

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 5 月 30 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K08071

研究課題名(和文) 深層学習・人工知能技術を用いた音声認識システムによるうつ病重症度推定機器の開発

研究課題名(英文) Development of a device for estimating the severity of depression using a voice recognition system based on deep learning and artificial intelligence techniques

研究代表者

稲田 俊也 (INADA, TOSHIYA)

名古屋大学・医学系研究科・特任教授

研究者番号：00184721

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究はうつ病の重症度を客観的に評価するため、研究代表者らが開発したモンゴメリ・アスペルグうつ病評価尺度構造化面接の質問文をベースに人工知能での評価に適した回答が得られるように質問文を改良して、うつ病の重症度を推定するアプリケーションを開発した。深層学習モデル用データの集積、教師データと異なる評点が得られた設問文は回答を是正して学習用データに追加し、モデル学習を繰り返すとともに、アルゴリズムの改良や、質問文の改定、質問順序の変更、確認用質問文の追加などをくり返し行った。これらの改良と学習を積み重ねることによりうつ病重症度推定アプリで得られる評価の一致率は80%を超えるようになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年めざましい進歩をとげ、徐々に実社会にその成果が導入されつつあるAI(人工知能)技術を精神科領域にまで広げ、うつ病の重症度評価をAI診断面接で行える寸前のレベルにまで到達していることを示したことが本研究における最大の研究成果といえる。現時点ではAI診断面接と精神科医による診断一致率がまだ十分とは言えないが、今後さらにさまざまな工夫と学習の積み重ねにより、評価精度が高められると、うつ病の臨床試験での均一な評価が可能となる、精神科専門医がいなくてもAIでの遠隔評価が可能となる、評価面接アプリとしての活用も期待できる、等の可能性を秘めておりこれらの社会的意義は極めて高いと思われる。

研究成果の概要(英文)：In order to objectively evaluate the severity of depression, this study developed an application to estimate the severity of depression using the questions of the Structured Interview Guide for Montgomery-Asberg Depression Rating Scale (SIGMA), which was developed by the principal investigators, with modifying the questions so that the answers could be obtained suitable for AI (artificial intelligence) evaluation. We accumulated the data for the deep learning model, corrected the answers to the questions that yielded different scores from the teacher data and added them to the training data, repeated the model training, improved the algorithm, revised the questions, changed the order of the questions, and added the questions for confirmation repeatedly. Through these processes for improvements and repeated learning, the agreement rate of the ratings obtained by the depression severity estimation application exceeded 80%.

研究分野：精神医学

キーワード：うつ病 機械学習 自然言語処理 音声認識 人工知能 深層学習 構造化面接 評価尺度

1. 研究開始当初の背景

- (1) 学術的背景：精神疾患の診断及び重症度評価は、面接時における精神科医の問診に対する患者の回答内容に基づいて、精神科医が診断基準・評価尺度に合致するかどうかを検討して下されるのが現状である。世界共通の診断基準・評価尺度が定義されても、その診断・評価要件を満たすかどうかの判断は個々の精神科医の知識・経験・力量や、時には地域文化言語的要因によっても変動することがあり、精神医療における診断や重症度の安定した評価の一致は今日においても大きな課題の一つである。
- (2) 社会的背景：近年、深層学習を含む機械学習の技術を用いた人工知能（AI）の進展はめざましく、2017年にはこの技術をベースとしたAIと囲碁や将棋の世界最強クラスの棋士との対局において、世界最強クラスの棋士に対して互角以上の好成績を残すレベルにまで達し、AIを活用した技術が医療など他の創造的・創作的な分野へ応用される時期が到来したという認識が広がり、大きな期待が寄せられている。音声認識技術を用いたAI対話は、タブレット端末などでの簡単なやりとりをはじめ、他の分野においては既に実用化されつつあるが、精神科領域の診断や重症度判定のための評価面接の分野においては、まだほとんど検討されていないのが現状である。

2. 研究の目的

- (1) 精神医学の分野ではうつ病の臨床研究や新薬開発における投薬前後の重症度評価にはハミルトンうつ病評価尺度（Hamilton Depression Rating Scale, HAMD）やモンゴメリ・アスベルグうつ病評価尺度（Montgomery-Asberg Depression Rating Scale, MADRS）が用いられているが、実際に評価を行う精神科医の間で、評価のばらつきが著しく認められるため、臨床試験が実施される度に、評価する精神科医が正確にうつ病の重症度評価ができるようにするための評価者講習会が開かれるが、評価トレーニングを行っても評価のばらつきが完全にはなくなる実情がある。
- (2) そこで本研究の目的は、深層学習および人工知能技術を用いて、音声認識システムによるうつ病の重症度を推定するAI機器を開発し、熟練した精神科医による評価と同等の重症度評価ができるレベルにまで精度を高めるために学習を繰り返すこと、また多様な臨床的側面からの評価面接の手法等についての検討を加え、より精度の高い次世代の客観的なうつ病重症度評価機器として完成させ、国際的に信頼できるデータの得られる標準的な面接評価手法を確立することである。すなわち、これまでうつ病の重症度評価は熟練した精神科医の間におけるばらつき、即ち信頼性・再現性の問題が存在することは無視できなかったが、同一内容の面接に対して、いつの時点でも（学習の繰り返しにより精度は高まる）、どこの場所でも同じ重症度の評価が再現できるAIうつ病重症度評点推定機器を開発することで、精神科医療現場における信頼性・再現性を担保した評価系を確立することが最大の目的である。

3. 研究の方法

(1) 学習用データの準備

- ① 自然言語処理用のテキストデータ：うつ病の重症度を評価する質問と回答例を書き起こしたテキストデータに加え、カルテ等へ書きとめておいた自然言語処理用の回答例のテキストデータとあわせて各項目のべ6000回答例以上を自然言語処理用のテキストデータとしてエクセルファイルに書き起こす。
- ② 音声認識用のwavファイルデータ：これまでに集積してきた録音データ（wavファイル）に加え、カルテ等から書き起こしたテキストデータを複数の健常者の声で録音したwavファイルデータを作成し、あわせて各項目12,000回答例以上の録音データ（wavファイル）を用意する。
- ③ 重症度評点のデータ：上記の①で準備した6000回答例以上の自然言語処理用のテキストデータのそれぞれに対して研究代表者（精神科医）が、回答例の内容を吟味して、どの程度の重症度にあたるのかの評点を定義したデータを確認する。
- ④ 上記の①～③で作成・準備した、①テキストデータ、②音声データ、③重症度評点の3つの

個別データが、1 つのつながりをもった 3 点セットの深層学習モデル用の学習データとして、12000 回答例以上を準備する。

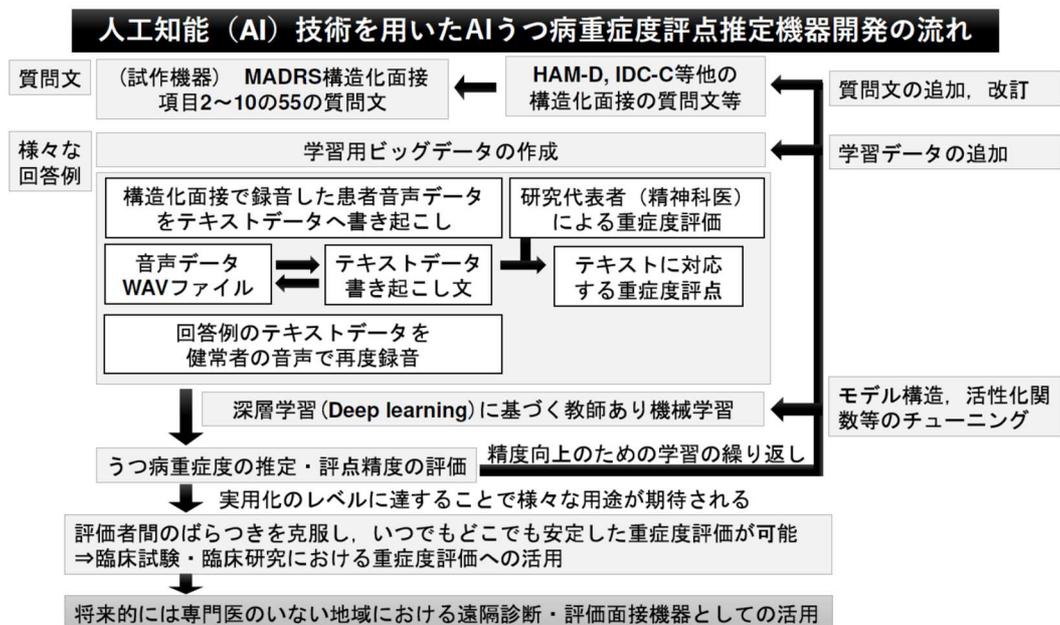
(2) 機械学習の繰り返しによる AI うつ病重症度評点推定試作機器の精度向上

準備した学習用のデータを用いて、試作機器での学習を繰り返し、うつ病重症度推定スコアの精度を高める。学習データの追加により試作機器の推定する重症度評点が、研究代表者が定義した評点のレベルに到達するまで、繰り返し学習を重ねて、モデル構造や活性化関数などのチューニングを行い、うつ病の重症度評点推定機器の精度を高めていく。

(3) AI うつ病重症度評点推定試作機器の統計学的仕様の検討

臨床評価面接データの更なる収集と学習を重ねることに加え、以下の点も検討しつつ機器の最終システムの仕様を検討する。

- ① 5 時間分の臨床面接データを用いた試作機器による解析では、全項目をあわせた 1700 回答例程度の学習用データを、重症度推定の予測モデルとして、分類 (全結合ニューラルネットワーク [fcnn], サポートベクターマシン [svc]) と、回帰 (fcnn, 線形回帰 [lr]) による評価を 10 分割交差検証法にて行ったところ、いずれも fcnn で高精度な予測結果が得られ、特に fcnn による分類で重症度を推計した場合に評点の一致率が高い (感度・特異度とも 0.85) 傾向が認められた。一方学習データ数の問題か、回帰では過学習が認められた。今後も学習後の解析は、fcnn による分類と回帰の両方ですすめる。
- ② 既に学習データが蓄積しているが、評価される患者が快適に面接を受けられるような構造化面接を構築するため、今回の試作機器に含まれていない質問文の追加、現在の試作機器に含まれている質問文の削除についての検討、質問文の改訂、質問順序の変更、矛盾する回答への確認質問の手法など、アルゴリズムの再構築について検討を行い、実臨床における精神科診断面接に近づけた AI 機器の開発を進める。
- ③ 研究代表者が定義した重症度の精度を確認するため、重症度を確認する回答を除いたデータで学習させた後に、各回答例を試作機器で評価し、試作機器の推定する重症度と一致しているかどうかを回答毎に確認し、回答のずれの原因を検討する。
- ④ 研究代表者が定義した評点と AI うつ病重症度評点推定機器が推定した評点の評価者-評価機器間の信頼性検定で、各評価項目の ANOVA-ICC (Intraclass correlation coefficients) 値がいずれも 0.9 以上に達するまで試作機器の学習を繰り返し行い、AI うつ病重症度評点推定機器が日常臨床や臨床試験における患者の重症度評価に使えるレベルに到達するまで機器の精度を高める。



4. 研究成果

- (1) 上記の手順に沿って研究を進めたところ、うつ病重症度推定アプリで得られる評価の一致率は 80% を越えるようになった。ただ ANOVA-ICC で各評価項目が 0.9 以上に達するようなレベルにするためには更なる深層学習モデル用データの集積、教師データと異なる評点が得ら

れた設問文に対する回答の是正，モデル学習のくり返しに加え，アルゴリズムの改良，質問文の改定，質問順序の変更，確認用質問文の追加などについても引き続き検討が必要と考えられる。

- (2) 近年めざましい進歩をとげ，徐々に実社会にその成果が導入されつつある AI（人工知能）技術を精神科領域にまで広げ，うつ病の重症度評価を AI 診断面接で行える寸前のレベルにまで到達していることを示したことが本研究における最大の研究成果といえる。現時点では AI 診断面接と精神科医による診断一致率がまだ十分とは言えないが，今後さらにさまざまな工夫と学習の積み重ねにより，評価精度が高められると，①うつ病の臨床試験での均一な評価が可能となる，②精神科専門医がいなくても AI での遠隔評価が可能となる，③評価面接アプリとしての活用も期待できる，等の可能性を秘めておりこれらの社会的意義は極めて高いと思われる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Tachibana Masako, Inada Toshiya, Ichida Masaru, Kojima Shihori, Shioya Mayumi, Wakayama Kazuki, Ozaki Norio	4. 巻 -
2. 論文標題 Factors associated with the severity of delirium	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Human Psychopharmacology: Clinical and Experimental	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/hup.2787	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Ishizuka Kanako, Ishiguro Tomomi, Nomura Norio, Inada Toshiya	4. 巻 300
2. 論文標題 Depressive mood changes are associated with self-perceptions of ADHD characteristics in adults	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Psychiatry Research	6. 最初と最後の頁 113893 ~ 113893
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.psychres.2021.113893	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Yamamoto Maeri, Bagarinao Epifanio, Kushima Itaru, Takahashi Tsutomu, Sasabayashi Daiki, Inada Toshiya, Suzuki Michio, Iidaka Tetsuya, Ozaki Norio	4. 巻 15
2. 論文標題 Support vector machine-based classification of schizophrenia patients and healthy controls using structural magnetic resonance imaging from two independent sites	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 0239615-0239615
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1371/journal.pone.0239615	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Takako Inada, Toshiya Inada	4. 巻 28 (2)
2. 論文標題 Teachers' First Language (L1)/Target Language (TL) Use, Students' Emotions and English Proficiency Improvement.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Medical Journal	6. 最初と最後の頁 163-166
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tachibana Masako, Inada Toshiya, Ichida Masaru, Kojima Shihori, Arai Takafumi, Naito Keiko, Ozaki Norio	4. 巻 -
2. 論文標題 Significant decrease in delirium referrals after changing hypnotic from benzodiazepine to suvorexant	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Psychogeriatrics	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/psyg.12672	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Weidle Bernhard, Chaulagain Ashmita, Stensen Kenneth, Aleksic Branko, Skokauskas Norbert, Inada Toshiya	4. 巻 73
2. 論文標題 Drug-Induced Extrapyramidal Symptoms Scale of the Norwegian version: inter-rater and test-retest reliability	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nordic Journal of Psychiatry	6. 最初と最後の頁 546 ~ 550
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/08039488.2019.1665708	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 S-C Park, H-S Oh, A Tripathi, R-A Kallivayalil, A Avasthi, S Grover, A-J Tanra, S Kanba, T-A Kato, T Inada, K-Y Chee, M-Y Chong, S-K Lin, K Sim, Y-T Xiang, C-H Tan, A Javed, N Sartorius, N Shinfuku, Y-C Park	4. 巻 73
2. 論文標題 Cannabis use correlates with aggressive behavior and long-acting injectable antipsychotic treatment in Asian patients with schizophrenia	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nordic Journal of Psychiatry	6. 最初と最後の頁 323 ~ 330
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/08039488.2019.1632381	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計1件

1. 著者名 稲田 俊也、遠藤 洋	4. 発行年 2020年
2. 出版社 じほう	5. 総ページ数 276
3. 書名 精神科治療薬 ロボット型ハンドブック	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------