

スマートスピーカを用いた高齢者のための知的対話エージェント -Raspberry Pi と焦電センサを用いた自発的発話機能の開発と評価-

○山田慧 山下晃弘 北越大輔 鈴木雅人(東京工業高等専門学校) 鈴木健太郎(杏林大学)

Development of an Intelligent Dialogue Agent with Smart Devices for Older Adults: A Preliminary Study

* Satoshi Yamada, Daisuke Kitakoshi, Akihiro Yamashita, Masato Suzuki (National Institute of Technology of Tokyo College) and Kentarou Suzuki (Kyorin University)

Abstract— This study aims to develop an Intelligent Dialogue Agent (IDA) to achieve natural and flexible conversation with older adults. Introducing the IDA increases a sense of familiarity with IT devices and services with the agent, improves their availability, and helps older adults operating them without problems. We conducted several subjective evaluations to evaluate the older adults' impressions of IT devices including smart speakers as a main component of the IDA and interviewed the participants after they actually used the smart speaker to discuss required functions and expected roles for the IDA. Experimental results showed that spontaneously talking function by smart speakers has promising features, but the smart speaker has problems concerning Japanese speech recognition.

Key Words: Preventive care, Smart speaker, Intelligent Dialogue Agent

1 はじめに

世界に先駆け超高齢社会に突入した日本では、平成28年の時点で、高齢者として定義される65歳以上の人口が全体の27.3% となり、世界で最も高い数値を示している。また、世界的にも高齢化は進んでおり、高齢者人口の増加に伴う介護医療費の負担抑制が、先進国を中心に深刻な問題となりつつある。日本では、要支援・要介護者数を抑制すべく介護予防の取組が注目を集め、IT・AI技術を活用したシステム開発が盛んである。しかしながら、最新のIT機器やWebサービス等は若年層をはじめとする世代にとって便利である一方、必ずしも高齢者に適した使い勝手を実現できていないものが多い。

例えば、高齢者を対象とした認知症予防^{2),3)}、および転倒予防の実現を目指したシステム⁴⁾では、高齢者にとって親しみやすいゲームを題材に、ロボットやタブレット端末上のエージェントと対話ベースで訓練に取り組み可能な枠組を構築したが、実験の結果、より親しみやすく、自然な対話を期待する意見が得られている。

本研究では、介護・医療分野をはじめとする様々な場面において、最新のIT機器やサービス利用に習熟していない高齢者にとっても使いやすく親しみやすいと考えられる、音声対話に特化したインターフェイスに注目し、特に近年、一般にも広く普及しつつあるスマートスピーカの有効な活用法について検討する。具体的には、高齢者にとって親近感を抱きやすいインターフェイスを持ち、高齢者との自然かつ柔軟なコミュニ

ケーションを実現可能な対話機能を持つエージェント(Intelligent Dialogue Agent: IDA)を開発することを最終的な目的とする。

本論文では、IDAの実現に向けた第一段階として、高齢者のスマートスピーカに対する印象の調査、学生を対象とした試作版IDAの使用感、特徴等に関する調査を通して、高齢者の利用を想定した際の課題発見・改善法を検討することを目的とする。

2 Intelligent Dialogue Agent

本節では、本論文で提案する知的対話エージェント(Intelligent Dialogue Agent: IDA)の構成を説明する。

IDAの最終的な構成図をFig. 1に示す。IDAは主に、センサと学習ユニット、スマートスピーカから構成される。本研究ではセンサ部と学習ユニットをRaspberry Piで開発し、スマートスピーカはGoogle Home miniを使用する。センサ部は自発的対話のトリガとなる焦電センサ(SB412A)で構成される。このセンサの出力をトリガとしてスマートスピーカを発話させることでスマートスピーカからの自発的発話機能を構成する。

自発的発話機能はRaspberry Piの実行するプログラムによって実現する。具体的には、“google home notifier”⁵⁾ライブラリを利用し、(1) Raspberry Piと同一のローカルネットワークにあるGoogle Home miniをmDNS(ネットワーク内のデバイスを発見する機能)を用いて検索、(2) Google翻訳の読み上げ機能によって発話内容をmp3変換した音声データをスピーカに送信(3) Google Home miniから発話、という流れで実現する。学習ユニットは、ユーザ個人に最適化された発話内

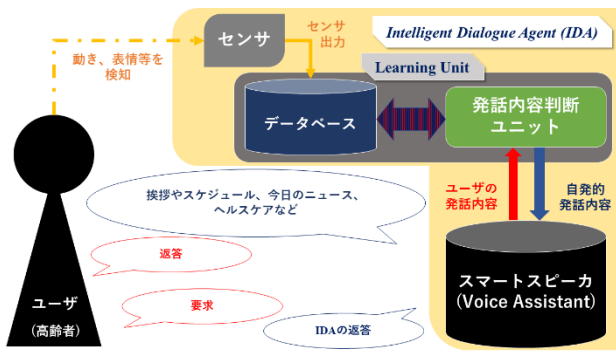


Fig. 1 : Framework of the Intelligent Dialogue Agent

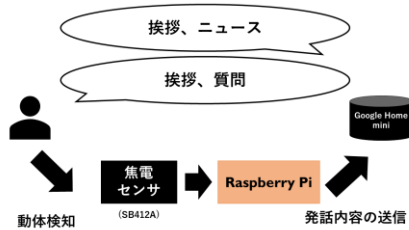


Fig. 2 : Framework of IDA at this study

容の選択を目指す。センサ部から取得したデータや対話ログ等を活用し、スマートスピーカに発話させる内容を決定する。

本論文では Fig. 2 に示す通り、学習ユニットを省略したものを開発し、自発的発話機能の有効性や使用感を評価した。

3 IDA 開発に向けた事前調査

高齢者の利用を想定した IDA の開発を行うにあたり、期待される効果と課題について検証するため、高齢者のスマートスピーカに対する印象調査を実施した。

3.1 事前調査

IDA の開発にあたって、高齢者を対象に事前調査を行った。調査の目的は以下の通り。

- ・高齢者のスマートスピーカに対する印象の調査
- ・高齢者が実際にスマートスピーカを使用して感じた印象の調査
- ・高齢者から IDA に対して期待する機能や振舞に関するヒアリング調査

調査は事前アンケートと、実際にスマートスピーカを使ってもらったからのヒアリングと事後アンケートを通して実施する。今回は事前アンケートで 29 名、ヒアリングと事後アンケートは八王子市めじろ台老人会から 5 名と八王子市八幡町老人会から 12 名の方々にご協力いただいた (Fig. 3, Fig. 4)。

各アンケートの質問項目における評価結果を 0 (最低評価) ~100 点 (最高評価) としてスコア化した結果を Table 1, および Table 2 に示す。

Table 1 : Results of Preliminary Questionnaire

質問項目	スコア
スマートスピーカの認知度	26.4
利用したいか	55.2
自発的発話の印象	40.3

Table 1 : Results of the Post-Questionnaire

質問項目	スコア
使いやすさ	47.9
利用したいか	62.5
自発的発話の印象	72.9
会話相手としての印象	64.6



Fig. 3 : Scene of Preliminary Investigation at Mejirodai



Fig. 4 : Scene of Preliminary Investigation at Hachimanchō

3.2 調査結果

アンケートの結果、スマートスピーカ利用後 (Table 2) の方が、利用前 (Table 1) と比較して高齢者の評価が高いことがわかった。IDA についてもスマートスピーカと同様、実際の利用を通して親近感を向上可能となることが期待できる。

ヒアリングでは、「音声認識の精度が悪い」、「初期設定が難しそう」、「見守り機能があると嬉しい」といった意見が得られた。また、高齢者に利用してもらった結果、IDA が現時点でいくつかの課題を有していることを確認した。

IDA は自然で豊かなコミュニケーションを通して、高齢者が IDA と連携した様々な (オンライン) サービスや IT 機器を違和感なく利用可能となることを目的

としているが、高齢者はこういった機器の利用に慣れていないため、AIが応答しづらい問いかけ（以下、オープンクエスチョン）を無意識に提示する傾向があった。基本的に、AIは回答範囲が決まっている質問（以下、クローズドクエスチョン）を想定しているため、オープンクエスチョンへの返答は「わかりません」や、「それに答えるのは難しいです」といった、回答として成立しない回答しかできず、高齢者のIDAとの対話に対する期待感が低減してしまうことが予想される。

この問題に対する対策として、IDAに対するユーザの返答をクローズドクエスチョンに限定できる話題に制限することが考えられる。例えば、ユーザのTo-doやリマインダ、スケジュールといったユーザに関わる話題の確認や新規追加等は、回答が限定されたクローズドな内容になる。他にも、抽出したニュースのタイトルをIDAが読み上げ、気になるニュースがあったか、気になるニュースの詳細を読み上げるかを対話形式でやり取りすることでオープンクエスチョンを避けつつ、ユーザとの自然な対話を実現できる。

4 実験

事前調査の結果を踏まえ、IDAの開発にあたって起こり得る問題とその解決法について検討すること、および、IDAに実装した自発的発話機能の有効性や使用感を調査することを目的として、学生を対象に実験を行った。

4.1 実験設定

今回、東京高専情報工学科の5年生11人を対象に、学生の所属する研究室に試作版IDAを配置した（Fig. 5）。実験は2種類のIDA（スマートスピーカ）の比較によって行う。1つ目は、特定の機能を追加していない通常のスマートスピーカ、2つ目は、焦電センサが3~5mの範囲でユーザの動きを検知した際、挨拶、時報、今日のニュースのいずれかを自発的に発話する機能を導入したIDAとする。発話頻度として、挨拶は前回発話時から最低10分、時報は最低1時間、ニュースは最低5分の間隔を開けて次の発話を行うこととした。前者は2週間、後者は2日間使用してもらい、期間開始前と各期間終了後にアンケートに回答してもらい評価する。事前アンケートでは、スマートスピーカの認知度、興味、自発的発話を行うスマートスピーカ（IDA）の印象・期待度を調べた。中間アンケートでは、今後スマートスピーカを継続的に利用したいかという質問を通して、追加機能のないスマートスピーカを“今後引き続き利用したいか”（利用継続性）について調査した。事後アンケートでは、自発的発話機能を有するIDAの利用継続性を調べた。

試作版IDAにはセンサログと発話ログを記録する機能を実装したが、プログラムの不備によって、ログの一部が記録されていないことが確認されたため、本

論文の考察では用いない。

4.2 結果・考察

事前アンケート、中間アンケート（被験者がスマートスピーカに発話した頻度の遷移）、事後アンケートの結果についてTable 3, Fig. 6, Table 4に示す（回答者数はそれぞれ11名、8名、7名であった）。

Table 4から、今回用いた自発的発話機能を有するスマートスピーカの利用継続性が低いことがわかる。ヒアリングの結果、発話内容のバリエーションが乏しく、自発的発話機能が被験者に十分な親しみやすさや利便性を提供できなかったことが原因であると考えられる。今回個々の被験者に合わせたコンテンツを提供しなかったため、適切な発話内容の選択や調整を実現する学習ユニットの実装によって改善が見込める。また、中間アンケートの結果（Fig. 6）で発話頻度が低下した理由（Fig. 7）より、「OK, Google」といったスマートスピーカに命令を聞き取らせるためのウェイクワードの発話が面倒だという意見が5人から得られた。

本研究で実装した自発的発話機能は、ウェイクワード無しで発話が可能のため、ウェイクワード発話によるストレスを軽減することでスマートスピーカ利用に対するハードルを下げることが可能であると考えられる。一方で、今回の実験では最低10分のインターバルで挨拶を、最低5分のインターバルでニュースを発話した結果、発話頻度がやや多かったという意見が目立ったことから（Fig. 8）、発話頻度を抑える、もしくは利用者の嗜好に応じて頻度を調整する必要がある。また、焦電センサはわずかな動きにも反応してしまうため、被験者がセンサ部の近くにいと過剰に反応してしまうという意見も挙がった。これは、センサ部にサーモグラフィやカメラなどを導入し、より高度な動作検知を行ったり、焦電センサのサンプリングレートを現在の1Hzからより大きくしたりすることでユーザの反応を細かく捉えることで、解決できると考えられる。

加えて、今回の実験から、高齢者の協力を得て実験を行う際は、遠隔のメンテナンス作業を行える機能の実装が必要だということが分かった。実験中、エラーが発生した際に利用者と管理者の両者に通知する機構が必要である。利用者にはLEDや音声、管理者には管理サーバに問題の通知を行い、実験中に問題が発生した際には管理サーバからssh接続によるリモート接続を行い、問題を解決できることが望ましい。



Fig. 5 : Scene of Experience at Laboratory

Table 2 : Results of Pre-questionnaire at Experience

n=11	
質問項目	score
音声アシスタントの認知度	100
音声アシスタントの利用度	54.5
スマートスピーカの認知度	72.7
スマートスピーカへの興味	63.6
自発的発話機能への印象	43.2

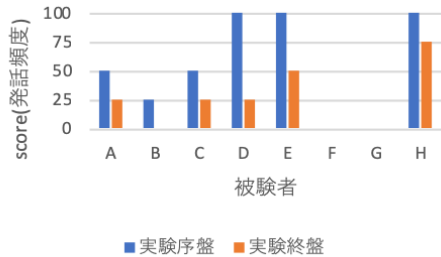


Fig. 6 : Results of Midterm-questionnaire at Experience

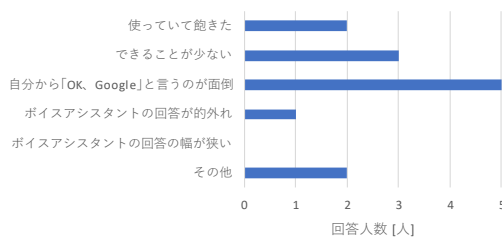


Fig. 7 : Reason why frequency of using smart speaker decreased (Post-questionnaire)

5 まとめ

本論文では、高齢者にとって親しみやすい音声対話の実現を目指し、知的対話エージェントを提案した。開発の第一段階として、高齢者を対象としたスマートスピーカの印象調査を行った。また、自発的発話機能の基本的特性や印象を調査するため、学生を対象とした実験を行なった。高齢者へのヒアリングの結果、音声認識の精度や初期設定の煩雑さが意見として挙げられた。また、学生を対象とした実験の結果、自発的発話機能に対する期待が確認された一方で、利用継続性について十分な評価は得られなかった。今回開発した試作版 IDA は、一部機能の実装が不十分であり、今後自発的発話機能の改善・拡張の後、改めて詳細な検証を実施する必要がある。また、今後高齢者を対象に自宅や介護施設等に機器を設置して実験を行う際には、「学習ユニットの実装とセンサ関連機能の洗練による、利用者に応じた発話内容学習機能および、頻度調節機能の実現」、「遠隔からのサポート機能の追加」といった対応が必要であることが分かった。

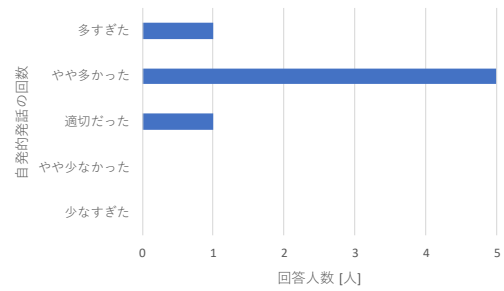


Fig. 8 : Frequency of spontaneously talking (Post-questionnaire)

Table 3 : Results of Post-questionnaire at Experience

n=7	
質問項目	score
利用継続性(自発的発話機能なし)	64.3
利用継続性(自発的発話機能あり)	50
自発的発話機能への印象	42.9

今後は、これら課題の解決を行っていくとともに、より自然かつ柔軟な対話を実現すべく、IDAへ追加すべき機能の検討と開発を進める。

謝辞

本論文にあたって実験にご協力を賜りました八王子市めじろ台老人会及び八王子市八幡町老人会の皆様と、東京高専の学生の皆様に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 総務省統計局:“人口推計(平成 28 年 10 月 1 日現在):総務省”, P.5 (2017)
- 花田, 北越, 鈴木: タブレット端末を用いた認知症予防システムの効果的適用に関する一考察, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 113, No. 272, 1/6 (2013)
- 北越, 清水, 鈴木健太郎, 鈴木雅人: タブレット端末を用いた頭の体操システムの利用意欲促進に関する研究利用情報フィードバックと難易度自動調整機能に関する検討, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 116, No. 453, 25/30 (2017)
- D. Kitakoshi, T. Okano, M. Suzuki, “An empirical study on evaluating basic characteristics and adaptability to users of a preventive care system with learning communication robots”, Soft Computing, Vol. 21, Iss. 2, 331/351 (2017)
- <https://github.com/noelportugal/google-home-notifier>
- S. Yamada, A. Yamashita, D. Kitakoshi, K. Suzuki, M. Suzuki, “Development of an Intelligent Dialogue Agent with Smart Devices for Older Adults: A Preliminary Study”, The 2018 Conference on Technologies and Applications of Artificial Intelligence 2018, 50/53 (2018)