

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲 第 号	氏 名	Chuheng Zheng
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学教授	博士(工学) 大槻 知明
	副査	慶應義塾大学教授	博士(情報学) 杉浦 孔明
	副査	慶應義塾大学教授	博士(工学) 栗原 聡
	副査	University of California, Davis, Ph.D. Chen-Nee Chuah	
(論文審査の要旨)			
Bachelor (Communication Engineering), Master (Computer Science), Chuheng Zheng 君提出の学位請求論文は、「Non-Invasive Detection of Dementia Through Language and Diagnosis Video Data: Machine Learning Methods and Applications (言語および診療ビデオデータによる非侵襲的認知症検出：機械学習手法とその応用)」と題し、全5章から構成されている。 近年、人口の高齢化が進行する中で、認知症患者の増加が深刻な社会課題となっている。認知症の中でも約67%を占めるアルツハイマー病は、現在の医療において確立された治療法が存在せず、早期発見および早期治療の重要性が高まっている。しかし、従来の診断法は侵襲的であり、高コストかつ時間的制約を伴うため、大規模なスクリーニングの実施には困難が伴う。この課題に対し、機械学習技術を応用することで、言語データや診療ビデオデータから非侵襲的かつ効率的に認知症の兆候を検出するスクリーニング手法の開発が期待されている。 本論文では、大規模かつ非侵襲的なスクリーニング手法の開発とその性能向上を目的として、機械学習を活用して言語および診療ビデオデータから認知症の兆候を検出する手法を提案している。 第1章では、認知症の背景および現状について概説し、既存の認知症検出技術と、認知症検出における機械学習の応用に関する研究動向を整理している。 第2章では、言語データに基づく認知症検出手法に焦点を当て、品詞タグやストップワードを用いて文法的特徴と語彙的特徴を分離し、認知症の兆候を識別するアプローチを提案している。特に、文脈に依存しない文法的特徴と文脈に依存する語彙的特徴のそれぞれが検出にどの程度貢献するかを検証している。さらに、言語データに文法的特徴を明示的に加えることで、検出精度が向上することを確認している。 第3章では、近年注目されている大規模言語モデルを活用し、RoBERTa および LLaMA によって生成されたテキスト埋め込みを用いた異常検知手法を検討している。具体的には、健常者のデータのみを使用する Zero-shot learning による認知症検出と、認知症および健常者の両方のデータを用いた分類による認知症検出という二つの手法を提案し、それぞれの有効性を検証している。実験の結果、LLaMA による埋め込みは RoBERTa よりも高い認知症検出精度を示すことを明らかにしている。また、Autoencoder の構造およびハイパーパラメータが検出精度に与える影響についても分析を行い、その重要性を確認している。 第4章では、診療時に記録されたビデオデータから顔に関する非言語的特徴を抽出し、機械学習によって認知症の兆候を検出する手法を提案している。本章ではまず、説明可能な AI を用いてビデオデータに潜むバイアスを識別し、その影響を検証している。さらに、フェイスマッシュ、勾配方向ヒストグラム (HOG) 特徴、アクションユニットという三種の顔特徴量を用いて評価している。実験の結果、これらの特徴量が認知症患者と健常者の識別において有効であることが示され、非言語的行動指標の重要性が示唆されている。 第5章では、本研究の成果を総括し、非侵襲的かつ効率的な認知症スクリーニング手法の構築に向けた貢献を明示するとともに、今後の課題と展望について述べている。 以上、本論文の著者は、非侵襲的かつ効率的な認知症スクリーニング手法を提案し、その有効性を確認しており、工学および精神医学の分野に寄与するところが大きい。よって、本論文の著者は博士(工学)の学位を受ける資格があるものと認める。			
学識確認結果	学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員および開放環境科学特別研究第2 (情報工学専修) 科目担当で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。 また、語学 (英語) についても十分な学力を有することを確認した。		