

LK_002

仮想括約筋を用いた目と口の表情生成

Generating Expressions of Eyes and Mouth using Virtual Sphincter Muscle

安善姪†
Seonju Ahn

小沢慎治†
Shinji Ozawa

1. まえがき

顔の筋肉は一般に表情筋肉といわれ、実際に人間の表情は顔の内部にある筋肉の動きにより生成される。

筆者らは顔実画像を入力とし、線形筋(額や頬など)の筋肉パラメータを推定する手法を提案して様々な人物の表情画像を生成した[1]。線形筋だけでは目と口の周辺の表情生成が困難であるため、括約筋(眼輪筋、口輪筋)の役割が必要である。従来では括約筋の役割を実現するために目と口の周りに半径方向に多数の線形筋を配置したり、線形筋を円周方向に配置していた。

本論文では筋肉顔モデルに新たに仮想括約筋を提案する。その筋肉顔モデルを用いれば、筋肉パラメータで目と口の表情を制御できる。提案された手法の有効性を確認するために実験を行った。

2. 筋肉顔モデル

2.1 筋肉顔モデルの構成

[1]で用いた筋肉顔モデルは表皮上の頂点群の位置情報、三角形を構成するのに必要な連結情報、及び筋肉情報により構成されている。本論文で提案する筋肉顔モデルと仮想括約筋の位置を図1に示す。図1に示した目と口の周り楕円が括約筋を表している。なお、他の線形筋は省略されているが、[1]と同じである。



図1 筋肉顔モデルと仮想括約筋の位置

筋肉顔モデルの頂点群の初期座標も図1に示されているが、筋肉パラメータ($c=0$)に対応している。他の線形筋と目では Waters が提案したモデル[2]と同様であるが、口の場合には $c=0$ が中程度に開いたときに対応している。

2.2 仮想括約筋

人間の顔には括約筋(眼輪筋、口輪筋)があって目と口の表情を生成しているが、その括約筋をそのまま取り入れるのは困難である。しかしながら、自然な顔の表情を生成するためには括約筋の役割が必要である。したがって、本論文では解剖学的な括約筋と役割が一致するように近似した新しい仮想括約筋を提案する。

仮想括約筋の構造を図2に示す。原点(O)は目または口の中心である。仮想括約筋は筋肉顔モデルの目または口の周りにある頂点群を各々原点と結ぶことにより、原点から放射状に伸びた多数の線形筋により構成されると仮定する。(図では筋肉1本だけが描かれている。)

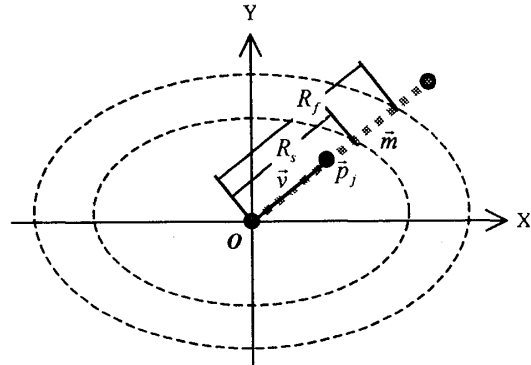


図2 仮想括約筋の構造

仮想括約筋の皮膚表面点(モデルの頂点)の一つを図2の \bar{p}_j とおくと頂点の変位(δ_j)は式(1)により求まる。

$$\delta_j = \bar{p}_j' - \bar{p}_j = c \cdot r \cdot \frac{\bar{v}}{\|\bar{v}\|} \quad (1)$$

\bar{p}_j / \bar{p}_j' は平静顔/表情顔の頂点 j の位置である ($\bar{p}_j(x, y, z)$)。原点(O)と頂点を結んだ直線の延長上に線形筋(\bar{m} , グレーの点線)の端点があると仮定し、 \bar{v} は原点から頂点までのベクトルである。 r は半径方向の筋肉の影響程度を表すパラメータであり、 \bar{p}_j が内側の楕円内にあるときは $r = \cos\left(\left(1 - \frac{\|\bar{v}\|}{R_s}\right) \cdot \frac{\pi}{2}\right)$ であり、 \bar{p}_j が2つの楕円の間にあるときは $r = \cos\left(\frac{\|\bar{v}\| - R_s}{R_f - R_s} \cdot \frac{\pi}{2}\right)$ である。したがって、表情ごとに異なるパラメータは c のみである(以後、 c を筋肉パラメータと呼ぶこととする)。そのため、 c により \bar{p}_j の移動値が決まる。その際に、 \bar{p}_j は線形筋(\bar{m})の線上に沿って移動する。

以上をまとめると仮想括約筋の筋肉情報は r を定めるときに必要なパラメータ (R_s, R_f), 筋肉パラメータ (c) から構成されている。

1本の線形筋の変位を式(1)のように定義すると線形筋がたくさんあって同一の筋肉パラメータ(c)を用いると楕円の大きさが変わるような動きができる。したがって、その楕円内にある頂点群の移動により目と口の表情が生成される仕組みである。

本論文では、仮想括約筋として2種類(放射状モデル、縦線モデル)を定義する。縦線モデルとは上記に述べた仮想括約筋(放射状モデル)から横側の動きがないことを示す。目と口の開閉には横側に移動しないことから縦線モデル

† 慶應義塾大学大学院 理工学研究科

ルを用いる。一方、口を突き出すときは横側も移動するので放射状モデルを用いる。

3. 実験結果

実験1では提案した仮想括約筋の有効性を確認するために正方格子状に配置した頂点と式(1)を用いて予備実験を行った。実験2では筋肉顔モデルと式(1)を用い、筋肉パラメータ(c)を変換することにより筋肉顔モデルの目と口の表情を生成した。また、比較のために[1]で提案した線形筋のみを用いて目と口の表情を生成した。

3.1 予備実験 (実験1)

提案した仮想括約筋は原点から放射状に伸びた多数の線形筋で構成されている。予備実験では楕円形の動きが生成できるのかを確認するために、正方格子状に配置した頂点に式(1)を適用した。その結果を図3に示す。

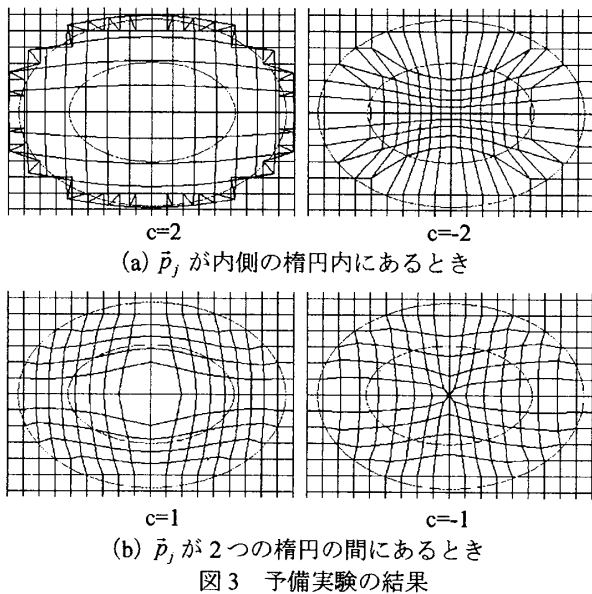


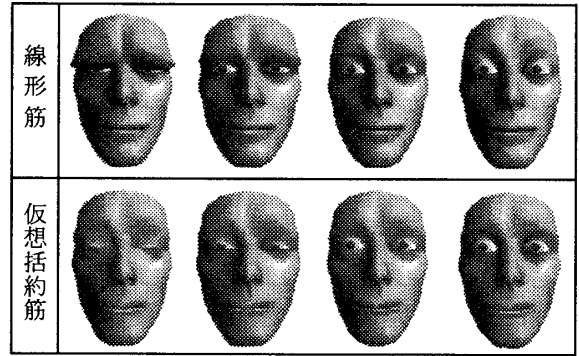
図3(a)/(b)は図2に示したように \bar{p}_j が内側の楕円内/2つの楕円の間にあるときの楕円の動きを示す。実際に目と口の表情を生成する際には図3(a)の内側の楕円内と図3(b)の2つの楕円の間のみを用いる。

3.2 目と口の表情生成 (実験2)

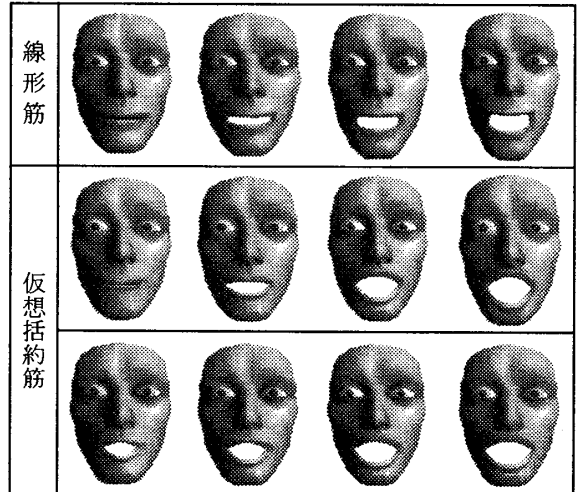
目と口の開閉は横側に移動しないことから縦線モデルを用い、口を突き出すときは横側も移動するので放射状モデルを用いる。目と口の表情生成の結果を図4に示す。

図4(a)(b)の上が線形筋のみで生成した目と口の表情画像である。一方、下が仮想括約筋のみで生成した目と口の表情画像である。

図4(a)の線形筋の結果では目の開閉ではなく眉の筋肉が上がったり下がったりする表情になっている。図4(b)の線形筋の結果では口の下部が全体に下がる表情になっている。線形筋だけでは口の突き出しは生成できない。一方、図4(a)(b)の仮想括約筋の結果では目と口の表情が生成できたのが分かる。目と口の輪郭が不自然であるが、他の線形筋を平静表情としているためであり、顔全体の表情を生成すればより自然になると考えられる。



(a) 目の開閉



(b) 口の開閉および突き出し
図4 目と口の表情

4. むすび

本論文では筋肉顔モデルに新たに仮想括約筋を導入することを提案した。仮想括約筋は筋肉顔モデルの目または口の周りにある頂点群を各々原点と結ぶことにより、原点から放射状に伸びた多数の線形筋により構成されると仮定したもので、実験により有効性を確認した。

[1]で提案した線形筋と本論文で提案した仮想括約筋とを用いて筋肉パラメータを適切に求めれば、より豊富な表情が生成できると考えられる。しかしながら、顔実画像を入力として人物の表情画像を生成するためには、顔の特徴点の位置及び括約筋の筋肉パラメータの推定手法を検討する必要がある。今後は静止画像では判断できない表情生成のため、連続画像から表情アニメーションの生成を実現したい。

参考文献

- [1] 安 善妊, 小沢慎治, “顔画像からの筋肉パラメータの推定とそれに基づく他人の表情生成,” 信学論(D-II), Vol. J88-D-II, No.10, p.2081~2089, Oct.2005
- [2] K.Waters, “A Muscle Model for Animating Three Dimensional Facial Expression”, Comput. Graphics, vol.22, no.4, pp.17-24, 1987