



酔歩のシミュレーション

オブジェクト指向プログラミング特論

只木進一:総合情報基盤センター

シミュレーションの例題

- モデルとGUIを分離する
- モデル
 - 高速に計算する
 - 結果をファイルに書く
- GUI
 - 動作をチェックする
 - デモンストレーションに使う

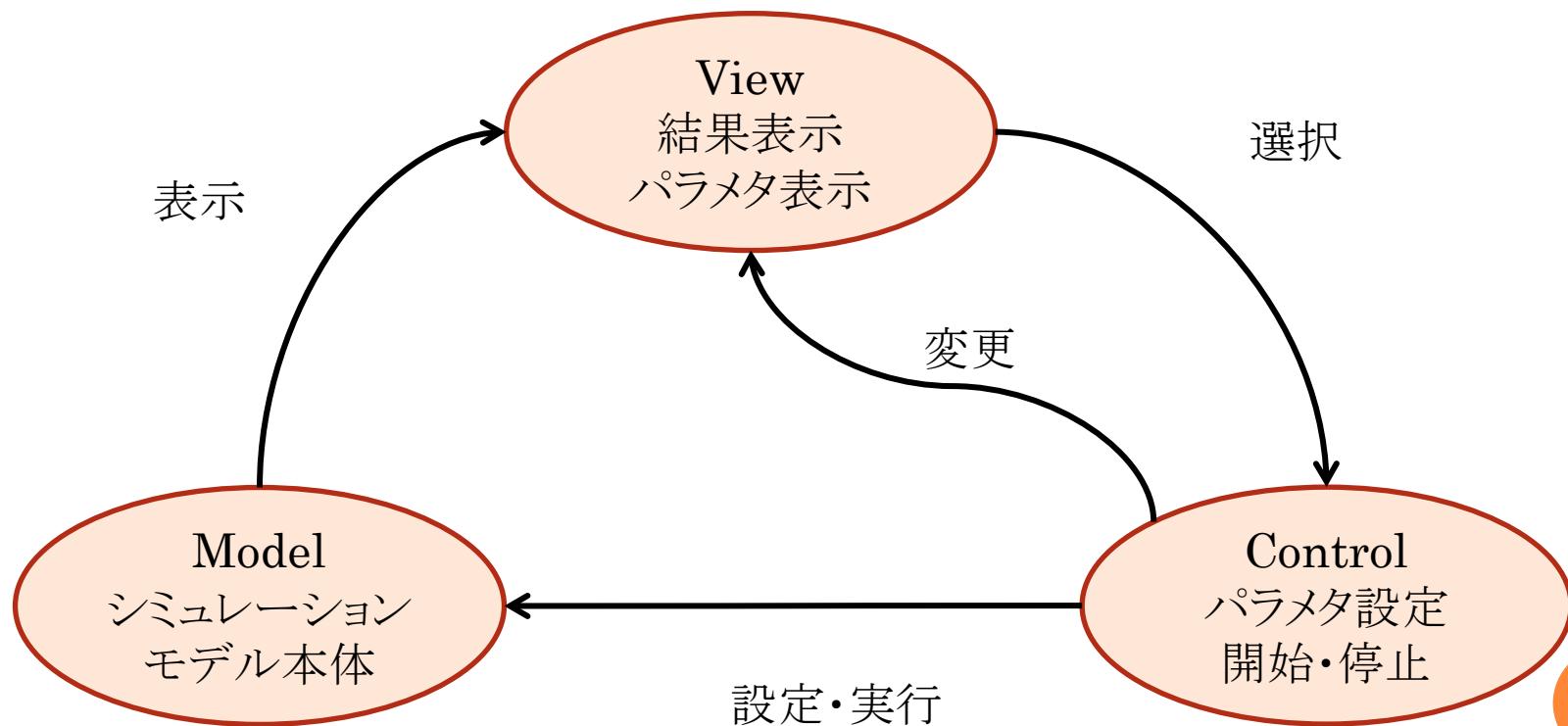


MVC (MODEL-VIEW-CONTROL)

- OOPプログラミングの指針
 - MVCを分離することで、開発効率を上げる
- Model
 - シミュレーションモデル、ビジネスロジックなど
- View
 - ユーザーインターフェイス
- Control
 - UIからの操作の反応



シミュレーションの場合のMVC



酔歩 (RANDOM WALK)

- 確率過程 (Stochastic Process)
 - 系の時間発展が非決定的なもの
- 酔歩
 - 確率過程の標準モデル
 - 一次元格子
 - 各時刻で、確率 p で右に、 $1-p$ で左に移動



理論的解析

- 原点から出発した粒子の位置 x
- 時刻 t で位置 x に居るためには $m = \frac{t+x}{2}$ 回右に移動
 - 左右の移動順序の可能な組み合わせ
- 時刻 t で位置 x に居る確率

$$P(x) = \binom{t}{\frac{t+x}{2}} p^{(t+x)/2} (1-p)^{(t-x)/2}$$



- 位置の平均

$$\langle x \rangle = \sum_{m=0}^t (2m - t) \binom{t}{m} p^m (1-p)^{t-m} = t(2p - 1)$$

- 位置の分散

$$\sigma^2 = \sum_{m=0}^t (2m - t)^2 \binom{t}{m} p^m (1-p)^{t-m} - \langle x \rangle^2 = 4pt(1-p)$$

- 分布の形 $t \rightarrow \infty$

$$P(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{(x + t - 2pt)^2}{2\sigma^2}\right)$$



母関数: GENERATING FUNCTION

- 確率 $P(x): x \in [0, t]$

- 母関数

$$G(z) = \sum_{x=0}^t P(x) z^x$$



$$G(1) = \sum_{x=0}^t P(x) = 1$$

$$G'(z) = \sum_{x=1}^t xP(x) z^{x-1}$$

$$G'(1) = \sum_{x=0}^t xP(x) = \langle x \rangle$$

$$G''(z) = \sum_{x=2}^t x(x-1)P(x) z^{x-2}$$

$$G''(1) = \sum_{x=0}^t x(x-1)P(x) = \langle x^2 \rangle - \langle x \rangle$$



二項分布 $P(x) = \binom{t}{\frac{t+x}{2}} p^{(t+x)/2} (1-p)^{(t-x)/2}$ に対して

$$G(z) = \sum_{x=0}^t \binom{t}{\frac{t+x}{2}} p^{(t+x)/2} (1-p)^{(t-x)/2} z^x = (z^2 p + 1 - p)^t z^{-t}$$

$$G(1) = 1$$

$$G'(z) = 2tpz (z^2 p + 1 - p)^{t-1} G(z) - tz^{-1} G(z)$$

$$= t \left[\frac{2pz}{z^2 p + 1 - p} - \frac{1}{z} \right] G(z)$$

$$G'(1) = t(2p - 1)$$



$$G''(z) = t \left[\frac{2p}{z^2 p + 1 - p} - \frac{4p^2 z^2}{(z^2 p + 1 - p)^2} + \frac{1}{z^2} \right] G(z) \\ + t \left[\frac{2pz}{z^2 p + 1 - p} - \frac{1}{z} \right] G'(z)$$

$$G''(1) = t(2p - 4p^2 + 1) + t^2(2p - 1)^2$$

$$\sigma^2 = \langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2 = G''(1) + \langle x \rangle - \langle x \rangle^2 \\ = t(2p - 4p^2 + 1) + t(2p - 1) = 4tp(1 - p)$$



クラス構成: MODELパッケージ

○ Walker

- 一つの酔歩を行うWalker
- walk()メソッドで確率的に位置を ± 1 変更

○ Simulation

- oneStep()メソッドで多数のWalkerを同時に動かす
- getHist()メソッドで、位置のヒストグラムを取得する



クラス構成: GUIパッケージ

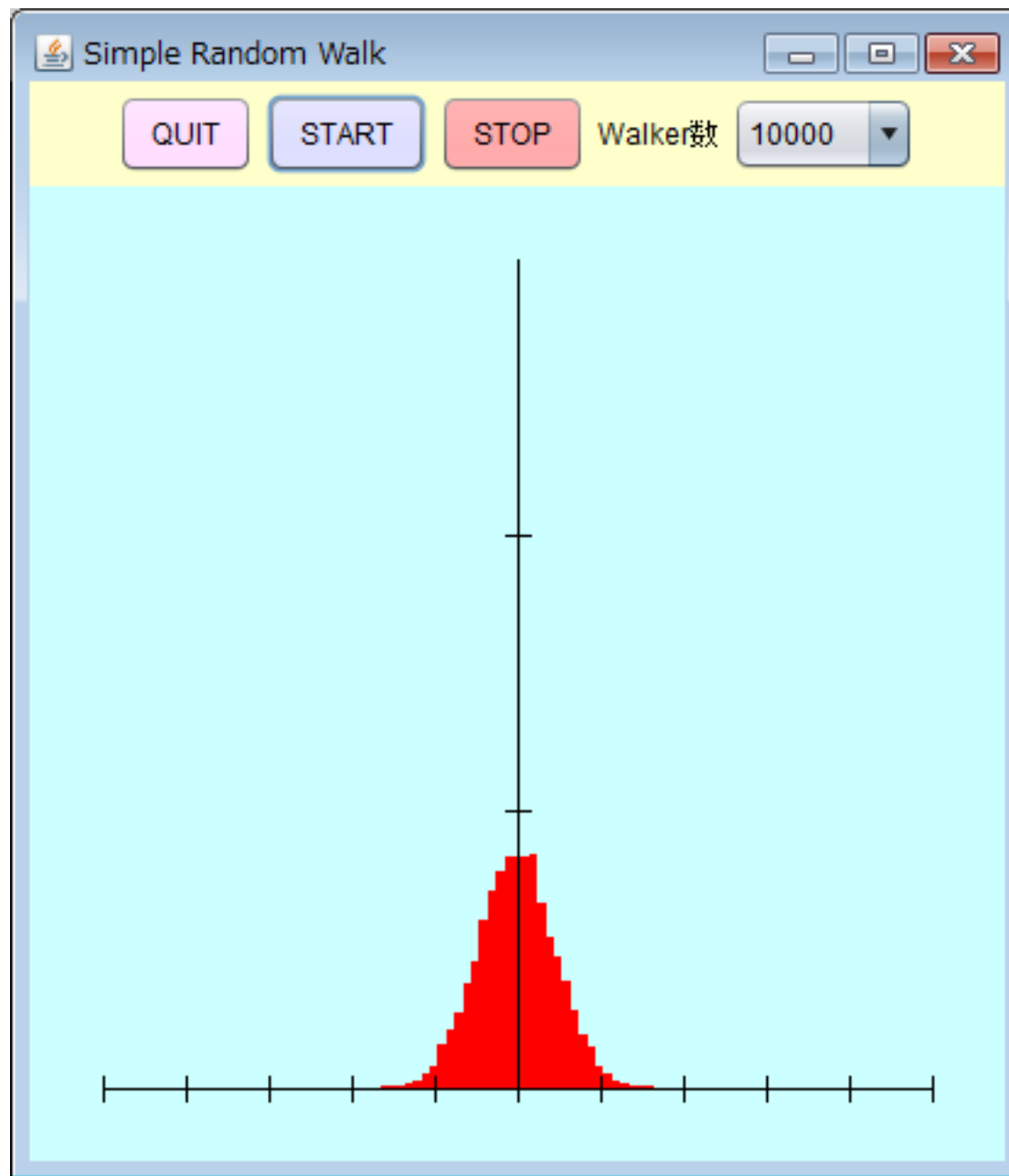
○ DrawPanel

- シミュレーションを実施して、ヒストグラムの時間変化を表示
- Runnableインターフェイスを実装

○ RandomWalkFrame

- JFrameの継承クラス
- DrawPanelに対してシミュレーション開始を指示
- Walker数を変更する機能





簡単なシミュレーションのデモンストレーション

- GUIは作るのが大変
- GUI無のシミュレーションだけを作る
- シミュレーション結果を可視化するツールを使う
- Processingの利用
 - <http://processing.org/>



○ setup()

- 表示の初期設定
- シミュレーションクラスの初期化
- 描画設定
 - サイズ
 - 一時間ステップの間隔

○ draw()

- 一ステップでの描画

