

アンドロイドの笑顔を構成する顔動作が 人格特性の印象に与える影響の予備的解析

Preliminary Analysis of the Influence of Facial Movements Composing Android Smiles on Impressions of Personality Traits

大原颯太¹ 林里奈² 吉田尚弘¹ 西井尋紀¹
萩原広道³ 石原尚^{1*} 大須賀公一¹
Sota Ohara¹ Rina Hayashi² Takahiro Yoshida¹ Hiroki Nishii¹
Hiromichi Hagihara³ Hisashi Ishihara¹ Koichi Osuka¹

¹ 大阪大学大学院 工学研究科

¹ Graduate School of Engineering, Osaka University

² 愛知産業大学 造形学部

² Faculty of Architecture and Design, Aichi Sangyo University

³ 大阪大学大学院 人間科学研究科

³ Graduate School of Human Sciences, Osaka University

Abstract: Facial movements of android robots should be designed carefully to achieve desired impressions. Therefore, it is essential to understand in detail which impressions each movement component provides to humans. In this study, we adopted the design of experiments method to efficiently investigate the effect of each movement composing smiling expressions on the personality trait impressions. Ninety-three participants answered the impressions of different combinations of facial movements, and statistical tests were conducted to evaluate the main effects of each movement. Significant movement effects on three types of personality impressions are introduced, and the potential design policy of smiling facial expressions conveying desired personality impressions is discussed in this report.

1 緒言

アンドロイドロボット（以下、アンドロイド）は、柔軟な顔皮膚の複雑な変形による表情表出を通して、感情や人格等の心理的印象を人間に伝えることが期待されている。表情の中でも特に笑顔は、単に自身が幸福を感じているときに自然に生じるだけでなく、他者に何らかの意図や自身の状態についての情報を伝達する用途でも用いられ、円滑なコミュニケーションを実現するうえで重要な機能を持っている。

先行研究では、顔動作の強度の変更 [1] や、瞬きや頭、上半身の動きを笑顔に追加 [2] することによって、アン



図 1: Appearance of the child-type android robot “Affetto” [3].

ドroidに笑顔を実装し印象評価を行う試みがされてきたが、笑顔の形はいずれの研究も 1 種類または 2 種類の実装にとどまっている。笑顔は、親しみやすさの印象を与える笑顔や、堂々とした印象を与える笑顔など多種多様であり、それらを場面に応じて適切に使い分けること

* 連絡先：大阪大学大学院工学研究科
〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2 - 1
E-mail: ishihara@mech.eng.osaka-u.ac.jp

が望ましい。アンドロイドが場面ごとに効果的な笑顔を使い分けることによって、人間がアンドロイドに抱く人格特性の印象を制御できるようになると期待される。

しかし、多様な笑顔を作り分け、アンドロイドに実装することは容易ではない。なぜなら、笑顔による印象の伝達には、顔部位の動きの有無や強度などの条件が複雑に関係し、各動きが与える影響の詳細が未知であるからである。したがって、設計者の意図した印象を与えられる笑顔を設計するためには、アンドロイドの顔部位の動きの組み合わせによる印象の違いを詳細かつ多面的に把握することが不可欠である。そこで本研究では、アンドロイドに異なる顔動作の組み合わせで表情表出させた際の印象を調査し、各顔動作が印象に個別に与える影響を解析することで、どの顔部位の動きがどのような人格特性の印象を左右するのかを明らかにすることを目的とする。

2 顔動作の選定と設計

2.1 採用するアンドロイド

本研究は、多様な表情を表出できるアンドロイドを必要とする。そこで本研究では、図1に示す、アンドロイド「Affetto」を使用する。Affettoは石原らによって開発されたロボットであり、顔皮膚に18、首に3の動作箇所を有している[3]。Affettoは動作箇所の豊富さを活かして、異なる顔動作の組み合わせによる多様な表情を表出できるため、本研究に適している。

2.2 表情の設計

アンドロイドの笑顔を構成する顔部位動作の印象の違いを調査するために、人間の笑顔印象評価の先行研究を参考にして、調査対象とする顔部位を決定した。先行研究[4-6]で、魅力度や活動性などの印象への影響が指摘されている顔部位の中で、Affettoに実装することができる、口角、眉、目、口、頭の動きを調査対象とした。これらの部位について、「口角挙上」、「眉挙上」、「細目」、「口すぼめ」、「開口」、「頭部上向」の6つの動きを採用した。実装した顔部位動作を図2に示す。

次に表情の時間的な特徴を決定する。表情の時間的な特徴と表情を構成する複数の顔部位の両者による印象への影響を調査しようとする、Affettoに実装する動きが多くなってしまい、実験参加者の負担が大きくなる。そこで本研究は、初期段階として、異なる顔動作の組み合わせによる表情表出に直接関わる、構成する顔部位のみに着目して印象評価を行い、時間的な特徴は統一すること

にした。本研究では、式(1)で表される減衰波を用いた。ここでは、 t が時刻、 α 、 β 、 γ は定数であり、 α は振幅、 β は減衰率、 γ は周波数を表す。

$$c_i(t) = \alpha \exp\left(-\frac{t^2}{\beta^2}\right) \sin(\gamma t) \quad (1)$$

ここで、 $c_i(t)$ は、時刻 t における i 番($i = 1, \dots, 6$)の顔動作の出現度合いである。この値は最大出現度がおおむね1と成るように正規化されている。本研究で使用する定数は、 $\alpha = 4.2$ 、 $\beta = 0.95$ 、 $\gamma = 0.6$ とした。このように定めた定数によって実現される減衰波を図3に示す。この減衰波の使用により、動作は出現後滑らかに消失に転じ、その後緩やかに消失する。また、顔部位の動きを組み合わせる際には、各出現度合いの開始時刻を揃えることで、各顔部位の動きが同時に表出されるようにした。

2.3 実験計画法

本研究は、6つの顔部位の動きに対して、印象への影響を調査する。評価を行う表情が多くなることは、実験参加者の負担につながってしまう。そこで本研究は、実験参加者の負担軽減のために、動かさないか、一定量動かすかの2水準だけを調査の対象とした。

しかしながら、 2^6 通り(64通り)でも実験参加者の負担は大きいと予想されるため、実験参加者の評価する顔部位の組み合わせの数を減らすことが必要となる。そこで実験計画法を用いて、効率の良い実験計画を立て、印象評価実験を行うことにした。本研究には、実験計画法の中でも、少ない実験回数で多くの要因効果を検定することのできる直交配列表実験が適している。また、交互作用を考えず、調査対象を主効果のみとすることでさらに実験数を減らすことができる。本研究は6要因2水準で行うため、 $L_8(2^7)$ 直交配列表を使用した。使用する $L_8(2^7)$ 直交配列表を表1に示す。表中の0および1は、水準を表しており、0が動かさない、1が一定量動かすことを示す。 $L_8(2^7)$ 直交配列表の中でどの要因も割り付けられていない列は、誤差列と呼ばれ、本研究では7列目を誤差列とした。

3 印象評価実験

3.1 実験デザイン

顔部位による人格特性の印象への影響を調査するため、特性形容詞尺度を用いることにした[7]。特性形容詞尺度は、「個人的親しみやすさ」、「社会的望ましさ」、「力本性」の3つの因子から構成されている、人格特性を定量的に評価できる質問紙である。特性形容詞尺度は20



図 2: Facial movements implemented in Affetto.

表 1: Orthogonal $L_8(2^7)$ array used for implementation. “0” and “1” represent different levels. (0: not moving, 1: moving a certain amount)

Condition	口角挙上	眉挙上	細目	口すぼめ	開口	頭部上向	誤差列
1	1	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	1	1	1	1
3	1	1	1	0	0	1	1
4	1	1	1	1	1	0	0
5	0	0	1	0	1	0	1
6	0	0	1	1	0	1	0
7	0	1	0	0	1	1	0
8	0	1	0	1	0	0	1

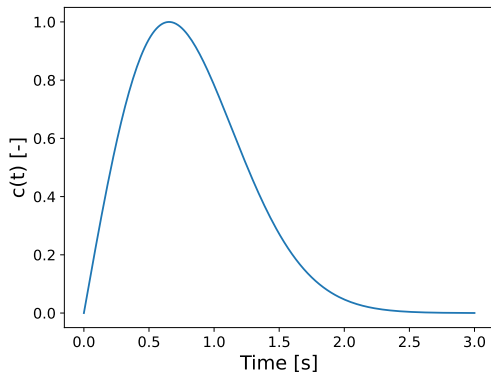


図 3: Decaying wave with $\alpha = 4.2$, $\beta = 0.95$, $\gamma = 0.6$ implemented in Affetto.

個の形容詞対から成るが, 実験参加者の負担軽減を考慮し, 本研究では 3 つの因子の中から, 因子負荷量の最も

大きな形容詞対から順に 3 つずつ抜粋し, 計 9 つの形容詞対を用いた. 使用する形容詞対を表 2 に示す. 印象評価実験では, 9 つの形容詞対に対して, SD 法 7 段階評価を用いた. 因子の印象を高める形容詞が 7 点となるように設定した.

印象評価実験はオンラインで実施し, 不良回答者を除く, 20 代から 60 代 (平均年齢: 49.7 歳, 標準偏差: 9.4) の計 93 名 (男性 77 名, 女性 15 名, 無回答 1 名) の実験参加者の回答を解析した. 基本統計量として 3 つの因子毎の評価値の平均を算出した. さらに有意差の評価を行うために, 対応のある t 検定を行った. また, 有意水準は 5% とした.

3.2 結果と考察

実験結果を図 4 に示す. 縦軸は 1 から 7 までの得点を表し, 高い得点は各因子について肯定的な印象を意味す

表 2: Adjective pairs used for impression evaluation.

Factor	Adjective pairs
個人的親しみやすさ	にくらしくない - にくらしい 感じの良い - 感じのわるい 親切的な - いじわるな
社会的望ましさ	堂々とした - 卑怯な そそっかしい - そそっかしくない きちんとした - 無分別な
力本性	積極的な - 消極的な 意欲的な - 無気力な 自信のある - 自信のない

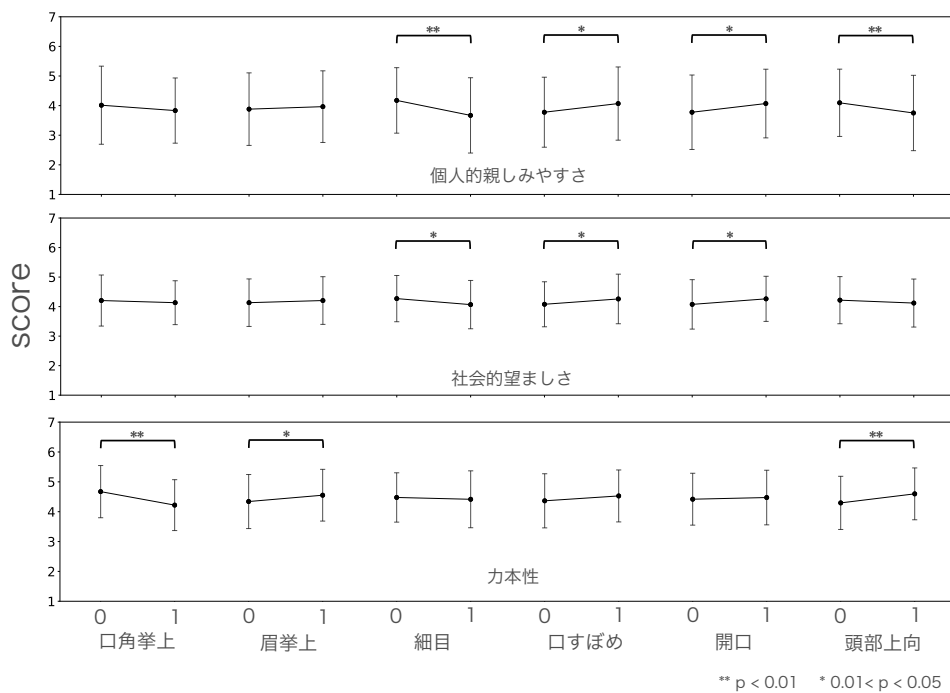


図 4: Impression evaluation results.

る。横軸はそれぞれの因子の水準を表しており、0 が動かさない、1 が一定量動かすことを示す。グラフ中の点は水準毎の得点の実験参加者の平均値を、誤差棒は標準偏差を表している。

口に関係した動きでも、人格特性の印象への影響は似ているものもあれば、異なるものもあった。「口角挙上」は「力本性」の印象を下げる結果となった。口角の上昇やえくぼは笑顔表出の際には欠かせない要素であるが、本研究の結果から、それらによって活動性が低いという印象や、意志が弱いという印象を与える可能性が示唆された。一方で、「口すぼめ」および「口を開ける」は、「個人的親しみやすさ」および「社会的望ましさ」の両者の

印象を向上させる結果となった。

目の付近でも、動作位置が異なれば、人格特性の印象への影響は異なるものであった。「眉挙上」は「力本性」の印象を向上させる結果となった。つまり、眉を上げる動きを Affetto に実装した場合、活動性が高い、意志の強いという印象を与える可能性が示唆された。一方で、「細目」は、「個人的親しみやすさ」および「社会的望ましさ」の両者の印象を下げる結果となった。

最後に、「頭部上向」は「個人的親しみやすさ」の印象は下がり、「力本性」の印象を向上させ結果となった。つまり、上を向く動作を Affetto に実装した場合、親しみやすいという印象を下げ、活動性や意志の強さの印

象が高まるということである。

4 結言

本研究では、アンドロイドの笑顔を構成する顔動作の有無が人格特性の印象に与える影響を明らかにすることを目的とした。「口角挙上」、「眉挙上」、「細目」、「口すぼめ」、「開口」、「頭部上向」の計6つを顔動作を実装し、それぞれの顔動作の人格特性の印象への影響を解析した。その結果、各顔動作は、「個人的親しみやすさ」、「社会的望ましさ」、「力本性」のいずれかの人格特性の印象に影響することや、動作位置が近い部位であっても、人格特性の印象に異なる影響を与えうることが分かった。これらの結果から、人格特性の印象設計には各顔動作が利用可能であることが示唆される一方で、設計の際には顔動作ごとの印象に与える影響の違いに注意を払う必要があることも示唆された。今後は、本研究の結果から調査対象とする顔動作を減らし、水準数の増加や交互作用の検討を行い、所望の印象を人間に伝えるアンドロイドの実現を目指す。

謝辞

本研究を進めるにあたり、JSPS 科研費 JP20H05617、JP24K00851 の助成、および、立石科学技術振興財団研究助成 (A) の支援を受けました。また、プログラミングに関して数多くのご助言をいただきました、大須賀・杉本・石原研究室の片山貴仁さんに心から感謝いたします。

参考文献

- [1] Blow, M., Dautenhahn, K., Appleby, A., Nehaniv, C. L., David, C. L.: Perception of Robot Smiles and Dimensions for Human-Robot Interaction Design, *ROMAN 2006 - The 15th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, pp. 469–474 (2006)
- [2] Ishi, C. T., Minato, T., Ishiguro, H.: Analysis and generation of laughter motions, and evaluation in an android robot, *APSIPA Transactions on Signal and Information Processing*, Vol. 8, p. e6 (2019)
- [3] Ishihara, H., Hayashi, R., Lavieille, F., Okamoto, K., Okuyama, T., Osuka, K.: Automatic Generation of Dynamic Arousal Expression Based on Decaying Wave Synthesis for Robot Faces, *ournal of Robotics and Mechatronics*, Vol. 36, No. 6, pp. 1481–1494 (2024)
- [4] 菅原徹, 笠井直子, 佐渡山亜兵, 上條正義, 細谷聡, 井口竹喜: 笑顔の多様性と印象の関係性分析, 感性工学研究論文集, Vol. 7, No. 2, pp. 401–407 (2007)
- [5] 益子行弘, 萱場奈津美, 齋藤美穂: 表情の変化量と笑いの分類の検討, 知能と情報, Vol. 23, No. 2, pp. 186–197 (2011)
- [6] Ambadarm, Z., Chon, J. F., Reed, L. I.: All Smiles are Not Created Equal: Morphology and Timing of Smiles Perceived as Amused, Polite, and Embarrassed/Nervous, *Journal of Nonverbal Behavior*, Vol. 33, No. 1, pp. 17–34 (2009)
- [7] 林文俊: 対人認知構造の基本次元についての一考察, *The Japanese Journal of Psychology*, Vol. 52, No. 4, pp. 244–247 (1981)