

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 今 基織

介護や人の行動支援などを行うシステムにおいて、人の状態推定を行うことは、対象者の負担軽減や処理の効率化などに寄与する重要な基盤となる。推定すべき人の状態は色々と考えられるが、その中でも特定の対象に対する“関心度”と作業に対する“集中度”は、対象者への適応的な行動生成を行う上で非常に重要であると考えられる。このような状態を推定する際、視線情報を行動指標として用いることが多いが、対象を注視している状態と漫然と見ている状態を区別するのは困難であるなどの問題がある。そこで本研究では、視線との連動性が小さく、人が恣意的に操作できない皮膚電位レベル（SPL）を生理指標として相補的に用いるシステムの構築を目的とする。

また、状態推定問題は、たとえば関心の有無に相当するデータを二つのラベルに分類するパターン分類問題として捉える事が出来る。その際の問題点として、分類を行うためのデータ数の少なさ、データの非線形的な分布がある。さらに、以前関心があったものに対して時間経過によって関心を失う、すなわち過去のラベルの状態が変化するという問題がある。そこで、従来手法で対処するのは難しいこれらの問題を解決できるパターン分類手法の構築も本研究の目的とする。

本論文は、「クロスモーダルセンサーを用いた人の状態推定に関する研究」と題し、5章より成る。

第1章「序論」では、人の状態推定に関する研究および応用事例などの背景についての概要を説明している。また、本論文の構成を示し、各章の位置付けを明確にしている。

第2章「クロスモーダルシステムの背景」では、本論文において使用される視線とSPLそれぞれの特徴について説明している。また、状態推定の際に関連する認知科学的現象についても説明している。

第3章「静止画を用いた関心度推定実験」では、静止画像に対する被験者の関心度を推定するための実験システムの構築、実験設定の説明および得られた生体データに対する解析について述べている。視線もしくはSPL単独による推定よりも、両者を同時に用いた推定を行うことにより精度が向上することを示しており、クロスモーダル情報を用いた状態推定の重要性を示している。また、非線形時系列解析手法の一つであるリカレンスプロットを応用することによる性能向上を示している。さらに、視線データを関心の有り無しの2クラスに分類するための手法として、反応拡散方程式の一つであるAllen-Cahn型方程式を用いた分類方法を提案している。データの少数性と非線形性によって従来手法では困難な問題に対し、各データ点から領域成長させる考え方をを用いることによって分類問題を解決している。

第4章「動画を用いた集中度推定実験」では、視覚的に変化の多い動画と変化の少ない単調な動画の二種類を用い、両者提示時の反応をそれぞれ計測することによって被験者の集中度を推定する実験を行っている。視線とSPLそれぞれの変動の度合いを用いて両刺激で

の状態を特徴づけることにより、より集中している状態を判別する方法を提案し、その効果を示している。さらに、集中状態から飽き状態への状態変化をリアルタイムで抽出するシステムを、3章において提案したAllen-Cahn型方程式を用いたパターン分類手法の応用によって実現している。この状態変化抽出は、パターン分類におけるデータ少数性・非線形性・ラベルの非定常性という三つの問題を内包しており、これらをすべて克服する新しいパターン分類手法の可能性を示した。さらに、このシステムはリアルタイム性を有していることから、幅広い応用展開が期待される。

第5章「結論」では、以上の結果に対するまとめと議論を行っている。

以上のように、本論文はクロスモーダル情報を用いた人の状態推定の有効性を示すと共に、データ少数性・非線形性・ラベルの非定常性という問題を克服するパターン分類手法を提案したものである。これは数理情報学上貢献するところが大きい。

よって本論文は博士（情報理工学）の学位請求論文として合格と認められる。