

平成22年度 メディア科学専攻修士論文要旨

大西 研究室	氏 名	久 米 拓 弥
修士論文題目	映像刺激で生じる心拍変動の 独立成分分析を用いた解析	

近年の映像技術の進歩に伴い、映像の視聴スタイルが多様化し、立体映像のように、新しい技術を利用した映像を視聴する機会も増えている。迫力のある映像を楽しく、そして安全に視聴するために、さまざまな提示方法による映像の視聴における、生体反応の違いを調べることは重要である。一方で、心拍変動に含まれる各周波数成分の構成は、自律神経活動を反映する指標として重要である。この時間変化を示すためには、短時間フーリエ変換 (STFT) やウェーブレット変換 (CWT) がよく用いられる。しかし、これらの手法は、数学的に決められた基底を用いる手法であり、データの性質を反映した基底ではない。そのため、解析の際には、データに適した基底を選択をすることが重要となるが、その選択にはデータの性質に対する事前知識が必要となる。それに対して、主成分分析 (PCA) や独立成分分析 (ICA) は、データをいくつかの基底の線形結合であるとみなし、データの統計的な特徴から基底を学習する手法である。これにより、データの特徴を反映した基底を、事前知識なしで解析に利用できる。本研究では、異なる提示条件での映像視聴時の、自律神経活動の時間変化を解析することを目標とし、ICA により心拍変動データから学習した基底が解析に有効かどうかを検討した。

心拍変動の基底を学習するために、日常生活中心拍変動データ 52 名分を利用し、ICA を適用した。学習した基底に対して、自律神経活動の時間変化の解析に利用するための、基底の複素化と局在時間の利用の処理を行った。これにより、指標となる周波数成分のパワーの変化をより滑らかに表現し、パワーの局在する時間をより精度よく特定する効果が得られた。

実験として、ポータブルオーディオプレーヤーの2次元映像、プラズマパネルの2次元映像、3次元映像の3つの提示条件に対して、それぞれの条件で同一内容の映像を視聴した際の心拍を測定した。ICA 基底で解析した結果が有効であるかを検討するために、STFT と CWT による解析も行い、比較を行った。解析の結果、ICA 基底により得られる交感神経系の指標である LF/HF は、従来の STFT で得られる LF/HF よりも、時間的に細かな変化を示した。この細かな変化が、映像視聴時の生体反応を反映したものかどうかを検討するために、同時に測定した主観評価および映像内容との関係に着目した評価を行った。その結果、ICA 基底で得られる LF/HF のピークは、STFT で得られる LF/HF のピークよりも、主観評価や映像内容と一致した時間に多く現れている傾向を示した。また、被験者ごとに一致率を評価した結果、STFT や CWT では、被験者ごとのばらつきが大きいのに対して、ICA では、ばらつきが小さい傾向を示した。これらのことから、ICA 基底を映像視聴時の自律神経系の解析に用いることで、より詳細に映像刺激に対する心拍変動の反応を捉えることができ、また、データから学習した基底がより多くの視聴者に対して有効である可能性を示した。

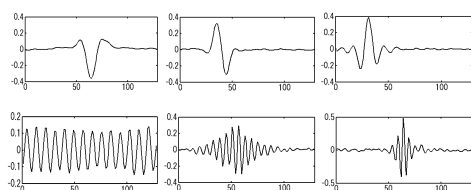


図1. ICA により学習した基底の一例

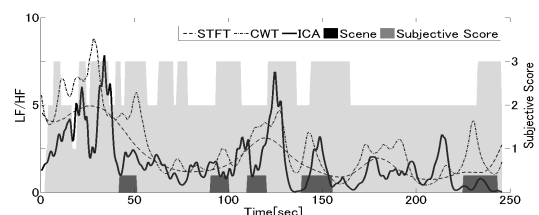


図2. LF/HF の経時変化の一例