

拘束条件下における最適動作アニメーションの自動生成*

7R-2

櫻井貴之†

山本強†

(北大工学部)§ (北大大計センター)

1 はじめに

CGアニメーションにおいて動作のリアリティの向上は重要な課題である。

本研究では、自然な動作を作り出すために、運動力学に基づいた手法の持つ「周囲との不調和」と物理法則に基づいた手法の「制御の難しさ」という欠点をカバーするために、物理法則に従いながら、制御部に遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm:以下 GA) を用い、シミュレーター上で動作を学習、進化させてゆくという手法を採った。

2 Rigid-body モデル物理シミュレータ

Rigid-body で構成された 仮想の有関節生物を 疑似物理空間で シミュレートを行なう。ここでは、制御プログラムから各関節に働く力を受けとり、重力や流体 (空気・水) による抵抗力を計算し、結果を 制御プログラムと表示プログラムへの入力として渡す。

実際の計算としては、部分速度を用いた運動方程式を立て 各 body 毎の並進速度、角速度を求めた。

空気抵抗は 各面の面積と速度ベクトルとを用い定数を掛けて近似しました。

現段階では 自分自身との衝突の判定は行っていない。地面との衝突には 地面を $z=0$ 平面とし、物体の各頂点が $z>0$ でありつづけるような拘束力を与える という方法を使った。地面との摩擦も その際に処理する。

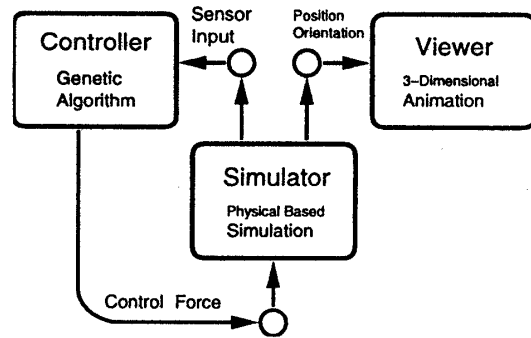


Fig. 1 システム構成図

3 モーションジェネレータ

ここでは シミュレータの結果として センサーのパラメータを受けとり動作関数によって計算された 各関節のトルクをシミュレータに返す。

データ処理の流れは 以下の順である。

センサー (Sensor input)

↓

ニューロン (Calculation)

↓

エフェクタ (Force output)

センサーへの情報としては各 body の位置・速度・関節の角度 などを受け、エフェクタは各関節に指示されたトルクを与える。

ニューロン部は 原始関数 (ノード) の組合せで構成されており、ノード 1 つごとに (シミュレーション上の) 一定時間がカウントされる。

原始ノードの例

$$(\sin \cdot \cos \cdot \text{abs} \cdot \log \leq \geq + - \times \div \sum \min \cdot \max \cdot f(t) \int)$$

これらを有向グラフで結合することによりさまざまな動作に対応してゆく。具体的には 各ノードの出力をバッファリングしておき 1 つまたは複数のノードの入力とするのである。デー

*Automatic Generation of Optimal Animation Under Constraints

†SAKURAI, Takayuki

†YAMAMOTO, Tsuyoshi

§Faculty of Engineering, Hokkaido University

タの流れでいくと、

「センサー ⇒ ノード ⇒ … ⇒ ノード ⇒ エフェクタ」

となる。ノード間の結合は再帰的なものやループも許されるが 1 ノードごとに (仮想上の) 時間を消費し、一定時間がきたら そのときの最終段の出力をシミュレータに返すので演算がロックしてしまうことは無い。

そして、そのノードの結線を GA で操作・再配線 (関数自体が別の関数に変わることもある) することにより、動作が進化することになる。

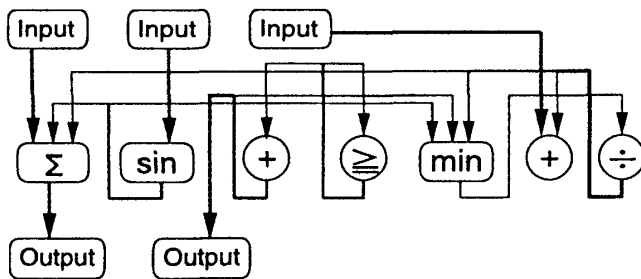


Fig. 2 モーションジェネレータ概念図

GA の評価値は、「物理シミュレータで規定のステップ数にどれだけ目標の動きをできたか」で決定する。

目的の動作に適さない個体はここで淘汰される。

4 今後の展望

今回の手法の持つ欠点である「膨大な計算時間」という欠点を補うための解決策としてあげられるのは「評価の効率化」であり。淘汰されるべき個体を早めに検出することなどがそれにあたる。

もう 1 つの方法として、個体淘汰はせず、1 つの個体を長時間シミュレートし続け、連続的に評価、動作単位での進化・淘汰が考えられるが、この方法の実現にはまだ課題が多い。長時間 (ステップ) のシミュレートに耐えられる演算精度が必要もそれにあたる。

また、GA を用いているとはいえ関数自体を入れ換える (結線を変えた) 時の出力 (生成さ

れる動作) に与える変化が多き過ぎてほぼ全数探索やランダム探索に等しいといえる。よって優秀な親の子が優秀になるとは限らないしまったくダメな個体から突然優秀なものが生まれる可能性が高い。関数の入力インピーダンスの方にたいする変異程度だと元の個体の性質を継承できるであろう。その点もふまえて、今回の GA のシステム (評価、変異など) を改良しなくてはならない。

5 まとめ

シミュレータを用いて モーションを進化させてゆき最適な動作を得る方法について述べた。

このような、仮想物理空間上での動作の最適化は 有用な分野であるが、得られる結果の割には計算時間が莫大で効率的とはいえないという欠点をもっている。その辺りの改良が今後の課題であるといえよう。

参考文献

- [1] Karl Sims "Evolving Virtual Creatures" Proc. SIGGRAPH, 1994, pp. 15-22
- [2] Ronen Barzel and Alan H. Barr "A Modeling System Based On Dynamic Constraints" Proc. SIGGRAPH, 1988, pp. 179-188
- [3] Michael van de Panne and Eugene Fiume "Sensor-Actuator Networks" Proc. SIGGRAPH, 1993, pp. 335-342
- [4] Paul M. Issacs and Michael F. Cohen "CONTROLLING DYNAMIC SIMULATION WITH KINEMATIC CONSTRAINTS, BEHAVIOR FUNCTIONS AND INVERSE DYNAMICS" Proc. SIGGRAPH, 1987, pp. 215-224
- [5] James K. Hahn "Realistic Animation of Rigid Bodies" Proc. SIGGRAPH, 1988, pp. 299-308
- [6] 遠山 茂樹 「ロボット工学」 コロナ社