

認知症の理解を支援する 対話型エージェントの試作

平成29年度 卒業論文

日本大学 文理学部 情報科学科 宮田研究室

鈴木 天詩

概要

今日の日本は、高齢者の増加に伴い認知症患者の増加が見込まれている。しかし、認知症への理解は社会に浸透しておらず、患者が生活しやすい社会であるとは言えないだろう。これは、大半の人は、日々の生活の中で認知症患者とコミュニケーションをとる機会がほとんど無いためであると考えられる。そこで、本研究では、認知症の理解を支援する対話型エージェントを提案する。エージェントが認知症患者の症状を模倣した返答をすることで、ユーザは患者とのコミュニケーションの練習ができる。これにより、ユーザは認知症について考え、認知症の理解が深まると考えられる。実装したシステムの検証実験から、エージェントの応答が認知症の理解に役立つ見通しが得られた。また、被験者には、認知症患者との会話の成立が難しいことを感じさせ、認知症そのものへの理解を深めさせられたと考えられる。本稿の貢献は次のとおりである。

- 認知症患者との対話を疑似体験するシステムを提案し、多くの人が認知症患者との対話を練習できる環境を構築したこと。
- 提案システムが認知症の理解に役立つかの有効性を、実験を行い検証したこと。

目 次

第 1 章	序論	1
1.1	研究の背景	2
1.2	研究の目的	2
1.3	本論文の構成	2
第 2 章	認知症エージェントに関する研究事例	4
2.1	認知症に関する研究事例	5
2.1.1	認知症患者へのアプローチ	5
2.1.2	患者周辺へのアプローチ	6
2.2	学習教材に関する研究事例	7
2.3	対話型エージェントに関する研究事例	7
第 3 章	研究課題	8
3.1	問題の定義	9
3.2	研究課題の設定	10
第 4 章	認知症の理解を支援する 対話型エージェントの提案	11
4.1	アプローチ	12
4.2	認知症の理解を支援する対話型エージェントの提案	13
第 5 章	認知症の理解を支援する対話型エージェントの実装	14
5.1	システムの全体像	15
5.2	認知症模倣エンジンの実装	16
5.2.1	傾聴に似た挙動	16
5.2.2	単語を忘れた挙動	16
5.2.3	会話に拒否的な挙動	18
5.2.4	会話に無関心な挙動	18
5.3	対話システムの実装	19
5.3.1	挙動設定部	19
5.3.2	会話文入力部	19
5.3.3	応答文出力部	20
5.3.4	総評部	20

第 6 章	評価実験	21
6.1	実験の目的	22
6.2	実験の概要	22
6.3	実験の手順	22
6.4	実験結果	22
6.5	考察	23
6.5.1	エージェントの評価	23
6.5.2	総評部	24
6.5.3	認知症について	24
第 7 章	結論	28
	参考文献	31
	研究業績	34

目 次

4.1	提案手法	13
5.1	システムの全体像	15
5.2	動作例	16
5.3	傾聴に似た挙動例	17
5.4	単語忘れの挙動例	17
5.5	会話に拒否的な挙動例	18
5.6	会話に無関心な挙動例	19
6.1	各挙動が認知症の理解に役立つと思うか：システム使用前 (N=11)	25
6.2	各挙動が認知症の理解に役立つと思うか：システム使用后 (N=11)	25
6.3	総評が認知症の理解に役立つと思うか (N=11)	26
6.4	認知症について，知っているか (N=11)	26
6.5	認知症を社会問題と思うか (N=11)	27

表 目 次

6.1	質問内容	23
6.2	総評パターン	24

第1章 序論

1.1 研究の背景

現在の日本は、超高齢化社会を迎えている。高齢者の増加により、認知症患者の増加が見込まれている。認知症患者はその症状から、コミュニケーションが取れない、突然怒り出す、物忘れが多いなどマイナスイメージを他者に与えがちである。一方、患者の中でも、コミュニケーションを楽しみたい人、本当は思っていないのに乱暴な応答をしてしまう人がいると考えられる。しかし、現状は、認知症の理解が社会的に浸透しておらず、患者が生活しやすい社会とは言えない。大半の人は、患者とコミュニケーションが成立する経験がないと思われる（例えば、会話相手が会話に拒否的であること、会話相手の返答が不完全で意味がわからない応答をすること）。多くの人は、認知症患者と接したときに、初めてコミュニケーションが成立しないことを経験することになってしまう。この経験から、患者とのコミュニケーションに対して、苦手意識やストレス・苛立ちを感じてしまう人がいると考えられる。患者とのコミュニケーションに苦手意識を持つ人は認知症患者を避けるようになり、これが社会的に認知症の理解が浸透していない状態の原因の一部であると考えられる。

1.2 研究の目的

本研究では、ユーザが、認知症患者との会話練習をできるようにすることで、認知症への理解を深めて、認知症患者へ歩み寄れるようになることを最終的な目的にする。これを実現するために、エージェントが認知症の症状を模倣した挙動をすることで、ユーザに認知症患者との会話練習ができる環境を構築する。ユーザは、会話練習を通して患者との会話の難しさを体験することで、認知症の理解を深めることができるようになる。また、会話を終えた後でユーザに患者の症状を説明し、認知症への理解をより一層深めることを狙う。さらに、プロトタイプシステムを構築し、これを用いて検証実験を行い、提案概念の効果を測定する。

1.3 本論文の構成

本論文の構成は次のとおりである。

2章では、認知症に関する研究事例、学習の環境や教材に関する研究事例、対話型エージェントに関する研究事例を紹介する。

3章では、2章の研究事例を元に、認知症の理解に関する問題点を述べ、問題解決に向けて研究課題を設定する。

4章では、認知症の理解を深めるアプローチとして、ユーザにエージェントが認知症患者の挙動を模した返答することにより、患者とのコミュニケーションを練習できる対話型エージェントを提案する。

5章では，ユーザに認知症患者とのコミュニケーションを練習してもらうための，エージェントの設計，システムの構築を行う．

6章では，4章の提案方式が認知症の理解に役立つか検証実験を行い，結果をもとに考察を行う．

最後に7章にて，本論文の結論を述べる．

第2章 認知症エージェントに関する研究事例

本章では、認知症や学習教材、対話型エージェントに関する研究事例について述べる。2.1節では、認知症に関する研究事例について紹介する。2.2節では、学習教材に関する研究事例について紹介する。2.3節では、対話型エージェントに関する研究事例について紹介する。

2.1 認知症に関する研究事例

認知症に関する研究事例は数多い。それらは認知症の早期発見や認知症患者の能力の測定などの認知症患者へのアプローチ (2.1.1 節) と、患者を介護する人や介護施設や社会的な取り組みといった患者周辺へのアプローチ (2.1.2 節) に大別できる。

2.1.1 認知症患者へのアプローチ

認知症の早期発見は、機械を用いて健常者と認知症患者をグループ分けをする事例が多い。国内外問わず、認知症の早期発見は非侵襲および低コストな手法として、音声及び言語の特徴から認知症を判定するシステムの研究が多くされてきた。特に国外では認知症やアルツハイマー患者の音声書き起こしや音声のデータセットが豊富に存在し、データセットを用いて機械学習や様々な手法で患者の状態を分析することで、健常者と認知症やアルツハイマー患者をグループ分けしている。[1] は、アバターとの会話から認知症であるかの判定を行うシステム開発の取り組みであり、患者の会話時の領きや目線の動きといった、人間の行動情報を収集し、得られた行動情報と従来の音声や言語特徴を用いて、健常者と認知症患者のグループ分けを行うことで、従来のデータセットのみのグループ分けよりも高い精度が得られている。従来の患者の言語データの収集や分析手法に人手がかかっていたのに対して、[2] は、データの収集は音声認識で行い、患者の発話内容を音声認識したものを分析して認知症か否か判定するシステムを提案している。この提案により、被験者の測定による負担を軽減しつつ、測定者のコスト削減を実現している。音声データやテキストデータ以外にも脳波を用いた研究事例も多くあり、最近の研究事例として [3][4] がある。[3] は、脳波に対して生体の呼吸や聴力・血液特性を用いるバイスペクトル解析を行うことで、アルツハイマー型認知症の検出精度が 86.11% となり、脳波に対してバイスペクトル解析することが、アルツハイマー型認知症患者の検出に役立つとした。[4] の研究では、次元削減法である QR 分解を脳波に行い、次元削減された患者の脳波を SVM による分析を行ったところ、軽度認知障害 (MCI) の患者の判定精度が、従来の 82.22% から 90.37% に向上したと報告されている。

早期発見以外にも、患者自身の能力や患者の行動に着目した研究事例がある。[5] の研究では、音声や言語特徴から認知症患者を早期発見をする研究や、神経テストから健常者と認知症患者のグループ分けする研究を紹介しているが、それらは患者の状態を 1 つの統計量的に分析しやすいものにしてしまい、過剰に患者の問題を単純化してしまう恐れがあるとしている。例えば、認知症患者の「不平を言う」などの特徴を上記の研究では観測する

ことが難しいとした。そこで「不平」のような概念を計測することに着目し、語彙カテゴリごとの集計を用いた認知症のスクリーニング法を提案した。会話を語彙ごとに区切り、語彙カテゴリ別の使用率を計測する LIWC[6] を用いた結果として、「あれ」や「これ」などの代名詞の使用率が健常者よりも認知症患者は高いことが報告されている。[7] は、高齢者向けの対話ロボットの開発において、ロボットがユーザの意見や発言に対して、傾聴することや1語で話題表現可能な話題ワードを提示することで、ユーザの会話継続欲求を引き出せるとし、実験で高齢者や MCI 患者は若者に比べて、ロボットに傾聴されることや話題提供されることによって、発言時間が長くなることや会話継続欲求が強くなる結果が得られた。[8] は、人の手の動きに着目した研究であり、手の動きを観察・機械学習から次の行動を予測、次を取るべき行動を提示することを提案している。主に認知症患者や高齢者のリハビリ時の思い出しや気づきにつながると期待されている。

2.1.2 患者周辺へのアプローチ

患者周辺へのアプローチとしては、介護施設の取り組み事例やケア技術の紹介 [9][10][11] や、認知症の人の社会参加のためのコミュニティ提案事例 [12][13] がある。

[9] は、介護記録によるテキストデータから、事故の要因・原因を抽出するシステムを提案している。[10] は、VR 映像を用いた看護研修を疑似体験することを提案し、ユーザは現場の雰囲気を経験することができる。[11] は、自宅介護者の介護負担度を軽減する取り組みとして、12 枚の絵はがきを定期的に送ることを提案した。[12] は、認知症患者を支える多面的取り組みとして、地域を認知症患者が活躍する場所にすることで、認知症患者が生き生きと暮らせる社会の取り組みを紹介している、ケア技術の事例として「ユマニチュード (Humanitude)」を取り上げて、認知症患者に寄り添う観点のユマニチュードの「見つめること、話し掛けること、触れること、立つこと」に関連するケア技術を紹介している。そこから、認知症患者をアシストする WEB コミュニティの構築を提案し、専門的で形式化されていない認知症ケア技術の向上や介護施設の事例や知識の共有などを通して、認知症患者周辺の「知」の構築に挑戦している。[13] は、認知症患者の行動観察シート AOS[14] を用いて、1 人の患者に対して、多人数の視点からの情報を取得することで、患者の理解を介護者や家族間で広める環境構築を目指している。[15] は、会話エージェントが認知症患者との会話相手になることで、介護者の負担とケアの軽減を目的にした研究事例である。この研究は認知症患者とエージェントとの会話の特徴として、患者からエージェントに質問することがないことや患者がエージェントに嫌悪感を持つことが少ないことを、予備実験から観察し、認知症患者向けに語りかけエージェントを提案した。[16] は、認知症患者の増加から、日々の生活にも手助けが必要になることが多くなることを見越して、介護人材の確保を目的として始まったネットワークサービス STAR Training Website を調査した研究事例である。利用者の調査書からサービスの有効性を調査し、発見された問題点について解決策を考察した。

2.2 学習教材に関する研究事例

この節は、学習を支援する教材や学習環境の構築についての研究事例を紹介する。[17]は、授業や講習などの学習活動における映像教材のメリット・デメリットを述べたうえで、映像教材のみでは学習に十分な効果が得られず、教員の助けが必要としている。[18]は、複数人で1人の生徒の学習計画・指導などの学習支援を行う Team Teaching(TT)を、教授や教員が作成した映像教材をもとに学生自らが行う一人 TT を提案した。これにより、教員や教授の授業の準備の負担を軽減できると期待されている。[10]は、VR 映像を用いた疑似体験型学習環境を提案し、[19]は、ピクトグラムの人型を用いた学習環境を構築することで、言語の縛りやコンピュータを用いない学習を行うことを提案した。[20]は、映像教材として既存のSF映画を用いて高齢者理解を目的にし、登場人物にユーザの身内を重ねることで、高齢者の理解に役立つ点があるとした。[21]は、高度化する認知症ケアの技術を学習する環境として、専門家とユーザ1人の1対1でなく、専門家と複数ユーザで学習することを提案した。これにより1人の学習に対して、複数人の意見を取り入れて学習できる環境を構築できた。

2.3 対話型エージェントに関する研究事例

この節では人と会話することや対話することを目的とした対話型エージェントの研究事例について紹介する。[22]は、学生間のペア学習における相互のティーチング時のアドバイザーとしてのエージェントを提案している。教える側には具体例を提示するエージェントを、教わる側には励ましや注意喚起などを行うエージェントを用意した。実験により、ユーザの立場に応じて複数のエージェントを用意することで、ユーザのペア学習が活性化されることが報告された。[23]でも進行役と鑑賞役の2つのエージェントを用意し、ユーザと対話しながら鑑賞する対話鑑賞システムを提案したが、ユーザが複数人のときは、会話に矛盾が生じることが報告された。[15]は、認知症患者向けの会話相手として、語りかけエージェントを提案した。[24]は、無機質なエージェントがユーザに受け入れられるために、会話の中でボケを入れることを提案している。[25]は、自立した生活に向けて高齢者や高齢者に対して、日々の生活や活動記録から振り返る回想法を用いて、語りかけるエージェントを提案した。[26]においても、エージェントからの生活行動の振り返りを促されることで、リハビリへの意欲や外出などの行動意欲が増すことが報告されている。

第3章 研究課題

3.1 問題の定義

2.1.2 項で、患者を受け入れるための環境構築や、介護者のケア技術の向上に向けた学習環境に関する研究事例を紹介したが、患者とのコミュニケーションに対する、介護者や患者家族の心理的負担に着目した研究は少ない。患者とのコミュニケーションに必要な知識や理解を深める研究は、近年活発に行われるようになってきたが、介護者や患者家族に向けた研究が多いため、患者が近くにいない人や認知症に無関心な人は、研究や技術に触れる機会が少ないことになる。このため、多くの人が介護や患者との付き合い方などについて議論しにくいことや、介護やコミュニケーション技術の普及が遅いという問題が生じている。2.2 節で、映像や記号を用いた教材の学習効果や、介護技術の研修における学習システムに関する研究事例を紹介した。学習環境や介護研修については、対象ユーザが複数人であることが多く、ユーザが1人で学習することができる学習環境の研究はあまり見られない。ユーザ同士の複数人の学習により、自分と異なる意見や違った価値観を得ることができることは、学習環境や学習のヒントとして有効と言える。しかし、複数人前提の学習環境では多くの人が一度に集まる必要があり、時間や場所の制約が生じる。ユーザが1人で学習できる環境を実現するためには、他者のことを気にせず学習できることや気軽に多くの人が学習できることが必要だと考えられる。

現在の日本は、全人口に対して65歳以上の高齢者の割合が21%を超える超高齢化社会を迎えており、高齢者の人口増加にともなって、認知症患者の増加が見込まれる。[27]で“認知症とは、脳細胞の死滅や働きが悪くなってしまったことにより、生活に支障が出ている状態”とされている。しかし、認知症にかかってしまっても必要な支援や補助を受けることで、認知症発症前と同じ生活を送ることが可能であると言われている。ところが、今日の日本において、認知症患者への支援や補助が社会的に浸透しているとは考えにくい。多くの人は、日々の生活の中で、認知症患者と接する機会は少ない。患者とのコミュニケーション機会が少ないため、多くの人は、患者との接し方や会話を練習する場所がない。認知症の理解が不十分な人は、認知症患者とのコミュニケーションにおいて、言葉がうまく伝わらないことや会話が成立しないことに違和感や憤りを感じることもある。このため認知症患者の接する人にストレスがかかり、その後のコミュニケーションや患者の支援に支障が生じることが考えられる。患者からの視点でも、思うように言葉が伝わらず、理解されないことから、コミュニケーションを拒否することが考えられる。すると、彼らに必要な支援・ケアを提供することが困難になり、患者の孤立を招き重大な事件や事故につながることを予想される。孤立を防ぐためには、患者と他者が歩み寄っていくことが必要と言える。[15]の研究事例で認知症患者の会話相手となるエージェントが提案されているが、彼らの実験によると、患者自身からエージェントに語りかけてくるケースは少ないと報告されている。また、患者が自ら認知症であることを他者に伝えることは、患者の心理的負担が大きいと考えられる。よって、患者から他者に歩み寄ることが難しいと言える。他者が、認知症の理解を深め、患者に歩み寄って行くことが必要であると考えられる。

これらより、本研究の問題は、以下に定義できる。

- ユーザが1人で認知症の知識や理解を深めることが難しいこと。

- ユーザが1人で認知症患者とのコミュニケーションの練習ができないこと.

3.2 研究課題の設定

3.1節であげた問題を解決し、多くの人が、認知症患者に歩み寄れるようになることを目指す. そのためには、多くの人が、認知症の症状や行動を理解し、患者に主体的に話しかけられるようになることや、患者とのコミュニケーションにストレスを感じにくくなるが必要になると考えられる.

本研究では、認知症患者とのコミュニケーションにおける課題を次のように設定する.

課題1：ユーザが1人で認知症の知識や理解を深める環境を構築する.

課題2：ユーザが1人で患者とのコミュニケーションの練習ができる環境を構築する.

第4章 認知症の理解を支援する 対話型エージェントの提案

4.1 アプローチ

3.2節で設定した課題を達成するために、本研究では、エージェントを用いて、ユーザに認知症患者とのコミュニケーションの疑似体験を与えるアプローチの検討を行う。

認知症患者とのコミュニケーションにおいて、患者からの、意図しない回答、会話に否定的な態度、語りかけを無視するような振る舞いに、憤りや戸惑いを感じる人がいると考えられる。認知症の理解が浅い人や認知症の患者が身近にいない人は、最初の患者とのコミュニケーションで、初めて話していることがうまく伝わらないことや患者の意図を汲み取る難しさを体験することが予想できる。その経験から多くの人は、患者と関わることに嫌気が差し、患者を避けることにつながると考えられる。

2.3節で、対話型エージェントに関する研究事例に触れた。[22]では、ペア学習における学習補助を目的にしたエージェントのデザインが研究されており、ユーザが複数人であるときの、エージェントの役割とエージェントの数の関係が考察されている。ユーザ複数人に対してエージェントを1つだけ用意するよりも、ユーザの役割に応じて複数のエージェントを用意することで、ペア学習の効率化につながることが報告されている。また、[23]では、ユーザ1人の鑑賞活動に対して、進行役と解説役といった複数エージェントの有用性について論じられている。[15]では、認知症患者と1対1の会話相手としてエージェントが提案されている。患者が会話に飽きないように、患者に語りかけるエージェントを実装し、患者の会話相手となることで、介護者の人手不足に貢献している。[24]では、ユーザと1対1の会話中でボケることで、エージェントに親しみを感じてもらい、親しみを持てず会話しにくい人が、エージェントと会話がしやすくなることを目的にしている。以上より、ユーザの人数とエージェントの数の関係は、ユーザ複数人に対して複数エージェント、ユーザ1人に対して複数エージェント、ユーザ1人に対して単数エージェントのように様々な対話形式が考えられている。想定シーンやエージェントの機能・役割も、上記に挙げた研究事例で、ペア学習、鑑賞活動、患者の会話相手、エージェントの会話にあまり積極的でない人との会話などの様々な場面で考えられている。エージェントの数とエージェントの機能・役割によって、様々なシーンや様々な立場のユーザとエージェントとの対話が実現できると考えられる。1対1の対話を行うシーンは、相手が一人なので、相手のことが理解しやすくなることが利点として挙げられる。話した内容は、すべて相手に向かっていく。話された内容は、すべて自分に向かってくる。同時に、話した内容が相手に伝わらないこと、直接話し合うことで相手も自分も言葉で傷つけあうことが考えられる。しかし、複数人対話よりも相手のことを理解しやすいと考えられる。

そこで、本研究では、認知症を理解する学習環境として、認知症患者役のエージェントを用いて、患者とユーザの1対1の対話型コミュニケーション環境の構築を行う。これにより、ユーザが認知症患者とのコミュニケーションを疑似体験することができる。1対1の対話から、ユーザそれぞれの受け答えの感じ方や語りかけ方を練習できる。そこから、認知症の理解を深めることにつなげ、課題の達成を目指す。

4.2 認知症の理解を支援する対話型エージェントの提案

4.1節より、ユーザに認知症患者とのコミュニケーションを疑似体験できる環境として、ユーザの入力に対し、認知症の症状を模した挙動で返す対話型エージェントを提案する(図4.1)。患者とのコミュニケーションにおいては“会話”が重要であると考えている。これは、会話がコミュニケーションの手段として、社会的に浸透していること、交通機関や公共施設で、障がい者への補助を申し出る“声掛け”を勧めるアナウンスが行われていること、ボディタッチや身振り手振りといった非言語的コミュニケーションを用いないことで、会話のみに集中できるので、ユーザが1人で学習しやすいと考えたからである。

多くの人は日常の中で患者との会話体験が少ない。例えば、会話に拒否的である相手、意図しない回答を返す相手、語りかけを無視する相手との会話が考えられる。提案エージェントが認知症患者役として、会話相手となることで、ユーザは患者との会話の難しさを経験することができる。また、提案エージェントとの対話のみでは、ユーザに患者との会話の難しさを経験させるのみになり、ユーザの認知症の理解につながらないことが予想される。そこで、ユーザにエージェントとの会話後、エージェントの挙動を解説する機能を提案する。これにより、ユーザは、“なぜ会話が成立しづらいのか”や“なぜ会話に拒否的なのか”のヒントを得ることができ、ヒントをもとに認知症の理解につなげ、患者に主体的に語りかけられるようになることが期待される。

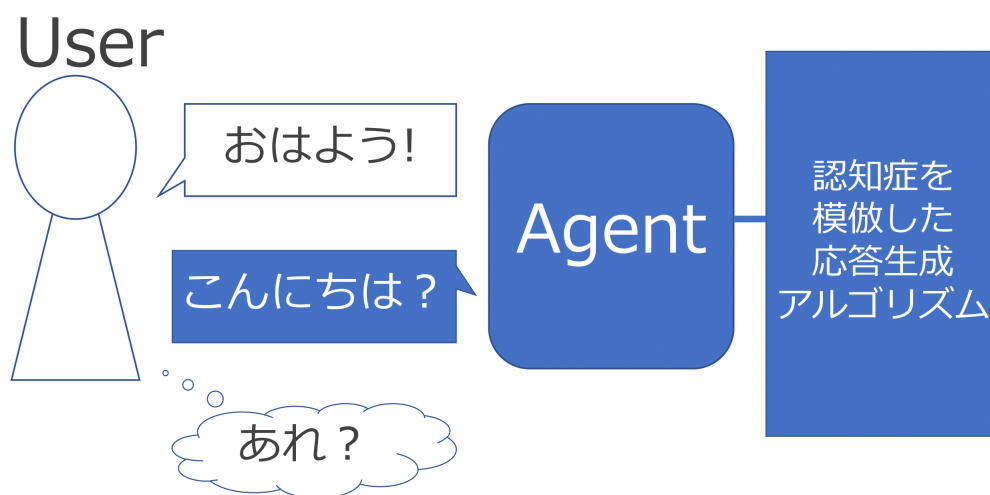


図 4.1: 提案手法

第5章 認知症の理解を支援する対話型 エージェントの実装

本章では、5.1 節で、提案システムの全体像と実際の動作画面を示す。5.2 節で、提案エージェントの仕組みや応答するときの挙動について解説する。5.3 節で、システムの詳しい解説をする。

5.1 システムの全体像

本節では、提案エージェントのシステムの全体像 (図 5.1) と、実際の動作例 (図 5.2) を示す。システムの全体は Python プログラミングで構築した。会話文の解析手段として、形態素解析ソフト MeCab[28] を使用した。

System は、エージェントの挙動設定部、ユーザの会話文入力部、エージェントからの応答文出力部、4.2 節の末尾で提案したユーザにヒントを与える総評部出力部、認知症模倣エンジンからなる。認知症模倣エンジンは、挙動設定部の数値をもとに応答する挙動の決定、応答文の生成を行う。詳しい認知症模倣エンジンの説明は 5.2 節で行う。認知症模倣エンジン以外の各部の説明は 5.3 節で詳しく解説する。

提案エージェントとの会話の流れを説明する。最初に、ユーザは 5.2 節のエージェントの挙動を制御するための数値を入力する。その後は 5.3.2 項のユーザの会話文入力と、5.3.3 項のエージェントから応答文出力を繰り返す。一定の会話回数後に、5.3.4 項の会話の総評を行い、ユーザにエージェントの挙動の解説と会話時のヒントを与える。

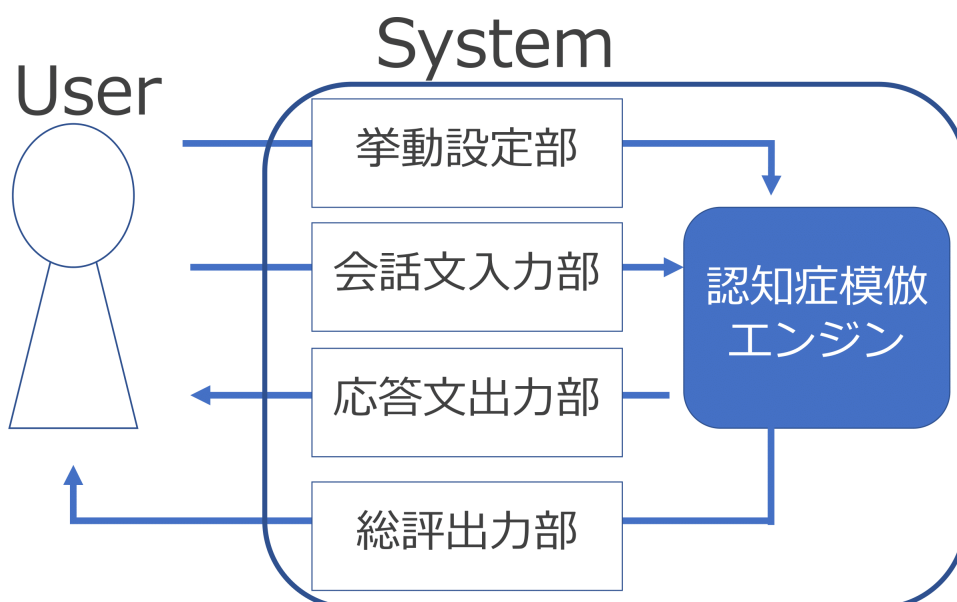


図 5.1: システムの全体像

```
mba2016-05noMacBook-Air:Times suzukiten$ python3.5 test1.py
-i 1 -v 1 -c 1 -f 1
Input:おはよう
. . . .
Input:今日は寒いね
今日?
Input:昨日は雪でしたよ
雪、. . .
Input:外に積もっているのを見にいきましょう
外?
-----総評-----
単語を忘れてることが多いですが、聞き返してくれています。
急がず一言一言丁寧に話しかけてください。
mba2016-05noMacBook-Air:Times suzukiten$
```

図 5.2: 動作例

5.2 認知症模倣エンジンの実装

本研究では、ユーザの会話相手として、認知症の症状を模したエージェントを実装した。以下は、エージェントの挙動を解説する。

5.2.1 傾聴に似た挙動

“傾聴”とは、話し相手の言葉を受け止めながら会話する手法である。具体的な手法として、話しかけられた言葉の一部を応答に混ぜる手法、“うん”・“そうなんだ”などのうなずきやあいづちをする手法などがあげられる。[7]で、高齢者の会話相手として対話型エージェントが提案されている。この提案エージェントは、ユーザの会話の聞き手になる方法として“傾聴”を用いている。ユーザは傾聴されることで、会話相手が会話に積極的であると感じ、会話相手との会話へ興味・関心が持てるようになると報告されている。認知症患者でも、会話に積極的に楽しみたい人はいると考えられる。本稿の実装では、会話に積極的であるが、うまく言葉がつかない状態を、エージェントで実装する。具体的には、ユーザの入力文から、名詞か形容詞を抜き出し、そのうち1つを返しつつ言葉に詰まる状態を実装する(図 5.3)。

5.2.2 単語を忘れた挙動

認知症患者の多くは、アルツハイマー型認知症であると言われている。アルツハイマー型認知症の代表的な症状として、もの忘れがある。例として、約束事を忘れてしまうことや言葉を忘れてしまうことがあげられる。本稿の実装では、言葉を忘れてしまったときに、

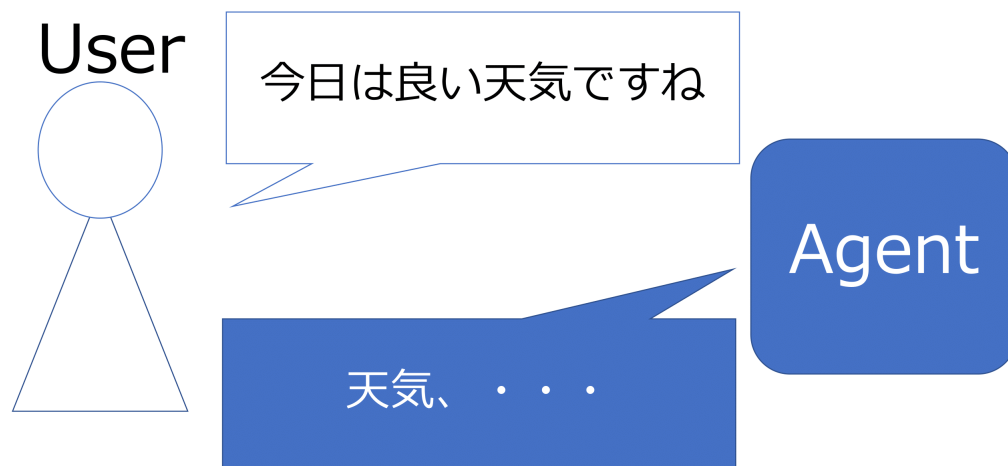


図 5.3: 傾聴に似た挙動例

ユーザに聞き返す状態をエージェントで実装する。具体的には，ユーザの入力文から，名詞と形容詞を抜き出し，そのうち1つをユーザに聞き返す状態を実装する (図 5.4).

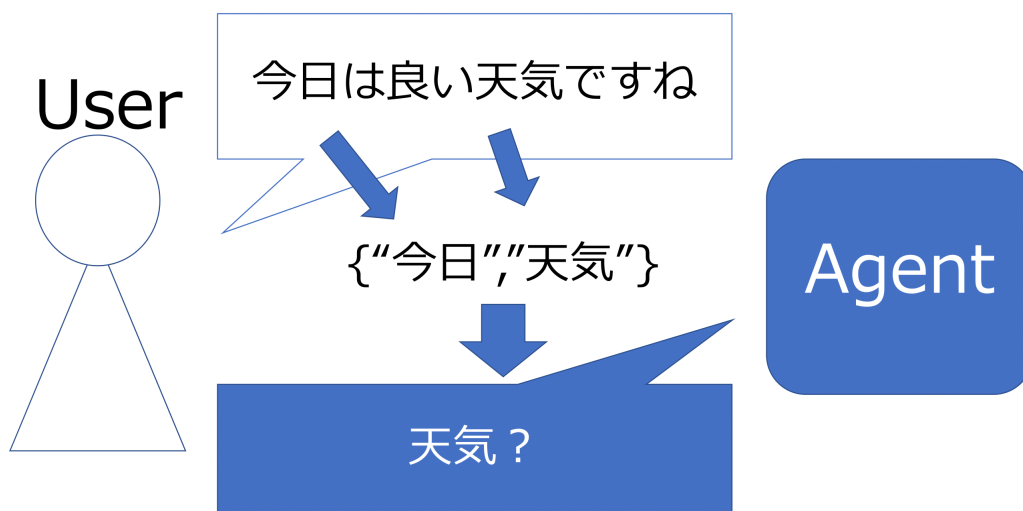


図 5.4: 単語忘れの挙動例

5.2.3 会話に拒否的な挙動

認知症になると、脳細胞の死滅や活動低下が起こるため、感情をコントロールすることや不安な気持ちを抑えることが困難になると言われている。このため、認知症患者は、怒りやすい、塞ぎ込みがちであると言われることがある。この結果、怒っているわけではないのに、理由も分からない不安に苛まれ、語りかけられても会話に拒否的な行動をとってしまうことがあると考えられる。本稿の実装では、会話に対して拒否的な反応として、ユーザに「うるさいよ！」と応答する状態をエージェントで実装する (図 5.5)。

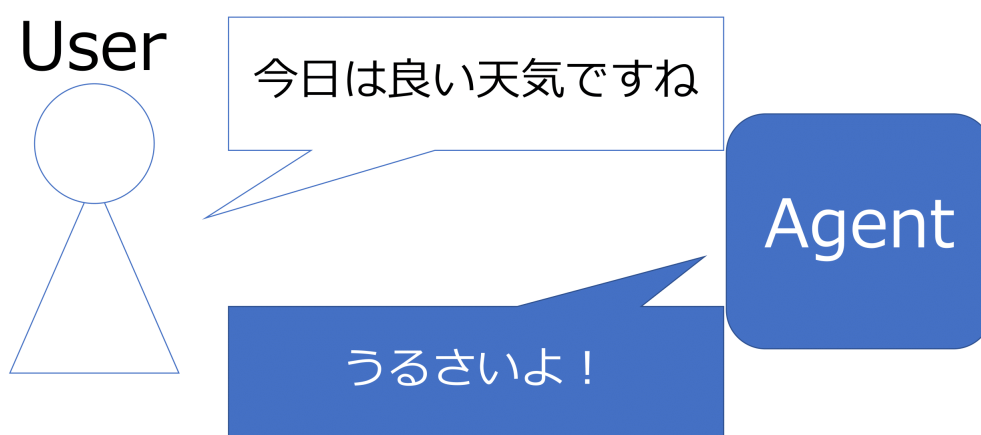


図 5.5: 会話に拒否的な挙動例

5.2.4 会話に無関心な挙動

脳の働きの低下による症状として、他人に興味・関心が減ることや自分の趣味にも関心を示さないことがあると報告されている。単に語りかけに反応が遅れてしまうことや、気分が会話に向かないだけの場合もある。本稿の実装では、ユーザの入力に対して、会話に無関心な応答として、ユーザに「…」と応答する状態をエージェントで実装する (図 5.6)。

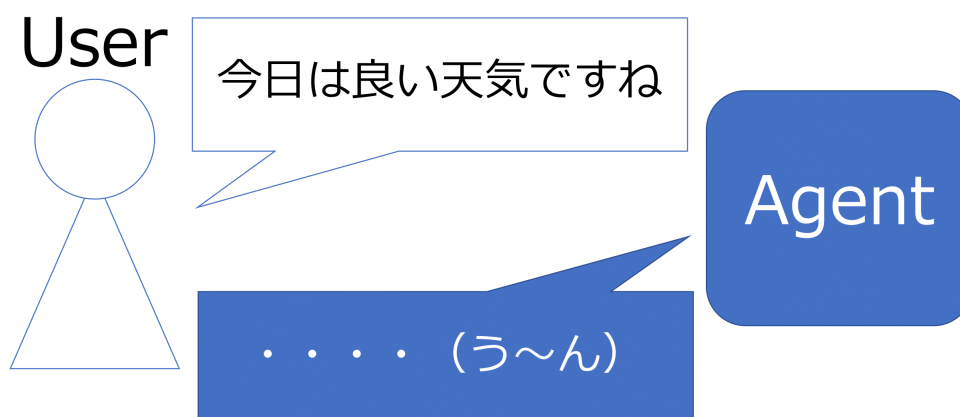


図 5.6: 会話に無関心な挙動例

5.3 対話システムの実装

5.3.1 挙動設定部

エージェントの挙動の決定は、ここで設定した数値をもとに確率的に決められる。数値の範囲は、1～100 である。各挙動に設定した数値が大きいほど、エージェントがその挙動をとりやすくなる。これにより、単語を忘れがちな患者、周りに興味関心が持てなくなってきた患者、会話に積極的かどうかうまく伝わなくて怒っているように見える患者など、様々な患者の症状を表現ができると考えられる。図5.2ではすべての設定値が等しいため、エージェントは5.2節で紹介した挙動を等確率で行う。コマンドラインパラメータと各挙動の対応は以下のとおりである。

- -c: 傾聴に似た挙動 (5.2.1 項)
- -f: 単語を忘れた挙動 (5.2.2 項)
- -v: 会話に拒否的な挙動 (5.2.3 項)
- -i: 会話に無関心な挙動 (5.2.4 項)

5.3.2 会話文入力部

ユーザがエージェントに語りかける会話文の入力をキーボード入力で行う。

5.3.3 応答文出力部

挙動設定部の各挙動の設定値をもとに、エージェントの挙動を決定する。エージェントは、決定した挙動でユーザに応答する。応答は音声出力で行われる。音声出力は、MacOS High Sierra Ver.10.13.2の音声読み上げ機能である Say コマンドを、Python の subprocess ライブラリを用いて呼び出して実行した。

5.3.4 総評部

挙動の説明と共に、今後の患者との会話の簡単なアドバイスをユーザに与える部分である。ユーザが提案エージェントと一定回数会話した後に、エージェントが応答した中で、最も多かった挙動を1つユーザに通知する。多かった挙動を通知し、その後の接し方や会話のヒントをユーザに与える。これによって、ユーザは会話の振り返りができ、今後の会話意欲が増すと考えている。

第6章 評価実験

6.1 実験の目的

本実験の目的は、エージェントとの会話を通して、被験者が、認知症の理解を深めることができたかを確認すること、システムとエージェントの評価から今後の改善点を得ることである。

6.2 実験の概要

本実験の被験者は20代の男性学生11名である。実験は、被験者が提案エージェントと会話を模したテキストコミュニケーションを行う方法をとる。評価については、提案システム使用前の調査書結果をベースラインとし、提案システム使用後の調査書結果と比較する。

6.3 実験の手順

被験者には、システム使用前に調査書に回答してもらった。回答方法は、5段階のリッカート尺度選択式と記述式で回答してもらった。質問内容と選択肢を表6.1に示す。被験者には、提案エージェントと会話練習を、15回を1セットとして3セット行ってもらった。1セット15回の理由は、被験者が、エージェントとの会話が成立しにくいことを感じ、エージェントの状態を理解するための会話回数として丁度よい回数と事前検証などから判断したからである。各セットの終わりには、5.3.4項の総評部が実行される。総評部のパターンを表6.2に示す。各セットには、エージェントと会話するシーンとして、朝の起床時の患者に話しかけるシーン、昼食を待っている患者に話しかけるシーン、夜の就寝の前に患者に話しかけるシーンを想定してもらった。これは、被験者がエージェントに語りかけるきっかけとしての話題提供の役割と、被験者の入力内容のある程度制限する役割がある。3セット終了後、被験者に調査書を回答してもらった。

6.4 実験結果

調査書の内容を表6.1に、Q1の結果を図6.1と図6.2に、Q2の結果を図6.3、Q3の結果を図6.4、Q4の結果を図6.5に示す。Q1は、提案エージェントの挙動が、認知症の理解に役立つと思うかを確認した。システム使用前から、無関心な挙動を除き、被験者の80%前後が“とても思う”“思う”と回答している。システム使用後は、無関心な挙動も“思う”の回答が増加し、“とても思う”“思う”と回答する被験者が80%を超えている。拒否的挙動も“思わない”から“あまり思わない”に変化した人もいた。一方で、無関心な挙動については、“思わない”の回答も増加した。使用後では、単語忘れの挙動が“とても思う”の回答が減少している。Q2は、5.3.4項で実装した総評について、システム使用前後で、認知症の理解に役立つと思うか確認した。システム使用後で、“とても思

表 6.1: 質問内容

Q1	エージェントの挙動が認知症の理解に役立つと思うか (5:とても思う～1:まったく思わない)
Q2	総評は認知症の理解に役立つと思うか (5:とても思う～1:まったく思わない)
Q3	認知症について、どれくらい知っているか (5:知っている～1:知らない)
Q4	認知症を、社会問題と思うか (5:とても思う～1:まったく思わない)
Q5	認知症について、知っていること、感じることはあるか (システム使用前：記述式，無回答可能)
Q5	認知症について、考えたこと、感じたことはあるか (システム使用后：記述式)

う”の回答が減った結果になったが、使用の前後ともに、“とても思う”・“思う”の回答が80%を超えている。Q3は、認知症について知っているかをシステム使用前後で調査した。システム使用前には、“少し知っている”・“どちらとも言えない”・“あまり知らない”の回答があった。システム使用后には“少し知っている”・“どちらとも言えない”のみの回答になり、“あまり知らない”から“どちらとも言えない”と回答が変化した被験者がいた。同様に、“どちらとも言えない”から“少し知っている”と回答が変化した被験者もいた。Q4は、システム使用前後で認知症を社会問題に思うかを調べた。システム使用前後で、“とても思う”の回答は減少したが、“思う”の回答率が増加した。Q5は、被験者の認知症について、感じていること、思っていることを調査した。システム使用前では、無回答・“特になし”・“高齢者がなりやすいイメージがある”・“話が通じにくいと思う”などの回答が見られた。システム使用后では、“会話が難しく、理解が必要だと感じた”・“同じ挙動を繰り返されると認知症だと感じる”・“会話の成立は難しいが必死にエージェントが会話しようしていることはわかった”などの回答が見られた。

6.5 考察

6.5.1 エージェントの評価

被験者の回答が、すべての挙動で“思う”以上が80%近い回答率になったことで、エージェントの挙動が理解に役立つ見込みは得られた。無関心な挙動は、使用後に“思う”が大きく伸びたため、被験者が日々の生活で感じづらい経験を与えられたと考える。一方で、無関心な挙動が理解に役立つと思わない回答が増えたことについては、被験者が認知症の症状と気づきにくかったと思われる。本研究は、認知症の症状として会話に無関心な挙動を実装したが、被験者によっては、難聴や耳が遠いといった症状と同じに感じられたた

表 6.2: 総評パターン

最も多かった挙動	表示文
傾聴に似た挙動	患者さんも会話に積極的ですが、 うまく言葉が繋がらないみたいです。 ゆっくり返答を待ちながら会話を続けてあげましょう。
単語を忘れた挙動	単語を忘れてることが多いですが、 聞き返してくれています。 急がず一言一言丁寧に話しかけてください。
会話に拒否的な挙動	会話に否定的反応が多いですが、 一時的に怒っているだけでもあるみたいです。 落胆せず話しかけてあげてください。
会話に無関心な挙動	会話に無関心なことが多いですが、 聞こえていないだけかもしれません。 再度ゆっくり話してあげてください。

め、認知症の理解に繋がらなかったと考えられる。また、単語忘れの挙動の“思う”の回答が減少したことについては、実装不足が原因であると考えている。今回の単語忘れの挙動における単語を“名詞”・“形容詞”としたため、入力文によっては、被験者が意図しない単語が選択され聞きかえされることで被験者が混乱する結果になったと考えられる。(例えば、「ふとんが冷たかった？」の入力文に対して「ふと？」と返答する結果が見られた) 今後の実装では、単語選択に最適な品詞を検討することによって改善ができると考える。

6.5.2 総評部

総評が認知症の理解に役立つと思うかの調査については、使用前後ともに“思う”以上の回答が80%を超えた。よって、認知症の理解に役立つと思われる期待が高いと考えられる。一方で、“とても思う”が減少したのは、今回の実装が被験者の期待に答えられていないことが原因と考える。使用前後の被験者の期待が大きかったが、被験者の中には期待はずれに感じた人もいた。今後の実装では、関連研究や専門家への質問などをもとに改善していく必要があると言える。

6.5.3 認知症について

Q3の認知症について知識があるか、自己判断で回答してもらった。システムの使用後には“少し知っている”・“どちらとも言えない”の回答が増加した。被験者によっては、システム使用前に比べ認知症について知っていることが増えたと考えられるため、認知症の知識が深まったと考えられる。Q4は認知症を社会問題と思うか、問題意識を持てたか調査した。システムの使用後には“思う”以上の回答のみになったことから、被験者に患者

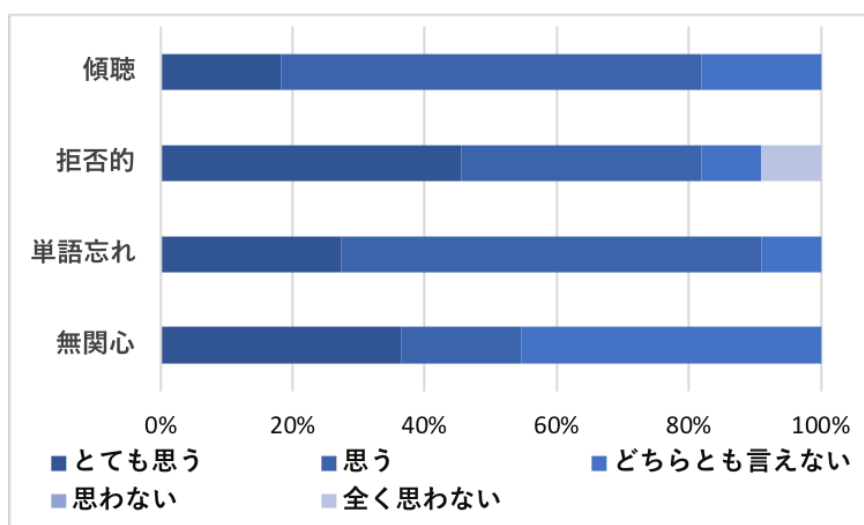


図 6.1: 各挙動が認知症の理解に役立つと思うか：システム使用前 (N=11)

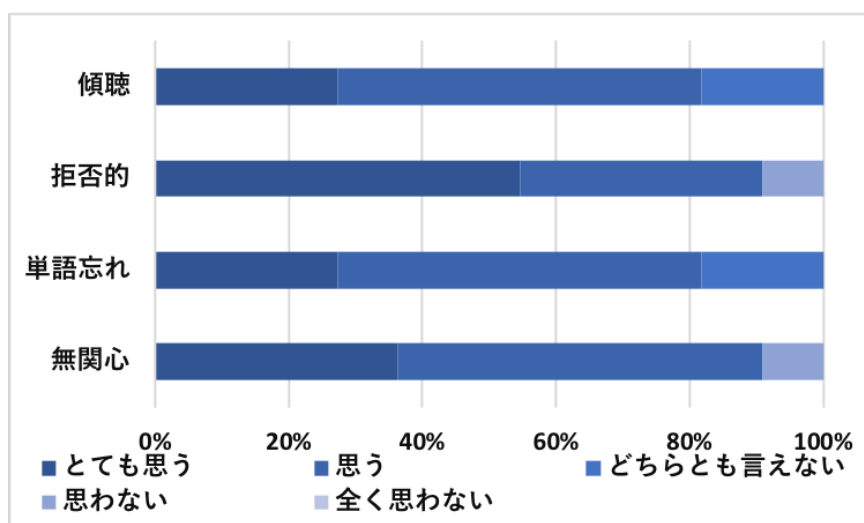


図 6.2: 各挙動が認知症の理解に役立つと思うか：システム使用后 (N=11)

との会話の難しさを経験させ、患者について考えるきっかけを与えることができたと考えられる。一方で、使用後には“とても思う”から“思う”に変化した被験者もいた。提案システムが、被験者の患者との会話への不安感を減少させることができたのではないかと考える。この被験者はシステム使用前から、“認知症患者との対話は非常に困難であると思う”と回答しており、患者との対話の難しさを予想している。使用後には、“会話が続かない点で患者と会話している感じがあった”と回答している。被験者は予想していた困難さに比べて難しくなく、患者と会話している感じから新しい発見ができたと考えられる。結果的に、この被験者は、認知症を社会問題と捉える問題意識が低下したと考える。

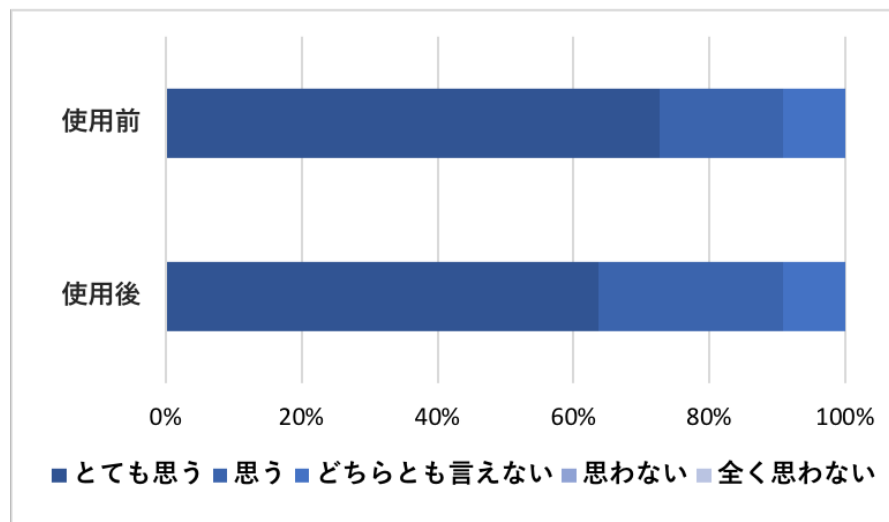


図 6.3: 総評が認知症の理解に役立つと思うか (N=11)

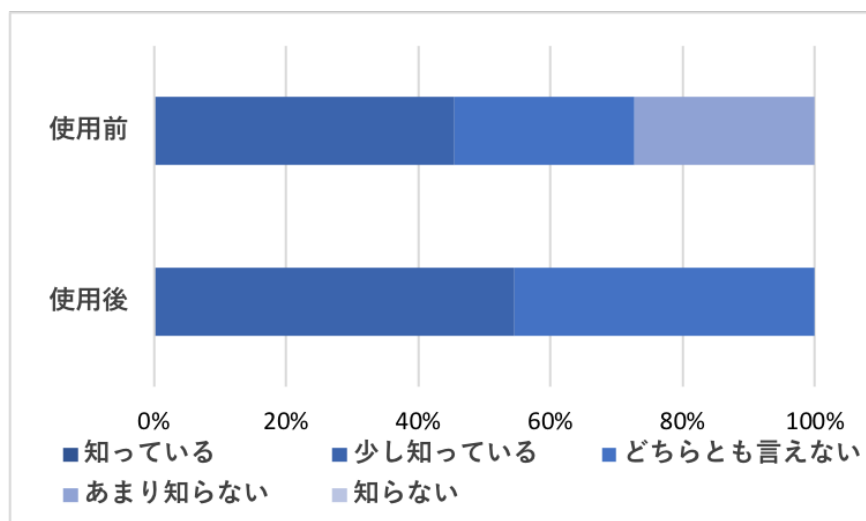


図 6.4: 認知症について、知っているか (N=11)

Q5 は、認知症について、考え方が変わったこと、エージェントとの対話から感じたことを調査した。システム使用前は、無回答や“大変そう”といった漠然とした患者のイメージを持つ回答だった。システムの使用後には、“会話の難しさを感じた”・“同じ挙動が繰り返されると認知症だと感じる”など、被験者に具体的な患者との会話の難しさを感じさせることができたと考えられる。

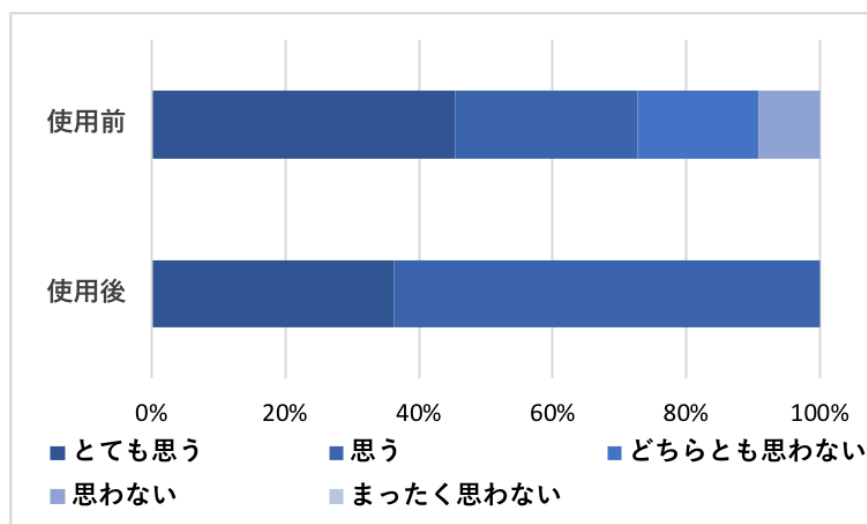


図 6.5: 認知症を社会問題と思うか (N=11)

第7章 結論

本研究は、多くの人が、日々の生活の中で認知症の理解を深めることが難しいという問題の解消を目指すものである。この問題は、多くの人が、患者とのコミュニケーション機会が少ないため、患者とコミュニケーションが成立しにくいことを経験できないことが原因であると考えられる。この問題を解決する方法として、認知症の患者を模したエージェントとの対話システムを提案した。これは、エージェントが認知症患者役として、ユーザからの会話を模したキーボード入力による語りかけに対して、認知症の症状を模した挙動で返答する対話型システムである。ユーザはエージェントとの会話を通して、患者との会話の難しさを経験し、患者との会話の練習ができると考えられる。本研究は、ユーザが会話練習から認知症の理解を深め、患者に歩み寄れるようになることを最終的な目的としている。プロトタイプシステムを用いた検証実験から、エージェントの挙動については、被験者によってエージェントとの会話に難しさを感じることに差はあるが、認知症の理解に役立つ見通しが得られた。システムの評価の総評の表示については、被験者が認知症の理解に役立つと期待している結果になった。しかし、今回の実装では、被験者の期待に応えられず、認知症の理解に役立つと“とても思う”と回答する被験者が減少する結果になった。これについては、今後改善すべき点であると考えられる。被験者の認知症についての意識調査から、認知症患者について、会話の成立が難しいこと、会話の難しさを具体的に感じる事ができたと報告された。自己評価による認知症の知識については、被験者の認知症の理解が深められた結果になった。

3.2節で設定した研究課題について述べる。課題1のユーザ1人で認知症の理解を深める環境を構築するについては、提案エージェントとシステムの評価から、認知症の理解に一定の効果があると考えられたため、達成できたと考えられる。一方で、総評に対するユーザの期待が大きいとわかったが、今回の実装ではユーザの期待に応えきれていない。今後の改善でさらにユーザの認知症の理解が深められるシステムにできると考える。課題2の患者とのコミュニケーションの練習ができる環境構築については、被験者の認知症について、感じる事、考えることが増えた結果から、患者とのコミュニケーションの練習環境の構築ができたと考えている。

提案方式の改善案として、様々なことが考えられるが、エージェント、総評部、インタフェースの観点から述べる。エージェントの改善案は、認知症患者の症状として“失語”の追加を考えている。これは、話す言葉の一部の発音が異なってしまうことが一例として挙げられる（“テレビ”を“エレビ”、“あなた”を“かなた”と発音間違いをする）。実験から、音声出力についてのコメントもあり、音声出力の被験者評価は良いと考えられる。“失語”を音声出力で実装することは、ユーザの認知症患者との会話練習に効果があると思える。総評部の改善について述べる。本研究では、認知症患者自身の能力に着目した関連研究を多く参考にしたため、ユーザにアドバイスする立場の調べが不十分であったと考えられる。今後の実装では、アドバイスする立場の知見を深め、ユーザに分かりやすい総評にすることを目指す。インタフェースの観点からの改善案は、多くの人が利用しやすい環境として、GUIの実装が考えられる。GUIの実装により5.3.1項の挙動設定がしやすくなる。挙動設定がしやすくなることで、ユーザが様々な種類の患者と会話練習がしやすくなると期待できる。また、入力方法をキーボード入力から音声入力にすることが考え

られる。ユーザは、患者との会話により近い感覚が得られることが期待され、患者のことが理解しやすくなると考えられ、認知症の理解につながると考える。

本研究がさらに進展し、認知症患者でも周りの人に支えてもらいながら、その人らしい生活ができる社会の実現に寄与できることを願う。

参考文献

- [1] 新村颯, 神谷直輝, 桐山伸也. 認知症ケア高度化のためのマルチモーダル発話センシングに基づくコミュニケーション分析. 情報処理学会研究報告高齢社会デザイン, Vol. 2017-ASD-9, No. 5, pp. 1–5, 2017.
- [2] 宮部真衣, 四方朱子, 久保圭, 荒牧英治. 音声認識による認知症・発達障害スクリーニングは可能か?—言語能力測定システム”言秤”の提案—. ワークショップ2014 (GN Workshop 2014) 論文集, No. 2014, pp. 1–8, 2014.
- [3] Carlos Gómez, Fernando Vaquerizo-Villar, Jesús Poza, Saúl J. Ruiz, Miguel A. Tola-Arribas, Mónica Cano, and Roberto Hornero. Bispectral analysis of spontaneous eeg activity from patients with moderate dementia due to alzheimer’s disease. In *Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC 2017)*, pp. 422–425, 2017.
- [4] Noor Kamal Al-Qazzaz, Sawal Ali, Siti Anom Ahmad, and Javier Escudero. Classification enhancement for post-stroke dementia using fuzzy neighborhood preserving analysis with qr-decomposition. In *Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC 2017)*, pp. 3174–3177, 2017.
- [5] 柴田大作, 若宮翔子, 木下彩栄, 荒牧英治. アルツハイマーの発症に伴う代名詞の増加. 情報処理学会研究報告高齢社会デザイン (ASD), Vol. 2016-UBI-51, No. 13, pp. 1–7, 2016.
- [6] James W. Pennebaker, Ryan L. Boyd, Kayla Jordan, and Kate Blackburn. *The Development and Psychometric Properties of LIWC2015*.
- [7] 横山祥恵, 山本大介, 小林優佳, 土井美和子. 高齢者向け対話インタフェース—雑談継続を目的とした話題提示・傾聴の切替式対話法—. 情報処理学会研究報告音声言語情報処理 (SLP), Vol. 2010-SLP-80, No. 4, pp. 1–6, 2010.
- [8] Emilie M. D. Jean-Baptiste and Alex Mihailidis. Benefits of automatic human action recognition in an assistive system for people with dementia. In *Humanitarian Technology Conference (IHTC 2017)*, pp. 61–65, 2017.
- [9] 峯崎智裕, 松木萌, 井上創造. 介護サービス向上に向けた介護事故事例テキストの分析. 情報処理学会論文誌, Vol. 58, No. 10, pp. 1701–1711, 2017.

- [10] James Elliman, Michael Loizou, and Fernando Loizides. Virtual reality simulation training for student nurse education. In *Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-Games 2016)*, 2016.
- [11] 本田美和子, 林紗美, 森谷香子, 盛真知子, 伊東美緒, Rosette Marescotti, Yves Gineste. 家族介護者を対象とした2時間の講習と12枚の絵はがきによるケア技術教育が家族介護者の介護負担感にもたらす効果についての検討. 第2017-ASD-8巻, pp. 1–4, 2017.
- [12] 竹林洋一, 上野秀樹. 多様な認知症の人をアシストする新たなインタラクション環境とコミュニティの実現に向けて. 人工知能学会全国大会論文集, 第28巻, pp. 1–4, 2014.
- [13] 柴田健一, 石川翔吾, 上野秀樹, 玉井顯, 竹林洋一. 多視点観察情報を用いた家族とスタッフ向け認知症共学環境—認知症の人を支える地域づくりのために—. 情報処理学会研究報告高齢社会デザイン (ASD), Vol. 2017-ASD-10, No. 7, pp. 1–4, 2017.
- [14] 小野寿之, 玉井顯, 岩田恒星. 痴呆症状評価尺度 Assessment Scale for Symptoms of Dementia(ASSD) の信頼性・妥当性に関する検討. 老年精神医学雑誌, No. 13, pp. 191–204, 2002.
- [15] 比企野純太, 中野有紀子, 安田清. 会話エージェントを利用した認知症患者のためのコミュニケーション支援. 情報処理学会第73回全国大会講演論文集, Vol. 2011, No. 1, pp. 195–196, 2011.
- [16] Chris Nugget Kyle Boyd, Mark Donnelly, Raymond Bond, Roy Sterritt, and Phillip Hartin. An investigation into the usability of the star training and re-skilling website for carers of persons with dementia. In *Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC 2014)*, pp. 4139–4142, 2014.
- [17] 辻義人. 視聴覚メディア教材を用いた教育活動の展望—教材の運営・管理と著作権—. 小樽商科大学人文研究, 第115巻, pp. 175–194, 2008.
- [18] 小川亮, 上木佐季子. 情報処理教育における「一人TT」授業の開発と評価: 授業自身が解説するビデオを利用した授業改善の試み. 富山大学人間発達研究実績総合センター紀要, No. 11, pp. 133–141, 2016.
- [19] 伊藤一成, 吉田葵, 米田貴, 御家雄一. ヒューマンピクトグラムアンプラグド-人型ピクトグラムを用いた統一学習環境-. 情報処理学会研究報告コンピュータと教育 (CE), Vol. 2017-CE-141, No. 6, pp. 1–10, 2017.
- [20] 古城幸子, 木下香織. 高齢者理解を広げる映画教材の教育効果. 新見公立短期大学紀要, No. 28, pp. 1–6, 2007.

- [21] 小俣敦士, 石川翔吾, 宗形初枝, 中野目あゆみ, 香山壮太, 坂根裕, 本田美和子, 原寿夫, 竹林洋一. 認知症ケアの内省を促す構造化映像を用いた協調学習環境. 情報処理学会研究報告高齢社会デザイン (ASD), Vol. 2017-ASD-8, No. 4, pp. 1–4, 2017.
- [22] 林勇吾, 井上智雄. 複数の教育用会話エージェントによる協同学習のデザイン. 電子情報通信学会論文誌, No. 1, pp. 76–84, 2015.
- [23] 小倉拓人, 徳永隼人, 松村冬子, 原田実. 進行役と鑑賞者のエージェントを用いた対話型鑑賞システム. じんもんこん 2015 論文集, No. 2015, pp. 43–50, 2015.
- [24] 鈴木奨, 呉健朗, 瀧田航平, 堀越和, 中辻真, 宮田章裕. ボケて返す対話型エージェントの基礎検討. 情報処理学会研究報告グループウェアとネットワークサービス (GN), Vol. 2017-GN-102, No. 3, pp. 1–6, 2017.
- [25] 平野雄大, 打矢隆弘, 内匠逸, 西村良太, 桜井優. 音声対話により認知症を抑制する回想法システムの提案. 情報処理学会第 79 回全国大会講演論文集, Vol. 2017, No. 1, pp. 571–572, 2017.
- [26] 佐野睦夫, 小谷凌和, 中川葵, 足立奈生, 森本亜美, 吉田祥子, 吉永千紘. カウンセリングロボットによる生活行動振り返り対話戦略と認知リハビリテーションシステム. 情報処理学会研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI), Vol. 2017-HCI-172, No. 18, pp. 1–7, 2017.
- [27] <https://info.ninchisho.net> (last visited 2018/1/11).
- [28] <http://taku910.github.io/mecab> (last visited on 2017/4/1).

研究業績

査読付き論文誌

- (1) 宮田章裕, 荒木伊織, 王統順, 鈴木天詩: 健常歩行者センサデータを用いたバリア検出の基礎検討, 情報処理学会論文誌 (2018 年 1 月掲載予定).
-

研究会・シンポジウム

- (1) 樋口恭佑, 鈴木天詩, 宮田章裕: 認知症の理解を支援する対話型エージェントの実装, 情報処理学会第 80 回全国大会 (2018 年 3 月発表予定).
 - (2) 栗田元気, 鈴木天詩, 宮田章裕: 楽観的応答エージェントによる心理状態改善手法の基礎検討, 情報処理学会グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2017 論文集, Vol.2017, pp.1-2 (2017 年 11 月).
 - (3) 王統順, 荒木伊織, 鈴木天詩, 宮田章裕: 屋内外を区別した機械学習によるバリア検出方式, マルチメディア、分散、協調とモバイル (DICOMO2017) シンポジウム, pp.1500-1506 (2017 年 6 月).
 - (4) 荒木伊織, 王統順, 鈴木天詩, 宮田章裕: 複数人健常者の歩行時加速度データを用いたバリア検出精度の検証, 情報処理学会研究報告 (GN), グループウェアとネットワークサービス, Vol.2017-GN-102, No.10, pp.1-5 (2017 年 5 月).
 - (5) 鈴木天詩, 宮田章裕: 認知症の理解を支援する対話型エージェントの基礎検討, 情報処理学会研究報告 (GN), グループウェアとネットワークサービス, Vol.2017-GN-102, No.9, pp.1-5 (2017 年 5 月).
 - (6) 宮田章裕, 荒木伊織, 王統順, 鈴木天詩: 健常者をセンサノードとして用いたバリア検出手法に向けて, 情報処理学会第 79 回全国大会公演論文集, Vol.2017, No.1, pp.7-8 (2017 年 3 月).
 - (7) 宮田章裕, 荒木伊織, 王統順, 鈴木天詩: 健常歩行者センサデータを用いたバリア検出に向けた機械学習手法の検討, 情報処理学会研究報告 (GN), グループウェアとネットワークサービス, Vol.2017-GN-101, No.11, pp.1-8 (2017 年 3 月).
 - (8) 宮田章裕, 荒木伊織, 王統順, 鈴木天詩: 健常者をセンサノードとして用いたバリア検出の基礎検討, 情報処理学会研究報告 (HCI), ヒューマンコンピュータインタラクション研究報告会, Vol.2017-HCI-171, No.8, pp.1-8 (2017 年 1 月).
-