

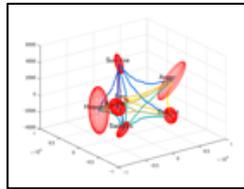
表情空間における任意方向のモーフィング構成と表情弁別閾値に基づく心理物理次元に関する検証 Morphing Generation Along Arbitrary Direction and Psychophysical Dimensions in Facial Expression Space Based on Facial Expression Discrimination Thresholds

塚本高大・システム分科会・中央大学大学院

The dimension theory and circumplex model of facial expressions by Schlossberg and Russell et al. are well known and had been generalized to the core-affect theory in emotion dimension research. However, it is difficult to find direct correspondence between physical stimuli and subjective characteristics in the psychological space. In 2017, Sumiya et al. proposed a psychophysical space of facial expressions by measuring JND discrimination thresholds of expressions. Shinto et al then discussed dimension reduction and defined the effective dimension of psychological spaces. In this research, we focus on the principal axis directions of the facial expression discrimination threshold ellipses which represent the psychophysical dimensions. We shown first an algorithm called Simplicial Interpolation Method to produce morphing sequences along arbitrary direction. Furthermore, we generated morphings in the principal axis directions of the JND ellipses. The implications of the psychophysical dimensions are investigated by comparing with the psychological dimensions based on these morphing sequences.

1. 研究背景・目的

表情を次元空間上で表す研究が行われている。特に炭矢らは、右図のように表情を楕円を用いて定量表現する空間を提案した。しかし、それらの空間の軸には適切な意味が与えられていない。そこで本研究では、軸方向にモーフィングを作成し、意味次元の評価を行う。



1. 単体補間法を用いて楕円の主軸方向にモーフィングを作成
2. 作成したモーフィングをもとに意味次元を評価

2. 表情空間の作成

1. 表情画像空間の作成
高次元の表情画像を低次元に次元削減する。
2. 弁別閾値の導入
従来の表情空間が心理空間であったのに対し、物理空間である画像空間に弁別閾値を導入することで、心理物理空間となる。
3. 弁別閾値から楕円を推定

心理物理空間 S の点 $x \in S$ における楕円面は、

$$dx^T G(x) dx = \sum_{i=1}^n \frac{w_i^2}{a_i^2} = 1$$

と表せる。 $G(x)$ を固有値分解することで、主軸方向が得られる。

4. 空間の次元を定義する
 i 番目の固有値に対応する主軸の長さを a_i とすると、

$$a_i = \frac{1}{\sqrt{\lambda_i}}$$

と表せる。主軸が短い(固有値が大きい)方向の刺激は重要な方向のため空間の次元は主軸が短い順番に数える。

5. まとめと今後の展望

まとめ

モーフィングが主軸に沿っていることが確認でき、目標であった客観的な評価データの生成が達成できた。また意味次元の検証から、提案手法が有効であることが確認できた。

一方、課題として、画像空間内の点の偏りや楕円推定の誤差などが挙げられる。

今後の展望

- 表情空間内での点の偏りの解消
→ GANIによる低次元からの画像生成
- 楕円推定の誤差を軽減

3. 提案手法

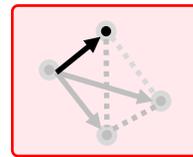
1. 野瀬ら(2017)が提案した単体補間法を楕円の主軸に対して適用することで軸方向のモーフィングを作成する。

画像の合成割合 $w_k(k=1,2,3)$ は、単体補間法を用いて以下の式を解くことで求められる。この時、3次元表情空間内で単体を張る4点 (s, x_1, x_2, x_3) と主軸方向 e がわかっているならば良い。

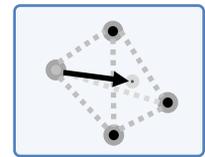
$$e = w_1(x_1 - s) + w_2(x_2 - s) + w_3(x_3 - s)$$

$$= \begin{pmatrix} | & | & | \\ \mathbf{u}_1 & \mathbf{u}_2 & \mathbf{u}_3 \\ | & | & | \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \end{pmatrix} =: U\gamma \quad \gamma = U^{-1}e$$

従来のモーフィング



単体補間法



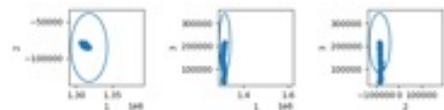
2. 被験者によるアンケート調査と特徴点の変化量から意味次元を検証する。

意味次元の候補(快-不快, 覚醒度, 注意-拒否)について、被験者にアンケートを実施し特徴点の変化と比較する。

4. 結果

MDSで次元削減した結果: Happiness(第三軸 負方向)

表情空間内での振る舞い



作成したモーフィングに対する被験者の評価

意味次元	平均	分散	標準偏差
快-不快	1.818	0.164	0.405
覚醒度	0.545	0.673	0.820
注意-拒否	-0.273	1.218	1.104

特徴点の変化量

口角の上げ下げ(右)	口角の上げ下げ(左)
-21.0	-24.0