

ノンパラメトリックベイズモデルを用いた 時系列生理指標解析に基づく情動推定の試み

~乳児の情動発達過程の解明を目指して~

堀井隆斗・長井志江・浅田 稔

(大阪大学大学院工学研究科)

【背景・目的】人は自身の動的な身体変化を情動反応として捉えるとともに、様々なモダリティを通じて情動を表出する。特に動悸や発汗などの生理的反応は、不随意的な情動を表現する指標として知られている(Damasio, 1994)。また情動は発達の過程で分化、獲得されることが乳児の行動観察を通じた研究によって示されている(Bridges, 1930)。しかし情動の発達過程において、行動のみならず生理指標の変化に着目した研究は少ない。本研究では情動喚起時における時系列生理指標に着目し、乳児の情動発達過程をノンパラメトリックベイズモデルを用いて解析する手法を提案する。

【方法】提案手法では、情動分化説を検証するために複数の月齢の乳児に基本6情動を喚起させる刺激を提示し、生理指標の解析を行う。我々の仮説では、乳児の月齢の増加に伴いモデルが推定する情動状態の数が増加し、それぞれの情動遷移確率も同様の刺激に対して一意に収束すると考えている。例えば恐れを喚起する刺激と悲しみの情動を喚起する刺激を連続で提示した場合、発達後期の乳児ではそれぞれの情動に対応した状態が推定されるのに対し、発達初期の乳児ではそれらの情動が分化していないために、モデルが推定する状態数が少なくなると考えられる。

本仮説検証のために、解析モデルは次の特徴を有する必要がある。モデルは推定される情動状態の数を、計測データに応じて自動的に決定する必要がある。また情動は時間的に変化するため、状態の履歴を考慮できることが望ましい。さらに情動状態を精度よく推定するためには、複数の指標を同時に解析することが重要である。そこでこれらの要求を満たすために、ノンパラメトリックベイズモデルの一種である sticky hierarchical Dirichlet process hidden Markov model (sticky HDP-HMM) (Fox et al., 2007)を複数の独立した入力情報を扱うことのできるモデルへと拡張し、解析に用いる。図1に提案モデルを示す。モデルの $y_1^1 \dots y_T^1$ から $y_1^N \dots y_T^N$ は計測する生理指標を、 $S_1 \dots S_T$ は推定された情動状態を示している。ここで N は計測指標の数、 T はデータの時刻を表している。モデルは全ての観測データと S_t 以外の全状態から状態 S_t の確率分布を生成し、推定を行う。

【結果・考察】提案モデルの能力を検証するために、人工データを用いて状態推定実験を行った。図2の(a)に2つの指標を想定した人工観測データを、(b)に提案モデルが推定した状態の結果を示す。2つの観測データにはそれぞれノイズが含まれているが、推定される状態はノイズによらず、観測データの大きな変化点において遷移していることがわかる。また Time=40~60 において、1つの観測データからは推定できない状態を、2つの観測データを考慮することによって推定できていることがわかる。

現在解析に用いる生理指標には、脈拍、皮膚コンダクタンス、呼吸量を想定している。実際の生理指標においても計測データには多くのノイズが含まれており、それらのデータに対しても状態推定に有用なモデルであることが確認できる。今後は提案する実験プロトコルに基づき複数の生理指標を計測し、実データによる解析を進めていく。

【謝辞】本研究の遂行にあたり科学研究費補助金（課題番号 24000012, 24119003）の補助を受けた。

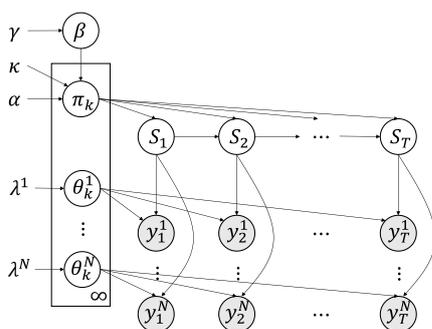
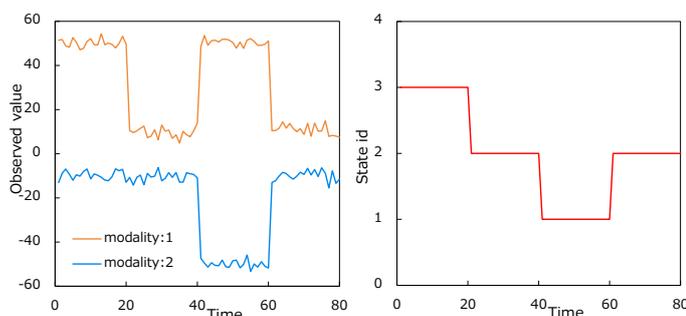


図1. 提案モデル



(a) 人工観測データ

(b) 推定された状態

図2. 人工データにおける解析実験の結果