

(続紙 1)

京都大学	博士 (情報学)	氏名	大槻 涼
論文題目	Structural Design of Multimodal Medical Encoder for Physician's Diagnostic Support (医師の診断を支援するマルチモーダルメディカルエンコーダーの 設計)		
(論文内容の要旨)			
<p>本論文は、検査データ、画像データ、文字データなどの、いわゆるマルチメディア医療データを入力として受け取り、得られた特徴量を統合して診断や予後予測を行う臨床意思決定支援システム (Clinical Decision Support System : CDSS) に内包される深層学習モデル、マルチモーダルメディカルエンコーダー (Multimodal Medical Encoder : MME) の設計を半自動で行う手法を提案した、7章構成の論文である。</p> <p>第1章では、医療分野での深層学習モデルの適応について概観し、本論文の目的と構成について述べている。本論文の主たる目的は、目的とする診断・予後予測等のタスクに必要なデータを用意することで、医師自身が容易に深層学習モデルを作成できる手法の開発を行うことにある。</p> <p>第2章では、診断プロセスとそこで用いられるデータについて分析し、提案するMMEの基本構造を提案している。MMEはマルチメディアな医療データを入力として受け取り、各データから特徴を抽出し、得られた特徴を結合して、診断結果や、予後予測などの目的に応じた出力に繋げる構造となる。したがって、エンコーダーは大きく分けて、データ入力部、前処理および特徴抽出部、特徴統合部、出力部から構成される。</p> <p>第3章、第4章、第5章では、それぞれ、前処理及び特徴抽出部、特徴統合部、出力部を自動設計する手法について述べ、京都大学医学部附属病院の眼科を受診し、滲出型の加齢黄斑変性であると診断を受け、抗VEGF治療を完了した患者のデータを用いて、加齢黄斑変性の術後主力の予測をタスクとして、提案手法の評価を行っている。前処理および特徴抽出部は、データごとに統一した基準でデータの前処理を行うために、画像データに対しては画像のサイズ・形によらずに扱えるVision Transformerを、電子医療記録 (Electric Medical Record, EMR) データに対してはバッチごとのデータの関係性を保ったまま線形変換を行えるBatch Normalization層と全結合層を連ねた入力層を、それぞれ適用する設計とした。特徴統合部では、入力データごとに特徴量の次元数が異なることで発生する学習におけるバイアスを回避するために、1対1の次元数に合わせてから結合する設計とした。出力部では、内包される臨床医師決定システムの目的に沿った出力を得られるようにするために、結合して得られた特徴ベクトルを、診断結果であれば確率の集合として、予後予測結果であれば予測値の集合として出力する設計とした。その結果、提案自動前処理モデルは人手による前処理と同等の性能を有すること、EMRデータ、画像データそれぞれ単体で解釈したときよりも、マルチメディア医療データを統合解釈したときの方が高い予測精度を示すこと、及び、入力データと目的に応じて適切な前処理・特徴抽出部と出力層の部品を持ったモデルが生成できることを、それぞれ確認した。</p> <p>第6章では得られた結果の持つ社会的意義と、本研究の限界について考察し、第7章では、本研究をまとめている。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、診断において利用される情報と、診断によって生成される情報を類型化し、それぞれに適切な部品を適用することで、半自動でCDSSに内包される深層学習モデルを設計する手法を創出することを目指した研究である。本研究で得られた成果は以下の通りである。

- (1) 診断において利用される情報は、病名等のカテゴリ情報、検査結果等の数値情報、及び、画像情報に大凡類型化でき、個別に特徴ベクトルを抽出した後に1対1統合を行うことによって、少なくとも加齢黄斑変性の診断については、高精度で診断・予後予測を行うことが出来る深層学習モデルを、半自動生成することができる事を示した。医療情報分野において深層学習モデルの自動生成を初めて実現したことは学術的新規性が高く、事前知識無くCDSSを生成できるようにしたことは実用的有用性も高いと評価できる。
- (2) 上記の成果は、視点を変えれば、医師の診断というプロセスを情報学的に「記述する」試みであり、医療情報学の根源的課題の一つに取り組んだ研究であると見ることが出来る。深層学習モデルという手段を用いてこれを一定実現し、考察において本研究で取り扱わなかったような診断プロセスについても同様に類型化して整理したことは、医療情報学研究に重要な知見をあたえる成果であると評価できる。

以上のように、本研究は、CDSSの早期開発や医療安全の向上などの実用的有用性の高い研究であると同時に、医療情報学研究に重要な知見をあたえる研究でもあると考えられる。

よって、本論文は博士（情報学）の学位論文として価値あるものと認める。また、令和4年2月21日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。

また、本論文のインターネットでの全文公表についても支障がないことを確認した。

要旨公開可能日： _____ 年 _____ 月 _____ 日以降