

## 課題の概要 DMD を用いた感情の情報抽出と SVM による統計的評価

### 1.序論

私は大学院で、人の持つ様々な情報から動的モード分解（DMD）や統計的手法を用いて感情を定量的に評価する研究を行っている。研究を行う背景として人間の感情が行動や意思決定にどのような影響を与えるのか強く関心を抱いてきた。特に、同じ状況下でも個人によって判断が異なる背景には、定義されていない新たな感情が深く関わっているのではないかと考えたことがきっかけである。そこで本研究の目的として、抽象的な感情を身体的情報から数学的手法や統計的手法を用いて定量的に分析を行い、主観的な感情との差を評価したいと考えている。本研究における新規性として、身体的情報を抽出する際に使用する数学的手法である動的モード分解（DMD）を認知科学の分野に応用することだ。特徴抽出した情報を機械学習の手法に当てはめることで、高い精度で回帰や分類が可能となることを期待する。本研究の社会的意義に関して、精神疾患の早期発見に繋がると考えている。うつ病や自閉症の傾向が高い人は、自分自身の感情を正確に把握することが困難であると言われている。そこで、身体的情報から定量的に評価する本研究が発展することで、人の本来の感情を見つけ出し、精神疾患の早期発見に貢献したい。

### 2 扱うデータ

私が研究で扱っている VEATIC データセットは、人の感情を客観的に定量化することを目的として構築されたマルチモーダルデータである。被験者が感情刺激を受けている際の表情映像や生理的反応、さらにそれに対応する主観的評価値（Valence=快不快、Arousal=覚醒度）が時間同期的に記録されている。特に、rating\_averaged ファイルには複数の被験者による評価の平均値が時系列データとして整理されており、感情変化の動的な傾向を定量的に解析できる点が特徴である。私はこのデータに対して動的モード分解（Dynamic Mode Decomposition）を適用し、顔温度変化や表情の微細な動きを時間発展モードとして抽出している。これにより、感情反応に内在する時空間パターンを可視化し、Valence・Arousal との関係性を統計的にモデル化することで、感情の変化をデータ駆動的に理解することを目指している。

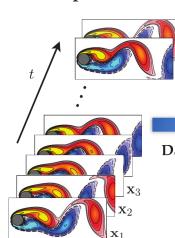
### 3.解析方法と結果

感情の二次元モデル（Valence：快-不快、Arousal：覚醒度）に基づき構築された VEATIC データセットを用いて、映像から感情状態を定量的に推定する手法を検討した。データとして、480×854 ピクセル・100 フレーム（24fps）の動画 25 本を使用し、そのうち 20 本を学習用、5 本を検証用とした。画像は計算負荷軽減のために 0.1 倍にダウンサンプリングした。VEATIC データセットから喜びや悲しみ、怒りといった特定の感情が発生した期間の情報を定量的に判断し、抽出する方法を考える。私は、この方法に対して、動的モード分解（DMD）を用いることを提案する。DMD は、流体解析の分野において、実験や数値

シミュレーションから得られる時空間データの中から空間的な構造と時間的な構造を取り出す手法として注目されており、主成分分析の空間的特徴抽出とフーリエ変換の周波数成分の分解を同時に見え、特徴抽出した情報を時系列データとして扱えるメリットがある

(図 1)。加えて、DMD は現象の支配方程式を必要とせず、データから特徴抽出することが可能である。VEATIC データセットにある Video ファイル一つ一つを DMD で解析することにより、特定の感情が発生した時間的な情報とそれに伴う空間的な情報が得られる。得られた情報の重みベクトルを特徴量とした。次に、各動画に対応する Valence および Arousal のフレームごとの評価値を平均化して教師データを作成し、SVM (C と  $\beta$  はグリッドサーチで最適化) によって 4 クラス分類 ( $V\pm \times A\pm$ ) を実施した。DMD の正則化パラメータは L カーブ法で決定した。訓練データから推定したモデルをテストデータに当てはめたときに得られた混同行列から、特に「 $V-A+$ 」領域の分類精度が高く、感情の覚醒度変化に敏感なモードが抽出されていることが確認された。(図 2)

Experiment



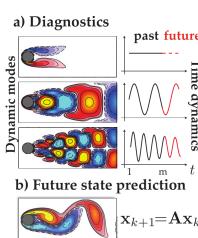
Collect Data

$$X = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 & \cdots & x_{m-1} \end{bmatrix}, A = X' X^\dagger$$

Data

$$X' = \begin{bmatrix} x_2 & x_3 & \cdots & x_m \end{bmatrix}$$

DMD



Confusion Matrix (4-class, Sparse DMD, CV aggregated)				
True	$V+A+$	$V+A-$	$V-A+$	
$V+A+$	3	0	3	0
$V+A-$	0	0	1	0
$V-A+$	1	0	10	1
$V-A-$	2	0	4	0
Predicted	$V+A+$	$V+A-$	$V-A+$	$V-A-$

図 1

図 2