

第14回講義内容

1. 生物のかたちづくり
 - 1.1 セル・オートマトン
 - 1.2 Lシステム
2. 期末レポートの説明

セル・オートマトン関係の重要人物

ノイマン(J.Neumann)

自己複製オートマトン理論(1956年頃, ウラムとの対話が契機)

「抽象的な空間に配置された何個の有限個の状態のセルで自己複製が可能か.」

チューリング(A.Turing)

チューリングマシン: 自動的に計算を行う機械(1936)

チューリングモデル: 生物の模様の発現機構の考察(1952)

セル・オートマトンの特徴

- ・ 離散的格子点より構成される.
- ・ 離散的に時間発展をする.
- ・ 格子点のとりうる値は, 有限個である.
- ・ 各格子点の値は, 同一の決定論的な規則に従って, 時間発展させられる.
- ・ 一つの格子点の値の時間発展は, その格子点の近傍だけで決まる.

高安「フラクタル」朝倉書店

2次元セル・オートマトン

コンウェイ(J.H.Conway)のライフゲーム(1970)

碁盤のますめに存在するセルは、以下のローカルルールによって変化する.

ルール1 : 隣接するセルが2個または3個存在するとき, 生存.

ルール2 : 隣接するセルが4個以上または1個以下のとき, 死滅.

ルール3 : 隣接するセルがちょうど3個のとき, 空のますめにセルが誕生.

セルの現在の状態	8個の周囲のセルで オン状態のセルの数	セルの次の状態
オン ○	2 3	オン ○
	0 1 4 5 6 7 8	オフ ×
オフ ×	3	オン ○
	0 1 2 4 5 6 7 8	オフ ×

セル・オートマトン応用例

「車の流れ」

車の走行ルール

1. 前方に車が近づくとスピードを落とす.
2. 前方に車がない場合はスピードを制限内で上げる.
3. スピード違反探知装置を発見した場合はスピードを落とす.

「鳥配列車群走行システム」

http://www.eccj.or.jp/fuel/94/h7_12_2.html

Lシステム

A.Lyndenmayer(1968)

生物の発生に関する表現方法

例: 紅藻 (C.roseum)

細胞のタイプを記号化したセット Σ

$\Sigma = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, (,)\}$

発生過程の数学的表現

(Σ, P, ω)

ただし, ω は初期配値

書き換え規則

$P = \{1 \rightarrow 42$

$2 \rightarrow 43$

$3 \rightarrow 53$

$4 \rightarrow 4$

$5 \rightarrow 6$

$6 \rightarrow 7$

$7 \rightarrow 8(1)$

$8 \rightarrow 8$

$(\rightarrow ($

$) \rightarrow) \}$

Lシステムによる紅藻の発生過程

Step 1

1

Step 2

4	2
---	---

Step 3

4	4	3
---	---	---

.....

.....

書き換え規則

$P = \{1 \rightarrow 42$

$2 \rightarrow 43$

$3 \rightarrow 53$

$4 \rightarrow 4$

$5 \rightarrow 6$

$6 \rightarrow 7$

$7 \rightarrow 8(1)$

$8 \rightarrow 8$

$(\rightarrow ($

$) \rightarrow) \}$