

# 子供型アンドロイドの接触反応表現のための 柔軟な表情生成器と割り込み表情制御器の開発

Face control system of a child android robot for physical and social interaction

福岡慶太<sup>1</sup> 石原尚<sup>2,3</sup>

Keita Fukuoka<sup>1</sup>, Hisashi Ishihara<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>徳島県立城東高等学校

<sup>1</sup>Tokushima Prefectural Joto High School

<sup>2</sup>大阪大学大学院 工学研究科

<sup>3</sup>JST さきがけ

<sup>2</sup>Graduate School of Engineering, Osaka University

<sup>3</sup>JST PRESTO

**Abstract:** 本研究では、子供型アンドロイドの動作と反応の表現力を向上させるため、表情強度や他表情との混合度を調整可能な表情生成器と、それを基にいくつかの感情表現パターンやくしゃみやあくびなどの半固定的な動的表現パターンを再生する動作表現器を開発し、それらを用いて触覚センサの入力値に応じて表情を切り替える表情制御器を開発した。このシステムは人がアンドロイドに接触する状況でのインタラクション実験に有用であると考えられる。

## はじめに

子供型アンドロイド Affetto は、人との間で交わされる情報を質的にも量的にも豊かなものにすべく、身体表現力・感知力・柔軟性を高いレベルで兼ね備えられるようにその身体の開発が進められているロボットである。これまでに、しなやか且つ機敏に動作する小型多自由度の骨格機構[1]や、多彩な表情の作り分けが可能な頭部[2] (図1) などが実現されてきた。

人から与えられる情報を豊かにしようとする場合には、その契機となるロボット側の表現についての質・量的な向上が欠かせない。特に、頭部による各種表現に注目した場合、単に笑った顔や不満げな顔をはっきりと表し分けるだけでなく、複数の表情の混じり具合や強度の違い、さらにはそれらの時間的な移ろいや無意識的な仕草や癖をも表現できることが望ましい。

さらには、ロボット側の表現力を高めようとする上では、各種表現の契機も、人から見て合理的に解釈が可能であることが望ましい。例えば、意味もなく笑顔や不満げな表情が出されているのではなく、優しい、あるいは強い接触刺激に対する反応の表れとしてそれらの表情が切り替えられている状況の方が、より強く人の反応を喚起できる表現となりうるであろう。



図1 Affetto 頭部の外観

しかし、これまでに Affetto にそのような多彩な動きや反応の表現をさせるための表情制御器は備わっていなかった。具体的には、これまでの制御器では、いくつか用意された笑顔や不満顔などの典型的な表情姿勢のいずれかがランダムに、あるいは操作者のボタン操作によって選択され、一定の遷移時間において姿勢が切り替えられるという単純な表情生成しかできていなかった。

そこで本研究では、動作と反応の表現力の向上を目指し、各種表情がより多彩に生成され、且つその成され方が触覚刺激に応じて切り替えられる表情制御器を開発する。本稿では、表情制御器の構成や機能の概要について述べた上で、実際に作成した表現の例をいくつか紹介する。

## 表情制御器の概要

本表情制御器は、表情生成器及び動作表現器という2つのモジュールを内部に備えている。表情生成器は、あらかじめ定義された典型的な顔姿勢のデータセット（笑顔や不満顔などの各姿勢を実現するための顔内部アクチュエータへの位置指令値の組）と、所定の表現強度や他姿勢との混合度のパラメータに基づいて表情のベースとなる姿勢を作り出すモジュールである。動作表現器は、表情生成器によって作られたベース姿勢に対して、周期的あるいは半固定的な変動パターンを加えるモジュールである。これらを用意する表情制御器は、触覚センサとアンドロイド頭部の両者と接続されており、触覚センサデータに基づいて表情制御器のパラメータ及び動作表現器が加える変動パターンを変化させる。

表情生成器の働きによって、あらかじめ定義された典型的な顔姿勢の数が少ないものであったとしても、膨大な数のベース姿勢を生成することができる。例えば、笑顔と不満顔という2種類の姿勢のみしか定義されていない場合でも、それぞれの表出の強度を10段階に分け、さらに両姿勢を混ぜ合わせる割合を10通り用意するだけでも、1000通りのベース姿勢を生成することができる。これらのベース姿勢は、大きくはっきりとした笑顔あるいは不満顔から、小さい笑顔あるいは不満顔まで、また、大きい笑顔に少し不満顔が入り混じったような表情から、大きい不満顔に少し笑顔が入り混じった表情までを網羅することになる。このような表情の合成の組み合わせの数は、駆動部位ごとに異なる混合割合を設定するようにした場合、駆動部位の数だけさらに膨大になる。

もう一方の動作表現器の働きによって、上記のベース姿勢はより生き生きとしたものとなる。ベース姿勢を一定時間ごとに切り替えるだけでは、その印象は無機質で機械的なものとなるが、そこに瞬きや呼吸周期程度の首や顎の揺れ、さらには視線の揺れを重ねることで、機械的な印象は随分弱めることができる。さらに、瞬きの頻度や速度、また首や顎の揺れの周期や振幅などのパラメータを変更することで、眠たそう、興奮していそう、苦しそう、などの印象の違いを表現することもできる。

アンドロイドの頭部に触覚センサを組み合わせることで、上記の表情生成器と動作表現器の効果をさらに高めることができる。例えば、触覚センサが入力を検知していない場合には、笑顔の混合割合の高いベース姿勢に対して眠そうな動作表現を加えた表現をさせておき、もし触覚センサがある閾値を超える入力を検知した場合には、痛がる表情を大きく出

した後に、大きな不満顔の混合割合の高いベース姿勢に対して興奮して苦しそうな動作表現を加えると、いった反応を表現することができる。

## 作成した表現の例

図2に今回定義した典型的な顔姿勢の例を示す。示された4つの姿勢によって、表情がはっきりと作り分けられていることが分かる。これらの表情が伝える印象は文脈によって異なるものとなることが想定されるが、例えば左から、笑顔、ご機嫌な気付き、警戒、疑い、のような表情として捉えることができよう。



図3 典型的な顔姿勢の例

図3は、今回作成した動作表現の1つであるくしゃみの様子の連続写真である。左から右に向けて、くしゃみの予備動作からくしゃみが終わるまでの一連の動きが再生されている。この動きは、ベース姿勢をどのような時間間隔で切り替えるかを定めるシナリオファイルとして記録されており、任意のタイミングで割り込んで再生することが可能である。

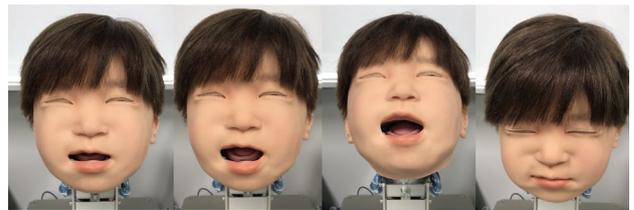


図2 くしゃみの表現例

図4は、頭部の手前に置かれた磁気式柔軟触覚センサ素子[3]に対して大きな力が加えられた場合に痛がる表情をさせたときの様子を示している。左の写真は力が加えられる前の様子を、右の写真は直後の様子を示している。過度な強さで触れられることで痛がる反応が明確に表現できている。

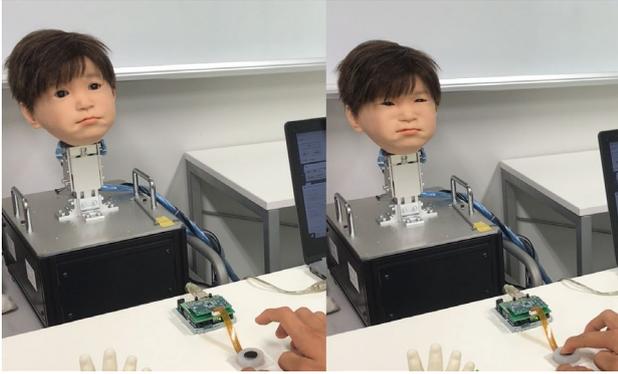


図 4 触覚入力に対して反応する様子

## おわりに

各種表情がより多彩に生成され、且つその成され方が触覚刺激に応じて切り替えられるように作成した表情制御器の構成と機能の概要、及びその実施例の一部を紹介した。このシステムは人がアンドロイドに接触する状況でのインタラクション実験に有用であると考えられる。

本稿で言及した表情の作り分けの細かさや、人を与える印象効果、あるいは人の反応を喚起する作用の強さなどへの言及は、現時点では多分に著者らの主観に依るところが大きいため、今後の実験によって定量的な評価を進めていく予定である。

## 謝辞

本研究は、JST、さきがけ、JPMJPR1652 及び大阪大学 SEEDS プログラムの支援を受けて実施したものである。

## 参考文献

- [ 1 ] Hisashi Ishihara and Minoru Asada. Design of a 22 DOF pneumatically-actuated upper body for a child android ‘Affetto’, *Advanced Robotics*. vol. 29, issue 18, pp. Pages 1151-1163, (2015)
- [ 2 ] Hisashi Ishihara, Binyi Wu, Minoru Asada. Identification and evaluation of the face system of a child android robot Affetto for surface motion design. *Frontiers in Robotics and AI*, (2018)
- [ 3 ] Takumi Kawasetsu, Takato Horii, Hisashi Ishihara, and Minoru Asada. Flexible Tri-axis tactile sensor using a spiral inductor and magnetorheological elastomer. *IEEE Sensors*, Vol. 18(14), pp. 5834-5841, (2018)