



コンピュータシミュレーション
モデルとは

計算モデリング

2011/04/19 高木英至

1

「シミュレーション」の意味の多義性

- ▶ 「数学的に表現されたモデルの挙動を、主にコンピュータを用いて調べること」
- ▶ 「乱数を用いた数値計算」 モンテカルロ・シミュレーション(モンテカルロ法)
- ▶ 人間被験者にゲームもしくは役割演技をさせること(社会科学、行動科学)
- ▶ 何らかの数字を試算すること [例]「ローン返済のシミュレーション」

▶ 2

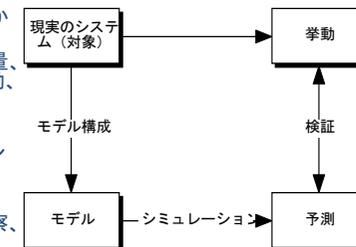
Shannon(1975) の定義:

- ▶ シミュレーションとは現実のシステムのモデルを作成し、そのモデルを実験してみる過程である。シミュレーションの目的は、システムの挙動(behavior)を理解すること、もしくはシステムの作動に対する各種の戦略の効果を評価することである。

▶ 3

モデルとは:

- ▶ 対象(target entity)
 - ▶ 現実世界(real world)の中の何らかのシステム
 - ▶ [例]ロケットの弾道、天候、交通量、種の進化、流行現象、消費者行動、配偶者選択
- ▶ モデル(model)
 - ▶ 対象の本質的な属性を保持したシステム
- ▶ 対象の動き方を調べる。
 - ▶ a. 直接的な方法: 対象を直接観察、もしくは実験
 - ▶ b. 対象のモデルを作ってモデルの挙動を調べる



▶ 4

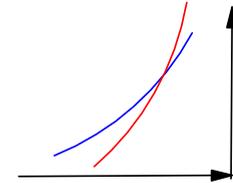
実体／シンボリック

- ▶ 実体モデル(physical models)
 - ▶ 縮尺モデル: 飛行機や船体の模型
 - ▶ 実物モデル: 対象と同じ縮尺を持つ
 - ▶ 類推モデル: 対象と類似した特性を持つ実体で置き換えた
- ▶ シンボリック・モデル(symbolic models)
 - ▶ 何らかのシンボル体系で記述したモデル
 - ▶ 思考実験(thought experiment)
 - ▶ 3種類のシンボリック・モデル
 - ▶ 自然言語モデル
 - ▶ 数理モデル
 - ▶ コンピュータシミュレーションモデル

▶ 5

言語モデル

- ▶ 社会心理学の理論(モデル)
- ▶ 図示: 接近—回避の葛藤
- ▶ 言語モデルによるシミュレーションの不完全さ
 - ▶ モデルからの導出(derivation 仮説など)は本当にモデルから導かれたのか?
 - ▶ 隠れた前提がないのか?



▶ 6

数理モデル

- ▶ 記憶の検索(scanning)
 - ▶ $N(t)$: 再生した個数
 - ▶ $dN(t)/dt = a(N_{max} - N(t))$
 - ▶ $\rightarrow N(t) = N_{max}(1 - e^{-at})$
- ▶ 噂の伝播
 - ▶ $P(t)$: 噂を知っている者の比率
 - ▶ $dP(t)/dt = a(1 - P)P$
 - ▶ $\rightarrow P(t) = [1 + (1 - P_0)/P_0 e^{-at}]^{-1}$
- ▶ ランチェスターの2次公式
 - ▶ X_a : a軍の兵力、 X_b : b軍の兵力
 - ▶ $dX_a/dt = -K_b X_b$
 - ▶ $dX_b/dt = -K_a X_a$
 - ▶ $\rightarrow X_a^2 - E X_b^2 = 2C, \quad E = K_b/K_a, \quad C = \text{積分定数}$

▶ 7

生態モデル

- ▶ N_1 : 種1の密度 N_2 : 種2の密度 k : 密度の上限
- ▶ c_{12}, c_{21} : 競争係数
- ▶ $dN_1/dt = r_1 \cdot N_1(k - N_1 - c_{12} \cdot N_2)/k$
- ▶ $dN_2/dt = r_2 \cdot N_2(k - N_2 - c_{21} \cdot N_1)/k$
- ▶ 利点
 - ▶ 言語モデルのようなあいまいさがない。
- ▶ 欠点
 - ▶ 対象が複雑な場合、数学的定式化の困難
 - ▶ 定式化できても解くことが困難 (解きやすくするための恣意的な前提)
 - ▶ 柔軟性の欠如

▶ 8

シミュレーション・モデル

- ▶ プログラミングによるモデル化
 - ▶ 数理モデルの代用
 - ▶ 発見 \leftrightarrow 証明(数理モデル)
- ▶ デモプログラム
 - ▶ 噂の伝播 (rumor02.exe)
 - ▶ ランチェスターの2次公式 (shoot01.exe)
 - ▶ 2種の生態 (Ecol2.exe)

▶ 9

参考文献

- 広瀬幸雄 (編著), 1997, 『シミュレーション世界の社会心理学』 ナカニシヤ出版
- Jones, R.A. 1985 *Research methods in the social and behavioral sciences*. Sunderland, MA: Sinauer Associates.
- Law, A.M. & Kelton, W.D. (1982) *Simulation modeling and analysis*. New York: McGraw-Hill.
- Payne, J.A. (1982). *Introduction to simulation*. NY: McGraw-Hill.
- Reynolds, J.H. (1987). *Computing in Psychology*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- 数理科学編集部 (1993). 『シミュレーション 別冊・数理科学』 サイエンス社

▶ 10

モデルの分類(1)

- ▶ 1. 静的／動的
 - ▶ 静的モデル
 - ▶ ゲームの理論、非協力n人ゲームの均衡解
 - ▶ 都市間の交通量(航空乗客数、電話通話量、輸送需要)
 - 交通量は $T = P_1 \cdot P_2 / D^n$ に比例する。
 - P_1, P_2 : 2都市の人口、 D : 都市間の距離
 - ▶ 動的モデル
 - ▶ ランチェスターの2次公式
 - ▶ 動的 \rightarrow 離散的／連続的
 - ▶ 連続的モデル: 微分方程式
 - ▶ 離散モデル: 差分方程式
 - ▶ $P_{n+1}(C) = (1-\theta)P_n(C) + \theta\gamma$
 - ▶ $0 \leq \theta \leq 1$
 - ▶ $\gamma = 1$ if 成功
 - ▶ 0 if else

▶ 11

モデルの分類(2)

- ▶ 2. マクロ／マイクロ
 - ▶ マイクロ: 変数は行為者の行動指標
 - ▶ マクロ: 集計した変数
 - ▶ micro-macro link
- ▶ 3. 決定論的／確率的

▶ 12