

モーションデータの補間及び補正

Interpolation and Correction of Motion Data

木平 大介[†]
Kihira Daisuke

齊藤 剛[†]
Tsuyoshi Saitoh

1 はじめに

近年、ゲーム等におけるリアルな動きの実現や人体動作の解析・分析のためにモーションキャプチャシステム(以下,MCシステム)によるモーションデータ(以下,MCデータ)の取得とデータベース化の要求が高まっている。

筆者らは、取得したMCデータの効率的な利用を可能とするため、モーションの編集、データベース化、特徴抽出とその可視化及び、モーションの補間や補正等の実現方式を検討している。本稿では、モーションデータの編集を行う際に必要となる動作の連続性を保持したモーションの補間及び補正について述べる。

本研究では、磁気式MCシステムの磁気センサより得られる3次元座標値(x, y, z)及びオイラー角($azimuth, elevation, roll$)による角度情報からなるMCデータを扱う。角度情報はセンサ座標系の各軸方向の回転角度である。本法では、MCデータとして角度情報が得られることを利用し、補間の際に起こる関節間距離の変化を抑えるために、関節角度を球面座標系を用いて補間する。補間には有理 Bézier 曲線を用いる。これにより、位置のみならずモーションの速度の制御が可能となる。

2 補間手順

補間処理は、付け根のセンサのセンサ座標系上で付け根から先端(例. 肩から肘)へ向かう V_s と先端の角度情報 A_s に対して上腕や前腕等の各部位毎に行う。補間手順を以下に示す。(2) 及び (3) は次節以降で述べる。

- (1). 座標系変換：各部位毎に扱うため、 V_s, A_s を付け根のセンサ座標系上に変換する。
- (2). ベクトル補間：各部位の方向を決定する。
- (3). 角度補間：各部位のひねりを決定する。
- (4). 接続：各接続部位の角度情報が一致するように回転後、接続する。

[†] 東京電機大学 Tokyo Denki University

3 ベクトル補間

付け根から先端へ向かう V_s の補間は、センサの装着条件よりセンサ座標軸 A_x の補間も兼ねる。

3.1 有理 2 次 Bézier 曲線による補間

上加世田ら [1] によるパラメータ変換された 2 次有理 Bézier 曲線(式 1)を用いて曲線補間を行う。この式では、第 2 制御点の重み α が曲線の形状を制御し、第 3 制御点の重み β が曲線の点密度を制御する。これらは速度比を表すパラメータ γ によって制御される。 $\gamma=1$ の場合等速、小さくなるにつれて徐々に加速、大きくなるにつれて徐々に減速する(図 1)。この性質により、パラメータ t の間隔を一定のまま速度を表現することが可能である。Bézier 曲線の制御点 P_0, P_2 は、それぞれ補間開始、終了フレームである。制御点 P_1 は、 P_0 を通り OP_0 を法線に持つ平面と P_2 を通り OP_2 を法線に持つ平面の交線と O を通り $OP_0 + OP_1$ を方向ベクトルに持つ直線との交点により求められる。

$$R(t) = \frac{(1-t)^2 P_0 + 2t(1-t)\alpha P_1 + t^2 \beta P_2}{(1-t)^2 + 2t(1-t)\alpha + t^2 \beta} \quad (1)$$

$$\alpha = \gamma \cos(\psi/2), \beta = \left(\frac{\alpha}{\cos(\psi/2)} \right)^2 \quad (2)$$

$$\psi = \cos^{-1} \frac{OP_0 \cdot OP_2}{|OP_0| |OP_2|} \quad (3)$$

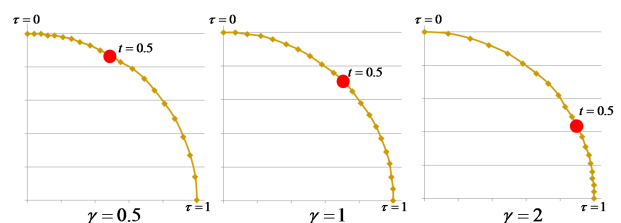


図 1: 速度変化:2 次有理 Bézier

3.2 3 次有理 Bézier 曲線による補間処理

球面座標系の偏角である $\theta\phi$ 平面で、3 次有理 Bézier 曲線(式 4)を用いて曲線補間を行う。3 次有理 Bézier 曲線の制御点 P_0, P_3 は、それぞれ補間開始フレームと

補間終了フレームの偏角である。制御点 P_1 は、 P_0 の 1 フレーム前の偏角を P'_0 とすると P_0 に $a \times (P_0 - P'_0)$ を足した偏角、制御点 P_2 は、 P_3 の 1 フレーム後の偏角を P'_3 とすると P_3 に $a \times (P_3 - P'_3)$ を足した偏角である。パラメータ a は任意に設定可能であり、値を増やすことにより、前後フレームの影響を大きくすることができる。

$$B(t) = \frac{\tau^3 w_0 P_0 + 3t\tau^2 w_1 P_1 + 3t^2 \tau w_2 P_2 + t^3 w_3 P_3}{\tau^3 w_0 + 3t\tau^2 w_1 + 3t^2 \tau w_2 + t^3 w_3} \quad (4)$$

$\tau = 1 - t$

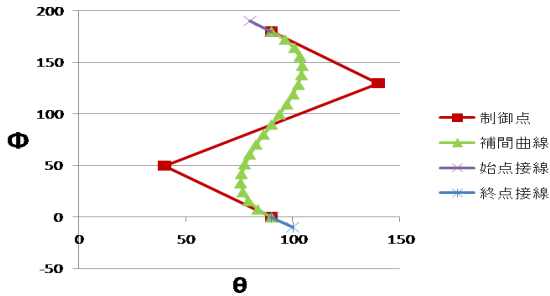


図 2: $\theta\phi$ 平面補間

3 次有理 Bézier 曲線の重みによって補間曲線の点密度を制御することにより、パラメータ t を一定間隔のまま速度制御を行うことができる。始点から終点へ向かうにつれて重みが増加する場合、各点間の距離は徐々に狭まり減速動作となる、減少する場合は、徐々に広まり加速動作を表現できる (図 3 右側)。また、第 2, 第 3 制御点の重みを第 1, 第 4 制御点の重みよりも大きくすることにより減速後加速を行う動作、小さくすることにより加速後減速を行う動作を表現可能である (図 3 左側)。

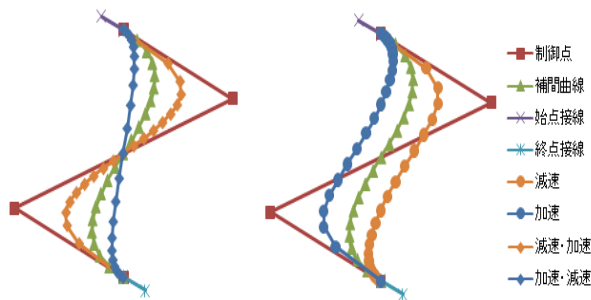


図 3: 速度変化:3 次有理 Bézier

4 角度補間

ベクトル補間により各部位の方向が決定された。次にセンサのひねり具合を表すセンサ座標軸 A_y, A_z の補間を行う。補間開始フレームと終了フレームにおいて、軸 A_x が一致するように各センサ軸を任意軸回転する。回転後、軸 A_y に対して、前述の 2 次有理 Bézier 曲線を用いた補間処理を行う。その後、対応する補間

フレームにおいて、軸 A_x が一致するように軸 A_y を任意軸回転する。軸 A_z は 2 軸の外積により求まる。速度変化に関しては、軸 A_y 補間時の γ によって制御可能である。

5 補間例

補間対象を右腕とし、上腕部を 3 次有理 Bézier 曲線、前腕部を 2 次有理 Bézier 曲線を用いて補間を行った。図 4, 5 はそれぞれ上腕と前腕の補間結果である。図 4 の補間は、図 2 の $\theta\phi$ 方向関係として表されている。ここで $a = 10$ である。図 6 は、上部が正面、下部が右側面から見た合成動作である。2 つの部位の補間から腕を曲げた状態から伸ばしながらかつ捻りながら腕を上げる動作の生成が確認できる。

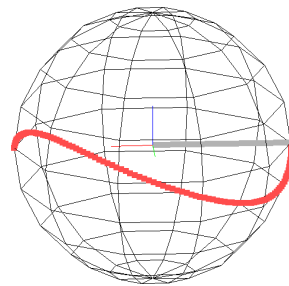


図 4: 上腕補間動作

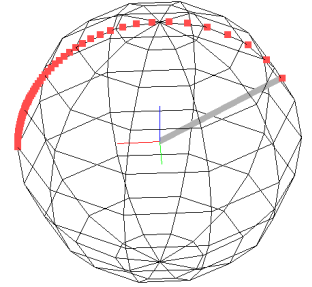


図 5: 前腕補間動作

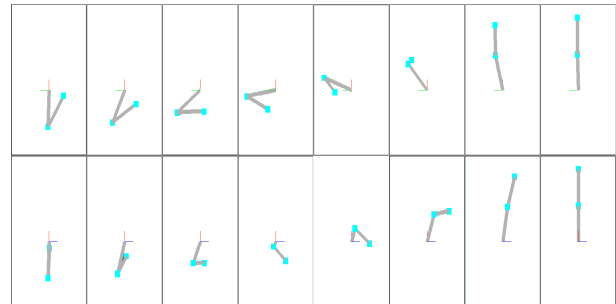


図 6: 右腕補間動作

6 おわりに

本稿では、動作の連続性を確保するための有理 Bézier 曲線を用いた速度制御可能な動作補間手法について述べた。

今後は、速度変化パラメータ γ と前後フレームの影響パラメータ a の設定手法及び 3 次有理 Bézier 曲線を利用した補間の速度表現手法の検討を進める。

参考文献

[1] 上加世田暁, 齊藤剛, 入力点密度を考慮した手書き線図形の近似表現, FIT2008 第 7 回情報科学技術フォーラム, pp.215-216(2008))