：実行例(戸建住宅)



(a) (b)

図 7：使用した敷地

タを用いることで、様々な特徴を持つ建物を表現できるということを確認した。

## 5. おわりに

本稿では、建物の種類により外観形状の生成パラメータを設定し、多様な特徴を持つ建物を自動的に生成する手法を提案した。

今後は、本手法により生成された建物を既存の建物と比較して評価するとともに、超高層ビルやタワー、ドームのような特殊な建物も生成できるようにシステムを拡張していきたい。

## 参考文献

- [1] 榎原和彦:「都市・公共土木の CG プレゼンテーション」, 学芸出版社(1997).
- [2] 大谷他:「時間変化を伴う仮想都市の自動生成における建物配置」, 情報処理学会第 65 回全国大会, 6b-02(2003).
- [3] 建築構造設計シリーズ編集委員会:「建築構造設計シリーズ 2 低層・中層建築」, 丸善株式会社(1973).
- [4] 建築構造設計シリーズ編集委員会:「建築構造設計シリーズ 3 高層建築」, 丸善株式会社(1973).