

# 博士学位論文 審査結果の要旨

芝浦工業大学大学院 理工学研究科 博士（後期）課程

博士学位論文審査委員会

主 査 木村 昌臣

審査委員 上岡 英史

審査委員 杉本 徹

審査委員 堀江 亮太

審査委員 内田 ゆず

\*審査委員

氏 名	Vu Dinh Minh
論文題目	A study on a virtual agent for dengue fever decision support based on conversations and ontology

## 〔論文審査の要旨〕

デング熱は蚊が媒介する疾患であり、いまでもこれに苦しむ患者は東南アジアやアフリカを中心に数多く存在する。しかしその一方で対応できる医師の数は特に発展途上国においては十分ではなく、患者はインターネットを利用した自己診断を余儀なくされている。そこで、Vu Dinh Minh 君は本研究において患者の診断を行うことができる仮想エージェント構築方法についての研究を行った。患者は発話により仮想エージェントに症状などを伝えることを前提とし、その症状が対象疾患（本研究ではデング熱）に合致していれば、検査値により診断を行う。

まずこのエージェントの処理フローについて検討したうえで、このなかで、特にシステムによる対応が特に重要になる「患者の発話意図の判定」「疾患を特定するために必要であるが発話内容からは不足している症状の抽出と提示」「対象となる疾患の検査値による罹患判定」についてそれぞれ検討を行った。

「患者の発話意図の判定」では、患者から発せられた発話文と予め用意された発話例文の間の類似度の高さより発話例文と紐づけられた意図を患者の発話の意図とするものであり、発話文のベクトル空間への埋め込みに工夫を行った。発話文の内容はそれよりも前の発話文と強い関連があり、これを文脈ととらえるならば、文脈が反映された埋め込みになっている必要がある。そのため、GRU とアテンション機構を利用したオートエンコーダを利用した仕組みを提案した。また、この方法が文書類似性に関するベンチマークデータセットである SICK データセットなどを対象に先行研究 Skip-Thought と比較したところより良い結果が得られることを実験的に確認した。

「疾患を特定するために必要であるが発話内容からは不足している症状の抽出と提示」については、発話文に現れる症状と、考えられる疾患の間の関連の強さを求め、これをもとに疾患候補の推定および患者の発話には表れていないが疾患を特定するために必要となる関連する他の症状を提示する方法を提案した。具体的には、疾患と症状の関連をオントロジーとして表現し、これが持つグラフ構造をもとに node2vec により求めた疾患名・症状名のベクトル、および、疾病名・症状名が持つ単語としての意味を表現するためコーパスに対して word2vec を適用して得られたベクトルを連結し、さらにこれに対し主成分分析を用いて次元削減して得たベクトルを利用する。疾病名のベクトルと症状名のベクトルのなす角のコサイン値を関連の強さ（重み）とし、患者より与えられた症状と強い関連を持

つ疾患を候補として特定したうえで、そのように特定された疾患とオントロジー上で関連があり患者の発話に含まれていない症状を、疾患を決定するために必要な情報として提示するものである。これを医師と患者の会話例および疾患・症状対応データに適用し高い精度で疾患候補を特定することを実験的に示した。

「対象となる疾患の検査値による罹患判定」については、デング熱データセットを対象に部分空間クラスタリングを用いて不要な属性を排除したうえで混合正規分布モデルをもとにデング熱患者か否かについての初期スクリーニングを行い、もしデング熱と判定されなかった場合には改めて統計モデル（サポートベクターマシン）を用いて判定を行う、という手法を提案した。実際にデータセットに適用したところ、従来の研究より高い再現率および正確度が得られ、同条件下での人間の医師と比較しても遜色ない結果が得られることを示した。

以上の内容について、審査委員に対して 2020 年 8 月 19 日に 1 時間程度の説明を行い、質疑応答が行われた。質疑の内容は他言語への応用、罹患判定の精度向上のために追加で必要と思われる属性の取得方法、症状からの疾患特定における機械学習的な手法とともにルールベースの手法の適用可能性、使用したデータについてのものであったが、適切に回答することができた。発表・質疑の後、審査委員によるクローズドな会議にて判定が行われ、全員一致で合格と判定された。

なお、博士課程の期間中に本人主著の論文 2 編、共著の国際会議プロシーディング 2 編が投稿・採択されており、学位審査基準にある研究業績の条件も満たされている。