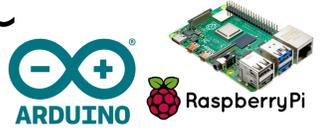




Dr. みまもりくん

～異常検知モデルを用いた自然会話からの認知症早期発見～

0304 群馬県立高崎高等学校 3 学年 吉ノ蘭 陽向



概要

高齢者の話し相手として近年注目されている会話ロボットに着目し、自然会話から認知症をスクリーニングできないかと考えた。そこで、**異常検知モデルOneClassSVMを用いて自然会話から認知症のスクリーニングを可能とする独自の機械学習モデルを作成した。**その結果、**健常者の会話データのみからでも十分な精度をもつ機械学習モデルの作成が可能であることが示せた。**また、このモデルを組み込んだ**高齢者向けの会話ロボット『Dr.みまもりくん』を開発した。**異常検知モデルを用いた認知症のスクリーニングの研究は最新の論文¹⁻⁴⁾でも見当たらず、**新規性がある**と考える。

研究背景・目的

2040年には高齢者の6人に1人が認知症になる⁵⁾と言われており、特に認知症患者のうち4人に1人が「**高齢者で一人暮らしの認知症**」になる⁶⁾と予想されている。認知症は**早期発見が重要**であることはよく知られているが、一人暮らしの高齢者にとって認知症予防のための病院や電話での簡易検査や地域コミュニティへの参加は自ら行動を起こす必要があるため心理的なハードルが高く、発見が遅れる可能性がある。本研究は**認知症をスクリーニングできる機械学習モデルの作成**および**その機能を搭載した高齢者向け会話ロボットの開発**を目的とした。

特に問題になっているのが

高齢者 × 一人暮らし × 認知症

2040年には現在の**3倍**になると予想されている！

認知症について

認知症とは「様々な病気により、脳の神経細胞の働きが徐々に変化し、認知機能（記憶、判断力など）が低下して、社会生活に支障を来した状態」である。認知症の診断方法の1つにMini-Mental State Examination (MMSE)がある⁷⁾。本研究では**MMSEが28点以上を健常者、27点以下を軽度認知症含む認知症患者と定義した。**

OneClassSVMを用いた軽度認知症スクリーニングの研究

柴田大作らによる研究「対照群付き高齢者コーパスの構築とそれを用いた認知症予備軍スクリーニング技術の開発」¹⁾では2クラス分類の機械学習モデルを用いており、精度も良好であるが、研究で用いられた「対照群付き高齢者コーパス」にある**認知症の会話データは数が少ないため過学習の可能性があると考えた。**一方、健常者の会話データは多くあるため異常検知モデルが有効ではないかと考え、本研究では**異常検知モデルの1つであるOneClassSVMを用いて健常者のデータのみから独自の機械学習モデルを作成した。**

通常のAIの学習は2クラス分類モデル

しかし・・・

健常者
会話データ

認知症
会話データ

会話データが少ない！

健常者の会話データのみから機械学習！

本研究では



このような認知症の早期発見方法は最新の論文でも見当たらない！

(1) 会話の特徴量を調べる

方法

GSK 言語資源協会に自ら入会し、会話コーパスを入手

【会話データ】

- 高齢者 (60~79歳)
① 認知症 15名
② 非認知症 45名
- 非高齢者 (20~59歳)
③ 20名

会話データを①認知症高齢者 (n = 15) ②非認知症高齢者 (n = 45) ③非高齢者 (n = 20) の3グループに分け、先行研究¹⁻⁴⁾で用いられていた以下の特徴量をそれぞれのグループに対して日本語自然言語処理ライブラリ「GiNZA」を用いて調べた。また、ANOVA検定を用いて有意差を調べた。

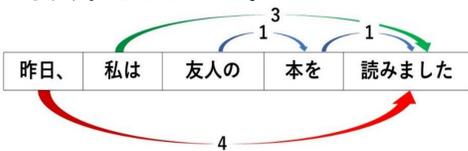
結果

特徴量	P値	特徴量	P値
一般名詞割合	0.8504739	TypeTokenRatio	0.0017389
固有名詞割合	0.0285831	最大係り受け距離	0.0000004
代名詞割合	0.1442563	平均係り受け距離	0.0000014
動詞割合	0.7388450	異なり名詞割合	0.9956496
形容詞割合	0.5983490	名詞繰り返し割合	0.0022083
副詞割合	0.0025688	意味密度	0.9967340
機能語割合	0.9837238	文長	0.0000599
フィルター割合	0.9569526	短文フラグ	0.1703236
否定表現	0.9631265	区切り割合	0.1045710
		感嘆詞割合	0.6720062

各特徴量のP値

係り受け距離とは

前頭側頭葉変性症などの認知症においては文法誤りや複雑な構文の利用頻度が減るといった症状が現れるとされている。以下の図のように文節と文節の関係を示したものであり、一般に係り受け距離が長いほど複雑な文章だとされる。



平均係り受け距離：2.25
最大係り受け距離：4

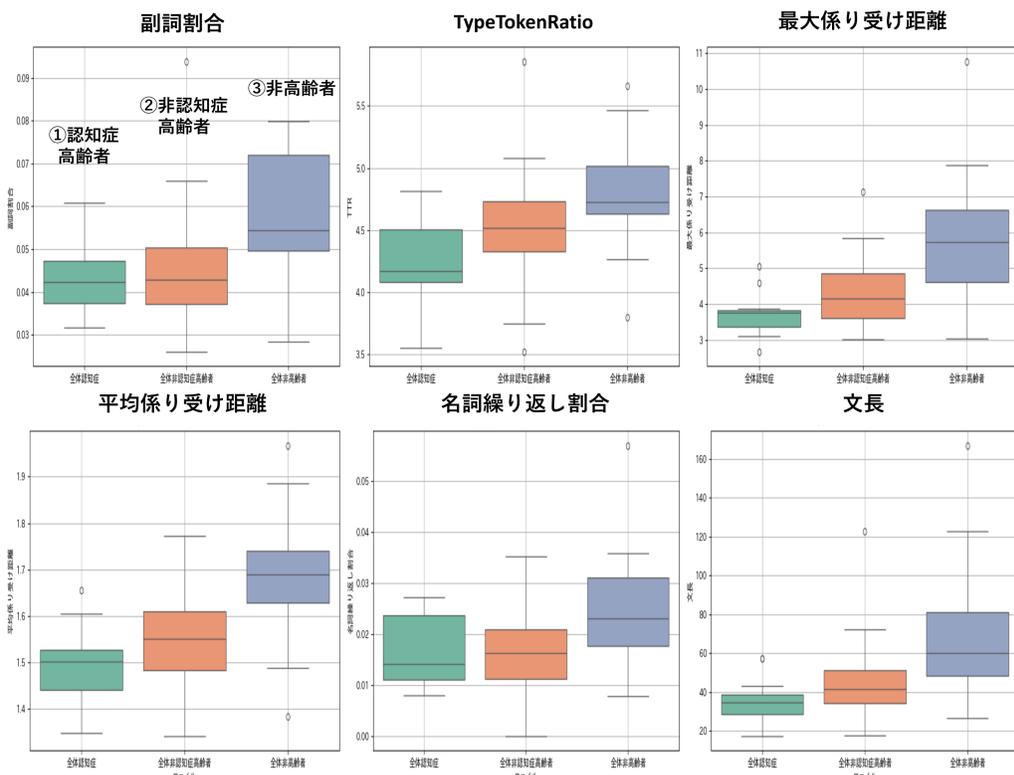
係り受け距離の例

TypeTokenRatio(TTR)とは

Type：コーパス中の異なり語数
Token：コーパス中の単語数
この2つの比率TTR = Type/Tokenで算出され、一般にTTRが大きいほど語彙量が大きくなる。

名詞繰り返し割合とは

全単語数の中でどれだけ同じ名詞が登場したかを表す指標。
(名詞の出現回数 - 名詞の種類) / 全単語数で除して算出する。同じ単語を繰り返し発話しているほど名詞繰り返し割合が高くなる。



特に有意差のみられた特徴量の各グループの分布グラフ

考察

各特徴量のうち、副詞割合、TypeTokenRatio、最大・平均係り受け距離、名詞繰り返し割合、文長で**1%未満の有意差**がみられ、特に**最大・平均係り受け距離、文長ではおよそ0.1%未満と強い有意差**がみられた。

一方で、認知症スクリーニングで一般に効果的だと言われている意味密度には、有意差がみられなかった。

以降は1%未満の有意差がみられた6項目を用いて機械学習モデルを作成する。

(2) 機械学習モデルの作成

コーパスから認知症患者 (①: n = 15) と健常者 (②+③: n = 65) のデータを抽出し、それを用いて両者を自動で識別するための機械学習モデルの構築と評価を行う。本研究では、**健常者の会話データのみで学習可能な異常検知モデルOneClassSVMを採用**し、上記6項目の特徴量を用いてScikit-learnによりモデルを構築、評価する。また、パラメータ値は各値を変化させて検証した際もっとも精度が高かったnu = 0.010, gamma = 0.0010としている。

nu (0 < nu ≤ 1) :

あらかじめ与えた正常データについて、異常とみなす割合のこと。

gamma (0 < gamma) :

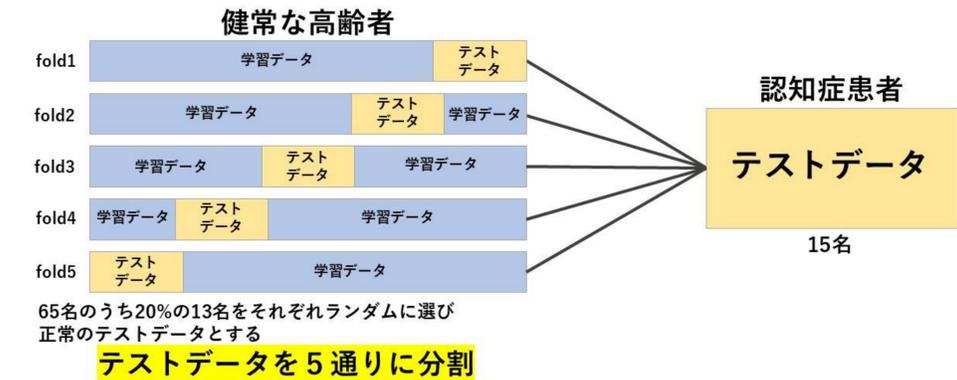
正常と異常の境界線の複雑さを表し、小さいと単純な境界、大きいと複雑な境界となる。

(3) 機械学習モデルの精度検証

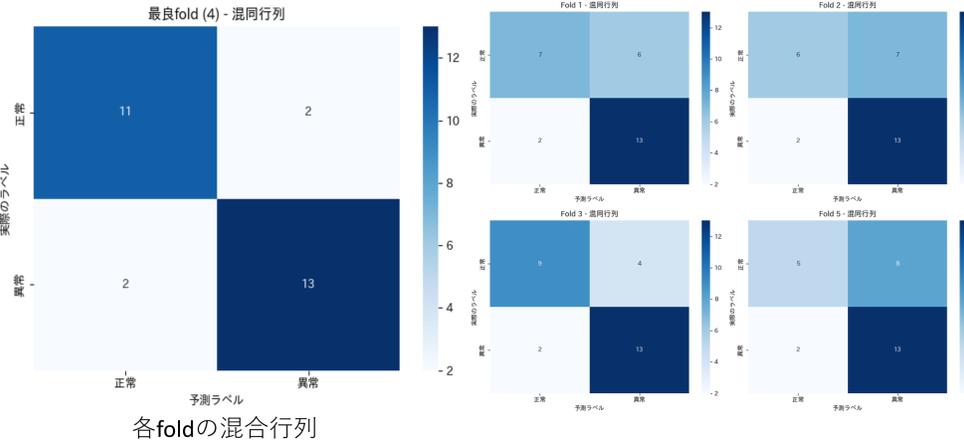
方法

5-fold交差検証を用いて、F値（F-measure）を算出するほか、ROC（Receiver Operator Characteristic）曲線を描画し、AUC（Area Under the Curve）の平均値を算出することでモデルの評価を行う。

交差検証：データセットを5通りに分割し、それぞれ検証する



結果



各fold	AUC	F値
Fold1	0.73	0.76
Fold2	0.64	0.74
Fold3	0.74	0.81
Fold4	0.90	0.87
Fold5	0.61	0.72
平均	0.72	0.78

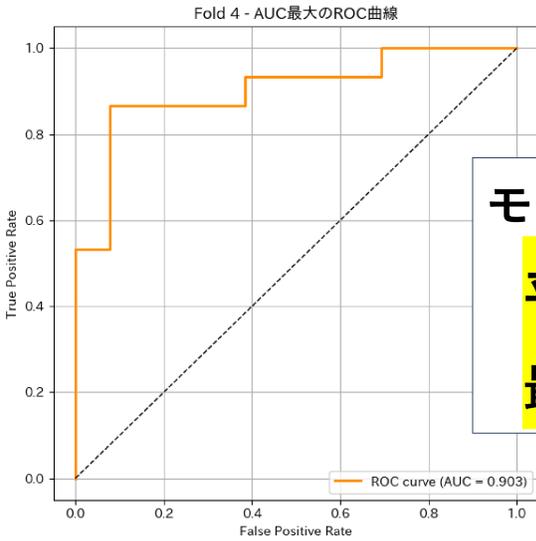
ROC曲線とは

スクリーニングなどの検査精度の評価で用いられる。**曲線が左上方向にあるほど精度がよい。**

AUCとは

ROC曲線の下側の面積。そのモデル全体の精度を表し、**1に近いほど分類モデルの精度がよく、ランダムな分類だと0.5になる。**

各foldのAUCおよびF値



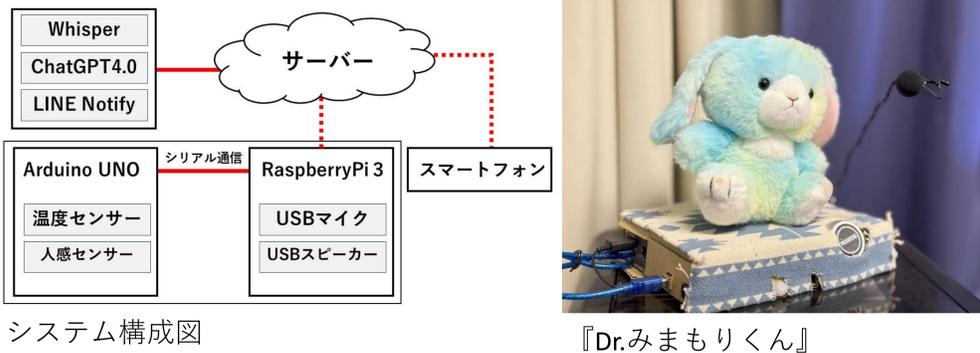
モデル全体で

平均AUC : 0.72
最大AUC : 0.90

考察

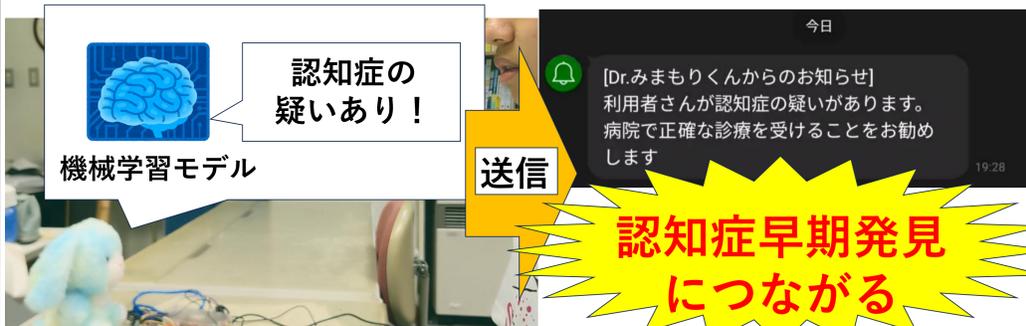
平均AUC 0.72、最大で0.90と、先行研究¹⁾で作成した2クラス分類の機械学習モデルのAUC 0.85と比較しても**一定の実用可能性**があることを示した。また、平均TPR（実際に異常であるもののうち、異常と正しく判定された割合）が**0.87**と、本研究の目的である認知症スクリーニングという目的においては十分な精度をもつことがわかり、**健常者の会話データのみからでも十分な精度をもつ機械学習モデルの作成が可能であることが示された。**

「Dr.みまもりくん」の開発



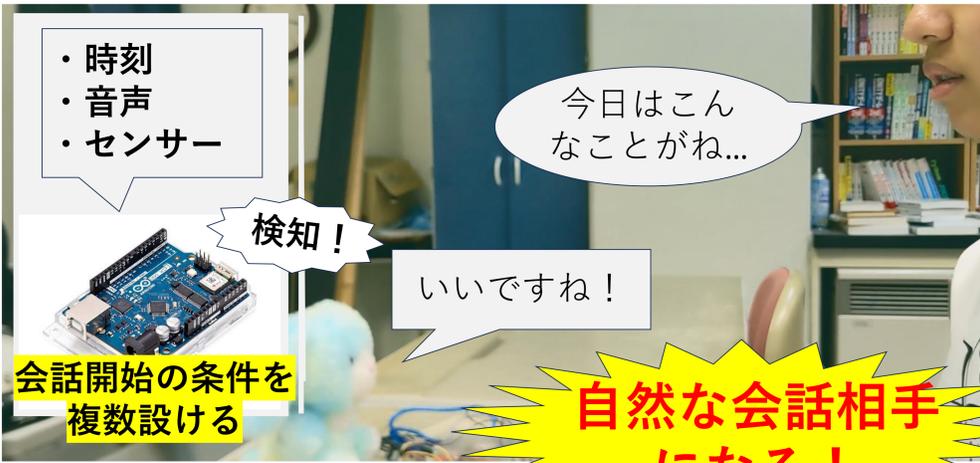
③ 認知症早期発見機能

会話機能で記録した会話データを**先ほど作成した機械学習モデルを用いて認知症の疑いがあるかどうかを判定する**。認知症の疑いがある場合LINE Notifyを用いてメッセージを送信する。



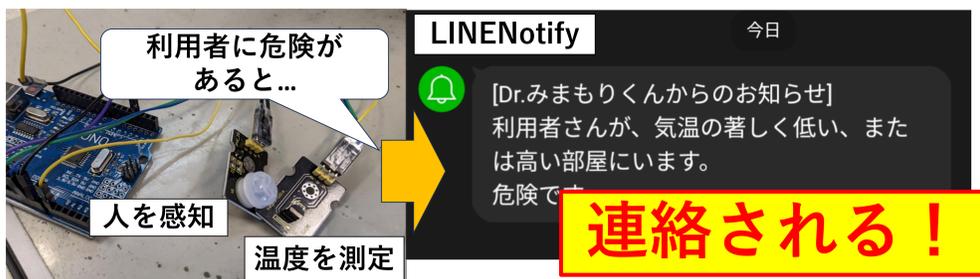
① 会話機能

本製品は音声認識AIのWhisperと生成AIのChatGPT4.0を用いて本製品と対象者との会話を成立させている。ChatGPTには発話内容のほか、以前の会話例を要約して共に送信しており、疑似的に会話の記憶能力を作成している。また、会話の開始条件を「相手が喋りかけたら」「一定時間になったら」「一定回数目の前を通り過ぎたら」など複数設けることによって自然な会話相手と認識しやすくした。会話内容は、JSONファイル形式で双方の発話内容を記録している。

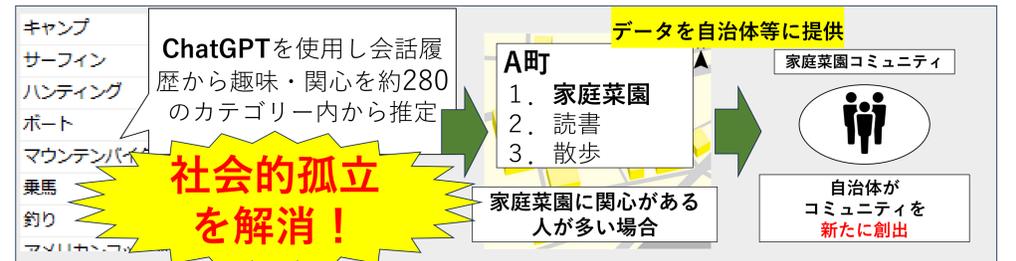


② みまもり機能

温度センサーと人感センサーを用いて「気温が31℃以上かつ人が通ったら」または「気温が10℃以下かつ人が通ったら」などの条件を満たしたとき、Arduino UNOから信号が送信され、RaspberryPi3がLINE Notifyを用いてあらかじめ設定していたアカウントに危険を知らせるメッセージを送信する。



④ コミュニティ創成機能



会話履歴をRaspberryPi3からChatGPT4.0に送信し、283種類の興味・関心カテゴリーのうち利用者に当てはまる上位3項目を推測させる。興味・関心カテゴリーはmeta社が作成したWeb広告におけるターゲティング項目を参考にしている。本機能によって収集した利用者の興味・関心データセットを自治体等に提供することで、潜在的なコミュニティのニーズがわかり、更に新たにコミュニティを創成してもらうことで、利用者の社会的孤立を解消し、会話ロボットのみならず人間による認知症の早期発見も期待できる。

今後の展望

今回は人との会話データに基づいて作成した機械学習モデルを使用しているが、会話ロボットとの対話においても十分に機能するかを検証する必要がある。今後はユーザーテストを重ねて本製品で得た会話データを収集し、モデル精度の向上と実運用への適応を図っていきたい。

謝辞

本校教諭 岡田直之先生、東京大学大学院総合文化研究科准教授 林克彦先生、群馬大学数理データ科学教育研究センター講師 中村賢治先生、システムクリエイターズ社長 井澤年宏様および社員の皆様に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 柴田 大作, 伊藤 薫, 若宮 翔子, 荒牧 英治 「対照群付き高齢者コーパスの構築とそれを用いた認知症予備スクリーニング技術の開発」 人工知能学会論文誌, 2019, 34 巻, 4 号, p. B-111-1-9.
- 2) 石原 遼人ら(2021) 「係り受け距離に着目した雑談対話からの認知症疑い検出」 電子情報通信学会論文誌 J104-D Vol.4 p357-367
- 3) 吉井 謙次ら(2024) 「人型ロボットとの会話における軽度認知症者の発話特徴分析」 第84回全国大会講演文集 2022 (1), p1005-1006
- 4) 長江 秀樹ら(2024) 「自由会話のトピックモデルに基づいた軽度認知症の検出」 言語処理学会 第30回年次大会 発表論文集 (2024年3月)
- 5) 厚生労働省 認知症および軽度認知症 (MC) の高齢者数と有病率の将来推計 (https://www.mhlw.go.jp/content/001279920.pdf) 2025年7月閲覧
- 6) 厚生労働省 独居認知症高齢者等が安全・安心な暮らしを送れる環境づくりのための研究 (https://mhlw-grants.niph.go.jp/system/files/report_pdf/202117001A-sonota7.pdf) 2025年7月閲覧
- 7) 日本老年医学会 認知機能の評価法と認知症の診断 (https://www.jpgeriatr-soc.or.jp/tool/pdf/tool_02.pdf) 2025年7月閲覧