

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 20 日現在

機関番号：34412

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2010～2012

課題番号：22730591

研究課題名（和文） 時系列多変量解析による「複雑な」表情表出の分析

研究課題名（英文） Dynamic facial expression analysis using multivariate sequential analysis

研究代表者

小森 政嗣 (KOMORI MASASHI)

大阪電気通信大学・情報通信工学部・教授

研究者番号：60352019

研究成果の概要（和文）：

本研究は、モーションキャプチャシステム、幾何学的形態測定学、および多変量解析の手法を組み合わせることで、動的な表情を解析する手法の確立を目指したものである。研究期間に行った研究は以下のとおりである。(1) 幾何学的形態測定学の表情解析への適用、(2) 三相主成分分析(PARAFAC)モデルによる動的な表情を構成する要素の抽出、(3) 対面場面における表情の同調に関する検討。

研究成果の概要（英文）：

This study aims at developing a novel method for analyzing dynamic facial expressions by using motion capture system, geometric morphometrics and multivariate analysis. During this research period, we have carried out the followings; (1) Applications of geometric morphometrics to dynamic facial expression analyses, (2) Extraction of components of dynamic facial expressions by using three-mode parallel factor analysis (PARAFAC), (3) Investigations on congruence of facial expressions during face-to-face interactions.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2011 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2012 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	2,900,000	870,000	3,770,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：心理学・実験心理学

キーワード：表情、モーションキャプチャ、幾何学的形態測定学

1. 研究開始当初の背景

これまでの表情に関する心理学的研究の多くが、静的な表情、すなわち写真で撮影された表情を対象にしており、またその分析も主に熟練した評定者によって行われてきた(例えば FACS (Facial Action Coding System)).

表情の動的な性質に関する研究も行われてきたが、その解析は主に電気生理学的な手法に依拠しており、モーションキャプチャシステムを用いた検討はほとんど行われて来なかった。その理由には、研究開始当初は安価なモーションキャプチャシステムが十分に

普及していなかったことや、モーションキャプチャシステムから取得された3次元の標識点座標データを心理学的研究に用いるための方法論が十分に確立されていなかったことが挙げられる。特に2次元/3次元座標を統計的に扱いやすいデータに変換する手法である幾何学的形態測定学の心理学分野への応用は、ほとんど行われていなかった。

しかしながら、人間と同様の外観をもつアンドロイドや、コンピュータグラフィクスによる顔合成を用いた擬人化アバターの登場や普及に伴い、動的な表情に関する心理学的手法の構築、および動的な表情の特性の解明が強く求められていた。

2. 研究の目的

本研究は、モーションキャプチャシステムにより撮影された顔表情の動的な表出プロセスを、幾何学的形態測定手法及び多変量解析手法を組み合わせることで分析する手法を確立し、従来の表情研究パラダイムでは扱うことが難しかった「複雑な」表情の定式化を行うことを目的としていた。すなわち本研究の目的は以下の3点であった。

(1) 主に古生物学や自然人類学の分野で発展した手法である、Generalized Procrustes Analysis (GPA; Dryden & Mardia 1998) を中心とした幾何学的形態測定学の手法を、顔に関する実験心理学分野に援用し、その応用可能性を示す。

(2) 表情表出をモーションキャプチャシステムによって撮影し、高い時間精度で取得された大量の顔面標識点座標データから表情表出の特性を明らかにする手法を確立する。特に、時系列的な顔面形状の変化の特徴を縮約する上で有効な時系列多変量解析手法の検討を行う。

(3) 自然なコミュニケーション場面も含めて動的な表情表出の計測を行い、従来よりも生態学的妥当性の高い表情解析を行う。さらにこれを元に、従来の基本表情の概念では捉えることができなかった複雑な表情を解析するパラダイムを確立する。

3. 研究の方法

本研究の方法論的な特徴は4点にまとめられる: (1) 幾何学的形態測定学の表情研究への応用, (2) モーションキャプチャシステムの表情表出研究への導入, (3) 時系列的な顔面標識点座標データから表情表出の特性を明らかにするための様々な統計的手法の検討, (4) 薄版スプライン3次元モーフィングの実装とそれを用いた変形の視覚化。

(1) 幾何学的形態測定学 (Geometric Morphometrics) は、主に古生物学や自然人類学の分野で発展してきた手法である。この手法を顔の心理学的な研究に応用することは

従来殆ど行われておらず、また行われていたとしても2次元の標識点座標を解析対象としたものであった。また、表情変化の解析に用いられることはなかった。本研究では顔研究における幾何学的形態測定学の応用可能性について様々な観点から検討を行った。

(2) 近年、フェイシャルモーションキャプチャを行う装置が安価になり、急激に普及しつつある。また撮影のための手間も大幅に軽減されてきている。表情のモーションキャプチャがこれまでより手軽に行えるようになったことから、今後の動的な表情の研究においては、モーションキャプチャシステムから得られた時系列的な標識点座標データの分析が一つの重要な流れになっていくと予想される。そこで本研究では表情の検討においてモーションキャプチャ装置を積極的に活用した。

(3) 本研究では時系列的な顔面標識点座標データから表情表出の特性を明らかにする統計的手法として、通常の主成分分析などの多変量解析手法に加えて PARAFAC をはじめとする拡張主成分分析の手法の適用も試み、一定の成果を上げた。また対話中の二者の表情の関係を検討するための指標として平均コサイン類似度が有効であることを示した。

(4) 幾何学的形態学的手法と親和性が高いとされる薄版スプライン3次元モーフィング手法を実装し形状変形の視覚化に用いた。

4. 研究成果

まず、幾何学的形態測定学手法の顔研究への適用を試みた。成人男女の顔形状を分析し、顔形状空間内において性的二型性とそれ以外の要素を直交化により分離することにより性印象と顔形状の関係を検討する研究を行った (Figure 1)。この研究は、性別に関する顔印象が性的二型性に関連しない形状の差異の影響を受けることを示した (Komori, Kawamura, Ishihara, 2011)。また、日本人・中国人・韓国人の3次元顔形状を立体スキャナで計測し、MANOVAにより表情表出の文化差について検討した (上出・長岡・小森, 2010)。この研究では表情の文化差を視覚化するため、10万点の顔面表面座標データおよびテクスチャデータを用いて薄版スプラインモーフィングを行うアプリケーションを作成し、これを用いている。

またモーションキャプチャシステムによる動的な表情表出の計測を試みた。当初は一般的なハイスピードカメラを用いてモーションキャプチャシステムを自作し、モーションキャプチャによる表情分析の予備的検討を行っている。幾何学的形態測定学のアプローチにより規格化された標識点座標データに主成分分析 (PCA) することで、顔形状の主要な要素を抽出し、主成分得点の時系列変化

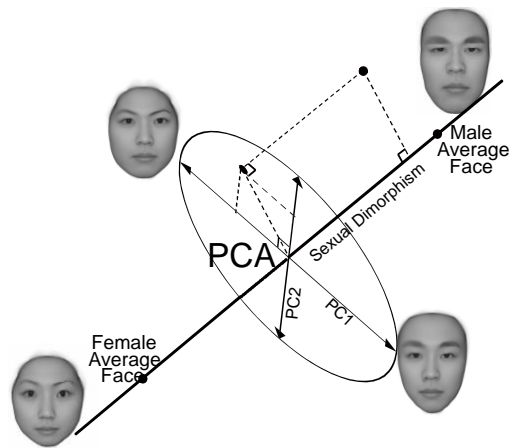


Figure 1 Schematic illustration of facial shape space (modified from Komori, Kawamura & Ishihara, 2011)

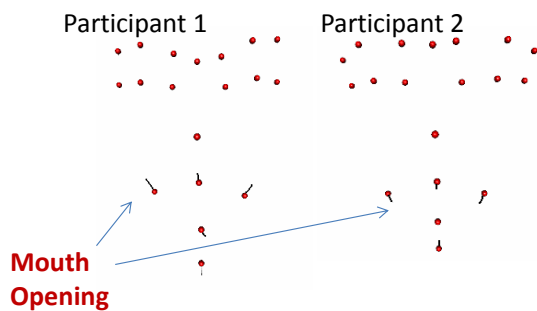


Figure 2 Face shape variation along the 1st PC (Komori, Fukui, et. al., 2010)

を見ることで、動的表情の特性の解明を試みた (Komori, Fukui, Nagaoka, Katsumata, & Kawamura, 2010; Fukui, Nagaoka & Komori, 2010)(Figure 2).

また、対話中の二者の表情の類似化の要因を、対面場面および非対面場面でしりとり課題を行なっている際の表情変化の分析から探る研究を行った。その結果、視覚的な手がかりが対話中の二者の表情模倣に関連することが示された(Figure 3)。また表情模倣は顔上半分で顕著に見られることが定量的に示された。

表情の時系列データの解析手法の検討も行った。例えば、様々な刺激画像を呈示したときの実験参加者の時系列的な顔面上の標識点座標データは、4元データとなる(時系列×顔形状×刺激×表出者)。このような4元データは通常いずれかの元をつぶして解析がなされることが多い。しかし、拡張主成分分析の一つである PARAFAC モデル (Candecomp とよばれる) や Tucker モデルを適用することで、4元データをそのまま解

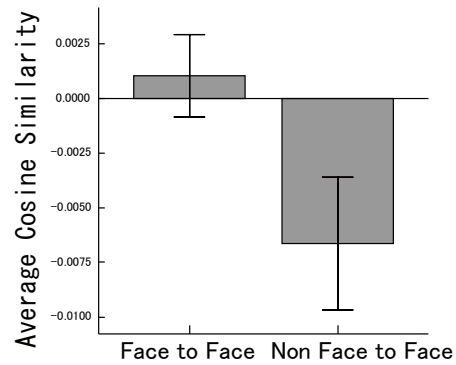


Figure 3 Similarity of facial expressions (modified from 小森・福井・長岡, 2011)

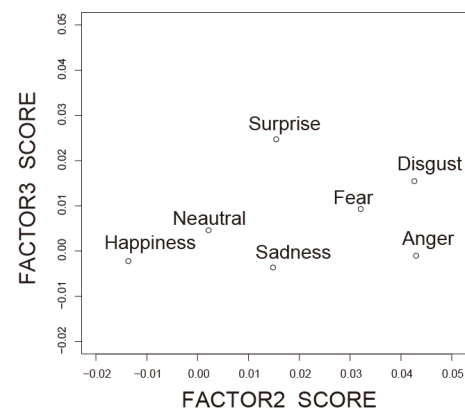


Figure 4. Mapping of dynamic facial expressions (Komori, Miyamoto, Onishi, Maeda, 2013)

析することが可能となる。このような、拡張主成分分析が顔表情の特性を抽出する上で有効な手法であることが示された(大西・内野・小森, 2013; Komori, Miyamoto, Onishi & Maeda, 2013).

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 6 件)

- ① 大西佳太郎・内野早基・小森政嗣 (2013) 共感による表情模倣と意図的な表情模倣における表情表出の違い, 電子情報通信学会技術研究報告, 査読なし, HCS113(72), 81-84.
- ② 前田和甫・大西佳太郎・小森政嗣 (2013) 3 相主成分分析によるダンス動作の個人特徴分析 ～ Perfume のモーショントラッキングデータを例に ～, 電子情報通信学会技術研究報告, 査読なし, HCS112(412), 113-118.

- ③ Komori, M., Kawamura, S., Ishihara, S., (2011). Multiple Mechanisms in the Perception of Face Gender: Effect of Sex-Irrelevant Features, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 査読あり, 37(3), 626-633.
DOI: 10.1037/a0020369
- ④ 小森政嗣・福井正昇・長岡千賀 (2011) 対面場面における表情の同調的表出に関する形態測定学的検討, 対人社会心理学研究, 査読あり, 11, 73-79.
- ⑤ 上出寛子・長岡千賀・小森政嗣 (2010) 日中韓の表情の分析 : 形態測定学的アプローチによる検討, 電子情報通信学会技術研究報告, 査読なし, HCS110(247), 17-22.
- ⑥ 福井正昇・長岡千賀・小森政嗣 (2010) モーションキャプチャによる表情の時系列変化の定量的分析, 電子情報通信学会技術研究報告, 査読なし, HCS110(33), 69-72.

[学会発表] (計 3 件)

- ① Komori, M., Miyamoto, Y., Maeda, K., & Onishi, Y. (2013) Applicability of geometric morphometrics to analyze human motion data, *The 3rd International Symposium on Biological Shape Analysis (The 3rd ISBSA)*, June 14-17, 2013, Tokyo, Japan.
- ② Fukui, M., Nagaoka, C., & Komori, M. (2010) Sequential patterns of facial expressions: A preliminary study, *The 7th International Conference on Cognitive Science (ICCS2010)*, pp.354-355, Aug, 17-20, 2010, Beijing, China.
- ③ Komori, M., Fukui, M., Nagaoka, C., Katsumata, G., & Kawamura, S. (2010) Facial expression analysis using motion capture and generalized Procrustes analysis, *The 27th International Congress of Applied Psychology (ICAP 2010)*, pp.1152-1153. July, 11-16, 2010, Melbourne, Victoria, Australia.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小森 政嗣 (KOMORI MASASHI)

大阪電気通信大学・情報通信工学部・教授
研究者番号 : 60352019