

CG犬の柔軟な跳躍動作生成手法

3R-6

阿部哲也 水野裕識 村岡洋一

早稲田大学理工学部

1 はじめに

本稿では、犬の柔軟な跳躍動作をリアルタイムにアニメーション表現するために、制御パラメータで動作変化を扱う手法を提案する。ここで、柔軟な動作とは、周囲の状況に追従する動作を指す。

従来、リアルタイムアニメーションを生成する場合には、あらかじめ、決まった高さ・幅での跳躍動作のような定型動作を用意する方法が用いられていた。そのため、跳躍の幅や高さを適切に変化させて周囲の状況に合わせた動きを生成することができなかった。

そこで、本手法では、犬の多関節骨格モデルにおいて、制御パラメータで関節角を変化させる処理と、関節角の変化に合った位置の移動を定める処理を組み合わせることで、跳ぶ幅・高さを変化させた跳躍動作を生成可能にする。その結果、直線上に置かれたハードルを、犬が歩幅と跳躍の高さを自動的に調整して飛び越していくアニメーションをリアルタイムに生成できた。

2 犬のハードル飛び越しシステム

本システムは、本稿で提案する制御パラメータによる動作変化法の適用例として構築した。使用者が直線上に適当に配置したハードルを、犬が自動的にクリアしていくアニメーションを作成可能である。

入力として犬の初期位置・速度及び、複数のハードルの位置・高さを与え、出力として犬がハードルをクリアしていくアニメーションを生成する。

システムの制約条件として、次の3つを定める。

- (1) ハードルは一直線上に直角に配置する。
- (2) ハードルの間隔は2つ同時に飛び越える可能性がないようにある程度大きくする。
- (3) 最速でクリアしていけるように加速する。

システムの処理の流れは、図1に示すようになっていく。システムの処理は、1) 周囲の状況に合わせてどんな動作を行なうかを決定する動作選択処理と、2) 選択した動作を実際にCGで表現する動作生成処理、から構成される。この2つの処理を、1フレームごとに繰り返して実行することで、アニメーションを生成する。

3 動作選択処理部

この部分では、ハードルをうまくクリアできるように、ハードルとの距離・ハードルの高さに合わせて、歩幅、跳躍の幅・高さを調整する。

A scheme of generating flexible jumping motion of dog with Computer Graphics

Tetsuya ABE, Hironori MIZUNO, Yoichi MURAOKA
School of Science and Engineering, WASEDA University

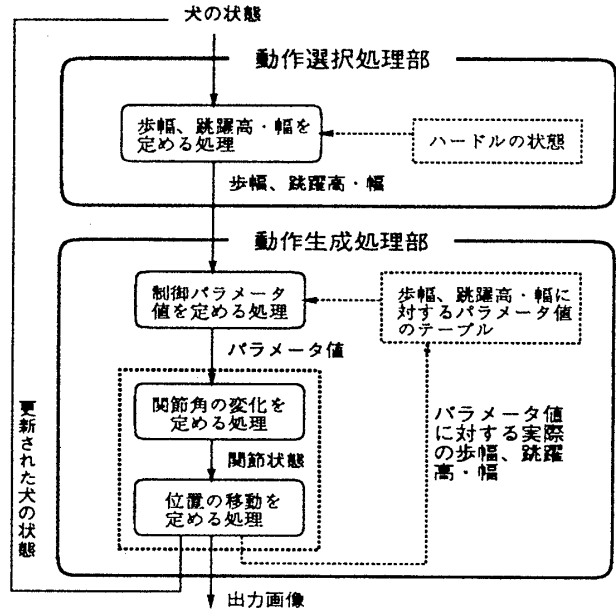


図1: 処理の流れ

1つのハードルをクリアする動作は、図2に示すように4つのフェーズから構成される。ハードルの高さや犬の移動速度から、歩幅の調整を行なう歩幅調整区間、踏切を行なう踏切区間、理想踏切位置を定め、現在がどのフェーズに属するかを決定する。

各フェーズにおける動作選択処理は以下のようになる。

- (1) 全力疾走フェーズ
歩幅調整区間よりもハードルから離れている場合は、制約条件の3番に従い最高速度で走行する。
- (2) 歩幅調整フェーズ
歩幅調整区間内に入った場合には、理想踏切位置に合うように歩幅を調整する。
- (3) 踏切→滞空フェーズ
踏切区間に達したら、その位置でのハードルとの距離から、跳躍高と踏み切る強さを決定する。
- (4) 滞空→着地フェーズ
犬の速度、足の長さ及び地面からの高さより、いつ滞空姿勢から着地体勢に移るかを決定する。

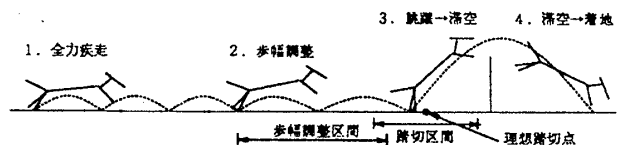


図2: ハードル跳躍の状態推移

4 動作生成処理部

ここでは、歩幅、跳躍高・幅から、その動作を実現する制御パラメータの値を定め、制御パラメータによる動作変化法を用いることで、柔軟な跳躍動作を生成する。

本システムで使用した制御パラメータは、1) 関節角の変化量の増減の割合、2) 踏み切り時の跳び出し角度、の2つである。

4.1 制御パラメータの値を定める処理

本システムで扱う2つの制御パラメータは、歩幅、跳躍の幅・高さを入力として、テーブルを参照する形式で求める。このテーブルは、実際のアニメーション生成の前にあらかじめ前準備として生成しておく。

4.1.1 前準備として行なう処理

2つの制御パラメータの値での動作に対する、歩幅及び跳躍の幅・高さのテーブルを作成する。テーブルの作成方法は以下になる。まず、2つのパラメータの値の定義域を、それぞれ一定の間隔で分割し、用意するテーブルの大きさを決定する。

そして、犬の骨格モデルの各骨の長さを定めた後で、2つのパラメータの値の全ての組合せについて、画像を生成せずに、実際に動作の計算処理だけを行なう。こうして、パラメータの値の全ての組合せに対する、歩幅、跳躍の幅・高さを実際の動作から求め、テーブルに設定する。

4.1.2 アニメーション生成時の処理

前準備であらかじめ作成しておいたテーブルを用い、動作選択処理で決定した歩幅、跳躍の高さ・幅に最も近い動作を実現するパラメータの値をテーブルから逆算して決定する。

先の(1),(2)のフェーズでは、制御パラメータの値に対する歩幅のテーブルを用い、(3),(4)のフェーズでは、制御パラメータの値に対する跳躍の幅・高さのテーブルを用いる。

4.2 制御パラメータによる動作変化法

制御パラメータによって、定型動作の関節角を変化させただけでは、フレーム間での位置の移動量が正しくならず、足が滑るなどのおかしな動作が生成されてしまう。そこで、関節角を変化させることで生じる位置の矛盾を、位置の移動を定める処理で吸収するようにする。本手法の処理は、関節角の変化を定める処理と位置の移動を定める処理の2つからなる。

4.2.1 関節角の変化を定める処理

あらかじめ持っている定型動作での関節角度を、図3(a)のように制御パラメータで変化させることで、定型動作とは異なる柔軟な動作を生成可能にする。

始めに、定めた制御パラメータの値に対応する関節角度を決める。そして、角加速度が大き過ぎて不自然さを生じないように、関節角の変化に限界値を設定し、限界値以上の変化はしないようにする。こうすることで、無理のない自然な動きを生成する。

4.2.2 位置の移動を定める処理

関節角の変化を定める処理で定めた関節角の変化に合った位置の移動を定める。ここでは、地面との接触点を足のみと仮定し、接地している足の有無で異なる処理を行なう。

1) 接地している足がある場合、足が地面から離れるまで、水平面上での接地点の位置を固定する(図3(b))。そして、全身の関節の位置を、接地点から逆運動学で順次求める。この結果、足が地面の上を滑る現象をなくせる。

2) 接地している足がない場合、物理法則に従って位置の移動を定める。自由落下による平行移動と、重心を中心とした回転運動とを考慮して位置を求めていく。この結果、物理法則にかなった自然な動きを生成できる。

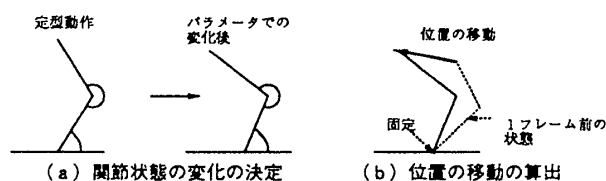


図3: 動作変化処理

5 実験結果

本システムをIRIS-Indigo²上に実装した。その結果、直線上に適当に配置したハードルを、柔軟に歩幅を調整してクリアしていくアニメーションを生成することができた。描画速度は30fpsとなっており、リアルタイムの描画が行なえた。

一方、パラメータの値を極端に設定すると、動作が不自然になるという問題があり、本手法で表現できる動作変化には限界があることがわかった。

6 まとめと今後の課題

本稿では、リアルタイムに柔軟な跳躍動作を生成する手法として制御パラメータによる動作変化手法を提案し、その手法を実装したハードル飛び越しシステムで柔軟な跳躍動作が生成できたことを示した。

本システムでは、アニメーション生成時に、ハードルとの位置関係から歩幅や跳ぶ高さをリアルタイムに決定している。このため、犬の移動中に使用者がハードルの位置を変更するなどの操作を行なってもそれに追従した動作を生成可能である。

今後の課題として、パラメータの値を極端に設定すると動作が不自然になるので、パラメータの限界値を考慮する。また、現在のシステムでは直線上の動きしかできないので、3次元へ拡張し平面上での動作を可能にすることが考えられる。

参考文献

- [1] 水野 裕識、村岡 洋一:「CGによる4脚動物の歩行動作生成する実装モデルの構築」, 電子情報通信学会論文誌 Vol. J77-D-II No.6 pp.1076-1085, 1994
- [2] 鶴沼 宗利、武内 良三:「CGのための人間の動作生成手法」, 第6回 NICOGRAPH 論文コンテスト論文集, 1990