

電子・情報工学専攻	学籍番号	043203	指導 教員	章 忠 教授
申請者氏名	秋月 拓磨			

論文要旨 (博士)

論文題目	非線形力学モデルを用いた生体データの特徴抽出と分類に関する研究
------	---------------------------------

(要旨 1,200 字程度)

近年、自動車やロボティクス、医療分野において、人と協調して動作する人間機械協調システムの開発・導入が進んでいる。このようなシステムの、入出力インタフェースや動作の設計において、計測したデータからユーザの身体状態を認識し、くせや習熟の度合いなど、個人性を特徴付けることのできる新たな信号解析の方法が求められている。その中で、個人性やノイズに起因するゆらぎを含んだデータから特徴を抽出し、あるカテゴリに分類する操作は、信号解析における重要な基本操作の一つとなる。人がこのような操作を難なく実行する一方で、計算機による実現は困難を伴う。これは、生体における情報処理が、並列性、可塑性、そして非線形性を基礎とする一方で、計算機が論理的処理を主体とすることに起因する。さらに、生体のノイズや故障に対する頑健性や、人の思考にみられる曖昧さを取り扱う機能の実現が不可欠である。これら情報の記憶・想起・認知といった高次脳機能の一部は、そのメカニズムを非線形力学現象として捉えられることが従来研究により示唆されている。

そこで本論文ではこのような生体の情報処理様式に着目し、ノイズや揺らぎを含む生体に関するデータから所望の情報を抽出・分類するための力学現象を利用した新たな手法を提案する。すなわち、特徴量の抽出と分類を担う以下の2つの力学系（微分または差分方程式で記述される非線形力学モデル）を提案する。そして、個人性に由来したゆらぎを含む以下の2種のデータを用いて、実問題に対する提案手法の有効性の検証を本論文の目的とする。

(1) 非線形力学モデルを用いた運動データの特徴抽出：作業者のくせやスキルの抽出とその数理モデルの構築を目的とし、人の身体動作をアトラクタにより表現・分析する方法を提案した。ここで、アトラクタとは、解を求めることが困難な力学モデルにおいて、解の性質を幾何的に把握するための数学的手段または概念、と本研究では定義する。アトラクタを利用することで、運動データに含まれる運動の様式と個性を幾何的に表現でき、作業スキルの抽出や可視化、そして数理モデル構築によるスキルの定量評価の実現が期待できる。本論文では、アトラクタを用いた動作特徴の抽出手法を提案し、簡単な上肢動作に対して動作の特徴（運動の速さと大きさ）とその遷移過程を低次の空間で表現できることを確認した。

(2) 非線形力学モデルを用いた医療データの分類：セルラニューラルネットワーク (CNN) を用いた知的診断システムの実現を目的とし、多値 CNN の設計とその医学データの分類・診断への応用について取り組んだ。CNN では所望のパターンをネットワークの平衡点に対応させることで、パターンの記憶と想起を実現できる。本論文では、従来2値または3値のパターンしか記憶できなかった CNN を多値化する方法を提案し、さらに肝疾患データの分類問題への応用を通して実問題での有効性を確認した。