

ソーシャルメディア仲介ロボットによる認知症早期発見システムの研究

小林透¹ 宮崎大志^{1†} 荒井研一¹

概要：本研究では、人型コミュニケーションロボットが、一人暮らしの高齢者との自然会話を基に認知症診断を行い、認知症の疑いがあれば、ソーシャルメディアを介して離れて暮らす家族に通知する認知症早期発見システムを開発した。著者らは、これまで、スマホが使えない高齢者とLINEを介した双方向のコミュニケーションが可能なソーシャルメディア仲介ロボットを開発した。本研究では、本ロボットに、“認知症早期発見方式”を追加することで認知症早期発見システムを提案する。認知症早期発見方式は、臨床的に信頼性が高い改定長谷川式簡易知能評価スケール(HDS-R)から自然会話シナリオを生成し、シナリオに基づくロボットと高齢者との対面会話による認知度の自動スコアリングが特徴である。本システムは、高齢者に相対するコミュニケーションロボットと全体を制御するクラウドサービスから構成されている。開発したプロトタイプシステムを用いた高齢者に対する評価実験により、従来の人が実施する認知症診断結果と本システムによる診断結果を比較することで、本システムの有効性を明らかにした。

1. はじめに

高齢化社会の進展に伴い、65歳以上の高齢者人口に占める一人暮らしの割合は、年々増加傾向にあり、2015年では男性が13.3%、女性が21.1%を占めている[1]。一人暮らしの高齢者は、社会との接点が少なく引きこもりがちであるため、知らず知らずのうちに認知症が進行してしまうリスクがある。慶応大学の佐渡らの研究によると、認知症の人の医療や介護で社会全体が負担しているコストは2014年に14兆5千億円に上り、2060年には24兆3千億円に達するといわれている[2]。一方で、最近では、薬により認知症の進行を遅らせることができ、認知症の初期の段階で早く使い始めると健康な時間を長くすることができるといわれている。つまり、一人暮らしのお年寄りの認知症の発症をいち早く検知し予防することができれば、高齢者の“心の健康寿命”を延ばすことに繋がり、それがひいては、社会全体の大幅な負担軽減をもたらす。

これまで、高齢者の認知症診断を行うためには、専門知識をもった人がテストしたりや高齢者にタブレットPC等で動作する専用アプリを利用してもらった必要があった。そのため、高齢者には、専門家のところへ出向いたり、タブレットPCを操作したり、テストというプレッシャーを受けたりといった物理的、精神的な負担がかかっていた。また、テストする側にも移動や質問、採点、機材の準備、高齢者へのフィードバック等の負担がかかっていた。そのため、特に一人暮らしの高齢者の場合、テストを受ける機会を逃すことで、認知症が知らず知らずのうちに進行してしまうという問題があった。つまり、高齢者の認知症を早期に把握し予防する上で、高齢者はもとより、周囲の人々の負担を軽くすることがキーポイントとなる。

そこで、本研究では、人型コミュニケーションロボットが、一人暮らしの高齢者との自然会話を基に認知症診断を

行い、認知症の疑いがあれば、ソーシャルメディアを介して家族に通知することを目的としている。著者らは、これまで、スマホが使えない高齢者とLINEを介した双方向のコミュニケーションが可能なソーシャルメディア仲介ロボットを開発した[3][4][5][6][7]。本研究では、本ロボットへ“認知症早期発見方式”を基にした機能を追加することにより認知症早期発見システムを開発した。認知症早期発見方式は、改定長谷川式簡易知能評価スケール(HDS-R)[8]からの自然会話シナリオの生成、シナリオに基づくロボットと高齢者との対面会話による認知度の自動スコアリング、その結果をソーシャルメディアにより家族等への通知を特徴としている。本研究では、本システムのプロトタイプを複数の高齢者に使用してもらい、通常のヒアリングによるHDS-Rスコアリング結果と比較することで、その有効性を明らかにした。

2章で関連研究を述べ、3章で認知症早期発見システムの特徴を説明する。4章で開発したプロトタイプシステムの詳細を述べた後、5章で本プロトタイプシステムを用いた評価実験結果を示す。6章で評価実験結果を考察し、7章でまとめる。

2. 関連研究

認知症評価スケールとしては、HDS-Rの他に、Mini-Mental State Examination (MMSE)[9]、時計描画テスト[10]、かなひろいテスト[11]、Functional Assessment Staging Test (FAST)[12]などが提案されている。このうち、本研究で取り上げたHDS-Rが国内で広く利用されており、臨床的に信頼性が高く、会話に導入しやすい質問式であるという特徴を持つ。通常、HDS-Rによるテストでは、質問者が対面より被験者に質問し、その回答によりスコアを算出することで認知症の診断を行う。そのため、質問者は高齢者施設等に出向いたり、質問やその採点をしたりといった負担

¹ 長崎大学大学院工学研究科

[†] 現在、三菱電機インフォメーションネットワーク株式会社

がかかる。これを軽減する目的で HDS-R を使い、誰でも簡単に「認知機能のテスト」が可能なスマートフォンアプリが提案されている[13]。しかし、高齢者にとっては、スマートフォンを操作する必要がありハードルが高い。また、テストであることを高齢者が意識してしまうため、緊張などから普段と異なる回答を行う可能性がある。さらに、高齢者の中にはテストされること自体に嫌悪感を抱く人も少なくない。

一方、昨今、スマートフォンに代わり AI スピーカやコミュニケーションロボットといった音声で操作可能なデバイスが注目を集めている。特に、小動物型のコミュニケーションロボットには、セラピー効果があるとされ、国内外の高齢者施設において認知症患者の心のケアや認知症予防の取組がなされている[14][15][16]。これらの研究は、コミュニケーションロボットにより認知症の進行を抑制したり予防したりすることが目的であり、認知症を診断することが目的ではない。本研究開発では、ロボットとの自然な会話により高齢者に意識させることなく認知症を診断することを目的としており、これらの既存研究と目的が異なる。

認知症診断を目的として、NTT データ関西と、大阪市立大学、大阪市立弘済院附属病院は、コミュニケーションロボットによる認知症診断支援の実現性を検証する実証試験を行っている[17]。このシステムでは、認知症診断の対象者は、専用ルームで、会話シナリオに従いコミュニケーションロボットと会話をし、その結果を株式会社 NTT データのクラウドロボティクス基盤にて解析するというものである。このシステムでは、専用ルームでのテストとなるため、被験者に認知症診断を意識させてしまい、物理的、心理的負担をかけてしまうという問題がある。

三重大学の井筒らは、コミュニケーションロボットとの会話を利用した認知症評価システムを研究している[18]。この研究では、高齢者にテストを行っていることを意識されないような認知症の進行度評価システムを目指して、HDS-R を用いた評価システムを試作している。高齢者に認知症のテストをしていることを意識させることなく認知症の診断を行おうとしている点は、本研究開発と同じである。しかし、井筒らのシステムでは、HDS-R から自然会話に変換する方式が明確でなく、診断結果の通知方法も無い。

一方、著者らは、これまでスマホが使えない高齢者でも離れて暮らす親せき等と LINE を介した双方向のコミュニケーションが可能なソーシャルメディア仲介ロボットを開発した(図 1)。本ロボットは、LINE で送信されたメッセージを読み上げてくれたり、ロボットに話かけたメッセージを音声認識して LINE に送信してくれたりするものである。本ロボットを一人暮らしの高齢者宅に設置すれば、例えば、高齢者はロボットと会話することで、離れて暮らす親せきや地域のケアマネージャらと LINE を介した双方向のコミュニケーションが可能(図 2)となる。本研究では、



図 1 ソーシャルメディア仲介ロボット



図 2 ソーシャルメディア仲介ロボット利用シーン

本ロボットへ“認知症早期発見方式”を基にした機能を追加している。本機能には、HDS-R から高齢者に認知症診断を意識させないような自然会話に変換する自然会話シナリオ生成方式が含まれる。また、診断結果は、LINE を介して通知可能である。さらに、本提案方式では、認知症の疑いがある場合のみ、LINE で担当のケアマネージャに通知することも可能である。これは、既存方式にはない機能であり、見守る側の負担軽減に繋がる。

3. 認知症早期発見システム

3.1 要求条件

1 章で示した本研究の背景や 2 章で示した関連研究等から、今後、社会から要請が高まる認知症早期発見システムに求められる要件は、以下の通りである。

要件 1：認知症か否かの診断が可能であること

要件 2：高齢者に認知症検査を意識させないこと

要件 3：周囲の人々に負担をかけないこと

要件 4：診断結果を離れて暮らす家族等に通知できること

そもそも、医学的、かつ経験的にその有効性が保障された形で認知症か否かの診断が可能である必要がある(要件 1)。また、被験者である高齢者に対して、認知症の検査であることを意識させないことや周囲の人々に負担をかけないことが、継続的に利用してもらう上で必要である(要件 2, 3)。さらに、周囲の人々が定期的に高齢者の様子を見守ることができるように、検査の結果を、自動的に離れて暮らす家族や地域のケアマネージャに通知できることが必要である(要件 4)。

3.2 認知症早期発見方式とユースケース

3.1 節で示した要件を満足する認知症早期発見方式を図3に示す。本方式では、臨床的に信頼性が高く、国内で広く利用されている改定長谷川式簡易知能評価スケール(HDS-R)を基に、複数の自然会話シナリオを生成する(要件1,2)。その後、本シナリオを基にコミュニケーションロボットが、高齢者と対面で会話を行う(要件2,3)。コミュニケーションロボットは、会話内容からHDS-Rのスコアリングを行う(要件3)。そして、その結果は、ソーシャルメディアを通して、家族やケアマネージャに通知される(要件4)。

本方式に基づいたユースケースを図4に示す。一人暮らしの高齢者宅で、コミュニケーションロボットが、高齢者に対して「好きなお野菜を教えてください」と問いかける。それに対して、高齢者が、「じゃがいもが好きだよ」と答えると、ロボットは、「じゃがいも」が野菜かどうかを判断し、HDS-Rのスコアを自動計算する。他の自然会話シナリオに対する応答に対するスコアと合わせて、結果を離れて暮らす家族にLINEを通して自動通知する。

本方式、ユースケースにおいて、ポイントとなるのは、高齢者のモチベーションを維持しながらHDS-Rの質問事項をいかに自然会話に変換し、その自然会話からいかにHDS-Rのスコアリングを行うかである。次節以降でその詳細を説明する。

3.3 HDS-Rに基づく自然会話生成方式

図3に示した認知症早期発見方式の特徴は、高齢者と若年者をLINEで仲介するコミュニケーションロボットに、HDS-Rを基にした自然会話シナリオを埋め込んでいる点である。従来のコミュニケーションロボットを用いた認知症診断システムでは、認知症の診断機能のみであった[17][18]。そのため、高齢者に日常的に利用してもらうことは、期待できなかった。また、従来のロボットは、認知症診断以外の用途では利用できなかったため、どうしても高齢者に認知症のテストをしていることを意識させてしまっていた。しかし、本論文の認知症早期発見システムでは、LINEを活用した他者とのコミュニケーションの仲介が主であり、その付加的機能として、認知症診断機能を実装している。そのため、高齢者に日常的に本ロボットを利用してもらうことが期待できるため、その過程で、定期的な認知症診断が可能となる。このように本システムでは、認知症診断に関わるロボットとの会話は従という位置づけのため、高齢者に認知症のテストをしていることを意識させないことが期待できる。さらに、コミュニケーションの仲介機能との融合により、将来的に本モデルは、他者とのコミュニケーション履歴を基にした自然会話シナリオの作成に繋げることができる。これは、認知症の診断だけでなく、予防の観点でも効果が期待できる。

HDS-Rは全9問で構成されている(付表1)。それぞれ年

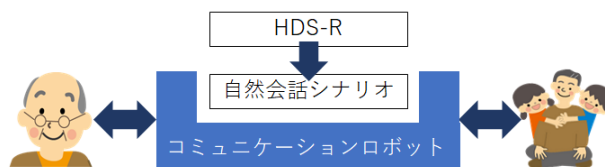


図3 認知症早期発見方式

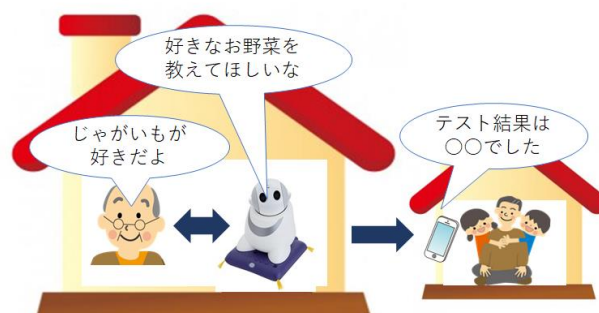


図4 認知症早期発見方式に基づいたユースケース

表1 HDS-R 対応自然会話シナリオと判定ワード

問	質問	シナリオ	判定ワード
問1	歳はいくつですか？	1	生年月日
問2	今日は何年の何月何日ですか？何曜日ですか？	2	月日, 曜日
問3	私たちが今いるところはどこですか？	3	場所
問4	これから言う3つの言葉を言ってください。	4	問4の言葉
問5	100から7を順番に引いてください。		
問6	これから言う数字を逆から言ってください。		
問7	先ほど覚えてもらった言葉(問4の3つの言葉)をもう一度言ってください。		
問8	これから5つの品物を見せます。それを隠しますので、何が合ったか言ってください。		
問9	知っている野菜の名前をできるだけ多く言ってください。	5	野菜名

齢、日時の見当識、場所の見当識、言葉の即時記録、計算、数字の逆唱、言葉の遅延再生、言語の流暢性を問いている。問8以外は音声のみで高齢者とコミュニケーションをとることで正誤の確認が出来るが、問8については、画像を被験者に見せる必要がある。本研究で活用したソーシャルメディア仲介ロボットには画像を表示する機能が無いため、問8以外の8問を対象にして、各問に対応する自然会話シナリオを作成した。ただし、問4~7については、HDS-Rの規則で、連続で質問することに規定されているため、1つのシナリオとして構成した。したがって、今回、5つのシナリオを作成した(表1)。

3.4 自然会話シナリオ生成方式

ここでは、選択したHDS-Rで規定している質問を、どのようにロボットとの会話に置き換えたシナリオとするかを説明する。ここでポイントとなるのは、高齢者に対して認知症のテストをしていることを意識させないようなシナリオとすることである。筆者らは、高齢者が認知症のテストを意識してしまう最も大きな要因は、質問(テスト)に対

して、正しく答えなければいけないというストレスを感じてしまうことであると考へた。岩瀬らの学生を対象にしたストレス評価では、平常時と定期テスト前では、明らかにストレスの差に有意差が見られた[19]。若く活力に溢れた学生でさえ、試験の前にはストレスを感じていることから、高齢者にはより大きなストレスがかかることが想像できる。一方、長谷川らの研究によると、高齢者の「生きがい」の関連要因として、知的能動性や社会的役割が示されている[20]。これらのことから、高齢者にとっては、テストを受けるという受け身の姿勢ではなく、主体的に他者の役に立つというシチュエーションが重要であると考えた。

筆者らの既存研究であるソーシャルメディア仲介ロボットでは、NEC社製のPaPeRo i(図5)を利用している[21]。PaPeRo iは、幼児のような外観と音声合成が特徴の人型コミュニケーションロボットである。そこで、このロボットの特徴を活かして、あたかも孫が知りたいことを祖父母に問いかけたり、ゲームを持ちかけたりするシーンを想定してシナリオを作成した。これにより、高齢者が、主体的に他者の役に立つというシチュエーションを実現している。具体的には、シナリオ1~4を問いかけ形式に、シナリオ5をゲーム形式として作成した。また、シナリオを基に高齢者がうまく答えられた場合はそれを評価するコメントを、答えられなかった場合でも、あたかも問いかけたPaPeRo i自身が思い出したようなコメントを返すようにした。これは、答えられなかった高齢者の気持ちが落ち込まないようにするためである。HDS-Rには、検査後の高齢者ケアが規定されており、本シナリオは、これを踏襲している。図6にシナリオ2に基づく会話例を示す。この例では、正解の2018年2月16日が答えられなかった場合、一度だけ聞き直しをしている。なお、高齢者の応答の正誤については、それぞれのシナリオにおいて、特定のキーワードが含まれるかどうかで判定することとした(表1)。


4. プロトタイプシステム

4.1 システム構成

開発したプロトタイプは、高齢者に相対するコミュニケーションロボット(Communication Robot)と全体を制御するクラウドサービス(Cloud Service)からなっている(図7)。それぞれのハードウェアとソフトウェアのシステム仕様を表2に示す。

(1) コミュニケーションロボット

コミュニケーションロボットとして、筆者らが先に開発したソーシャルメディア仲介ロボットを用いた。ソーシャルメディア仲介ロボットは、カメラ、スピーカ、マイクを具備し、音声合成や顔検知機能等が装備されていて完成度が高いNEC社製の“PaPeRo i”をベースとしている(図5)。PaPeRo iに内蔵したシングルボードコンピュータ(Raspberry Pi)上に、サブシステム(Subsystem)として、



height 30 cm
width 20 cm
depth 23 cm
weight 2 kg

Device	Explanation
Camera × 2	VGA camera for face recognition, SXGA camera for still image
Microphone × 2	Directional microphone for speech recognition, Non-directional microphone for noise cancel
Speaker	For voice synthesis
Sensor	infrared sensor, temperature sensor, humidity sensor, illuminance sensor, acceleration sensor
Volume	Hardware/software volume

図5 PaPeRo i

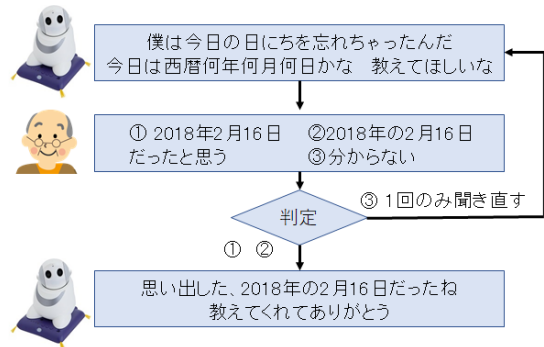


図6 シナリオ2に基づく会話例

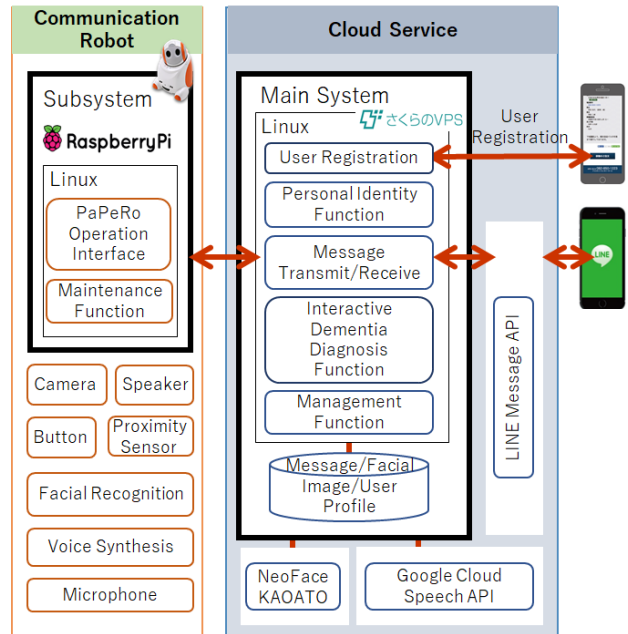


図7 システム構成

表2 システム仕様

	Subsystem (PaPeRo i)	Main System (Sakura VPS)
Hardware	・ Raspberry Pi 3 Model B	・ CPU: Intel(R) Xeon(R) CPU E5-26400 @ 2.50GHz ・ Memory: 4GB
Software	・ Raspbian GNU/Linux 8.0 (jessie) ・ PHP 5.6.30 ・ Python 2.7.9	・ CentOS 6.8 ・ Apache 2.2.15 ・ PHP 5.6.18 ・ MySQL 14.14 ・ Python 2.6.6

PaPeRo i 操作インタフェース(PaPeRo Operation Interface)とメンテナンス機能(Maintenance Function)を実装した。

(2) クラウドサービス

商用クラウドである“さくらの VPS”上に、以下の機能からなるメインシステム (Main System)を構築した。

● ユーザ登録(User Registration)

集合型高齢者施設での利用を想定し、複数の高齢者が一台のロボットの共用が可能なユーザ登録機能を実装した。本ユーザ登録機能には、高齢者の生年月日、住所等のプロフィール情報や顔認証用のデータ登録機能を含んでいる。

● 個人識別(Personal Identity Function)

本研究は、病気診断に関わることであるため、個人の識別を高精度に行う必要がある。そこで、高精度な顔認証機能をクラウドサービスとして提供している NEC ソリューションイノベータの NeoFace KAOATO を利用した[22]。

● メッセージ送信/受信(Message Transmit/Receive)

本機能は、筆者らが先に開発したソーシャルメディア仲介ロボットの既存機能であり、LINE が提供するクラウド API である Messaging API を利用して実装した[23]。本研究では、診断結果を離れて暮らす家族や地域のケアマネージャ等に LINE で通知する際に利用している。

● 会話型認知症診断(Interactive Dementia Diagnosis Function)

3.2 節で示した認知症早期発見方式を実装した。具体的には、3.3 節で示した 5 つの自然会話シナリオを基にした高齢者とのやり取り結果から HDS-R のスコアを計算する。高齢者の発話は、Google Cloud Speech API[24]によりテキストに変換された後、表 1 に示した特定のキーワードが含まれるかどうかで判定している。Google Cloud Speech API は、機械学習機能により音声テキストに変換する機能で、110

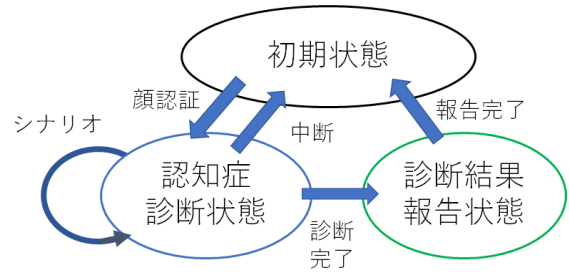


図 8 状態遷移図

以上の言語と方言を認識できることから採用した。

● 運用管理(Management Function)

障害発生時の原因解析を目的としたログ取得等の運用管理機能を実装した。

4.2 状態遷移とシーケンスチャート

本プロトタイプの状態遷移図を図 8 に示す。状態は、初期状態、認知症診断状態、診断結果報告状態の 3 つ存在する。初期状態からは、高齢者の顔認証が実行されることにより、認知症診断状態に移行する。5 つの自然会話シナリオを連続して実行しても、時間をおいて実行してもよい。すべての自然会話シナリオが実行されると診断完了となり、診断結果報告状態となり、報告が完了すると初期状態に戻る。なお、初期状態では、ソーシャルメディア仲介ロボットの既存機能である LINE を介した双方向のメッセージ交換が行われる。本状態遷移に対応した詳細な処理の流れを表すシーケンスチャートを図 9 に示す。

5. 評価実験

5.1 顔認証の精度評価実験

本研究で利用した NeoFace KAOATO では、クラウド上に対象者の顔写真とプロフィールをラベルにして登録する。

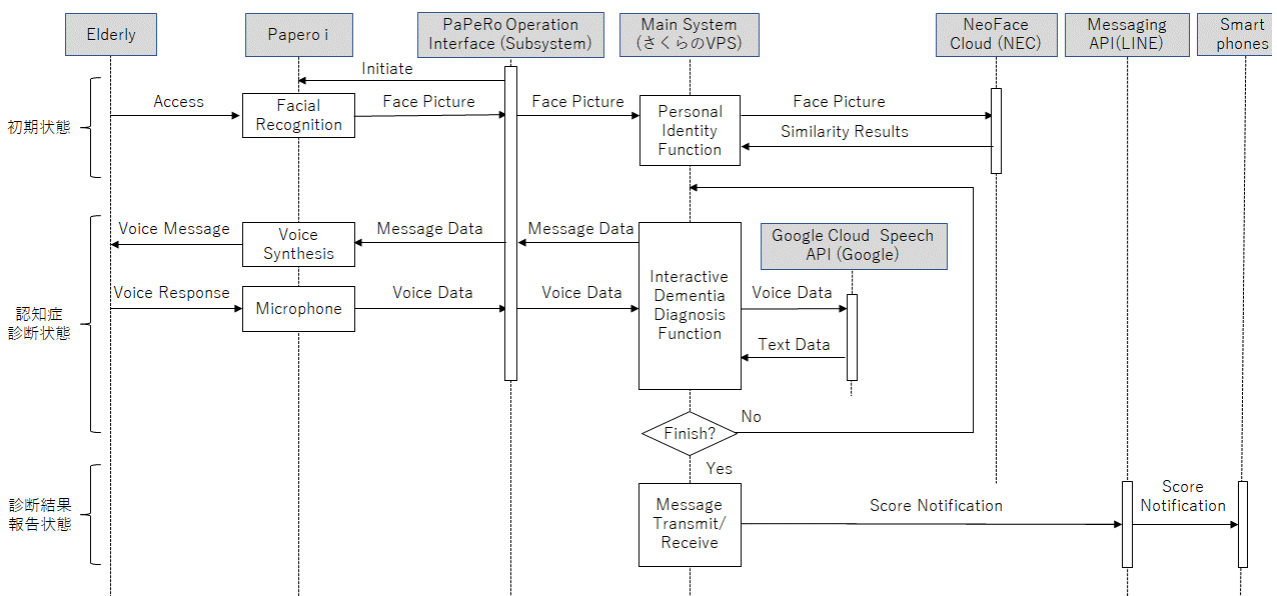


図 9 シーケンスチャート

その後、認証したい顔写真をクラウドに送信することで、登録済の対象者毎に、その類似度スコア（0～100）が返却される。本論文の共著者の宮崎（miyazaki）を含む5名の顔写真を事前登録し、その後、宮崎の顔写真を含む複数の写真を認証させたところ、類似度スコアが80以上であれば、100%本人であることが確かめられた。図10に結果の一例を示す。また、複数の人物が写りこんだ写真を認証させたとしても、最も手前の人物を対象として類似度スコアを返却されることが確認できた。本システムは、集合型高齢者施設での利用も想定されるため、NeoFace KAOATOは、精度面、利用面において実用的レベルであることが確認された。

5.2 認知症早期発見システム評価実験

認知症を発症していない67歳～73歳までの男性被験者3名（被験者A,B,Cとする）に対して、以下の2つの評価実験を行った。

(1) プロトタイプシステムを使ってスコアを自動算出

(2) 従来手法である人によるヒアリングでスコアを算出

(1)の評価実験は長崎大学で、2017年12月14日～16日で行い、(2)の評価実験は、それぞれの被験者の自宅で2017年12月24日～12月27日で行った。(1)と(2)の間を約一週間空けた理由としては、被験者の(1)での経験の記憶の影響を最小限にしたかったためである。(1)では、プロトタイプシステムによりシナリオ1～5を同じ日に連続して実施した。また、事後に被験者個別にヒアリングを実施した。(2)については、HDS-Rで規定された問8以外の全8問を規定された方法で実施した。そのため、本評価実験では、(2)の結果を正解として、(1)の精度を評価する。HDS-Rの満点のスコアは、(1)、(2)とも25点である。

プロトタイプシステムでは、音声認識により被験者の答えをテキスト化した上でスコアリングしている。そもそも音声認識の精度が悪いと(1)の精度に悪影響を及ぼす。そこで、本プロトタイプシステムで録音した被験者の応答を人が聞いてスコアリングした結果（これを、(1)'とする）と(1)の結果の比較を行った（図11）。その結果、3人の被験者とも、(1)と(1)'のスコアに差はなかった。このことから、今回の評価実験データでは、音声認識の精度による悪影響は無かったと言える。

次に、(1)と(2)のスコアの比較を行い、(1)の精度を評価した（図12）。これについては、本プロトタイプシステムの結果は平均で67%の精度であった。精度については、被験者間で53%～78%のばらつきがあり、質問によっても違いがでた。詳細を以下に示す。

- 問1の年齢を聞く問題は全員が正解した。
- 問2の日にち、曜日を聞く問題は、西暦か元号かで迷ってしまい被験者A,Bが日にちを答えられなかった。
- 問3の現在自分がいる場所を問う問題では答えの設定を「大学」または「学校」を含む答えを正解にして



図10 NeoFace KAOATOによる顔認証結果例

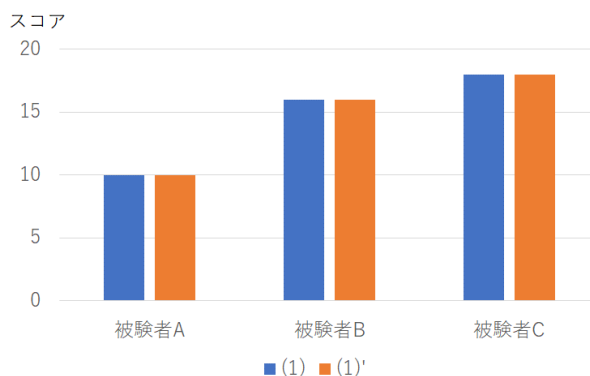


図11 音声認識精度の影響評価結果

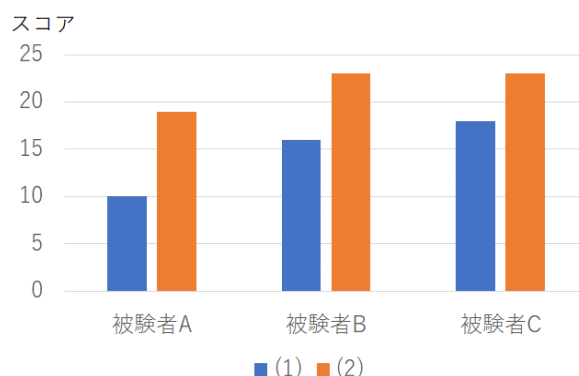


図12 認知症早期発見システムの評価実験結果

いたが、被験者Aは「長崎」と答えていた。

- 問4の言葉を3つ繰り返す問題は、全員が答えることが出来た。
- 問5の問題は被験者B,Cは1つ答えることが出来たが「さらに答えた数から7を引く」問題は答えることが出来なかった。
- 問6の「数字を逆から言う」問題では全員が3桁までは答えることが出来たが、4桁は答えられなかった。
- 問7の「問4で言った言葉を思い出して言う」問題は被験者B,Cは問題なかったが、Aは1つだけであった。
- 問9は被験者Bを除いて全員点数が0点であった。全員1つ以上答えたが点数は6個以上言わないと点数

がつかないため、この結果になった。

最も点数の差が大きかったのは、問 2,9 であった。被験者への事後のヒアリングにより、その最も大きな要因としては、ロボットが被験者の態度や様子を勘案できないという点が挙げられる。今回の評価実験では、ロボットの問いに対して、規定された時間内で応答を返さないと、答えられなかったものとされてしまう。実際、PaPeRo i の次の問いと、被験者の応答が被ってしまったケースがあった。人がヒアリングする場合は、被験者の態度や様子が分かるので、回答を待ってあげたり、うなずいたりすることで、被験者の回答を促すことができる。今回は、この違いが精度に影響を及ぼしたと考えられる。また、(1)と(2)の結果に対して相関係数を算出したところ、0.97 と高い相関があることが確認できた。

さらに、事後のヒアリングにより、被験者から以下の意見・感想が得られた。

- PaPeRo i が話す速さは、ちょうどよかった。
- 日にちを答える問題で西暦なのか元号なのかで迷ってしまった。
- 野菜を答える質問が答えづらかった。
- PaPeRo i の見た目はかわいいが、領きなどの動作が欲しい。
- 高齢者は自分が正しいと思う傾向があり、それを踏まえてシナリオを作成するとよい。
- 会話する相手が欲しいから病院に行く傾向があり、ロボットがあるとありがたい。
- スマホだと話している意識はないが、ロボットだと話している感じがする。
- 実験する前は緊張したが、やってみると楽しかった。

さらに、各シナリオ終了後に、スコアを自動計算し、その結果を LINE で通知する機能確認実験を行った (図 13)。以上により、被験者に対する問いかけから、その応答の評価、スコアリング、LINE によるスコアの通知まで、人手を介さずにすべて自動で行えることを確認した。

6. 考察

3.1 節で示した認知症早期発見システムの 4 つの要求条件の達成度に関して、5 章で示した評価実験結果を基に考察する。

要件 1: 認知症か否かの診断が可能であること

従来手法である人によるヒアリングでのスコアを正解とした場合、プロトタイプシステムを使って算出したスコアの精度は、被験者平均で 67% であった。また、精度については、被験者間で 53%~78% のばらつきがあり、質問によっても違いがでた。今回のこの結果だけからは、従来手法に比較して精度の面で劣っている。しかし、精度を悪化させている要因である「ロボットが被験者の態度や様子を勘案できない」という点が改善されれば、より精度の向上



図 13 自動計算スコアの LINE 通知機能確認結果

が見込まれる。また、プロトタイプシステムが算出したスコアと従来手法のスコアの相関係数が 0.97 と高い相関があることが確認できた。この結果から、

また、今回、利用したロボットの持つ機能の制約から HDS-R の問 8 を実施するためのシナリオの作成と実施ができなかった。今後、使用するロボットを変更することで、HDS-R のすべての問に対応したシナリオの作成と実施が必要である。

要件 2: 高齢者に認知症検査を意識させないこと

被験者による評価実験後のヒアリング結果から、ロボットとの会話が楽しいという肯定的な意見が多かった。また、認知症のテストを受けさせられているというネガティブな意見は無かった。これは、高齢者に認知症検査を意識させないためには、「高齢者にとっては、テストを受けるという受け身の姿勢ではなく、主体的に他者の役に立つというシチュエーションが重要である」という仮説をサポートしている。

要件 3: 周囲の人々に負担をかけないこと

高齢者の生年月日、住所等のプロフィール情報や顔認証用のデータを事前に登録しておけば、高齢者への問いかけ、認知症診断、そして、その結果の周囲への通知を、すべて自動で実行できることが確認できた。これは、従来手法と比較して、周囲の人々に負担をかけないということを達成していると言える。

要件 4: 診断結果を離れて暮らす家族等に通知できること

本研究の特徴である LINE と連携したソーシャルメディア仲介ロボットに認知症早期発見方式を組み込むことで、診断結果を離れて暮らす家族等に通知できることが確認できた。

以上より、本研究の目的達成のための要件は、改善の余地はあるもののほぼ満足できたとと言える。ただし、評価実験の被験者数が少ないこと、実際の認知症患者での評価実験が行われていないこと、スコアリングの精度向上に改良の余地があることなどから、今後、これらに取り組むことで、実用化に向けた改善に取り組む必要がある。

7. おわりに

本研究では、人型コミュニケーションロボットが、一人暮らしの高齢者との自然会話を基に認知症診断を行い、認知症の疑いがあれば、ソーシャルメディアを介して離れて

暮らし家族に通知する認知症早期発見システムを開発した。本システムは、HDS-Rを基に、複数の自然会話シナリオを生成し。その後、本シナリオを基にコミュニケーションロボットが高齢者と対面で会話を行う。コミュニケーションロボットは、会話内容からHDS-Rのスコアリングを行い、その結果は、ソーシャルメディアを通して、家族やケアマネージャに通知されることを特徴としている。

本システムを複数の高齢者に対する評価実験に適用した結果、改善の余地はあるものの認知症か否かの診断が可能であること、高齢者に認知症検査を意識させないこと、周囲の人々に負担をかけないこと、そして、診断結果を離れて暮らし家族等に通知できることが確認できた。今後は、使用するロボットをPaPeRo iからシャープ製のロボホンに変更することで、HDS-Rの間8のシナリオ作成と実施を可能とする。ロボホンは、プロジェクター機能を内蔵しているため、画像を表示させた上での質問が可能である。また、認知症診断の精度を悪化させている要因である「ロボットが被験者の態度や様子を勘案できない」という点を改良する。さらに、評価実験の被験者数が少ないことや実際の認知症患者での評価実験が行われていないことから、今後、これらの評価実験に取り組むことで、実用化に向けたさらなる改善に取り組む。

謝辞

本研究の一部は、総務省・戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE)の助成を受けて実施したものである。

参考文献

- [1] 内閣府: 平成 29 年版高齢社会白書, 内閣府(オンライン), 入手先 < http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2017/zenbun/29pdf_index.html > (参照 2018-03-27).
- [2] 平成 26 年度 厚生労働科学研究費補助金 (認知症対策総合研究事業): わが国における認知症の経済的影響に関する研究, 入手先 < <http://csr.keio.ac.jp/pdf/2014年度認知症社会的コスト総括分担報告書.pdf> > (参照 2018-03-27).
- [3] Toru Kobayashi, Kazushige Katsuragi, Taishi Miyazaki, and Kenichi Arai: SNS Agency Robot for Elderly People using External Cloud-based Services, the IEEE Computers, the IEEE Computer Society Signature Conference on Computers, Software and Applications, pp.908-913 (2017).
- [4] Toru Kobayashi, Kazushige Katsuragi, Taishi Miyazaki, and Kenichi Arai: Social Media Intermediation Robot for Elderly People using External Cloud-based Services, 2017 5th IEEE International Conference on Mobile Cloud Computing, Services, and Engineering, pp.31-38(2017.4) (San Francisco, USA)
- [5] Toru Kobayashi, Kazushige Katsuragi, Kenichi Arai, Tomoya Sakai, Makoto Fujimura: Social Media Mediation System for Elderly People -Message Exchange Learning Type Switching Method-, Proc. 2016 19th International Conference on Network-Based Information Systems (NBIS 2016), pp.286-291(2016.9)
- [6] Toru Kobayashi, Kazushige Katsuragi, Kenichi Arai, Tomoya Sakai, Makoto Fujimura: Social Media Mediation System for Closing Inter-generational Communication Gap, Proc. 2016 IEEE 40th Annual Computer Software and Application Conference (COMPSAC 2016), pp.288-293 (2016.6)
- [7] Toru Kobayashi, Kazushige Katsuragi: Social Media Mediation System for Elderly People, Proc. IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE), pp.212-213 (2016.1)
- [8] 加藤伸司, 下垣光, 小野寺敦志, 上田宏樹, 長谷川和夫: 改訂長谷川式簡易知能評価スケール (HDS-R) の作成, 老年精神医学雑誌, 第 2 巻, pp.1339-1347 (1991.11)
- [9] Dong Chen; Abeer Alsadoon; P. W. C. Prasad; A. Elchouemi: Early diagnosis of Alzheimer using mini mental state examination method: MMSE, 2017 8th International Conference on Information and Communication Systems (ICICS), pp. 125-129 (2017.4)
- [10] Mohamed Bennisar; Rossitza Setchi; Yulia Hicks; Antony Bayer: Cascade classification for diagnosing dementia, 2014 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC), pp. 2535-2540 (2014.10)
- [11] 大西久男: 注意機能検査としての仮名ひろいテスト, 入手先 < <https://psych.or.jp/meeting/proceedings/70/poster/pdf/3am031.pdf> > (参照 2018-03-27).
- [12] Medical Care Corporation: Functional Assessment Staging Test (FAST), 入手先 < http://www.mciscreen.com/pdf/fast_overview.pdf > (参照 2018-03-27).
- [13] Mof: 認知症テストアプリ『Moff ワスレナグサ』を公開, 入手先 < <https://jp.moff.mobi/?p=4203> > (参照 2018-03-27).
- [14] P. Marti; M. Bacigalupo; L. Giusti; C. Mennecozzi; T. Shibata: Socially Assistive Robotics in the Treatment of Behavioural and Psychological Symptoms of Dementia, The First IEEE/RAS-EMBS International Conference on Biomedical Robotics and Biomechatronics, pp.483-488 (2006.2)
- [15] K. Sakairi: Research of robot-assisted activity for the elderly with senile dementia in a group home, SICE 2004 Annual Conference, Vol.3, pp.2092-2094 (2004.8)
- [16] Toshimitsu Hamada; Hiroki Okubo; Kazuya Inoue; Joji Maruyama; Hisashi Onari; Yoshihito Kagawa; Tomomi Hashimoto: Robot therapy as for recreation for elderly people with dementia - Game recreation using a pet-type robot -, The 17th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication, pp.174-179 (2008.8)
- [17] 株式会社 NTTData 関西: コミュニケーションロボットによる認知症診断支援の実現性を検証, 入手先 < http://www.nttdata-kansai.co.jp/news/details_00098.aspx > (参照 2018-03-27).
- [18] 井筒悠太, 住吉涼, 川中普晴, 山本皓二, 鈴木清詞, 高瀬治彦, 鶴岡信治: -日常会話からの認知症進行度評価の可能性-, 医療情報学 32(2), pp.83-93 (2012)
- [19] 岩瀬洋樹, 菅沼一男, 丸山仁司: 理学療法養成校の学生の平常時と定期テスト前のストレス比較について, 第 49 回日本理学療法学会大会抄録集, Vol.41, Suppl, No.2, 2013.
- [20] 長谷川明弘, 藤原佳典, 星旦二, 新開省二: 高齢者における「生きがい」の地域差: 家族構成, 身体状況ならびに生活機能との関連, 日本老年医学会雑誌, Vol.40(4), pp.390-396, 2003.
- [21] NEC プラットフォームズ: PaPeRo i, 入手先 < https://www.necplatforms.co.jp/solution/papero_i/index.html > (参照 2018-03-27).
- [22] NEC ソリューションイノベータ: NeoFace KAOATO, 入手先 < <https://www.nec-solutioninnovators.co.jp/sl/kaoato/> > (参照 2018-03-27).
- [23] LINE Developers: Messaging API, 入手先 < <https://developers.line.me/ja/services/messaging-api/> > (参照 2018-03-27).
- [24] Google Cloud: CLOUD SPEECH API, 入手先 < <https://cloud.google.com/speech/?hl=ja> > (参照 2018-03-27).
- [25] SHARP: RoBoHoN, 入手先 < <https://robohon.com/> > (参照 2018-03-27).

<付録>

付表 1 HDS-R 質問表

1	お歳はいくつですか？（2年までの誤差は正解）	
2	今日は何年何月何日ですか？何曜日ですか？（年月日、曜日が正解でそれぞれ1点ずつ）	年 月 日 曜日
3	私たちがいまいるところはどこですか？ （自発的にできれば2点、5秒おいて家ですか？病院ですか？施設ですか？のなかから正しい選択をすれば1点）	
4	これから言う3つの言葉を言ってみてください。あとでまた聞きますのでよく覚えておいてください。（以下の系列のいずれか1つで、採用した系列に○印をつけておく） 1: a)桜 b)猫 c)電車 2: a)梅 b)犬 c)自動車	
5	100から7を順番に引いてください。 （100-7は？、それからまた7を引くと？と質問する。最初の答えが不正解の場合、打ち切る）	(93) (86)
6	私がこれから言う数字を逆から言ってください。 （6-8-2、3-5-2-9を逆に言ってもらう、3桁逆唱に失敗したら、打ち切る）	2-8-6 9-2-5-3
7	先ほど覚えてもらった言葉をもう一度言ってください。 （自発的に回答があれば各2点、もし回答がない場合以下のヒントを与え正解であれば1点） a)植物 b)動物 c)乗り物	
8	これから6つの品物を見せます。それを隠しますのでなにがあったか言ってください。 （時計、鏡、タバコ、ペン、硬貨など必ず相互に無関係なもの）	
9	知っている野菜の名前をできるだけ多く言ってください。 （答えた野菜の名前を右欄に記入する。途中で詰まり、約10秒間待っても出ない場合はそこで打ち切る） 0～5=0点、6=1点、7=2点、8=3点、9=4点、10=5点	