九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

A Study on the Classification of Moving Units for Facial Expression Robot : Proposal of Moving-Unit for Animatronics

權, 泰錫
九州大学大学院芸術工学研究院

https://doi.org/10.15017/13962

出版情報：九州大学, 2008, 博士（芸術工学）, 課程博士
バージョン：
権利関係：

KYUSHU UNIVERSITY

第７章

結　論

7-1. まとめ

本研究はアニマトロニクスという映画やテーマパークなどで用いられるエンターテイメント用のロボットにおける顔表情の表現に関する研究である。ここでは人間のように、さまざまな顔表情の表現のできるアニマトロニクスを、数少ない駆動ユニットを用いて効果的に制御するために、MU（Moving-Unit）とその記述方法を提案し、人間の表情と物理的および心理的な測定を通して有効性について考察したものである。

第2章では、アニマトロニクスと顔表情の表現に関する先行研究について考察し、本研究で表情分析の基準として用いたFACSによるAUの分類について考察した。

第3章では、既存のロボットやアニマトロニクスの制作･制御等に使われている駆動ユニットの記述方法等について調査を行い、比較・分析を行った。調査の結果、感情を表すための、ロボットの駆動ユニットの位置や操作上の分類方法が統一されていないということがわかった。また過去に制作されたロボットの駆動装置の解析から、それぞれの顔表情ロボットで共通に用いられる部位がわかった。さらに、アニマトロニクスにおける駆動ユニットの分類のために、白黒濃度差（intensity differences）法による顔の可動域分析の実験を行った（実験1）。実験結果から、筋肉の連動関係があることや一つの筋肉でも多様なAUの動きがあることが分かった。

第4章では、既存の顔表情ロボットにおける駆動ユニットの分類と実験1の結果をもとに、アニマトロニクスにおける駆動ユニットの分類としてムービングユニット（MU）を提案した。MUは機械的な筋肉構造を考慮し、アクチュエータ操作を土台にしたアニマトロニクスの顔表情及び、動作表現の基本ユニットである。

MUは全部で26個のMUグループで構成し、この内で19個のMUグループ（muP, muS, muT, muU, muV, muW, muX以外）によって、顔表情に関する62個の全AUの表現が可能である。また、人間のみならず動物や仮想キャラクター等においても全ての顔表情及び、動きを表現することができるように構成した。

第5章は、MUを用いた標準モデルとして、顔ロボット（Bモデル）を制作し、Bモデルの対象になった人間モデル（Aモデル）とBモデルの顔の可動域分析の実験を行い（実験2）、8個のMUグループとして、アクチュエータによる10個のMUだけでFACSの62個のAU中、30個以上のAUが表現できることが観察された。また、AU以外の様々な表情や微妙な表情まで表現することができ、より効率的な表現が可能であることを示せ、MUの有効性について検討した。

第6章は、AモデルBモデルとMUを用いて制作した顔筋肉ロボット（Cモデル）

の顔表情に対してSD（Semantic Differential）法による表情の印象評価実験を行い（実験3）、三つのモデルの表情がもたらす印象に対して類似性の検討を行った。第1主成分の「好感」の感性空間では喜びの表情以外の表情は類似性があり、「好感」の感性空間には口部分の動作が影響していることがわかった。第2主成分の「パワー」の感性空間では無表情の表情と怒りの表情が類似性があり、「パワー」の感性空間には眉部分の動作が影響していることがわかった。第3主成分の「インテリジェンス」の感性空間では各表情について三つのモデルが類似しているという結果は得ることができなかった。「インテリジェンス」の感性空間には全体的なMUの動作量が影響していることがわかった。このことより表情伝達という役割において人間表情をロボットで表現するには、物理的な形状の変化量の一致だけでは不十分であることが分かった。より繊細なムービングポイントの配置やロボットの表情の持つ記号的意味について更なる検討が必要である。

7-2. 本研究の成果

アニマトロニクスはより写実感があるエンターテイメントの水準を高めること以外にも、エンターテイメントに係わった多様な表情を付加価置として創出することができる。

アニマトロニクスの中でも、もっとも難しいとされる顔表情の表現は、基本になる頭蓋骨の形態や肌の厚さや筋肉の動く量と方向などの、解剖学的なデータが背景になければよりリアルな動きを得ることができない。表情表現は一つの筋肉を動かすのではなく、複数の筋肉を互いに組み合わせて行うため、FACSのように各筋肉の相互関係を視野に入れることは非常に重要である。

本研究で提案したMUは、アニマトロニクスにおいて人間の筋肉の役割を担当する最小の駆動ユニットよる分類であり、MUの組み合わせを利用し、アニマトロニクスの制作を行えばより少ない数の駆動ユニットで効率的な顔表情の表現が可能になった。また、MUは人間の姿のアニマトロニクスのみならず、動物、仮想のキャラクター等にまで適用できる可能性もある。

MUを用いて表現したBモデルとCモデルを用いてMUの活用性や類似性を検討し、予めロボット表情のもつ印象を予測して設定したアクチュエータやその変化量に関しては、予測したものと一致せず、満足する結果を得ることができなかった。このことより表情の伝達という役割において人間表情をロボットで表現するには、形状の一致だけでなく、ロボットの表情の持つ記号的意味について更なる検討が必要であることが分かった。

今回用いた、ロボットの基盤となるアクチュエータの配置や、作動のための記号化は標準的なモデルとして今後のアニマトロニクスに用いることの可能性については実証できたが、予測される感情の設定と受け取り手側からの印象については、かなりのずれが現れた。今後この研究の成果をもとに、これらの適切な関連付けを今後も検討し実用的なものにしていかなければならない。

7-3. 今後の展望

今後、よりリアルな表現を目指し、MUとスキンシリコーンの接着位置による皺の変化や、スキンシリコーンの厚さによる皺の表現などの研究を継続して行いより表現豊かで多様な場面に使用できるアニマトロニクスを制作する必要がある。また標準的なメカニズムや形状、記述方法の確立した標準人体アニマトロニクスを設定しエンターテイメント分野のみならず医学、伝統芸能、動物表情の再現等の各種分野に効率的に、効果的に適応させることが可能である。また、全身のMUシステムを構築することができればよりさらに運用の範囲を拡大させることができる。

また別の駆動方法として最近、人間の筋肉と近似した形状であるエアーマッスル（Air Muscle）がアクチュエータとしてアニマトロニクスにも用いられているが、大きさなどの制約のために表情筋を表現するにはまだ現状では問題があるが、人間の筋肉と非常に似ているDielectric Elastomer［注6］というEAP（Electro-Active Polymer）が常用化できると、今まではロボットの駆動装置の設置空間の制約にために表現できなかったMUを表現することができ、更に多様な表情の創出が可能になる。

アニマトロニクスのもつ付加価値の高さ、様々な分野との連係の可能性を探るとともに、アニマトロニクスを情報伝達における立体的なアバターとしての出力装置として捉えることにより、より効果的な伝達媒体としての展開も期待でき、コンテンツの中核として、さらには文化技術の中核としての進展が期待される。