

Facial Action Coding System に基づく表情アニメーションの評価

Evaluation of the Making of Short Facial Animation Movies based on Facial Action Coding System

増田隆†

高橋時市郎†

師井聡子†

Takashi Masuda

Tokiichiro Takahashi

Satoko Moroi

1. まえがき

表情の間の変化をリニアで表現した 3DCG アニメーションでは、顔の各部分と同じタイミングで変形しながら動くため、生き生きとした人間の表情を表現することができない。青木ら[1]は、頭部の 3 次元 CT データから顔表面・骨格データを取得し、解剖学的な知見を基に皮膚・表情筋のモデリングを行い、実際に撮影した表情の画像にモデルを変形させて表情を生成する方法を提案した。しかし、表情の間の変化をリニアで表現しているため、人間らしい表現をすることが困難であった。

そこで、我々は Facial Action Coding System[2] (以下、FACS と記す) に注目した。FACS では、顔の表情動作の最小単位 (アクションユニット) を組み合わせることで、表情の細部を個別に制御し、微妙な顔の表情を表現する。我々は既に FACS の考えを基に表情アニメーションを制作した[3]。

今回、先のアニメーションで表現しなかった、表情の左右の変形の差異、感情による瞳孔の収縮、表情別の表出時間を考慮して、表情アニメーションを制作し直した。リニアな表情アニメーションと、制作し直した表情アニメーションのどちらが人間らしいか、主観評価実験を行なった。その結果、制作し直した表情アニメーションの方が人間らしいと評価されたので、報告する。

2. 表情アニメーション制作の概要

2.1 顔の階層構造

3D モデラー Metasequoia と 3DCG ソフトウェア Maya を使用して、フォトリアルな表情アニメーションの制作を目指す。顔の表情をつくりやすくするために、図 1 に示すように、顔を 5 個のパーツに分けてモデリングした。

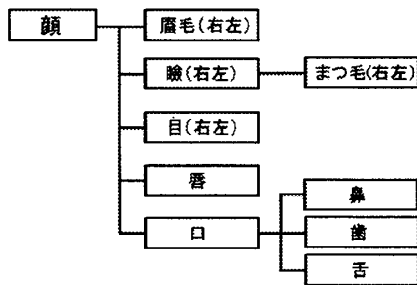


図 1. 顔の階層構造モデル

2.2 Facial Action Coding System

Facial Action Coding System[2]は顔面筋肉の解剖学的見地を基礎とし、44 個の顔の表情動作の最小単位 (アクションユニット) を組み合わせて表情を表現するシステムである。この考えに基づいて表情アニメーションを制作する。

本研究では、表 1 に示す 12 個のアクションユニットを制作した。その際、表情の左右の変形の差異を表現するため、眉毛と眼に関しては、左右別々にアクションユニットを制作した。

表 1 制作したアクションユニット

No.	部分	動作
1	眉毛	眉の外側を上げる
2	眉毛	眉の内側を上げる
3	眉毛	眉の中央を上げる
4	眉毛	眉を寄せる
5	眼	上眼を上げる
6	眼	眼を閉じる
7	口	口を開ける (歯を見せる)
8	口	口を開ける (歯を見せない)
9	唇	唇の端を上げる
10	唇	唇の端を下げる
11	唇	下唇を下げる
12	唇	上唇を上げる

2.3 様々な自発的表情の制作

「驚く」、「悲しむ」、「笑う」、「怖がる」、「喜ぶ」、「泣く」、「憤る」、「苦しむ」の 8 つの表情アニメーションを制作した。これらの表情は自発的表現[4]と呼ばれ、人間が生活している際に抑え込むことができない基本的な表情である。

各表情は、図 2 左図の無表情のモデルと、制作したアクションユニットを組み合わせて制作した。各表情とアクションユニットの関係は表 2 に示す。表の数値は影響度である。ここでの影響度とは、無表情の顔モデルの形がアクションユニットの形に変形する度合いのことを言う。

図 2 中央の顔のモデルは「憤る」、右の顔モデルは「驚く」の表情を制作した例である。

「憤る」表情をした時の眉間のしわや、口が開いた時のこめかみや耳の動きなどを表現することが出来た。頬の筋肉が動くことによって出来る頬のしわや鼻の変形量は小さい。特に、頬のしわは「笑う」、「喜ぶ」といった表情をより人間らしく表現するために必要であり、工夫の余地は大きい。

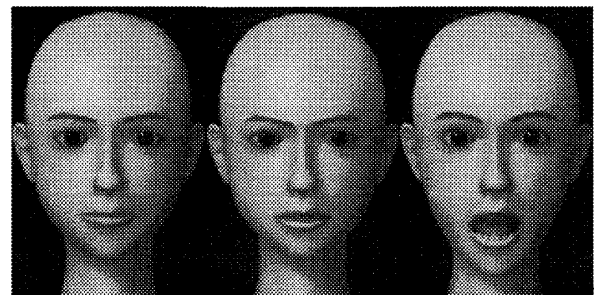


図 2. 様々な自発的表情の作成例

2.4 瞳孔の収縮

人間の瞳孔は、目に当たる光の量によって、縮小・拡大をする。これは網膜に当たる光の量を調整する働きである。また、瞳孔径は感情によっても変化する。具体的にどのような心理状態で変化が起こるのかは、Hessの実験[5]として知られている。その概略を表3にまとめる。

† 東京電機大学 大学院 工学研究科
Graduate School of Engineering, Tokyo Denki University

表3. 瞳孔の変化と感情

瞳孔の変形	感情
拡大	没頭, 興味, 関心, 喜び
縮小	怒り, 嫌悪, 恐怖, 悲しみ

また, 石井ら[6]によれば, 瞳孔の収縮は, 約0.2~0.3secの潜時をおいて収縮を開始し, 約1.0secで最小に達し, その後散瞳し, 元の大きさに戻る. 瞳孔の拡大についても, 約0.2~0.3secの潜時をおいて拡大を開始し, 約1.0secで最大に達し, その後縮小し, 元の大きさに戻ると考えられる.

2.5 表出速度と表出時間

表出速度は, 文献[7]を参考にして, 眉毛, まぶたは同じ速度に, 口, 唇は異なる速度にした. その際に, 表情の左右の変化の差異を表現するため, 右の眉毛, まぶたと左の眉毛, まぶたのモーションカーブに差異を与えた. また, 表出時間は文献[7]と文献[8]を参考に, 負の表情は表出時間を長くして, 正の表情は表出時間を短くした.

3. 主観評価実験

研究室の学生 20 人 (男子: 15 人, 女子 5 人) に 2 つの異なるアニメーションを見せ, 主観評価実験を行った.

実験では, リニアな表情アニメーションと, 本研究で制作した表情アニメーションの 2 つを表情ごとに分けて見せた. そして, どちらの表情アニメーションがより人間らしいかを, 表情ごとに評価した. 人間らしいと評価した表情アニメーションに票を入れてもらった.

実験結果を表 4 に示す. 実験結果から表情ごとに評価が異なることが分かる. 「表情によってはリニアで表現した方が良い」という意見があった. 表情ごとに表出速度の差異を考慮する必要があると思われる.

また, 表 2 の表情は上から実験結果が良かった順番に並べられている. この表から AU1, AU7, AU8, AU11, AU12 を用いて変形させた場合は, 人間らしいと評価されたことが分かる. つまり, AU1, AU7, AU8, AU11, AU12 は人間らしい表情に必要なアクションユニットと考えられる. その中でも, AU7, AU8, AU11, AU12 は唇・口のアクションユニットである. このことから, 口元の動きは人間らしい表情を表現するのに大きく影響し, 目元の動きはあまり影響しないと思われる.

表2. 表情とアクションユニットの関係表

表情		AU1	AU2	AU3	AU4	AU5	AU6	AU7	AU8	AU9	AU10	AU11	AU12
笑う	右	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.22	1.00	0.00	0.52	1.00
	左	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.07						
驚き	右	0.00	0.00	1.00	0.00	0.94	0.00	0.90	0.00	0.00	0.00	0.28	0.00
	左	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00						
怖がる	右	0.00	0.94	0.00	1.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00
	左	0.00	0.94	0.00	1.00	0.00	0.18						
憤る	右	0.99	0.00	0.00	0.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.92	0.91	0.00
	左	0.93	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00						
苦しむ	右	0.00	1.00	0.00	0.39	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	1.00	0.85	0.00
	左	0.81	0.74	0.00	0.36	0.00	0.17						
泣く	右	0.00	1.00	0.00	0.94	0.00	1.00	0.67	0.00	0.00	0.00	0.34	1.00
	左	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00						
喜ぶ	右	0.00	0.00	0.90	0.00	0.24	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	左	0.00	0.00	0.95	0.00	0.24	0.00						
悲しみ	右	0.00	1.00	0.00	0.95	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
	左	0.00	1.00	0.00	0.98	0.00	0.03						

票の合計から本研究で制作した表情アニメーションの方が, リニアな表情アニメーションより人間らしいという結果が得られた.

表4. 実験結果

表情	本研究 (票)	リニア (票)
笑う	15	5
驚く	12	8
怖がる	12	8
憤る	12	8
苦しむ	11	9
泣く	10	10
喜ぶ	9	11
悲しみ	5	15
合計	86	74

4. むすび

表情の左右の変形の差異, 感情による瞳孔の収縮, 表情別の表出時間を考慮して, 表情アニメーションを制作した. リニアな表情アニメーションと, 本研究で制作した表情アニメーションの主観評価実験を行なった. その結果, 本研究で制作した表情アニメーションの方が人間らしいと評価された.

参考文献

[1] 青木 義満 他, 電子情報通信学会論文誌 A, vol.J82-A, No.4, pp573-582, 4, 1999
 [2] P.Ekman et al., Consulting Psychologist Press, 1977
 [3] 増田 隆 他, 映像学技報, VOL.31, NO.20, p31-34, 3, 2007
 [4] 飯島 貴志, "人体のしくみ", ワークスコーポレーション (2003)
 [5] E.H. Hess, Van Nostrand Reinhold, 1975
 [6] 石井 裕剛 他, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2006, Vol.2, No.2332, p.643-p.648, 2006
 [7] 蒲池 みゆき 他, ATR Journal, 39号, pp.12-13 (2000)
 [8] 下田 宏 他, <http://hydro.energy.kyoto-u.ac.jp/Lab/staff/shimoda/paper.html>