

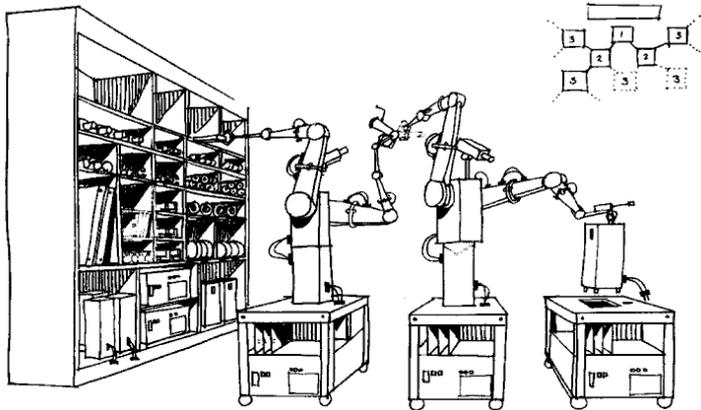
プログラムが自己増殖する？

-セルオートマトンを用いた仮想的な生命-

東京情報大学 総合情報学部 総合情報学科 知能情報システム研究室

セルオートマトンとは？

セルオートマトン(Cellular Automaton)とは、格子状にならんだ「セル」と呼ばれるマスと、単純な規則による計算モデルのこと。セルオートマトンは、「コンピュータの父」とも呼ばれるフォン・ノイマンが、1950年代に自己複製機械の研究のために考案した。**自己複製機械(Self-replicating Machine)**とは、生物のように自分の複製(子孫)を生成することのできる装置のこと。特に、自己複製するプログラムをクワインと呼ぶ。コンピュータウイルスも自己複製することにより感染を拡大する。



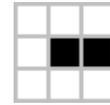
自己複製機械の例

ライフゲーム(Game of Life)

コンウェイのライフゲーム(Conway's Game of Life)は、ジョン・コンウェイが1970年に発表したセルオートマトンを用いた**人工生命(Artificial Life)**シミュレーション。ライフゲームでは、セルは「生」あるいは「死」のいずれかの状態(state)を持つ。それぞれのセルは以下の四つの単純な規則に従う。



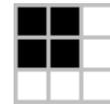
ライフゲーム



1. 過疎

「生」のセルに隣接する8つのセルのうち、「生」のセルの合計が1以下の場合、中心のセルの状態は「死」になる。

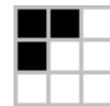
生命が生存するためには、適切な交配が必要だが、隣接するセルに生命が少ないと、交配が成功せず、死滅する。



2. 生存

「生」のセルに隣接する8つのセルのうち、「生」のセルの合計が2あるいは3の場合、中心のセルの状態は変化しない。

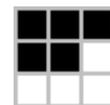
隣接する生命の数が調和している時、生命は増えもせず減りもせず、世代交代しながら生命を維持することができる。



3. 増殖

「死」のセルに隣接する8つのセルのうち、「生」のセルの合計が3の場合、中心のセルの状態は「生」となる。

隣接する生命の数が一定の数を超えると、生命を維持する新たな環境を求め、生命は増殖する。



4. 過密

「生」のセルに隣接する8つのセルのうち、「生」のセルの合計が4以上の場合、中心のセルの状態は「死」となる。

隣接する生命の数が多すぎる場合、生命を維持するための環境が不足し、生命は死滅する。

創発(Emergence)

セルオートマトンは、単純な構成要素から想像できないような複雑な機能が生まれる**創発(Emergence)**の研究にも利用されている。その他、道路の渋滞予測シミュレーションやさまざまな流体力学シミュレーション、コンピュータの効率的な基盤設計や工場のライン設計、デジタル画像の画像補正処理など、さまざまな実社会の複雑な問題の解決に応用されている。