

シミュレータによる人形の動きの感性評価

Impression Evaluation of Automata Movements with a Simulator

○景 亜寛, 猪岡 光

○Yani Jing, Hikaru Inooka

Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

キーワード: 感性評価 (Impression evaluation)

アミューズメントロボット(Amusement robot)

連絡先: 〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 01

東北大学 大学院情報科学研究科 知能制御システム学

景 亜寛, Tel:(022)217-7021, Fax:(022)217-7019,

E-mail:jing@control.is.tohoku.ac.jp

1. 緒言

ロボットを用途によって大別すると、高精度、高速度、均一作業能力、耐久性を重視した産業用ロボットと、その他の非産業用のロボットに分けることができる。特に後者の中で、身振りやしぐさによって人を楽しませることを目的としたロボットは、アミューズメントロボットと呼ばれている。

これらアミューズメントロボットの一つに、音楽に合わせて踊りを踊る自動人形(Automata)があり、古くはオルゴール人形などとして活躍してきた。古典的な人形はカムやギヤなどの部品の組み合わせにより特定の動作を実現していたため、別の動作を行わせるには、内部機構を変更する必要があった。現在ではコンピュータ制御が主

流となり、ハードウェアを変更せずに、プログラムのみの変更により多種多様な動作を実現することが可能となっている。その具体例として、アンサンプルロボット[1]、阿波踊りロボット[2]、ソニーのペットロボット[3]などが報告されている。

これらコンピュータ制御のロボットを設計する上で重要となるのが、駆動箇所とその自由度の決定である。一般に、設計および制御のしやすさと製作コストの面から考えるとロボットの持つ自由度は少ないほうが良い。しかし、自由度が少なすぎると人形の動作の面白さ、美しさなどが損われてしまう[4][5]。そこで本研究では、「美しさ」、「面白さ」、「躍動感」の3つの感性項目に対して、駆動箇所と3つの感性項目の主観評価

値との関係を考察する。実験では、池浦らが製作した5自由度の自動人形[4]を6自由度に増加する場合を想定し、OpenGLで作成したシミュレータを用いて複数の被験者により主観評価を行う。

2. 舞踊動作モデルの作成

2-1. 5 自由度モデル

6 自由度のシミュレーション用モデルを作成する前に、まず 5 自由度を有するシミュレーション用モデルを示す。図 1 は、その 5 自由度モデルのモデルとなる



図 1. 5 自由度を持つダンスロボット

CCA(Computer Controlled Automata)である。台座下は Computer 制御の部分である。図 2 はそのリンク構成である。14 個の関節の中で 5 つの関節が駆動可能でそれぞれ一つずつ自由度を持っている。

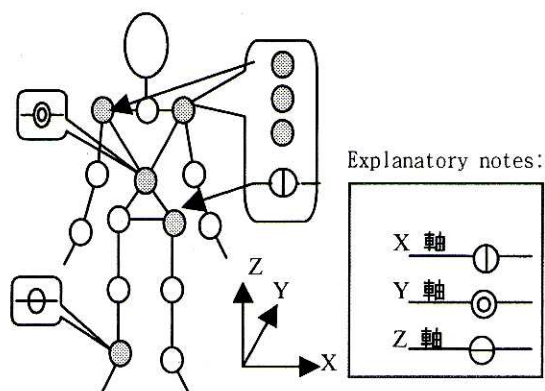


図 2. 5 自由度を持つ CCA のリンクの構成
図の中で、
右足関節が z 軸を中心にして回転する。
腰関節が y 軸を中心にして左右に動く。
両肩と左股関節が x 軸を中心にして上下に動く。

2-2. 自由度を増やす背景

自動人形の設計では、駆動箇所と自由度数の選定が重要である。この選定に関して文献[5]では、次のように考察している。

1. 評価基準とするモデルが持つ印象をあまり損なわずに、15 自由度程度までモデルの自由度を減少させることができる。
2. 躍動感や美しさを表現するためにはより多くの自由度が必要である。反対に面白さについては、少ない自由度でもある程度面白さを表現することができる。

図 1 に示す CCA は 5 自由度しか持っていないため、論文[5]での考察と照らし合わせると、特に躍動感と美しさの表現力が不足していると考えられる。このような背景から、本研究では、図 1 の CCA の自由度を一つ増加させることを考え、どの関節の自由度を増加するのが最良なのか

を主観評価により考察する。

2-3. 6自由度を持つモデルの作成

本研究では、新たな駆動箇所として、小さい関節（例えば、指の関節など）は考えずに、大きな関節だけを考え、合計5つの6自由度モデルを作成する。まず、体の回転自由度(右足の自由度)にもう一つの体の左右方向の自由度を加えてみる(モデル4)。CCAの右脚は内部に同軸シャフトが通っているため上下方向には動かず、左脚は股関節のみが可動する。そこで、次に左膝に上下に可動な自由度を加えてたモデルを考える(モデル5)。最後に、首にx, y, z軸を中心にして曲るそれぞれ一つずつ自由度を加えてみた(モデル1, モデル2, モデル3)。各モデルのリンク構成を以下の図3に示す。

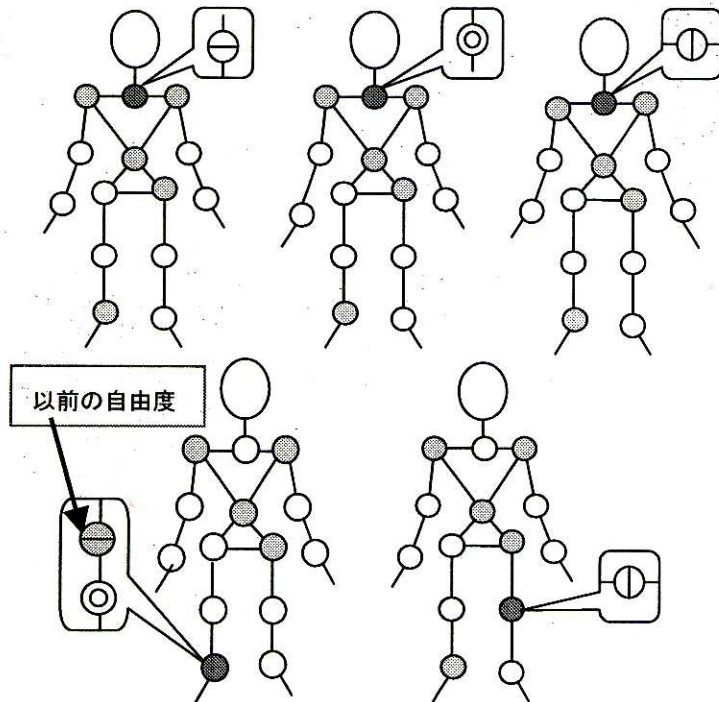


図3 6自由度を持つCCAのリンク構成のモデル

次に、各モデルの動作データについて説明する。

3. 動作データの作成

コンピュータ制御のロボットが、古典的な自動人形よりも優れている点は、ハードウェアを変更せずに、プログラムだけを変えることによって様々な動作を実行させることができるという点である。この利点を生かすためには、より速く簡単に動作教示ができる教示方法を利用すること望ましい。このような教示法として、静止姿勢の連結による自動人形の動作生成CADシステムがある[6]。このCADでは、まず教示者は、ある時間間隔をおいた時刻での静止姿勢の数値データを入力する。人形の動作データは、CADにより静止姿勢間を自動的に補完し連結することで生成される。

このCADの外観を図4に示す。左は、自動人形のモデルである。人形は、ボールと棒のみで簡略に表現されている。右は、操作パネルである。

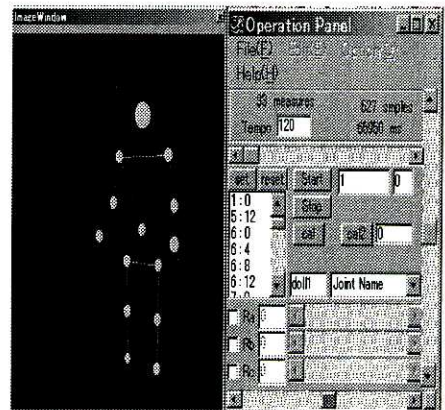


図6 CADシステム

この CAD で作成した動作データは、テキストファイルとして保存することが可能である。

次に、各 6 自由度の人形モデルと CAD により作成されたその動作に対して、被験者による感性評価を行う。評価する際には、被験者が各モデルの動作を比較しやすいように、同時複数のモデルの動作をシミュレータ画面に表示して行う。

4. 感性評価用ソフトウェア

本研究では、Borland C++Builder と 3 次元グラフィックスライブラリ OpenGL により感性評価用のシミュレーションプログラムを作成した。このプログラムでは、一つの画面で、幾つかのモデルを同時に感性評価することが可能である。シミュレーションの流れは、要約すると以下のようになる：

1. 描画列表の創建
2. 人形の座標系の設計
3. モデル 1, モデル 2, ... を作る
4. 音楽データと動作を読み込む
5. 動作データの補間
6. ウィンドウに描画

5. 感性評価

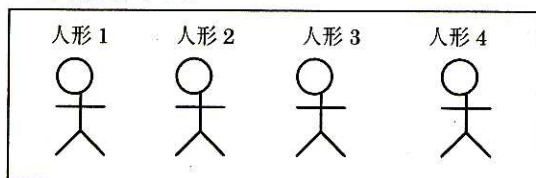
作成したシミュレータでは、同時に複数のモデルの動作を表示できるので、被験者が動作の印象を比較しやすいという利点がある。しかし、一度に必要な以上の動作を表示した場合、画面の表示領域の関係から視覚的に見にくくなるという欠点がある。そこで、本研究では、感性評価されるモデル

を二つの組に分けて、2 度にわたり感性評価を行う。また、感性評価の項目としては、文献[5]を参考にする。ただし、文献[5]では動作の評価の対象は人間であるのに対して、本研究は人形であることを考慮に入れて、「基準の踊りとの類似性」、「類似性」という二つの項目を削除して「面白さ」、「美しさ」、「躍動感」という 3 つ項目について感性評価を行う。

6. 評価実験と結果

評価に用いたモデルの駆動箇所とその回転方向を図 3 に示す。モデル間の比較を容易にするため、一番左には評価の基準モデルとして 5 自由度のモデルを表示する。二番目は首を左右回転可能なモデル 1 であり、三番目は首を左右に寝かすことのできるモデル 2、四番目は首を上下に動かせることのできるモデル 3 である。画面 2 には、一番左のモデルが 5 個の自由度を持つ基準としてのモデルを表示し、次は右足.左右、左膝.前後の自由度を持つモデルを表示する。被験者は、感性評価 1 では 19 人で、感性評価 2 では 22 人である。図 7 は評価の画面と記入用紙である。評価用紙 1 には、印象が一番最高なものに対しては、4 点、続いて 3 点、2 点、最低の場合は 1 点数をつける。評価用紙 2 には、印象点数が一番最高のものには 3 点、次は 2 点、最低のは 1 点をつける。

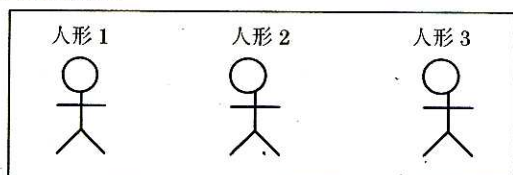
評価画面 1:



評価用紙 1:

印象点数	人形 1	人形 2	人形 3	人形 4
面白さ				
美しさ				
躍動感				

評価画面 2



評価用紙 2

印象点数	人形 1	人形 2	人形 3
面白さ			
美しさ			
躍動感			

図 7 評価の画面と用紙

7. 評価の結果と結論

7-1 感性評価の結果

感性評価した結果を図 8 に示す。

7-2 結論

1. 首, 左膝, 右足に自由度を増やすことは, 特定のダンスには有効性がある。
2. 新しい感性評価用のシミュレーション用ソフトウェアは感性評価がしやすく, 評

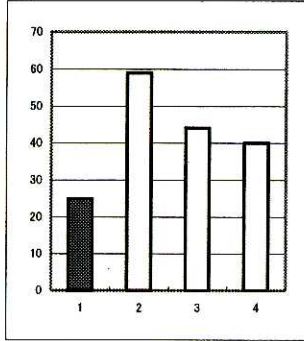
価に要する時間も短くなり実用上有効である。

参考文献

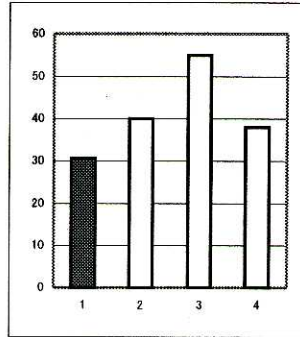
- [1] 小林征夫: アンサンブルロボット, 日本ロボット学会誌, Vol.8, No.3, pp.339-341, 1990.
- [2] 藤原 晴夫: 阿波踊りロボットの制御, 計測と制御, Vol.31, No.12, pp1264-1270, 1992.
- [3] M.Fujita, K.Kageyama, "An Open Architecture for Robot Entertainment", Proc. of the First International Conference on Autonomous Agents, ACM Press, 1997, pp.435-442.
- [4] R. Ikeura, M. Kimura and H. Inooka, "Motion Planning of Computer Controlled Automata", 2nd IEEE. International Workshop on Robot and Human Communication (ROMAN' 93), pp.356-360. Nov 1993.
- [5] 中里 央, 池浦良淳, 猪岡 光: 舞踊運動モデルにおける自由度と感性評価との関係, 人間工学, Vol.32, No.4, 1996, pp.189-196.
- [6] 木津 勇一郎: 静止姿勢の連結による自動人形の動作生成, 東北大学卒業研修, 1999.

評価画面 1：

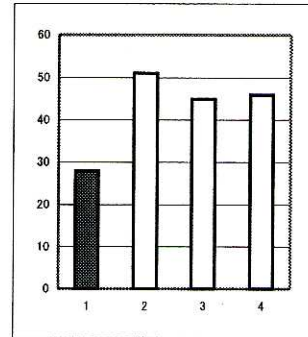
面白さ：



美しさ：



躍動感：



縦軸は、各モデルの面白さ、美しさ、躍動感の相対的な主観評価値を表す。

左に5自由度を持つ基準モデルの評価値を表示する。

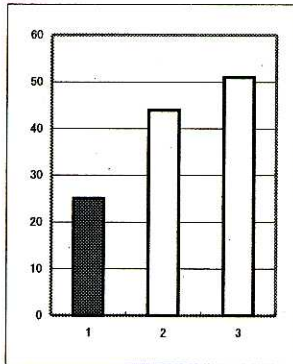
モデル2は、感性評価される6自由度を持つ首。左右モデルを表示する。

モデル3は、感性評価される6自由度を持つ首。回転モデルを表示する。

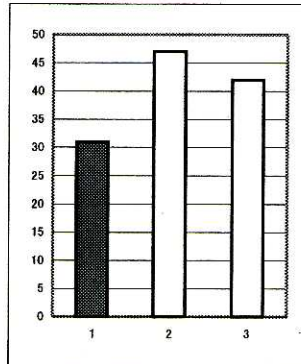
モデル4は、感性評価される6自由度を持つ首。上下モデルを表示する。

評価画面 2：

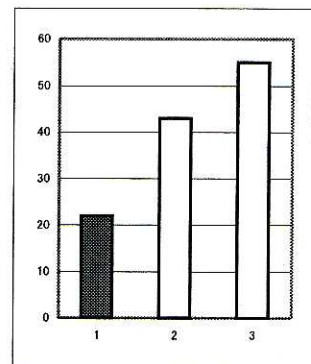
面白さ：



美しさ：



躍動感：



縦軸は、それぞれのモデルの面白さ、美しさ、躍動感の相対的な値を表す。

モデル1は、感性評価される5自由度を持つ基準としてのモデルを表示する。

モデル2は、感性評価される6自由度を持つ右足。左右モデルを表示する。

モデル3は、感性評価される6自由度を持つ左膝。上下モデルを表示する。

図8 感性評価の結果