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 5 章

顔ロボットにおける MU(Moving-Unit)の有効性の検討

5-1. 実験 2：人間と顔アニマトロニクスの表情変化に伴う可動域の比較実験

5-1-1. 実験目的

MU を用いたロボットの表情変化に伴う可動域を検討するために、顔アニマトロニクス（B モデル）を制作し（B モデルの製作過程は付録 4 を参照）、B モデルの対象になった実存する人間モデル（A モデル）と B モデルの表情に伴う可動域の比較の実験を行った。

本実験は、可動域の比較実験を通じて、A モデルと B モデルの類似性を分析し、ロボットに対する MU の有効性を検討することを目的とする。

5-1-2. 実験方法

実験は実験 1 と同じく白黒濃度差（intensity differences）法を応用して行った。

(1) 実験対象

実験対象としては以下の 2 つのモデルを用いた。

A モデルとしては 40 歳の韓国人の男性を対象とした。B モデルとしては A モデルを対象にしたアニマトロニクスを用いた。

(2) 実験に用いた表情

実験対象とした表情は、FACS の分類の中に重要だと示された 17 個の AU を中心に被験者に要求した。各 AU に対し表現が不可能の場合と片方可能の場合は被験者から口頭で回答をもらった。また、FACS で基本表情と示される、無表情の表情、喜びの表情、悲しみの表情、怒りの表情、嫌悪の表情、驚きの表情、恐れの表情を実験対象とした。実験に用いた A モデルにおける感情表情は A モデル自身に判断してもらい、B モデルは表 2-2 に示した FACS で示される感情の AU 表記方法の共通点をもとに筆者が使用 MU を決定し、各 MU は表 5-1 のように制御を行った。表 5-1 に示した MU だけを見ても、どのような筋肉がどのくらい動いたか明らかである。また、表 2-2 の AU のように表記されている共通点以外の部分まで制御した。理由は次の二つがある。

一つ目は、人間が表情を表現する場合、自身が認知しなくても自然と表情に直接関係のない筋肉も動くため、表情に関係のない筋肉も制御を行ったことである。

二つ目は、B モデルの構造上の問題で、より少ない数の MU を組み合わせて、似ている表情を表現しなければならないことである。

表 5-1. MU を用いた感情表現の際、各 MU の動作量

感情＼MU	AL	AR	B	C	D	E	F	GL	GR	J
喜び	60	60	100	100	100	100	100	190	190	110
悲しみ	30	30	120	105	105	100	100	95	95	108
怒り	130	130	10	155	140	100	100	100	100	105
嫌悪	80	80	100	100	100	100	100	155	100	112
驚き	190	190	180	100	70	110	100	100	100	180
恐れ	170	170	114	100	140	100	105	100	100	170

(3) 実験装置

アニマトロニクスは動作部分以外の動かないため、図 5-1 に示したように実験装置を設置した。デジタルカメラのレンズから実験対象の顔面までの距離は 500 mm で固定した。

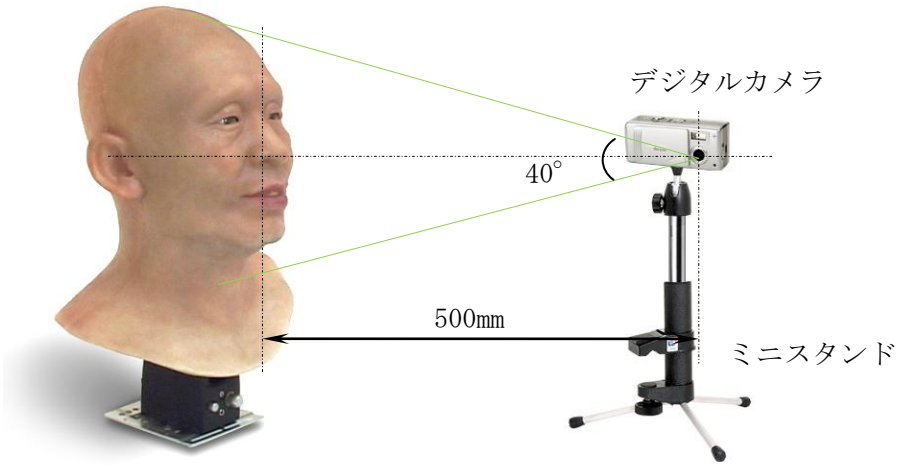


図 5-1. 実験装置の設置方法

顔面の平均照度を 450 ルクスで制限し、撮影角度は 40° で固定し、映像は 12 frame/sec、画面解像度 320×240 で無表情から各 AU に基づく表情になるまでの過程を撮影した。

(4) 可動域の分析に用いたソフトウェア

分析は MathWork 社の「MATLAB」を用いて行なった。

5-1-3. 可動域の分析方法

本実験は実験 1 の表情に伴う可動域分析実験と同じ過程で行った。二つのイメージにおける濃度差（intensity differences）を応用し、A モデルと B モデルの表情変化を記録したに動画に対して可動域分析を行った。

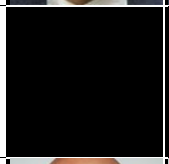
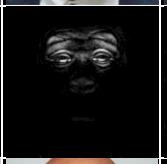
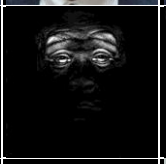
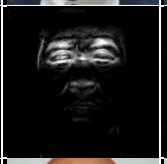
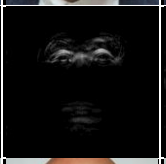
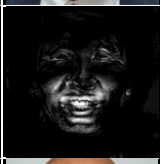
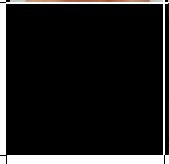
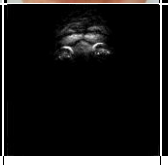
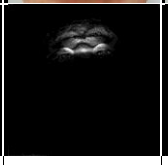
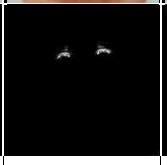
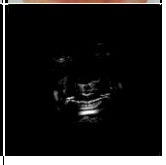
5-1-4. 実験分析結果

表 5-2 のように、MU を使用した B モデルで表現した顔表情の可動域を検出し、A モデルの検出結果と比較を行った。制作時に選んだ 10 個の MU 以外の場合は、「担当 MU なし」と記載している。

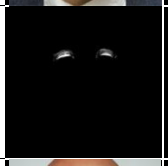
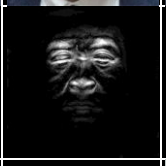
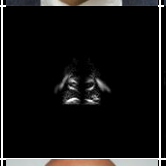
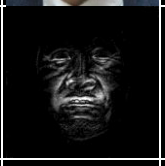
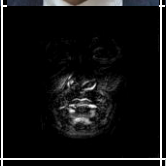
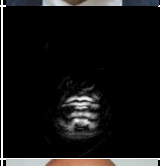
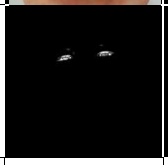
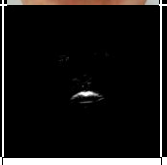
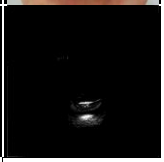
分析の結果、B モデルで適用した MU に当たる AU 項目によって、A モデルと B モデルの可動域の位置は非常に類似した結果が得られた。可動域は A モデルより B モデルの方が少し小さかった。その理由として、人間には肌と筋肉、筋肉と頭蓋骨の間に潤滑剤の役割をする筋膜(fascia)というものがあり、筋肉の動作によって顔面の皮膚が揺れ動きがでるが、アニマトロニクスでは駆動の範囲以外のスキンは内部の骨格フレームと接着するため、可動域が小さくなったことが考えられる。

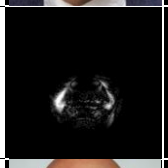
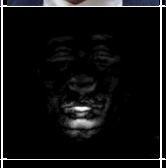
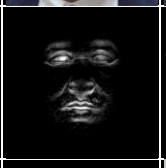
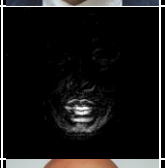
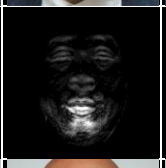
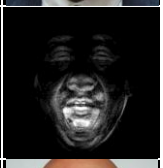
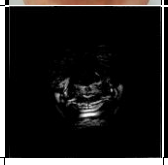
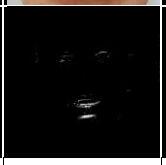
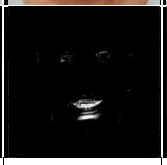
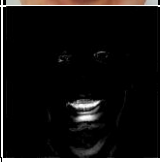
A モデルは AU1 を動かすことができず、AU2 が動いてしまうことが分かった。それを踏まえ、A モデルの AU1 と AU2 を一つの MU として表現することにし、AU1 に当たる muBI と AU2 に当たる muBO のうち muBI の制作を行った。そのため、アニマトロニクスの眉の部分の印象が変化した。また、muC と muD はムービングポイントが一つしかない為、口の周辺の動きが不自然である。

表 5-2. 人間モデルと顔アニマトロニクスとの可動域の比較

区分	AU	Neutral	AU1	AU2	AU4	AU5	AU6
A モデル	表情						
	可動域						
B モデル	表情			muBO なし			
	可動域			———			
	MU	———	B190	———	B10	A190	G190

CONTINUED ON NEXT PAGE

区分＼AU		AU7	AU9	AU10	AU12	AU15	AU17
A モデル	表情						
	可動域						
B モデル	表情		muI なし		muH なし	muH なし	
	可動域		――		――	――	
	MU	A30	――	C180	――	――	D20

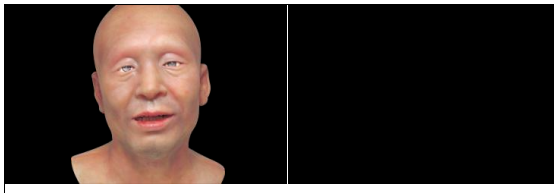
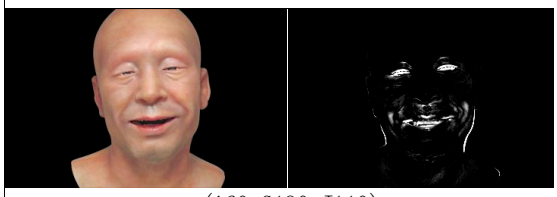
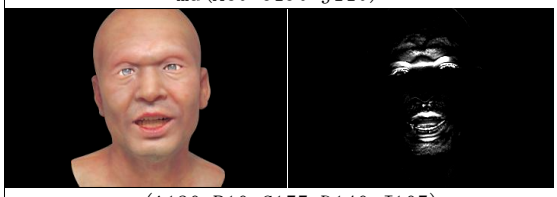
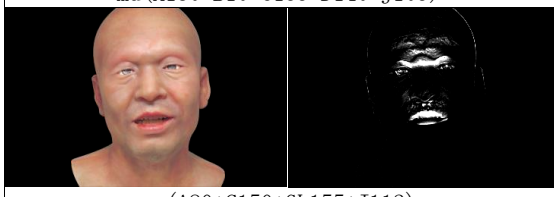
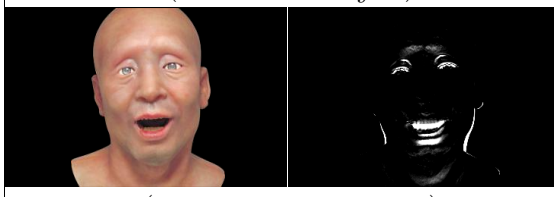
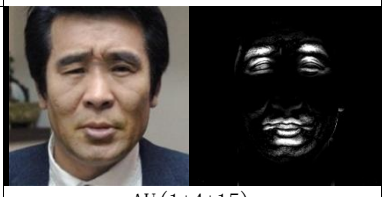
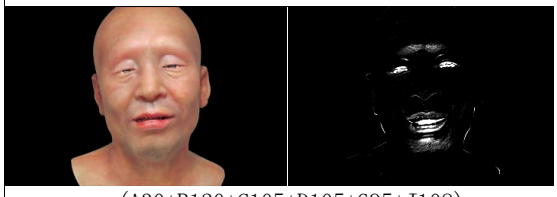
区分＼AU		AU20	AU23	AU24	AU25	AU26	AU27
A モデル	表情						
	可動域						
B モデル	表情		mu0 なし	mu0 なし			
	可動域		――	――			
	MU	G50	――	――	J105	J140	J180

また、表 5-3 のように、表 2-2 に示した FACS で示される感情の AU 表記方法の共通点をもとに筆者が使用する MU を決定し、喜びの表情、悲しみの表情、怒りの表情、嫌悪の表情、驚きの表情、恐れの表情の人間の代表的な 6 個の基本表情と無表情の表情を表現し、人間のモデルと顔アニマトロニクスの可動域の比較を行った。

唇の表現など十分ではない部分も多くあるが、それ以外の部分は満足する結果が得られた。

顔アニマトロニクスは 8 個の MU グループとして、10 個の MU（アクチュエータ）だけで FACS の 58 個の AU 中、30 個以上の AU が表現できる。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すことができた。

表 5-3. 基本表情に対する AU と MU の可動域比較の例

区分 / 表現	A モデル 表情	A モデル 可動域	B モデル 表情	B モデル 可動域
無表情の表情				
	—		—	
喜びの表情				
	AU(6+12+26)		mu(A60+G190+J110)	
怒りの表情				
	AU(4+5+17+25)		mu(A130+B10+C155+D140+J105)	
嫌悪の表情				
	AU(4+10+17)		mu(A80+C150+GL155+J112)	
驚きの表情				
	AU(1+2+5)		mu(A190+B180+D70+E110+J180)	
悲しみの表情				
	AU(1+4+15)		mu(A30+B120+C105+D105+G95+J108)	
恐れの表情				
	AU(1+4+5+20+25)		mu(A170+B114+D140+E15+J170)	

5-2. 顔アニマトロニクスにおける問題点

B モデルは多くの微妙な表情まで表現ができるが、問題点があることも確認できた。それは、MU の分類の問題ではなく、muH（口角を押し下げる）の不在、MU とスキンシリコーンを接着させる位置（ムービングポイント）のうち、口角筋軸(モジオラス：modiolus（付録 5 を参照））の位置に関する問題点であった。口角筋軸は口周辺の表情筋が集まっている部分であり、表情の変化にとって重要な役割を担う。

また、muC（上唇の動き）muD（オトガイの皮膚を引き上げ、皺を作る）については、ムービングポイントの不足の問題があった。一つずつのムービングポイントで構成された muC と muD は、よりリアルな表現のためには二つずつのムービングポイントが必要であることが分かった。

この問題点は MU とムービングポイントの関係やシリコーンの厚さの試行錯誤を行うことにより改善できると考えられる。