

報告番号	第 号	氏 名	王 超	
	氏 名	職 名	氏 名	職 名
論文審査員 審査員	主査 小川 毅彦・教授		副査 長谷川 淳・教授 林 誠治・教授 何 宜欣・准教授 大島 直樹・教授	

論文：安心感を与える抱きつき形状による生体計測システムおよびニューラルネット構成法に関する研究

本論文は、医療現場や日常的な計測においてスムーズな診断や治療のために、患者の不安や症状を和らげつつ計測を行うシステムの開発に関する研究についてまとめたものである。特に小児医療においては、スムーズな診断や治療のために、患児の不安や症状を和らげることが大切である。そこで著者は、抱きつくことで安心感を与えつつ生体信号を計測する医療計測システムのプロトタイプを作成するとともに、画像認識等の技術によって不安感を緩和する機能を追加すること、そのための機械学習・深層学習法を提案することを目的に研究を進めている。研究成果は、雑誌論文1件、国際会議論文4件、国内学会発表6件に示されている。

第1章「序論」では、本研究の意義や目的などを示している。近年、医用検査装置の高度化とともに、日常計測装置が生活の中で幅広く使用されるようになった。「抱きつき型」の計測システムは、不安を解消しつつ医療計測を行う1つの方法である。一方で、生体信号を計測できるセンサからのデータをマイコン経由で処理することで、計測のためのシステムのプロトタイプを構成できる。さらに、機械学習や深層学習による信号判別や画像認識が実用化され、画像認識の応用として顔画像から感情を推定する方法や、顔の動画から直接医療計測を行う方法が研究されている。機械学習や深層学習は、近年さまざまなモデルや手法が検討されてきた。以上の背景から、「抱きつき形状による生体計測システム」を提案するとともに、「機械学習・ニューラルネットの導入と構成法」を検討している。

第2章「生体信号計測および機械学習、ニューラルネット」では、研究背景として人口動態と高齢化・少子化の傾向について概観し、小児医療や日常計測の重要性を明らかにしている。続いて、本研究で対象とする生体信号、特にバイタルサインとその重要性について述べ、その測定に使われる方法およびセンサについて解説している。さらに、生体信号や生体状態の解析、推定に関わる機械学習やニューラルネットについてその特徴を明らかにしている。

第3章「バイタルサイン計測を目的とした生体状態評価システムの構成」では、マイコンとセンサによる生体状態評価システムを構成し精度と有効性を検証している。抱きつき型生体状態評価システムの有効性を示すために、マイコンとセンサによって4つのバイタルサインである体温、心拍、血圧、呼吸を測定し感情状態を推定するシステムを、簡便なセンサとマイコンで実現している。実際にマイコンとセンサによる簡便なシステムを構成し、計測の可能性と有効性を示している。

第4章「生体状態評価システムへの機械学習およびニューラルネットの導入」では、生体状態評価システムへの追加機能として、動画による表情認識や心拍測定のための機械学習やニューラルネット手法の検証を行っている。表情認識による感情状態の推定では、表情から推定した感情を提示して注意を引き不安を和らげることを目的とし、深層学習によって学習したモデルを用いて感情推定を行っている。続いて、表情認識の応用として、表情認識によるロボットの動作選択を提案して有効性の検証を行っている。さらに、ユーザの快適性と動きの制限を改善するために、抱きつき型生体状態評価システムに非接触計測法を導入することを提案し、顔動画によるバイタル情報の非接触計測法の可能性と有効性を示している。

第5章「四元数に拡張したニューラルネットと生体状態評価システムへの応用」では、四元数に拡張したニューラルネットによる一つの手法を提案し、生体状態評価システムへの導入の有効性を検証した。3次元空間における幾何学演算や姿勢表現に四元数は有効であり、ニューラルネットの四元数への拡張が提案されている。3次元空間内における、結果から原因の効率的な推定手法の1つとして、四元数ニューラルネットによる逆問題解法を提案しその効果を検証した。さらに、四元数ニューラルネットを抱きつき型生体状態評価システムの姿勢推定に適用することを目的とし有効性を示している。

第6章「結論」では、本論文の各章で得られた結果を総括している。本研究では、人に安心感を与える計測システムを目指し、抱きつくことでバイタルサインを測定するシステムの開発を行っている。不安感の緩和や軽減のために機械学習や深層学習に基づく感情推定や非接触計測を導入することを提案している。さらに、空間幾何や3次元姿勢表現に有効とされる四元数を取り入れたニューラルネットについての検討と姿勢推定の可能性を検証し、さらに抱きつき型の生体状態評価システムへの応用を検証している。本研究を通して提案・検証したシステムは、人に安心感を与えつつ生体信号を計測する1つの手法として、医療計測や日常計測に寄与するものと期待される。

本論文の成果には学術的な新規性があり、生体計測システムの設計開発や機械学習・深層学習に基づく手法の導入において独創性および有効性がある。従って、本論文は、博士（工学）の学位論文として合格と認められる。

以上