

モーションキャプチャを利用した人工物の応答動作の生成

松山 薫[†] 安藤 敏彦[†]

[†]仙台高等専門学校

1. はじめに

近年、介護ロボットや玩具としてのロボットなど、数多くの種類のロボットが私たちの生活に入り込んできている。ロボットとふれあうことで人の心を豊かにするロボットセラピーというものも誕生しており、実際に効果が見られ、ロボットは人々の生活の質や社会性を向上させることができると期待されている^[1]。今後ロボット技術が発達するにつれ、ロボットは私たちの生活にますます溶け込んでくると考えられている。そのため、ロボット技術が発展途中にある今、人に受け入れられるロボットの要素を探り、それを適用していくことは重要であるといえる。我々はこの要素の中でも、ロボットの見た目や身振りという要素に着目し、どのようなロボットの動作が人にロボットとのコミュニケーションを促すかを明らかにするための実験環境の構築を行っている。

著者らは様々な動き（モーション）ができるロボットを開発している^[2]。ロボットに様々な動きを登録・実行できるモーション作成システムが不可欠であるが、ロボットは滑らかで自然な動きができて、モーション登録も円滑に行えるのが望ましい。そこで本研究では人の動きをパソコンに取り込むモーションキャプチャを行って、その動きをロボットに反映できるモーション作成システムを実現した。

2. ロボットの開発

本研究は、将来的にどのような見た目のロボットが人に受け入れられやすいかについても分析する予定なので、外観がそれぞれ違う複数の種類のロボットを製作する必要があった。そこで本研究では、図1に示す人間型のロボットと、クマの形をした動物型のロボットを製作した。

人型ロボットは、首3自由度、肩3自由度、肘1自由度、高さ100cmであり、クマ型ロボットは、首3自由度、肩2自由度、高さ25cmである。ロボットの関節にはサーボモータを使用した。



図1 人型ロボットとクマ型ロボット

3. モーション作成システムの開発

モーション作成システムとは、ロボットに様々な動きを登録・実行できるシステムのことである。このシステムでは、ロボットは滑らかで自然な動きができて、モーション登録が円滑に行えることが望ましい。通常、ロボットのモーション作成ソフトは、モータの角度を一つ一つ調節して動きを登録するのが一般的なため、モーション作成に多大な時間がかかり、動きがぎこちなくなるという問題がある。そこで、人に動きをさせて、その関節角度を抽出して、ロボットの動きに反映できれば、人の自然な動きを再現でき、円滑なモーション作成を行えると考えた。したがって本研究ではロボットのモーション作成にモーションキャプチャを利用することとした。本システムではモーションキャプチャに Kinect センサを使用している。Kinect は Microsoft が開発したカメラであり、マーカーなしで人の各関節の 3 次元座標を 30fps で測定することができる。図2はモーション作成のイメージ図である。まず人が演技をし、Kinect が人の関節座標を取得して、それをロボットの関節角度に変換して、テキストファイルで保存する。また、このとき演技者の音声も録音する。そしてその登録したモーションと音声をロボットで再現する。



図2 モーション作成のイメージ

3.1 方向余弦を用いた関節角度計算法

Kinect は人の各関節の 3 次元座標を取得し、図3のような棒人間として表すことができる。この 3 次元座標を元に、方向余弦の計算を用いて、ロボットの各関節のサーボモータの回転角度に変換して、人の動作をロボットに反映させる方法を考案した。

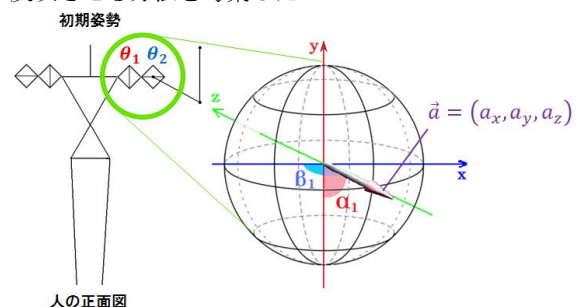


図3 方向余弦を用いた計算法

A Study of Making Robot Behavior Using Motion Capture

Kaoru MATSUYAMA[†], Toshihiko ANDO[†]

[†]Sendai National College of Technology

この計算方法では、図 3 の人の姿勢が基準姿勢である。人の腕の骨をベクトル $\vec{a}$ として表すと、このベクトルと y 軸、x 軸との角度 α_1 、 β_1 は、以下の式で表される。

$$\alpha_1 = \cos^{-1} \frac{a_y}{\|\vec{a}\|}, \quad \beta_1 = \cos^{-1} \frac{a_x}{\|\vec{a}\|} \quad (1)$$

これらを使って、腕の回転角度 θ_1 、 θ_2 は以下の式で表される。

$$\theta_1 = \frac{\pi}{2} - \alpha_1, \quad \theta_2 = \frac{\pi}{2} - \beta_1 \quad (2)$$

さらに、この計算方法は拡張性があり、上記と同じ方法で、連結した次の関節の角度も求めることができる。具体的には、肩の角度を求めてから、肩の回転をキャンセルすると、肘の角度を求めることができる。

3.2 モーション作成システム

本研究で開発したモーション作成システムの外観を図 4 に示す。

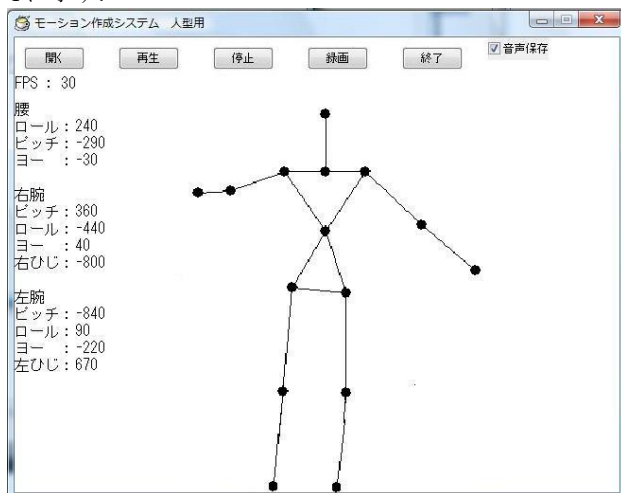


図 4 モーション作成システムの実行画面

使い方としては、まずシステムを起動してから、ロボットと通信するための COM ポートを選択する。すると、メニュー画面が現れる。登録したモーションを再生するときは、「開く」ボタンを押すとファイル選択画面が現れ、モーションを開くと、ロボットがそのモーションと音声再生する。また、メニュー画面で「録画」ボタンを押すと録画モードに移行し、演技者が右足を挙げるとモーションの登録が開始され、左足を挙げると登録が完了するようにした。このときに同時に演技者の声を録音することもできる。これにより、一人でも簡単にモーション登録を行うことができる。なお、モーションの記録は 30fps で行われる。

このようにして、ロボットに人の動きを再生する機能を実現できた。

3.3 Androidによるモーション再生

モーションを再生するロボットは、独立して動けることが望ましい。そこで人型のロボットはノートパソコンを本体に搭載して動かすこととした。しかしクマ型ロボットは本体が小さいため、Android タブレット PC を用いてモーションを再生できるようにした。図 5 にその様子を示す。画面からモーションを選択すると、そのモーションと音声再生できる。モーション作成システムで出力したモーションファイルと音声ファイルを microSD カードに入れて Android タブレット PC に挿すことで、簡単にモーションデータを移植できるようにしている。



図 5 Android によるモーション再生

4. 音声認識との連携

ロボットが人の声に反応してモーションを再生できれば、ロボットが自然な身振りを交えながら人とコミュニケーションできると考えられる。本システムでは音声認識機能により声とモーションを連動させている。

4.1 人型ロボットでの音声認識：Julius による音声認識

人型ロボットは Windows ノートパソコン上で動作する Julius という音声認識エンジンを利用している。Julius とは、無料で配布されている大語彙連続音声認識エンジンで、名古屋工業大学や京都大学らが開発している^[3]。Julius はオフラインで日本語音声認識を行うことができる。認識率は 90%以上であり、認識語彙は 6 万語で、連続音声認識を一般の PC 上でほぼ実時間で実行することができる。本研究ではこの Julius と、モーション再生を組み合わせることにより、ロボットが特定の言葉に反応してモーション再生を行えるようにした。

4.2 熊型ロボットでの音声認識：Android による音声認識

Android タブレット PC では、Google が公開している音声認識機能を開発者が手軽に利用できる。この音声認識は端末のマイクから拾った音声をインターネットを介して文字列として取得するもので、マイクの感度や認識精度が非常に高い。そこで本研究では、この Android の音声認識を利用して、クマ型ロボットが人の特定の言葉に反応してモーションを再生できるようにした。

5. まとめ

本研究では、Kinect を利用したロボットの円滑なモーション作成を実現し、モーションデータを Android 端末でも再生できるようにした。これにより、小型のロボットでもスタンドアロンで動かすことが可能となる。また、このモーションデータの再生を音声認識と連動させることにより、ロボットがより自然な身振りを交えながら人とコミュニケーションできるようになった。

謝辞

本研究の一部は科学研究費補助金（基盤研究(C)・課題番号 23611053）による支援を受けた。

参考文献

- [1] 柴田崇徳: メンタルコミットロボット・パロの研究開発におけるシステム・インテグレーション, http://japan.renesas.com/media/products/mpumcu/superh/related_sh/forum/04/sangyoken_paro.pdf
- [2] 安藤敏彦, 松山薫, 鈴木静香: 会話ロボットに対する人の興味の持続 - 人工物演劇プロジェクトへの準備として -, 信学会 HCG シンポジウム 2012, HCG2012-III-3-3, 2012.
- [3] Open-Source Large Vocabulary CSR Engine Julius, <http://julius.sourceforge.jp>