

## 都市計画におけるセルオートマトンの応用

日大生産工(学部) ○矢崎 裕也  
日大生産工 三井 和男

### 1. はじめに

戦後、日本は飛躍的な経済成長を遂げてきたが、その一方で経済活動を優先するあまり、環境問題が大きな問題になっている。そのため、利潤を追求した都市計画を進める企業側と、生活環境の悪化を懸念する住民との間で土地に関する争いがしばしば起こっている。

このように、様々な立場の考えを踏まえて都市を形成していく時に、どのような配置が最適であるのかを検討する。

### 2. 計算条件

モデルは静岡県富士市を使用する。この地図にセルオートマトンを適用し、対象地域を縦128セル、横96セルとした。実寸では縦が16km、横は12kmとなるので、1つのセルは125m\*125mとなる。

用途地域の種類は移動できるエージェント（住宅地、商業地、工業地、公園）と移動できないエージェント（山、川、海）を用意し、移動できるエージェントはランダム配置し、移動できないエージェントは図1の地図に沿って作図する。

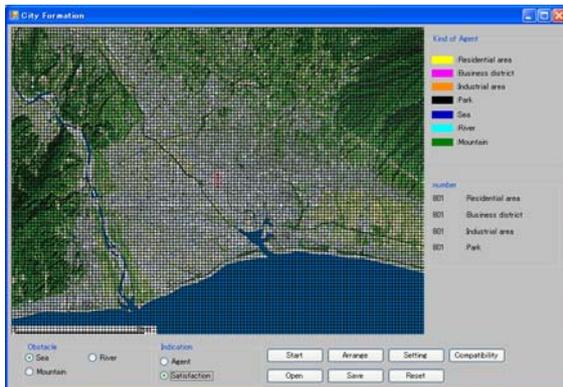


図1 ユーザーインターフェース

図2は相性表である。ここでの相性とは、住宅地は住宅地同士で近くに配置されたい、住

宅地は工業地の近くには配置されたくないといったようなもので、もし近くにいたい場合はプラス、そうでなければマイナスの値を入力する。この相性をエージェントに持たせ、最終的に各エージェントが満足できるような配置を目指す。

	Resid	Busin	Indus	Park	Sea	River	mount
Residential area	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Business district	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1
Industrial area	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
Park	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1

図2 相性表

### 3. 最適化アルゴリズム

#### 3-1. 局所的探索アルゴリズム

局所的探索では、探索するエージェントをランダムに選び、満足度を計算する。満足度はエージェントのムーア近傍の相性の合計値であり、以下の方程式で求める。

$$S_{mn} = \sum_{i=1}^8 X_i \quad (1)$$

計算した満足度が定められている一定の基準値を満たしていない場合に局所的探索を行う。現在の位置とムーア近傍の位置を暫定的に入れ替え、入れ替えた位置での満足度を8か所分計算し、その中で最も値のいい場所へ移動する。

#### 3-2. 帯域的探索アルゴリズム

局所的探索アルゴリズムの計算の中で、ムーア近傍に移動しても元の位置よりいい満足度を得られなかった場合に、そのエージェントを領域外に退避させ、そのエージェントを一時的に代入してその場所での満足度を調べ、その中で基準となる満足度を上回る場所を探索し、そこへ移動する。

#### 4. シミュレーション結果

本シミュレーションは表1の相性で行ったものである。図3の左側の図がエージェントをランダムで配置した初期状態を示したもので、右側がその時の満足度を示したものであり、赤は満足度が高く、青は満足度が低いということを表している。

表1 実験で用いた相性表

	住	商	工	公	海	川	山
住宅地	1	-1	-1	1	-1	-1	1
商業地	1	1	-1	1	-1	-1	-1
工業地	-1	-1	1	1	1	1	-1
公園	1	1	1	1	1	1	1

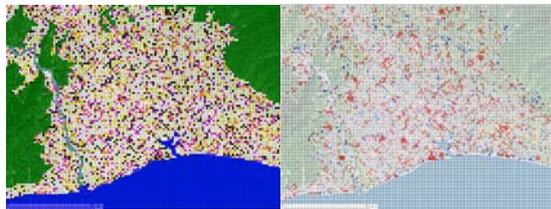


図3 エージェントの初期配置及び満足度

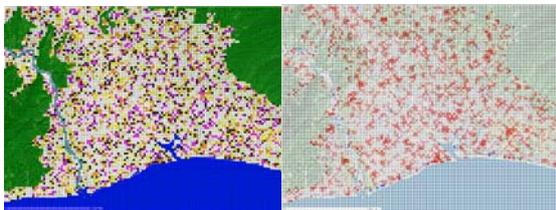


図4 1ステップ終了時

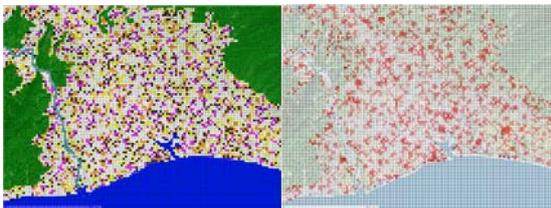


図5 2ステップ終了時

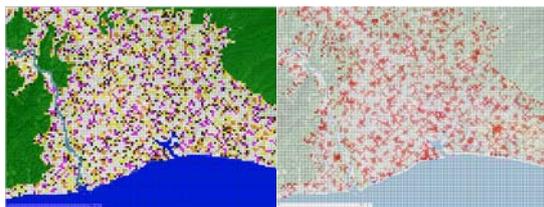


図6 3ステップ終了時

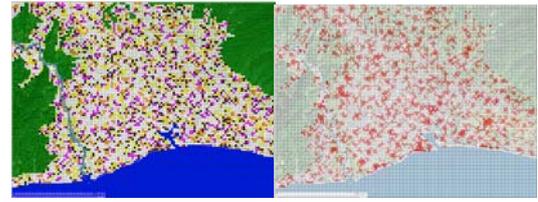


図7 収束状態

得られた結果、1ステップ目で青い部分が少なくなり、全体的な満足度がかなり上がっていることがわかる。その後は徐々に青い不満足な部分が減り、赤い満足度が高い部分が増えていっている。また、収束した状態の配置では、ほとんどの地域のかたまりの中心に公園が入っている。これは最初の相性の設定で、公園だけを全てに対して相性を良くしたため、このような配置になったと考えられる。また満足度も濃い赤の部分が多くなり、青い部分はほぼ見られないため、満足度の高い都市ができたことがわかる。

#### 5. まとめ

本稿では、エージェントに相性を持たせ、それぞれが満足するような都市形態を検討した。結果的に、ほとんどのエージェントからいい満足度が得られたが、今回のシミュレーションの局所的探索はムーア近傍でしか探索しなかったため、探索範囲が狭くなってしまい、例えば2個隣にいい満足度が得られる場所があったとしても、帯域的探索を行ってしまうので、一気に遠くへ移動してしまうエージェントが多かった。この点を改善できればよりいい結果を求められたかもしれないので今後、検討していきたい。

#### 参考文献

- 1) 社団法人 日本建築学会, 情報システム技術委員会, 第26回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集, (2003), pp121-126
- 2) 滝澤重志, 河村廣, 谷明勲, セルオートマトンとしての都市(その1) CAの応用性と土地利用パターンの形成, 日本建築学会計画論文集, (2000), pp267-275
- 3) 海道清信, コンパクトシティ, (2001), pp12-19
- 4) 日本建築学会, 複雑系と建築・都市・社会, (2005), pp144-152