

GFFD を用いた発話シミュレーションに関する研究

岳 珧† 北嶋克寛† 赤木康宏†

東京農工大学†

1. はじめに

バーチャルヒューマンはエンターテインメント及びコミュニケーション分野で様々な活用されており、その中でも特に、顔形状の生成に関する研究は人間の特徴を決定づける重要な要素であることから、様々な研究が行われている。顔形状の生成には、特定の個人の（無表情の）顔形状を生成する研究、及び任意の顔形状に表情および発話動作を付加する研究の 2 つのアプローチがある。これまで、著者らは前者の研究に取り組んでおり、写真から顔の特徴を抽出することで、個人の顔形状を生成する研究[1]を行った。後者の研究としては、標準的な顔形状で作成した顔の運動データに基づき、対象となる顔形状の特徴に応じて運動量を調整することで、対象に応じた発話動作を生成する Noh らの研究がある[2]。Noh らの研究では、任意の顔形状に対して自然な発話動作の複製を行うことが可能であるが、動作の基となる運動データをあらかじめ作成する必要がある手間がかかるという問題も生じる。そこで本研究では、発話時の口形状を決定する要因である口輪筋に着目し、口輪筋の運動をモデル化することで、日本語の母音に対応する発話時の顔形状を自動生成する手法を提案する。

2. 顔形状の生成及び変形手法

本章では、第 3 章で述べる口輪筋モデルを用いた顔形状の変形手法の基本となる個人の顔形状の生成手法[1]について述べる。

2.1 顔形状に適した形状変形手法

本研究で行う顔形状の変形では、形状全体の変形が滑らかに行われる必要があり、著者らの開発した一般化関数に基づく空間変形手法「Generalized Free-Form Deformation (GFFD) [3]」を用いる。GFFD では、変形対象となる形状に対して任意個の変形の基準となる点（操作点）を配置し、

変形前及び変形後の操作点位置の移動情報を与えることで、周囲に存在する頂点を含む空間を変形することで、対象形状全体の連続的な変形を行う。その際、操作点が他の点に与える影響度を設定することで柔軟な変形制御が可能であるという特徴がある。

2.2. 写真からの個人の顔形状の生成[1]

本研究で用いる顔形状の生成手法は、はじめに標準顔形状モデルを用意し、作成したい個人の複数枚（通常、正面と側面）の写真を用意する。次に、写真から個人の特徴を表す点（特徴点）を決め、この特徴点を GFFD の操作点として標準顔形状を変形することで個人の顔形状を生成する。その際、標準顔形状モデル上に配置した顔面上の筋肉も同時に変形することで、個人の特徴に応じた筋肉の配置を行うことができる。

以上の手法により、写真から個人の（無表情の）顔形状を生成することができる。次章では、生成した顔形状および筋肉配置を基に口輪筋モデルを作成し、その形状変化をシミュレートすることで個人の口形状の生成を行う。

3. 口輪筋のモデル化と変形

3.1 口輪筋モデル

口輪筋は口の周囲を取り囲む筋肉であり、周囲の 6 種の筋肉（上唇挙筋、下唇下制筋、口角制筋 それぞれ左右対称であり、他端は骨格に接続している）に支えられる形で存在している（図 1）。

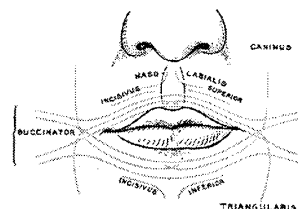


図 1. 口輪筋

発話動作を行う際には、これらの筋肉が収縮・弛緩する

†「A Study on Speech Simulation with a GFFD Method」

†「Tokyo University of Agriculture and Technology」

ことで口輪筋形状を変形し、言語固有の口形状を形成している。本研究では、これらの筋肉のモデル化を行い、各筋肉の力のつり合いなどから発話時の口形状の変形を表現する。

3.2 口輪筋モデル

すべての口の形において共通することは、左右の口角を除き、口の輪郭が滑らかに変形されているということである。これは、口輪筋が口の形を滑らかにしているためで、口角が滑らかに変形しないのは口輪筋の固定端があるためである。そこで、本研究では、口の輪郭上に配置された頂点群を制御する口輪筋モデルを提案する。図2に口輪筋モデルを示す。

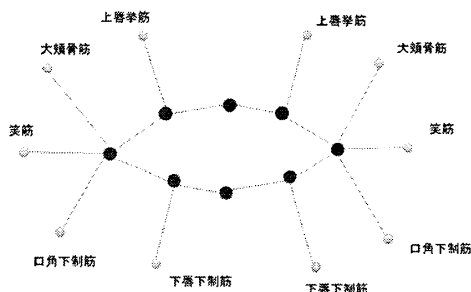


図2. 口輪筋モデル

本研究では、口輪筋モデルに基づき、標準顔形状モデルにおいて各母音に対応する表情筋の収縮率を与えることで、口形状を決定する(表1)。その後、個人の顔形状の特徴に応じて標準形状を変形することで、個人の発話時の顔形状を生成する。

表1. 表情筋の収縮率

	あ	い	う	え	お	ん
笑筋	1.11	0.95	0.97	0.96	0.96	0.84
大頬骨筋	1.12	1	1.12	1.22	1.35	0.88
口角下制筋	0.75	0.9	0.73	0.95	0.74	0.97
上唇挙筋	1.09	0.99	1.06	0.97	1.04	1.03
下唇下制筋	0.38	0.88	0.65	0.61	0.6	1.03

3.3 口輪筋モデルからの口形状の変形

3.2節で述べた口輪筋モデルに基づき求めた、変形後の口輪筋より口形状の変形を行う。変形は、口輪筋上の他の筋肉との接続点をGFFDにおける操作点とみなし(図3)、標準状態との位置の差から顔形状全体の変形を行う。これにより、変形が口輪筋と対応する顔形状上の頂点に限定されずに、周囲の形状(頂点)に対しても自然な影響を及ぼ

すことができる。

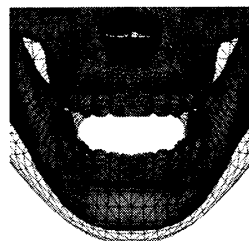


図3. 操作点の配置

4. 実験

4.1 生成形状の評価

生成した発話時の顔形状を男女12種用意し(図4)、28人の被験者に結果画像を提示及び発音の分類を行ってもらった(表2)。



図4. 作成した口形状変化例表

表2. アンケート

	あ	い	う	え	お	ん	わからない	正回答数	誤回答数
あ	23	0	0	0	0	0	0	23	0
い	0	18	0	7	0	0	1	18	7
う	6	0	13	0	8	0	4	13	14
え	0	8	0	21	0	0	3	21	8
お	7	0	7	0	10	0	4	10	14
ん	0	0	0	0	0	18	0	18	0
回答数	36	26	20	28	18	18	12	—	—

5. おわりに

本報告では、GFFDを用いた表情筋モデルによる表情変化の手法について述べた。任意の顔形状に対して、口輪筋をモデル化することにより、発話変化を与えられることを確認した。

参考文献

- [1] 北嶋克寛, 赤木康宏, 山内玲, 岡澤直輝, 樋口靖和: "GFFDに基づく顔形状モデリングに関する研究", 精密工学会誌, 47, 8, pp. 883-890, 2008.
- [2] J. Y. Noh, U. Neumann: "Expression cloning" In Proceedings of SIGGRAPH01, pp. 277-288, 2001.
- [3] 吉田典正, 加納顕也, 北嶋克寛: "ガウス関数に基づくFree-Form Deformation", 精密工学会誌, 65 巻, pp. 971-975, 1999.