

遺伝的アルゴリズムを用いたバーチャルワールドの生成

3 S-8

岡野 紋† 奥野 智江† 加藤 伸子‡ 狩野 均† 西原 清一†
†筑波大学 電子・情報工学系 ‡筑波技術短期大学 電子情報学科

1 はじめに

近年、インターネット上でのバーチャルワールドの広がりや3Dゲームの普及にともない、多様な仮想都市を自動的に生成する手法が望まれている[1]。実際の写真を基に仮想都市を構築する手法も提案されているが、新たなパターンの都市を作成することは難しい。

このため著者らは、人工生命の手法を用いて多様な仮想都市を自動的に生成する手法の開発を行っている[2][3]。本稿では、遺伝的アルゴリズム(GA)を用いて、現実の都市の特徴を持ち、しかも多様なパターンの建物配置を、与えられた道路網上に自動的に行う手法を提案する。

2 都市の特徴と本手法の基本方針

実世界の都市は、住宅地、商業地、オフィスビル街などの特徴ある「地域」が多数集まって形成され、これらの「地域」の分布状態によって、都市が特徴付けられると考えられる。都市の景観は多くのパラメータで記述されるが[4]、本稿では以下の4項目を用いる。

- ① 建物の大きさ(底面積)
- ② 建物の高さ
- ③ 壁面と道路間の距離
- ④ 建蔽率

以下では、「地域」を構成する単位を道路で区切られた領域(以後、ブロックと呼ぶ)と考える。また、ブロック内の①②③の平均・分散、ならびに④をブロックの特徴量と定義する。

本手法は、これらをおまえ、次の基本方針に従って仮想都市を生成するものである。

- (1) 隣接するブロック間の類似度を適応度関数で表現し、各ブロックの特徴量の分布をGAで求める。
- (2) GAにより得られた各ブロックの特徴量、道路データ、あらかじめCAD等で作成された建物形状データを基に、与えられた道路網上に建物を配置する。

図1に本手法のデータと処理の流れを示す。

3 提案する手法

3.1 GAの仮想都市生成への適用

本手法では、仮想都市の各ブロックの特徴量の分布をGA上で図2のように表現する。

Genetic Algorithm Approach to Modeling Virtual Worlds
Aya OKANO†, Tomoe OKUNO†, Nobuko KATO‡, Hitoshi KANO†, Seiichi NISHIHARA†
†Institute of Information Sciences and Electronics, University of Tsukuba
‡Tsukuba College of Technology

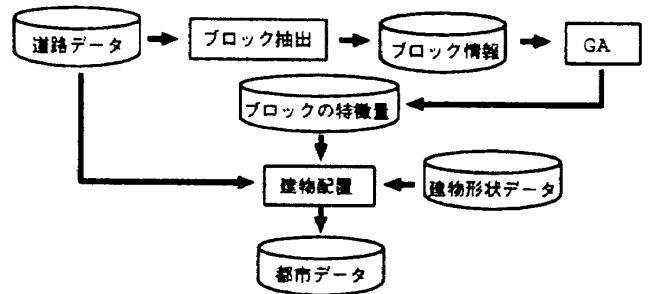


図1: 本手法のデータと処理の流れ

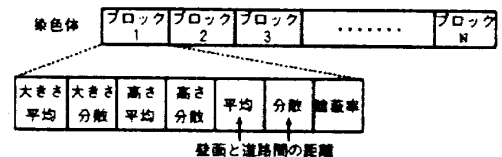


図2: コード化方法

3.2 適応度の評価

ブロックの総数が N である仮想都市の適応度 $fitness$ は、隣接するブロック間の類似度に関する違反点数 C_1 、同一ブロック内の特徴量の組合せに関する違反点数 C_2 から、次式で計算する。ここで a, b は重み係数である。

$$fitness = 1.0 - (a \cdot C_1 + b \cdot C_2)$$

ブロック i の k 番目の遺伝子を $G_i(k)$ 、違反点数を計算する関数を F_k (図3参照) とするとき、 C_1 は次式から求める。

$$C_1 = \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^T W_k Conf_i(k) / N$$

ただし、

$$Conf_i(k) = \sum_{j \in S_i} F_k(\Delta_{ij}(k)) / m$$

$$\Delta_{ij}(k) = |G_i(k) - G_j(k)|$$

i, j : ブロック番号

S_i : ブロック i に隣接するブロック番号の集合

m : S_i の要素の数 ($m = |S_i|$)

W_k : 重み係数

また、ブロック内の特徴量のうち大きさと高さの組合せが、あらかじめ設定しておいた範囲以外であるブロックの数を n_1 、大きさ・建蔽率・ブロック面積から、建物が建てられないと判断されたブロック数を n_2 とするとき、次式で C_2 を計算する。ただし p, q は重み係数である。

$$C_2 = p \cdot \frac{n_1}{N} + q \cdot \frac{n_2}{N}$$

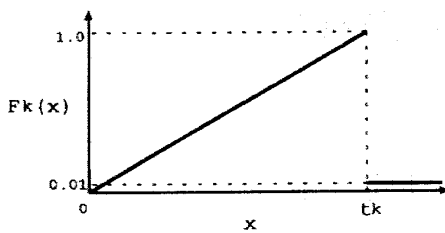


図3: 類似度の違反点数を計算するための関数

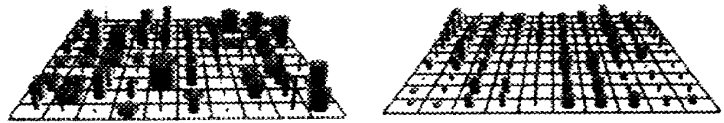
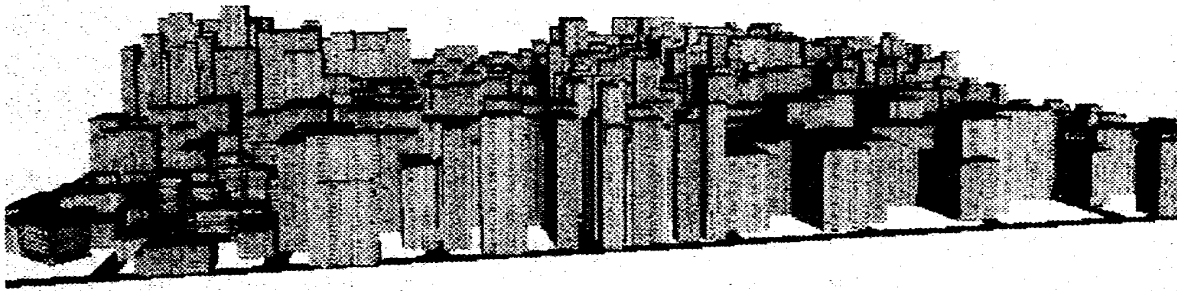
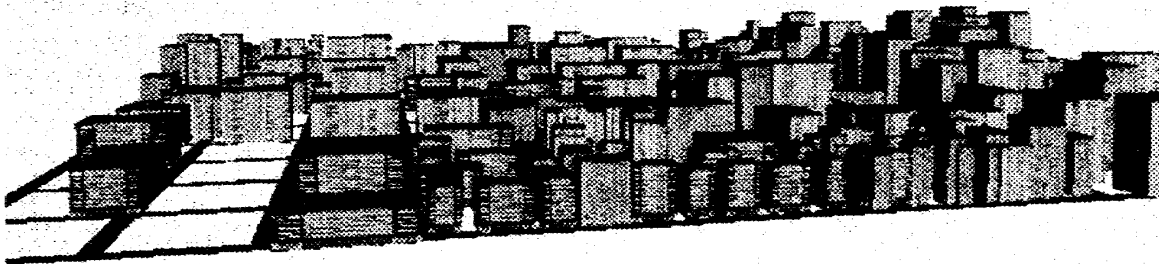


図4: 特徴量の分布



(1) $a=0.3, b=0.7$ の場合



(2) $a=1.0, b=0.0$ の場合

図5: 仮想都市の生成例

4 評価実験

図4は、ブロックの特徴量のうち、建物の大きさと高さを円柱で表現したもので、左はランダムに発生させた場合、右は集団サイズ=500、世代数の上限=300、突然変異率=0.001で探索を行って得られたエリート個体である。なおGAの遺伝的操作としては、選択はルーレット戦略とエリート保存戦略を併用し、交叉は一様交叉とした。

図4・左に対し、右の探索後の分布には地域が形成されていることがわかる。また、本手法による仮想都市の生成例を図5に示す。図5より、 a, b の値によって多様なパターンの生成が可能であるといえる。

5 おわりに

本稿では、遺伝的アルゴリズムを用いて、現実の都市の特徴を持った多様なパターンの仮想都市を生成する手法を提案した。今後は、都市の特徴や多様性の定量的な評価、実世界の都市との比較などが重要と考えられる。

最後に、実世界の都市の特徴についてご教授いただいた、本学社会工学系 藤川昌樹先生に感謝致します。

参考文献

- [1] 日本VR学会 仮想都市研究会第1回シンポジウム 論文集 VR学研報, Vol.1, No.1(1997).
- [2] 加藤、奥野、岡野、水野、狩野、西原: 人工生命の手法による仮想都市生成の基礎的検討, 日本VR学会大会論文集, Vol.2, pp.77-78(1997).
- [3] 奥野、岡野、加藤、狩野、西原: Lシステムを用いた道路網の生成, 情報処理学会 第56回全国大会, 3S-07(1998).
- [4] 建築・まちなみ景観研究会: 建築・まちなみ景観の創造, 技報堂出版(1994).