

# 物理エンジンで運動を学習させよう

中村 政義

奈良先端科学技術大学院大学

2009年12月27日

文部科学省：ICTスクール特別講座用資料の一部  
(改訂版)

# anlife : 仮想生物の進化シミュレータ

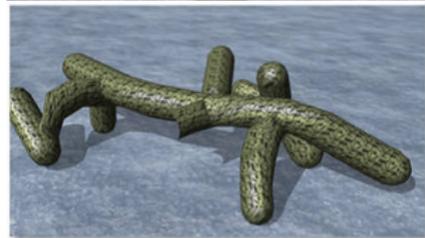
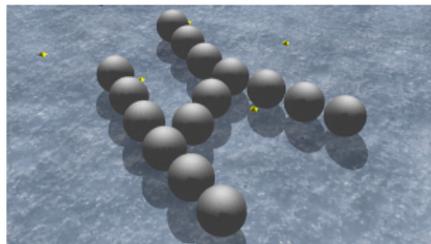
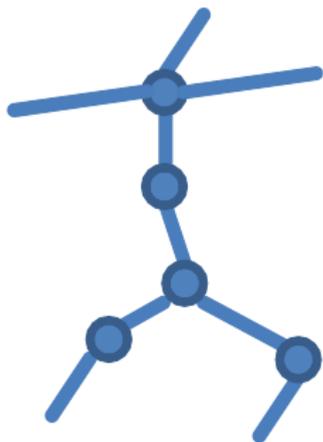
移動動作を獲得する進化シミュレーション

- 体の構造や性格に個性のある仮想生物群が
    - 食料の場所に移動する動作を学習
    - 多くの食料を得た個体は子供を生む
- ことで進化していく



# 学習させたい

- シミュレータ上の仮想生物
  - 移動動作を、自動で獲得させる



# 問題の整理

## 問題の前提

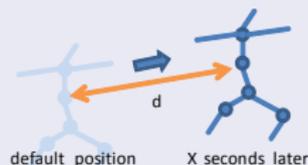
- エージェントの体は { 関節, 骨 } で構成
- エージェントは関節のみ操作可能

関節動作を決めると  
シミュレーションで移動距離  $d$  が求まる



## 目標

$x$  秒後の移動距離  $d$  が大きくなるよ  
うな関節動作を見つける



移動距離  $d$  を大きくするような関節動作を求める  
**最適化問題**と考える

# 最適化手法

問題の性質に応じて最適化手法は開発されているが、今回は汎用的手法である遺伝的アルゴリズムを用いる。

## 最後の手段としての最適化法（とある研究者の言葉）

GAなどの手法は非常に一般的で、様々な問題に適用することができる。しかしながら一般性の裏返しとして効率は非常に悪い。簡単な問題に帰着できないか議論した上で、どうしてもダメな場合に「最後の手段」として用いるべき。

- 短時間でとりあえずの成果を出すなら、GAはお手軽
- 効率を追求するなら、強化学習分野を調べる必要あり

# 問題の簡略化

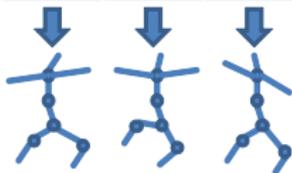
関節動作の候補が多いと (パラメータ空間が広い) 最適化が困難



パラメータ空間を制限して、問題を簡単にする

- 時刻を離散化し、時刻毎に関節の目標角度を設定

	t1	t2	t3
$\theta_1$	30	20	10
$\theta_2$	10	20	20
...	...	...	...
$\theta_n$	30	-100	-70

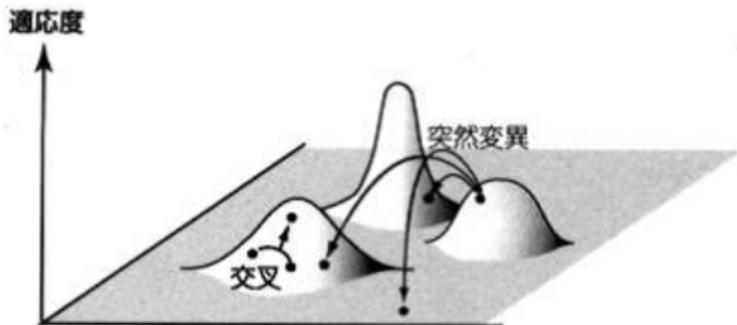


- 関節動作は姿勢に依存させない (どんな姿勢でも、常に同じアルゴリズムで関節を動かす)
  - 関節の目標角度と現在角度の差分に応じた量のトルク

# 遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm、GA)

生物の進化にヒントを得た最適化手法

- 遺伝子：最適化したい変数（関節目標角度）
- 適応度：個体が環境に適応した度合いを測る尺度（移動距離）
- 次の3つの操作で最適化
  - 選択：適応度の高い個体が生き残る
  - 交叉：2個体間の遺伝子を配合し、子孫を残す
  - 突然変異：子孫は低い確率で遺伝子の一部がランダムに変異



(<http://ryomiyo-web.hp.infoseek.co.jp/investigation/GA/GA.html>)

# anlife : アルゴリズム

遺伝子は

- 体の構造:体のパーツ, 体のサイズスケール, 等々
- 性格: 食料重視か子孫重視か・動作学習のパラメータ, 等々

などなど.

エージェントが各々動作を学習しつつ生存競争という形で遺伝的アルゴリズムをリアルタイムに実行

