

モーションキャプチャを用いた身体動作からの特徴抽出に関する研究

情報科学科 新井 涼

指導教員：村上 和人 神谷 直希

1 はじめに

人間がロボットに親しみを感ずる要因の一つとして、「人間らしい柔らかい動き」が挙げられる[1]。そこで、モーションキャプチャを用いて動作を取得し、その特徴を認識、分析することで、形容的な表現が含まれる『柔らかい動き』、その対となる『硬い動き』の定量化を試みた。

本稿では、「腕の振り」に着目し、「肘」と「手首」の3次元位置情報から、動作データの『柔らかさ』および『硬さ』を判別する手法について述べる。以下、2.で動作データの取得方法について説明し、3.で『柔らかい』動きと『硬い』動きの判別方法、4.で実験結果について述べる。

2 動作データの取得と解析

モーションキャプチャを使用し、19～24歳の男女10名を対象に『柔らかい腕の振り』、『硬い腕の振り』の動作データを取得する。このとき、被験者の正面方向がx軸、左で方向がy軸、上方向がz軸となるようにした。また、撮影速度は60fpsとした。その後、取得したデータから、腕の振り2往復分に限定し、肘に取り付けたマーカーの座標を (x_e, y_e, z_e) 、手首の座標を (x_w, y_w, z_w) として抽出する。そして、「肘からみた手首の座標」を相対座標 (x_r, y_r, z_r) として以下の式で算出する。

$$(x_r, y_r, z_r) = (x_w - x_e, y_w - y_e, z_w - z_e) \quad (1)$$

『柔らかい』および『硬い』腕の振り2往復中の相対座標 (x_r, y_r, z_r) の変化の一例を図1に示す。

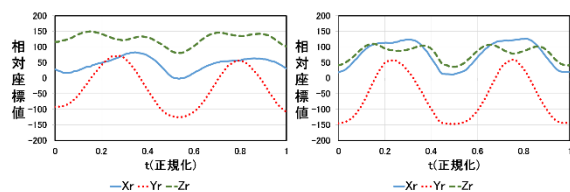
次に、3次元直交座標で表されている相対座標を3次元極座標に変換し、角度 θ 、 ϕ も動きの判別要素の候補とした。さらに、「腕振り」の動作はこの軌跡はある平面内の動きであると仮定し、この平面内における腕の振れ角度 θ' から判断できないか確認した。

3 特徴の抽出と動作判別手法の提案

本研究では、「動作中の速さの変化の様子」に『柔らかい腕の振り』および『硬い腕の振り』の違いが生じると仮定し、各座標系における座標や角度の「速度、加速度、速さ、速さの変化、加速度の変化」などを『柔らかい』、『硬い』を判別する要素の候補とした。

そして、相対座標の加速度 $a = (a_x, a_y, a_z)$ の動作中における、式(2)に示した「 $|a[t]|$ 」の分散(①)と、式(3)に示した「 $da[t]$ 」の分散(②)を算出した。

$$|a[t]| = \sqrt{(a_x[t])^2 + (a_y[t])^2 + (a_z[t])^2} \quad (2)$$



(i) 柔らかい動き

(ii) 硬い動き

図 1：相対座標 (mm) の変化の一例

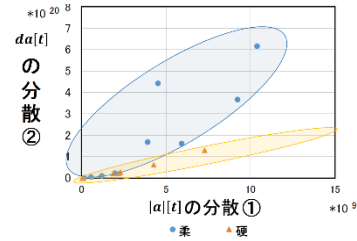


図 2：①と②の散布図

$$da[t] = |a[t]| - |a[t - 1/60 \text{ 秒}]| \quad (3)$$

それらの散布図では、図2のように『柔らかい腕の振り』(青色:四角)と『硬い腕の振り』(朱色:三角)のグループに分離していることを確認した。そこで、動作中における「 $|a[t]|$ の分散(①)」および「 $da[t]$ の分散(②)」を『柔らかい腕の振り』と『硬い腕の振り』の違いの特徴であると仮定した。そしてこれら2つの特徴量から、D1を計算し、 $D1 \geq 0$ なら『柔らかい腕の振り』、もし、 $D1 < 0$ なら『硬い腕の振り』と判断する。

$$D1 = \alpha + \beta \times \text{①} + \gamma \times \text{②} \quad (4)$$

ここで、 (α, β, γ) は10人の被験者の①、および②に対して回帰分析を行って計算した。

$$\begin{aligned} \alpha &= 1.27 \\ \beta &= 4.18 \times 10^{-10} \\ \gamma &= 2.49 \times 10^{-21} \end{aligned} \quad (5)$$

4 動作判別手法の評価実験

次に、提案手法の有効性を確認するための評価実験を行った。モーションキャプチャを使用し、新たに、2.とは異なる20～24歳の男女12名から「腕の振り」の動作データを取得し、提案した手法によって判別を行った。

その結果、計24データにおいて16データの判別に成功した(67%)。しかし、『柔らかい腕の振り』を『柔らかい』かつ、『硬い腕の振り』を『硬い』という判別に成功したものは、被験者12名中4名(33%)のみであった。

5 おわりに

本研究では、モーションキャプチャより得られた動作データにおける、「 $|a[t]|$ の分散」および「 $da[t]$ の分散」の違いを、『柔らかい腕の振り』と『硬い腕の振り』を判別する特徴として抽出した。そして、『柔らかい腕の振り』と『硬い腕の振り』を判別する手法を提案し、評価実験より、手法の有効性を検討した。

今後は、個人における『柔らかい腕の振り』と『硬い腕の振り』双方の判別を課題とする。そのために、3次元極座標における2つの角度の分析や、2次元極座標における面の仮定方法の改善を行い、「 $|a[t]|$ の分散」および「 $da[t]$ の分散」以上に、『柔らかい腕の振り』と『硬い腕の振り』の差が顕著に示される、新たな特徴の検討を行う。また、判別手法の提案において、回帰分析以外の分析方法について検討を行う。

参考文献

[1]岡田昌史, "人間らしい柔らかい動きと駆動機構", 日本ロボット学会誌, vol. 17, No. 6, pp. 782-785, 1999年9月