



人工社会 (Artificial Society)

計算モデリング

2011/04/26

高木英至

1

複雑系・人工社会

- ▶ システム論→サイバネティクス→ロボティクス→複雑系 (complex systems)
 - ▶ アブストラクト・ナンセンスとは言い切れなくなった。
- ▶ その理由
 - ▶ 多様なアイデア
 - ▶ 適応と学習、セルオートマトン、ニューラルネットワーク、免疫システム、自動触媒作用、遺伝子ネットワーク、遺伝的アルゴリズム、カオスの縁、共進化、計算理論、人工生命、人工経済、適応的コンピューテーション
 - ▶ 計算アプローチ (Computational Approach)

関連するポイント

- ▶ Agent-based modeling
 - ▶ 独立したエージェントからシステムの挙動特性が「創発」する
- ▶ 創発性
 - ▶ from local rules to global structures
 - ▶ "Emergence"
 - ▶ multi-agent systems
- ▶ 複雑性
 - ▶ 創発的構造が複雑な挙動を示す
- ▶ 適応系
 - ▶ 自己組織化

人工生命から人工社会へ

- ▶ 人工生命 (Artificial Life, AL)
 - ▶ 「生命らしいもの」=複雑系を人工的に構成
 - ▶ 生命の原理を探る
- ▶ 人工社会 (Artificial Society)
 - ▶ 背景
 - ▶ 人工生命
 - ▶ 分散された人工知能 (DAI)
 - ▶ 進化論
 - ▶ Multi-agent systems としての社会
 - ▶ 社会秩序 = 社会の創発性
 - ▶ サンタフェ研究所周辺
 - ▶ Epstein & Axtell (1996)
 - ▶ ヨーロッパ
 - ▶ Gilbert & Doran (1994)
 - ▶ など

人工生命 (Artificial Life, ALife)

- ▶ Life-as-it-could-be
 - ▶ 従来は Life-as-we-know-it
- ▶ 人工生命の特徴(Langton)
 - ▶ 単純なプログラム(構成要素)の集合からなる
 - ▶ 他の構成要素に指示を出す構成要素は存在しない
 - ▶ 構成要素は自己の Local な環境で反応できる
 - ▶ 全体の挙動を決めるルールは存在しない
 - ▶ 従って、全体的挙動は創発的である。



社会秩序の創発性

- ▶ 社会の見方
 - ▶ 社会実在論と社会名目論
- ▶ 創発性の説明、という課題
- ▶ 社会科学の根本問題
 - ▶ しかし従来は方法論を欠く



社会のシミュレーション

- ▶ シミュレーション
 - ▶ derivation machines
 - ▶ 人間は使えない
- ▶ 仮想社会(artificial societies)
 - ▶ 独立した agents with 行動ルール
 - ▶ 集合体は独自のルールを持たない
 - ▶ Micro-macro Link
 - ▶ 進化 — fitness に基づく適応
 - ▶ 生物学的進化: differential reproduction
 - ▶ 文化的進化: 学習



参考文献

- ▶ Axelrod, R., 1984, The Evolution of Cooperation. NY: Basic Books. アクセルロッド 松田裕之(訳) 『つきあい方の科学』, 1987, HBJ出版局.
- ▶ Axelrod, R. 1997, The Complexity of Cooperation. Princeton, NJ: Princeton Univ. Press.
- ▶ Castelfranchi, C. & Werner, E. (Eds.), 1994, Artificial Social Systems. Berlin: Springer.
- ▶ Conte, R. & Castelfranchi, C., 1995, Cognitive and Social Action. London: UCL Press.
- ▶ Epstein, J.M. & Axtell, R., 1996, Growing Artificial Societies. Cambridge: The MIT Press.
- ▶ Gilbert, N. & Conte, R., (Eds.), 1995, Artificial Societies. London: UCL Press.
- ▶ Gilbert, N. & Doran, J., (Eds.), 1994, Simulating Societies. London: UCL Press.
- ▶ 萩原将文, 1994, 『ニューロ・ファジー・遺伝的アルゴリズム』 産業図書
- ▶ Hegselmann, R., Mueller, U. & Troitzsch, K.G., 1996, Modelling and Simulation in the Social Sciences from the Philosophy of Science Point of View. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- ▶ Holland, J.H., 1998, Emergence: From Chaos to Order. Reading, MA: Addison-Wesley.
- ▶ 星野力, 1998, 『進化論は計算しないとわからない』 共立出版
- ▶ 人工生命研究会(編), 1994, 『人工生命』 共立出版
- ▶ 科学シミュレーション研究会, 2000, 『パソコンで見る生物進化』 講談社(ブルーバックス)
- ▶ Troitzsch, K.G., Mueller, U., Gilbert, G.N. & Doran, J.E. (Eds.), 1996, Social Science Microsimulation. Berlin: Springer.
- ▶ Waldrop, M.M., 1992, Complexity. NY: Simon & Schuster. ワールドロップ, 1996, 『複雑系』. 田中三彦・遠山峻征訳, 新潮社.
- ▶ 米澤保雄, 1993, 『遺伝的アルゴリズム』 森北出版



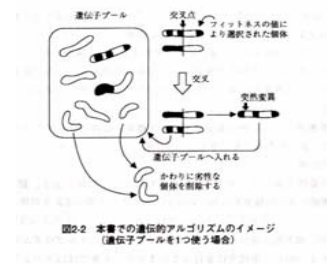
進化型のシミュレーション

- ▶ 社会現象のシミュレーション
 - ▶ 単純推論型
 - ▶ 前提(与件) → 帰結は何か?
 - ▶ 進化型
 - ▶ 原則は同じ
 - ▶ しかし与件(の一部)が変化する → 進化
 - ▶ 与件の内生変数化
- ▶ 進化型のシミュレーションの適用
 - ▶ 与件に根拠がない場合
 - ▶ 与件(構造)の成立根拠を問題にする場合

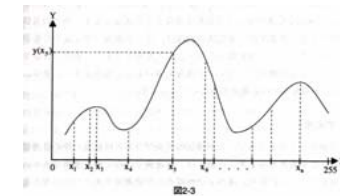
遺伝的アルゴリズム

- ▶ Genetic Algorithms
- ▶ John Holland ~
- ▶ 変数の値を最適化(進化)させる方法
- ▶ 変数の値のコード化(例:2進数へのコード化)
 - ▶ 例:1011001
- ▶ 基準値の高い変数の値が生き残るようにする。
- ▶ 最適化法的一种 cf. 勾配法
 - ▶ 進化的計算の基礎

- ▶ 遺伝子型、初期遺伝子集団の決定
- ▶ 適応度(fitness)による評価
- ▶ 選択(selection):増殖・淘汰
- ▶ 交叉(crossover)
- ▶ 突然変異(mutation)
- ▶ その他の処理



- ▶ 数値計算による最適化法
- ▶ 傾斜法などに比べ、大域的な極大化を達成しやすい。



囚人のジレンマにおける 戦略進化

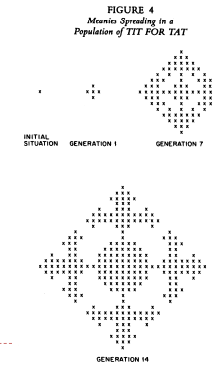
- ▶ 最も基本的
- ▶ 囚人のジレンマ
- ▶ 協力(C)と非協力(D)
 - ▶ CC=相互サポート
 - ▶ 一種の(限定)交換
- ▶ 均衡解
 - ▶ 静的ゲーム→DD
 - ▶ Meta Game, Super Game への拡張→CCがDDとともに均衡解に含まれる。

		Self	Other
	give	0	2
	not give	1	0

		Player 2	
		give	not give
		2	3
Player 1	give	2	0
	not give	3	1

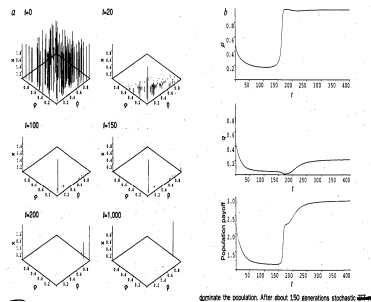
Axelrod(1984) の分析

- ▶ 一種の進化ゲーム状況
- ▶ 戦略間のトーナメント
 - ▶ tit-for-tat戦略(TFT)の優越
- ▶ 解析
 - ▶ TFTを取り合う(→CC)ことが Nash 均衡解になる
 - ▶ Collective Stable Strategy $\approx$ ESS
- ▶ TFT の頑健性
- ▶ 限界
 - ▶ どの戦略が勝つかは戦略分布による
 - ▶ ノイズを考えない
 - ▶ 多数の戦略が競い合う状況ではない



Axelrod(1984) 以後の展開(1) :ノイズのある状況

- ▶ ノイズがある状況では TFT より「寛容な」戦略が有利である可能性
 - ▶ 右図の p : C 返礼確率
 - ▶ 右図の q : D に C を返す確率
- ▶ 厳密な TFT : 協力の優越への触媒作用



Axelrod(1984) 以後の展開(2)

- ▶ パブロフ戦略(Win-stay Lose-change): TFT より成績が良い、という結果 (Nowak, M. & Sigmund, K., 1993)
- ▶ 非寛容な Gradual が強いという説 (Beaufils, Delahaye & Mathieu, 1996): 相手が裏切った全回数を、相手が裏切るたびに裏切り返す。
- ▶ Open end な進化(Lindgren, 1991)
 - ▶ ノイズの存在+遺伝子操作によって戦略の次元が増加できる
 - ▶ 何らかのESSに到達 — 9割
 - ▶ open end な進化 — 1割

