

環境適応型歩行動作生成手法

3V-6

筒口 拳 渡部 保日児

NTT ヒューマンインタフェース研究所

1 序論

我々は、OOMG (Object Oriented Motion Graphics) における三次元構造化 (3D) ライブラリの実現を目指しており、その研究の一つとして EARTH (Environment Adaptive Real-Time Human animation; 環境適応型実時間人物像動作生成) システムの構築を進めている。EARTH システムは、仮想環境における地形、障害物、他の人物像などのオブジェクトに対する人物像の自律的な動作を高速で実現するアニメーション・システムを提供することを目的としている [1][2]。

本稿では、EARTH システムの一要素としての「環境適応型歩行動作生成モジュール」について述べる。本モジュールは、goal-directed な概念に基づいており、「前方に歩行する」というタスクに対し、与えられた地形情報に適応した歩行動作を自動的に生成するものである。本モジュールにおいて地形に適した歩行動作の生成という形で、EARTH システムの目的が一部実現され、ユーザーは人物像の動作調整を意識することなく、地形情報の入力のみで自動的に歩行動作のシーケンスを得ることが可能となった。

本稿では「環境適応型歩行動作生成モジュール」の概要について述べ、その適用例を報告する。

2 環境適応型歩行動作生成モジュール

本モジュールは、図 1 に示すように 4 層の構造をなしている。GUI レベルはユーザーとの対話環境を構築し、人物像の設定、運動学的要素値の設定、環境情報の入力、各ステップ (一步) に対する歩行パラメータ (速度や歩幅) の設定などを行なう。環境情報以外は標準的なデフォルト値が設定されているためユーザーは特に指定する必要はないが、変更することも可能である。このレベルにおいて、入力された地形変化に適応した適切なステップの列を記述し、次に各ステップに対して適切な歩行動作を選定する。これに関しては次節で述べる。そ

の後、各ステップ毎にコントロールレベルを呼び出す。本レベルによって、地形情報の入力のみで、地形に応じた歩行シーケンスの自動的な生成が可能となり、本システムの大きな特徴となっている。

コントロールレベルは、GUI レベルからの情報により、各ステップの運動方程式に対する初期・終期条件、および拘束条件を計算する。また、動作生成レベルからのフィードバックにより、拘束条件の修正を行なう。

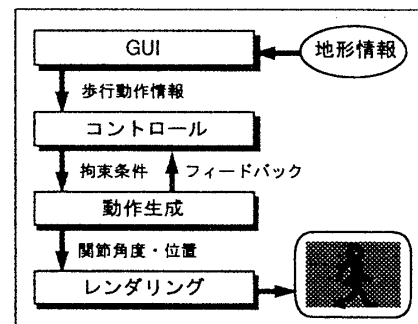


図 1: 環境適応型歩行動作生成モジュール階層構造

動作生成レベルは、コントロールレベルから受け取った拘束条件や初期・終期条件を運動方程式に適用し、アニメーションにおける各フレーム毎の位置や関節角度を生成する。生成手法は動力学と運動学を融合させたものであり、本モジュールでは平地歩行と階段上昇が可能である。これは Bruderlin [3][4] の KLA (Keyframe-Less Animation of Walking) system をベースとし、本モジュールにおいて初めて階段上昇動作を可能ならしめるまでに拡張を行ったものである [2]。

レンダリングレベルでは、動作生成レベルで出力された各フレーム毎の重心位置および関節角度をもとに、歩行動作の 3 次元画像シーケンスをディスプレイ上に表示する。レンダリングレベルを動作生成モジュールから独立させたことにより、人物像の形状データを任意に変更して表示することが可能である。

3 地形への適応

「環境適応型歩行動作生成モジュール」においては、環境との関わりを既知の地形への適応という形で取り上

げている。本モジュールは CAD データから、あるいはユーザーにより直接入力された地形に対して適切な歩行シーケンスを自動的に生成する。現在、地形は高さ方向の変化に対応できるようになっている(図2)。地形は制御点間の距離や高低差のデータをもとに、高さ h を持ち、長さ d 、幅一定の領域として定義されるエリア $A(d, h)$ に分割される。ユーザーの指示により、通過する順にエリア $A_i(d_i, h_i)$ が決定され、各エリアにはさらに、前後地形との関係および地形情報が(前地形からの移行動作、現地形、次地形への移行動作)の形で付加される。図2のエリア A_1 の場合、直前の平地から階段上昇で移行し、自身の地形は階段であり、次の地形へは階段上昇で移動するため(S^+, S, S^+)のフラグが付与される。その後、平地は歩幅の標準値(デフォルト値、またはユーザーからの入力値)をもとにステップに分割される。図2の A_0 の場合、歩行のスタート状態から始まり数歩平地歩行を実行した後、 A_1 への上昇で終了することになる。歩幅の調整は終了前の2~3歩で行っている。階段エリアの場合は距離と高さがそのまま歩幅と歩高となり、1歩として処理される。

このようにして地形に応じた歩行シーケンスが設定され、各ステップ毎にコントロールレベルに渡され、動作生成モジュールが呼び出される。

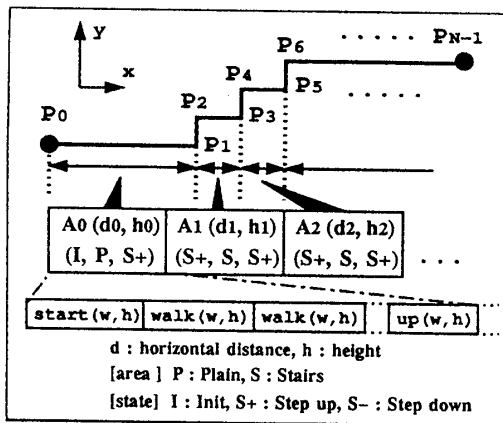


図2: エリア分割とステップへの分割

4 シミュレーション結果

環境適応型歩行動作生成モジュールを用いた歩行動作生成状況を図3に示す。地形変化を表す線分は人物像の両足の間を通るように表現されている。入力値は地形の制御点座標のみである。このように、平地および階段を含む地形に対応した歩行動作の3次元画像シーケンスが得られている。

5 結論

環境に適応した人物像の自然な動作を自動生成する EARTH システムの「環境適応型歩行動作モジュール」について述べ、既知の地形への適応について述べた。また、平地および階段を含む地形に対する歩行動作の生成例を示すことにより、その有効性を確認した。

本手法により、ユーザーは地形情報の入力のみで歩行動作生成の調整などを何ら意識することなく、地形に応じた歩行動作シーケンスを得ることが可能である。

今後はさらに各種地形への適応を進めるとともに地形に摩擦係数や弾性係数などの物理属性を与え、EARTH システム全体の構築を進める予定である。

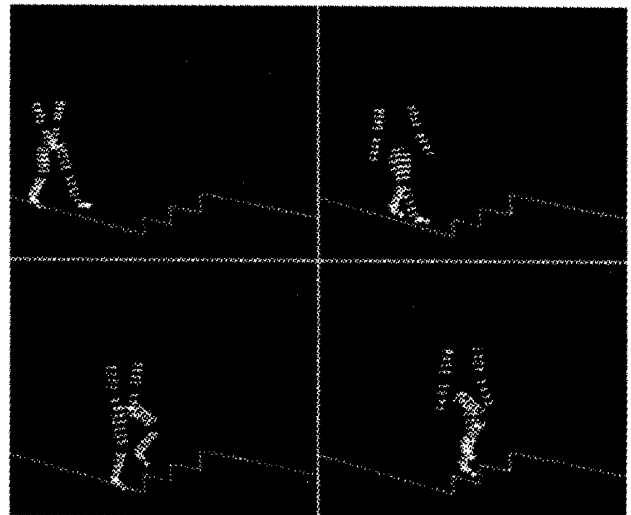


図3: 歩行動作生成例

謝辞

日頃御指導頂く栗原マルチメディア処理研究部長、御討論頂いた視覚情報処理研究グループの皆様へ感謝致します。特に、KLaw システムに関して御討論頂いた Simon Fraser 大学の Armin Bruderlin 氏には深く感謝致します。

参考文献

- [1] 筒口 拳, “環境適応型歩行動作生成手法の検討”, 情報処理学会第46回全国大会講演論文集, Number 2, pp.2-467, 1993.
- [2] 筒口 拳, 渡部保日児, “人物の歩行動作生成手法”, 「グラフィクスとCAD」シンポジウム, 1993.
- [3] Armin. Bruderlin, T. W. Calvert, “Goal-Directed, Dynamic Animation of Human Walking”, Computer Graphics, Vol.23, Number 3, July 1989.
- [4] Armin. Bruderlin, “Goal-Directed, Dynamic Animation of Bipedal Locomotion”, Master Th., School of Computer Science, Simon Fraser University, 1988.