

『モデリング・シミュレーション入門』

第13回 遺伝的アルゴリズムによる進化のシミュレーション
+ 総括

いば たかし

井庭 崇

慶應義塾大学総合政策学部 専任講師
iba@sfc.keio.ac.jp
<http://www.sfc.keio.ac.jp/~iba/lecture/>

【最後の宿題】

授業を終えての自己評価&フィードバックコメント

9月からの4ヶ月間、「モデリングシミュレーション入門」の授業を受けてきて、

- (1) 考え方がどのように変わったか、またどのような能力が向上したか等について、自己分析・自己評価してください。
- (2) また、授業の内容や方法等について、感想・コメントを書いてください。

- 分量は、A4用紙換算で1~2枚程度
- メールで model-staff@sfc.keio.ac.jp まで。
- メールの子ブジェクト(件名)を「**model-feedback**」とする。
- 氏名・学部・学年・学籍番号を明記すること。
- **1月21日(金)の23時59分まで。**

(後日、名前等を伏せてWWW上で公開します。)



井庭研(1)の紹介

<http://ilab.sfc.keio.ac.jp/>

履修希望の人は、シラバスをよく読み、
1月20日(木)までにエントリーしてください。

「新しい社会システム理論の探究」

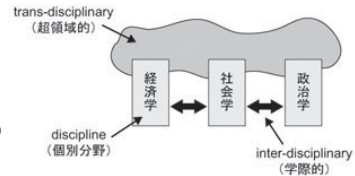
- 社会を「システム」として捉える視点を身につけ、社会現象の分析や問題解決、新しい仕組みの提案や政策提言を行うことを目指します。

■ 個人研究

- 各自の問題意識に基づいて取り組む。

文献輪読

- 動的な社会観の社会学者・経済学者等の文献を多数取り上げる。



井庭研(2)の紹介

<http://ilab.sfc.keio.ac.jp/>

履修希望の人は、シラバスをよく読み、
1月20日(木)までにエントリーしてください。

「思考と学習のデザイン: 「世界」をつくるという方法」

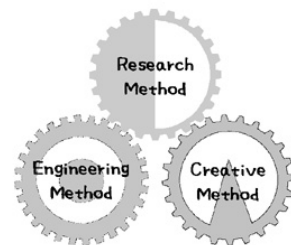
- 「シミュレートされた世界」を通じて思考したり学習したりすることを支援することを目指す。

■ グループ研究

- コンピュータ・シミュレーション、ゲーミング・シミュレーション、その他のメディアを用いて制作・研究を行う。

■ 文献輪読

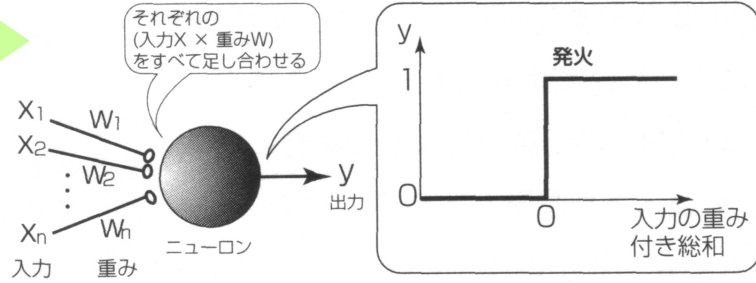
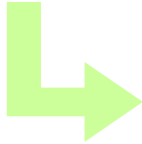
- Research Method、Engineering Method、Creative Method に関する文献を読み、方法を身につける。



ニューラルネットワークのモデル



- 1943年
- 神経学者ウォーレン・マカロック
- 数学者ウォルター・ピッツ



ANDパターンを覚える

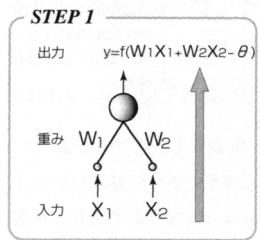


入力	出力
0 0	0
0 1	0
1 0	0
1 1	1

パターン 0 1 は?

0

正解!



Keio University SFC 2004

『モデリング・シミュレーション入門』

第13回 遺伝的アルゴリズムによる進化のシミュレーション
+ 総括

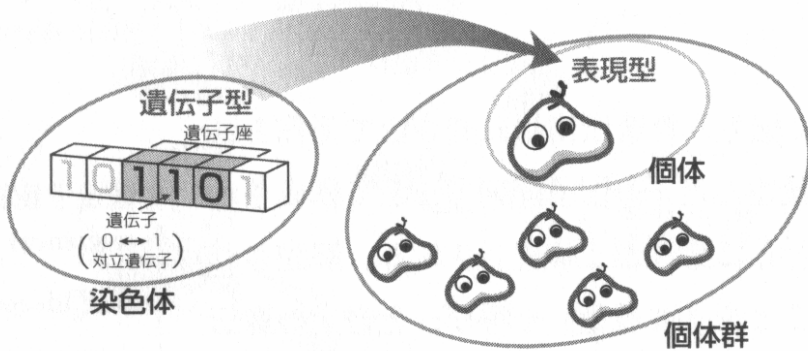
いば たかし

井庭 崇

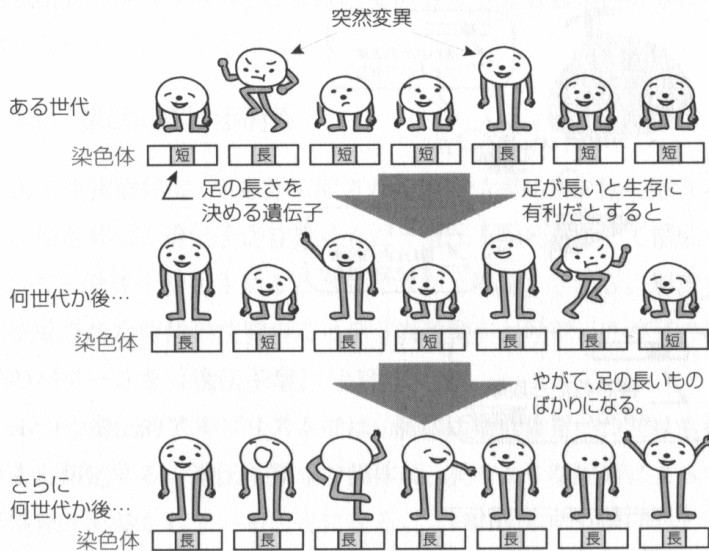
慶應義塾大学総合政策学部 専任講師
iba@sfc.keio.ac.jp
<http://www.sfc.keio.ac.jp/~iba/lecture/>

進化について考える

遺伝的アルゴリズムにおける用語



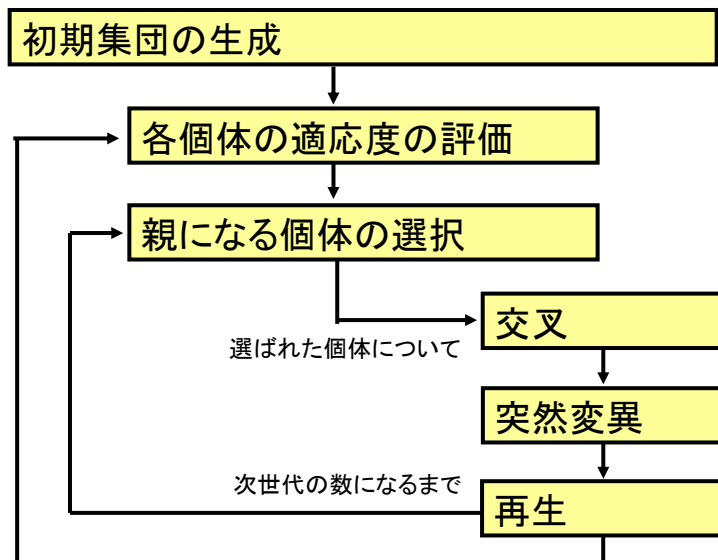
生物の進化のプロセス



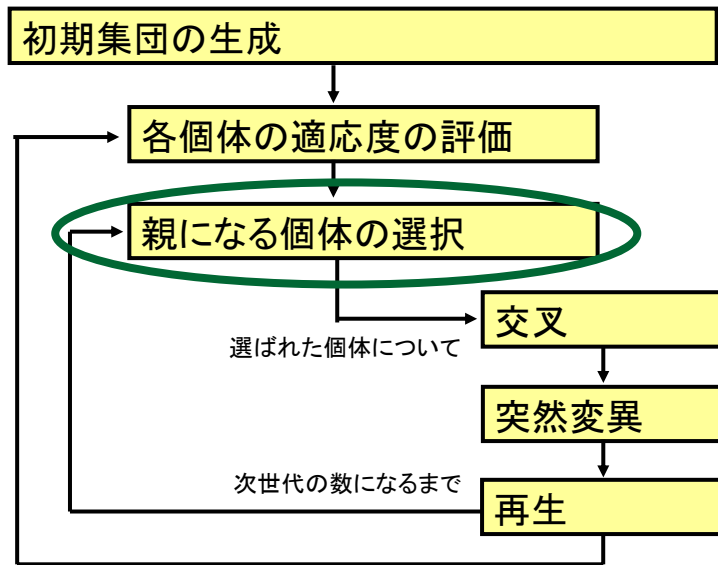
遺伝的アルゴリズム

- 遺伝的アルゴリズム
- Genetic Algorithm
- 生物の遺伝のメカニズムを模倣した計算手法。
- 文字列(数値列)を染色体のように扱うことによって、最適化問題の解の探索手法として利用できる。

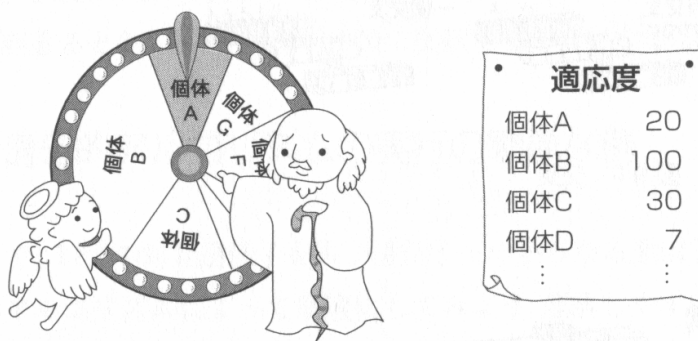
遺伝的アルゴリズムの手順



遺伝的アルゴリズムの手順

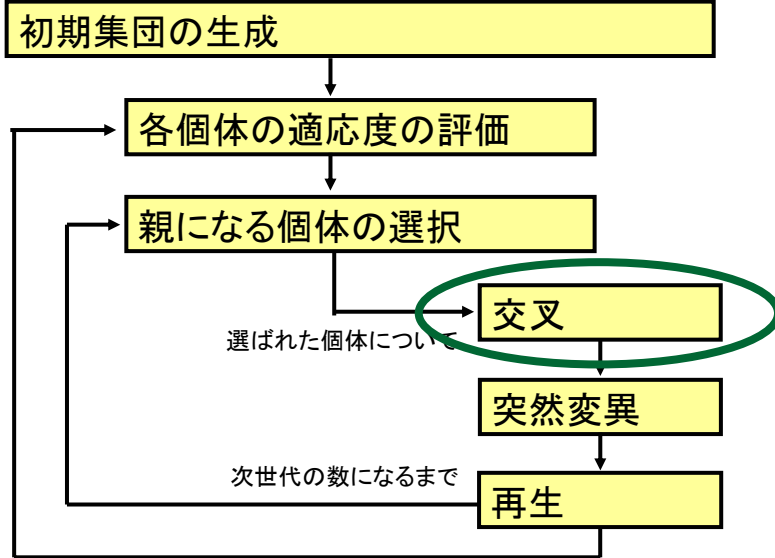


選択 (Selection)



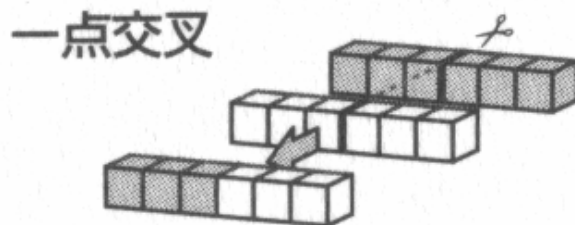
親になる個体の選択

遺伝的アルゴリズムの手順



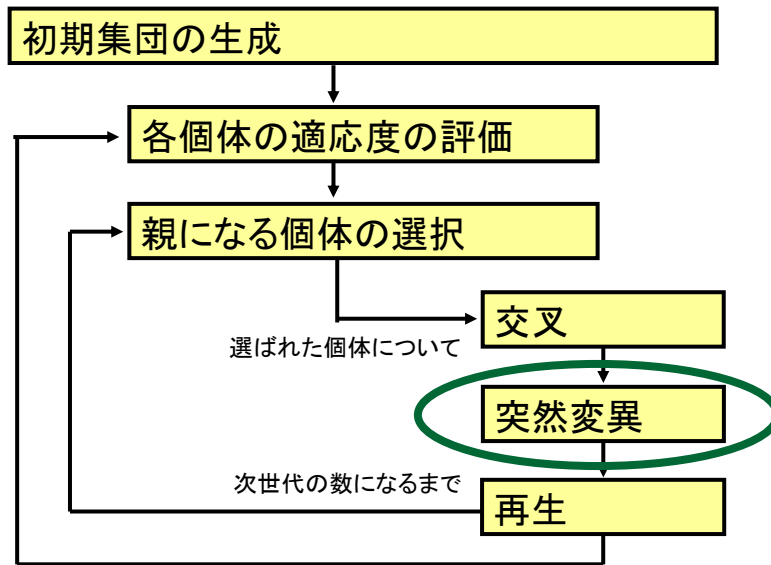
交叉 (crossover)

- 要素(遺伝子)の組み合わせを変える



交叉

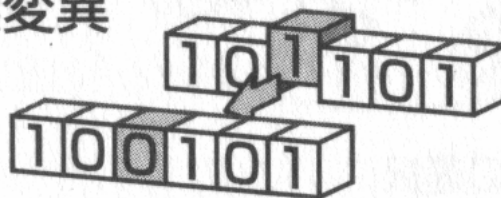
遺伝的アルゴリズムの手順



突然変異 (mutation)

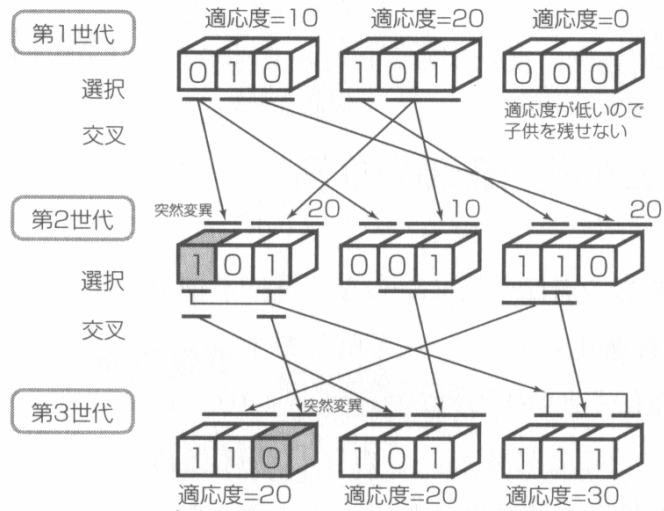
- 要素(遺伝子)を他のものに変える

突然変異

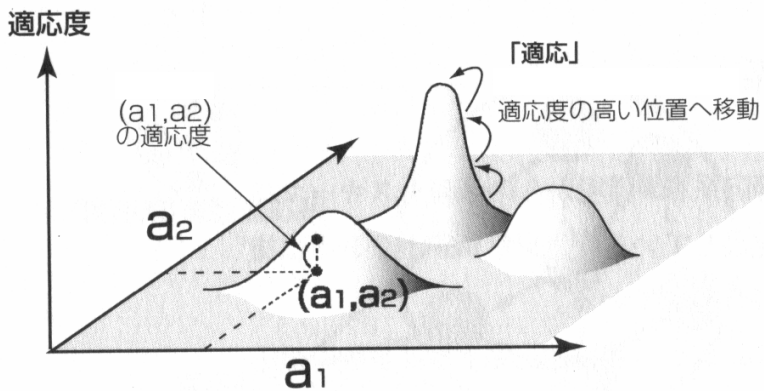


突然変異

例



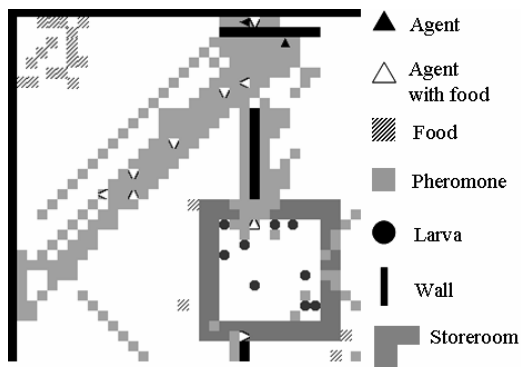
適応度地形(フィットネス・ランドスケープ)で捉える「適応」(Adaptation)



シミュレーション事例 単純反応型エージェントにおける 協調の創発

単純反応型エージェントにおける協調の創発

- 単純反応型エージェントは、進化によって、協調行動を獲得することはできるのだろうか？

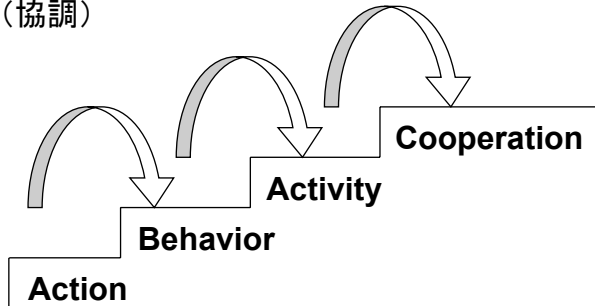


T.Iwamura, T.Iba, Y. Takefuji, "Emergence of Cooperative Behavior by Simple Reactive Agents", ISAS & SCI, 1999

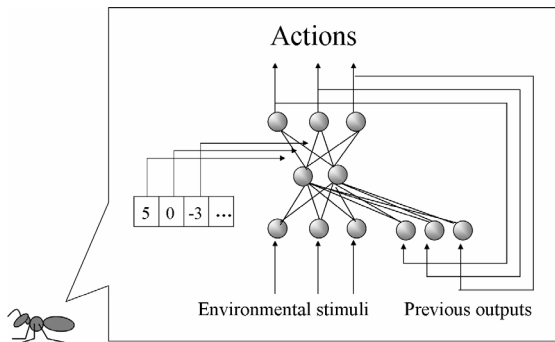
単純反応型エージェントにおける協調の創発

■ 単純動作から協調までの4段階(ここでの捉え方)

- Action(動作)
- Behavior(行動)
- Activity(活動)
- Cooperation(協調)



エージェントのアーキテクチャ



Outputs (Action)

- Move forward
- Turn right
- Turn left
- Drop food
- Take food
- Drop pheromone

Environmental stimuli

- If here is a food pellet
- If here is any other ant.
- If here is pheromone
- If here is a larva
- If here is larva's pheromone
- If here is wall

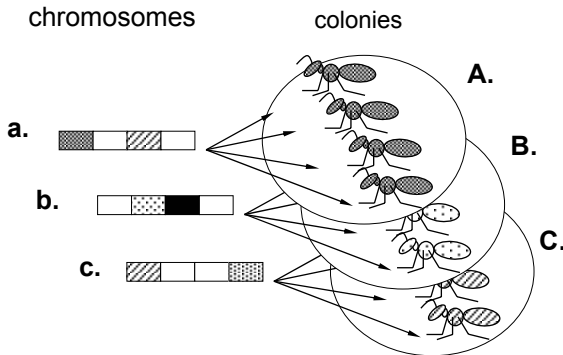
Internal states

- If this agent is toward nest
- If this agent is in bedroom
- If this agent is in storeroom
- If this agent is hungry
- If this agent has a food pellet

Recurrent Feedback

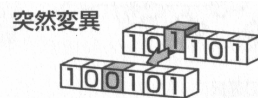
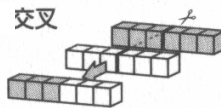
- If this agent moved forward
- If this agent turned right
- If this agent turned left
- If this agent dropped food
- If this agent took food
- If this agent dropped pheromone

エージェントの進化



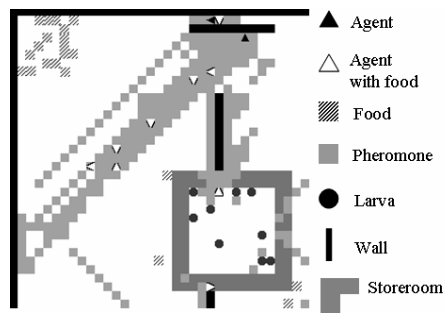
Agents in a colony have same chromosome

$$Fitness = \frac{Survival}{fitness} + \frac{Storing}{fitness} \times 10 + \frac{Feeding}{fitness} \times 20$$

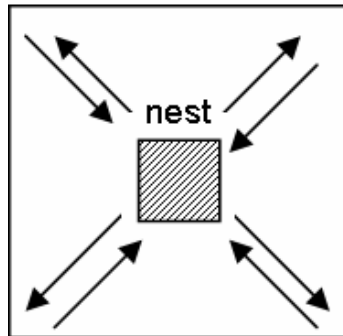


シミュレーション設定

- 80 nests, 10 agents
- 50 × 50 cells
- 20 pellets × 3 piles
- 15 disperse pellets
- 600 steps / generation
- 400 energy
- 4 neurons in the hidden layer



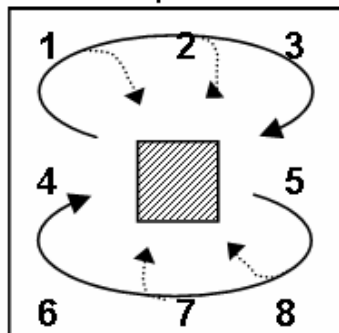
静的環境におけるシミュレーション結果



Agents in static environment

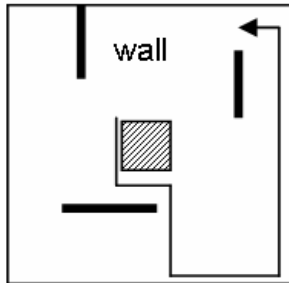
動的環境におけるシミュレーション結果

1~8 : the location of food piles

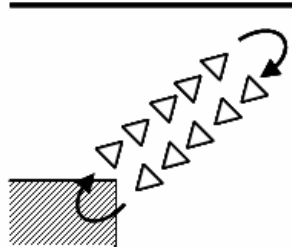


Agents in dynamic environment

動的環境(障害物あり)のシミュレーション結果



Agent's activity to avoid disturbance



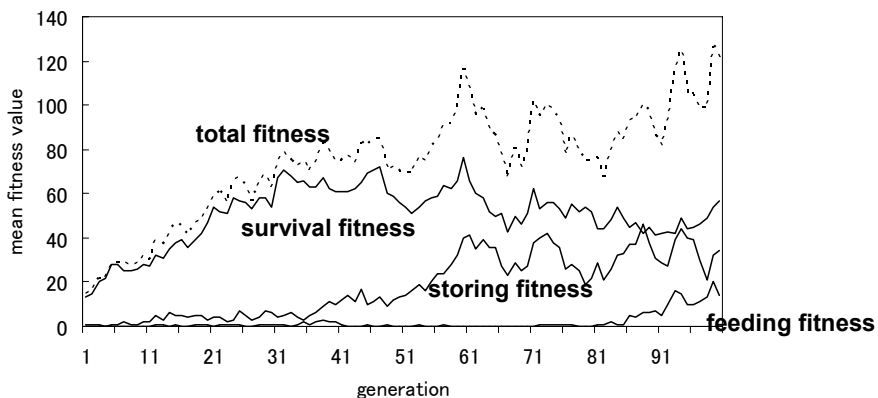
10 agents work together

進化の段階

■ 実験設定

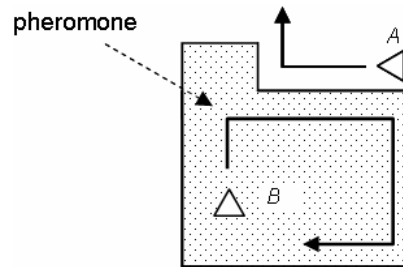
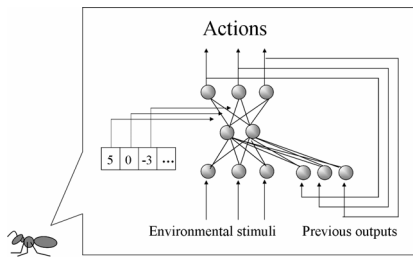
- 80 nests, 15 agents
- 50 × 50 cells
- 25 pellets × 3 piles

- 15 disperse pellets
- 600 steps / generation
- 400 energy
- 6 neurons in the hidden layer



単純反応型エージェントにおける協調の創発

- モデルでは、エージェントが「フェロモン」を置くことと、それを感知することは可能にしておくが、その意味は規定しておかない。
- シミュレーションの結果、コロニーによって2つの異なる使い方が見られた。
 - (1)他のエージェントに「この中にいる」という意味で用いる場合
 - (2)「こっちは来るな」という意味で用いる場合
- 役割の形成



アイデアの進化

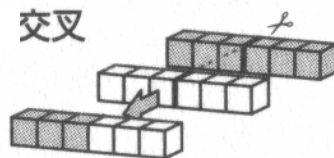
アイデアとは・・・

「既存の要素の新しい組み合わせ」

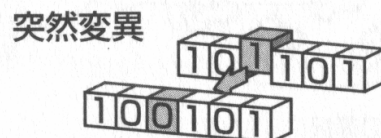
ジェームス・W・ヤング, 『アイデアのつくり方』, TBSブリタニカ, 1998

アイデアの進化

■要素の組み合わせを変える。



■一部の要素を変える。



「適合していること」と
「適応能力」は違う！

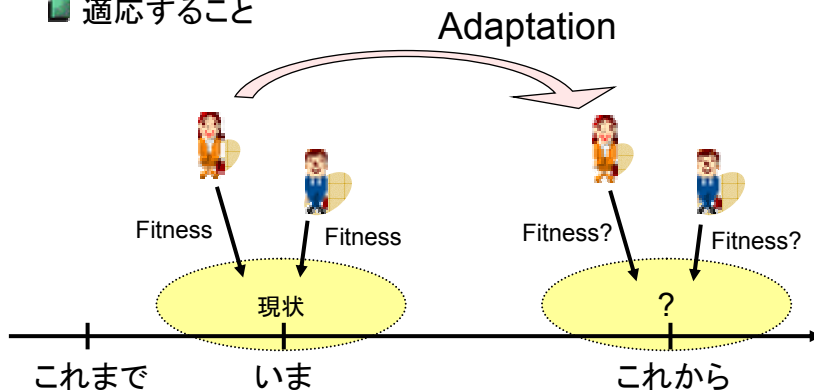
Fitness の向上 から Adaptation能力の向上へ

■ Fitness

- 適応度、適合度

■ Adaptation

- 適応すること



『モデリング・シミュレーション入門』

第13回 遺伝的アルゴリズムによる進化のシミュレーション
+ 総括

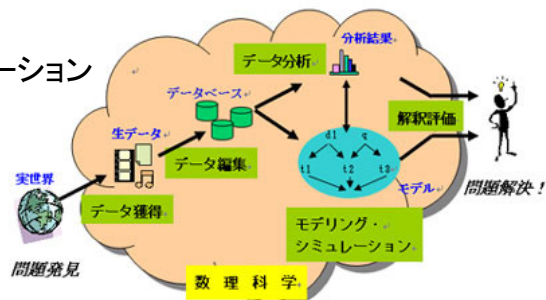
いば たかし

井庭 崇

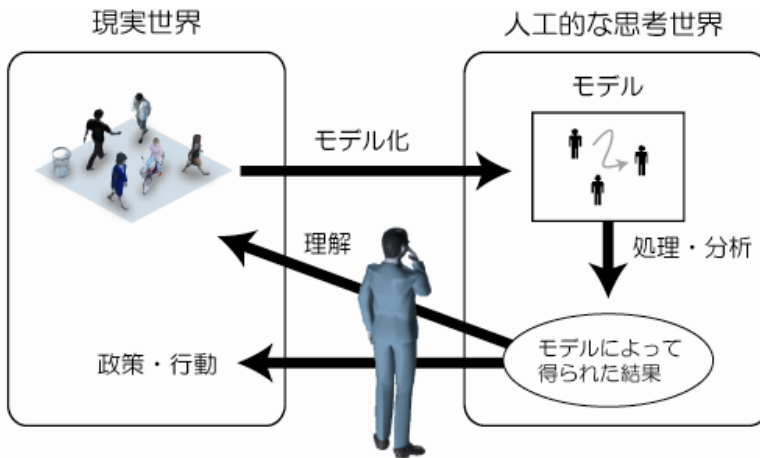
慶應義塾大学総合政策学部 専任講師
iba@sfc.keio.ac.jp
<http://www.sfc.keio.ac.jp/~iba/lecture/>

ナレッジスキル (Knowledge Skills)

- 実世界、およびインターネット世界の両者を対象とした、知を操作するスキル
- 5つのグループ
 - データ獲得
 - データ編集
 - データ分析
 - モデリング・シミュレーション
 - 数理科学



シミュレーションは思考を支援する



この授業における「わかる」

- モデリング
 - 分けることでわかる
 - 形式知による理解
- シミュレーション
 - 体験することでわかる
 - 暗黙知による理解

理解する≡つくることができる

- 「もし、あるシステムを本当に理解すれば、それを建造することができるだろう。逆に、動くモデルを製作して証拠にするまでは、システムを本当に理解したとは言えない」

(Carver Mead, Analog VLSI and Neural Systems, Reading, Mass., Addison-Wesley, 1989)

授業スケジュール

- 第1回(10/1) イン트로ダクション
- 第2回(10/8) モデリングとは
- 第3回(10/15) 数理モデリング
- 第4回(10/22) 非線形とカオス
- 第5回(11/5) オートマトン(状態機械)
- 第6回(11/12) オブジェクト指向モデリング
(三田祭休み)
- 第7回(11/26) オブジェクト指向モデリングとプログラミング
- 第8回(12/3) シミュレーションによる分析
- 第9回(12/10) 自律分散協調システムと自己組織化のシミュレーション
- 第10回(12/17) 成長するネットワークのシミュレーション
- 第11回(12/18) 補講: ゲストスピーカー講演
(冬休み)
- 第12回(1/7) ニューラルネットワークによる学習のシミュレーション
- 第13回(1/14) 遺伝的アルゴリズムによる進化のシミュレーション

「生成」の視点へ

今、目の前に存在するものが
どのようにしてできたものなのか、
そのことについて考える。

“Being”ではなく、“Becoming”の視点

勉強会から本の出版へ



『複雑系入門: 知のフロンティアへの冒険』
井庭崇, 福原義久, NTT出版, 1998



そして、ついに本が完成！

『複雑系入門：知のフロンティアへの冒険』
(井庭崇, 福原義久, NTT出版, 1998)



第I部 『複雑系』科学

- 第1章 『複雑系』とは何か？
- 第2章 『複雑系』科学の位置
- 第3章 『複雑系』科学の方法論

第II部 複雑性の現象

- 第4章 フラクタル
- 第5章 自己組織的臨界状態
- 第6章 カオス
- 第7章 カオスの縁

第III部 複雑適応系

- 第8章 複雑適応系
- 第9章 進化と遺伝的アルゴリズム
- 第10章 カウフマンネットワーク
- 第11章 ニューラルネットワーク

第IV部 『複雑系』科学のフロンティア

- 第12章 『複雑系』経済学
- 第13章 人工生命
- 第14章 カオス結合系
- 第15章 内部観測

第V部 『複雑系』研究への道標

- 第16章 『複雑系』科学の鳥瞰図

大学の起源
そして、未来の大学

Tomorrow never knows.

The best way to predict the future
is to invent it.

To the Frontier.

*Presented by Takashi Iba
Introduction to Modeling & Simulation (2004)*

To the Frontier.

*Presented by Takashi Iba
Introduction to Modeling & Simulation (2004)*