

認知症高齢者のための記憶補助エージェントの提案

堀内 大祥[†] 徳永 清輝[†] 佐伯 幸郎[†] 松本 真佑[†] 中村 匡秀[†]
安田 清^{††}

[†] 神戸大学 〒 657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1

^{††} 千葉労災病院 〒 290-0003 市原市辰巳台東 2-16

E-mail: [†]{horihori,tokunaga}@ws.cs.kobe-u.ac.jp, ^{††}sachio@carp.kobe-u.ac.jp,

^{†††}{shinsuke,masa-n}@cs.kobe-u.ac.jp, ^{††††}fwkk5911@mb.infoweb.ne.jp

あらまし 記憶障害は認知症の中心に据えられる症状であり、現在の医学で治療困難だが、記憶補助によって障害の代償や生活支援は可能であろう。しかし、現状の記憶補助では、介護者・認知症高齢者の負担が大きく、新たな記憶補助が必要とされている。そこで、先行研究で開発した擬似的エージェントを用いて、介護者の負担を減らし、認知症高齢者が親しみやすい記憶補助を実行することを考える。しかしながら、現状の擬似的エージェントは健常者を対象としており、認知症高齢者への直接の適用が困難である。本稿では、認知症高齢者のための記憶補助エージェントを提案する。記憶補助エージェントは、擬似的エージェントと新たに開発するメモリエイドアプリと呼ばれる Web アプリを組み合わせたシステムであり、マルチモーダルなインタラクションを実現し、認知症高齢者に対して優しい記憶補助を実行することができる。また、この記憶補助エージェントの有用性を検討するため、ケーススタディとして実際の使用を想定してインタラクションを行い、認知症高齢者のための記憶補助としての考察を行う。

キーワード ヒューマンエージェントインタラクション, 認知症, 記憶障害, Web アプリ

A Proposal of Memory-Aid Agent for Dementia Elderly

Hiroyasu HORIUCHI[†], Seiki TOKUNAGA[†], Sachio SAIKI[†], Shinsuke MATSUMOTO[†], Masahide
NAKAMURA[†], and Kiyoshi YASUDA^{††}

[†] Kobe University Rokko-dai-cho 1-1, Nada-ku, Kobe, Hyogo, 657-8501 Japan

^{††} Chiba Rosai Hospital Tatsumidai-higashi 2-16, Ichihara, Chiba, 290-0003 Japan

E-mail: [†]{horihori,tokunaga}@ws.cs.kobe-u.ac.jp, ^{††}sachio@carp.kobe-u.ac.jp,

^{†††}{shinsuke,masa-n}@cs.kobe-u.ac.jp, ^{††††}fwkk5911@mb.infoweb.ne.jp

Abstract Dysmnnesia is a common symptom of dementia, and memory-aid is common therapy used to reduce the progression of Dysmnnesia. Since there is a problem that current memory-aid method puts increasing pressure on both caregivers and dementia elderly, a new memory-aid method is needed. We consider a memory-aid method which use virtual agent that was developed in the previous study. The use of this virtual agent, a memory-aid which reduce the burden of caregivers and make dementia elderly more comfortable can be realized. However, the virtual agent can not apply to dementia elderly directly because the virtual agent are targeting healthy person. In this paper we propose a memory-aid agent for dementia elderly. Memory-aid agent is composed of the virtual agent and Web application (called Memory-aid application), and provides a multi-modal interaction and friendly memory aid to dementia elderly. In addition to this, we conduct case study to confirm availability of memory-aid agent.

Key words Human Agent Interaction, Dementia, Dysmnnesia, Web Application

1. はじめに

日本は世界に類をみない超高齢化社会を迎えている。今後、

高齢化率は上昇し続け、2060年には、2.5人に1人が65歳以上、4人に1人が75歳以上になると予想されている[1]。また、高齢者数の増加に伴い、高齢者のうち認知症を発症している認

知症高齢者の数も増加の傾向にあり、現在 280 万人である認知症高齢者の人口は、2025 年に 470 万人になると推計されている [2]。そのため、認知症高齢者 1 人 1 人が自分らしい生活を送り、人生に幸福を見出せているといった精神面を含めた生活全般の豊かさの向上が重要になってくると考えられている [3]。このような背景のもと、高齢者のための認知症予防法や認知症高齢者の支援が必要とされている。

記憶障害は認知症の中核症状の 1 つであり、認知症高齢者に必ず見られる症状である。記憶障害とは、必要な情報を必要とされる場面で、自らの記憶から取得できず、現実世界で活用できないことである。現状では、予防やリハビリテーションとして、介護者が必要な情報を認知症高齢者に提供する、メモ帳などのツールを使用するといった**記憶補助**が幅広く実施されている。しかし、認知症が重度化すると、意欲や理解力が低下し、指示の通り行動できない、または、指示の意味自体が理解できない可能性がある。そのため、上記のような記憶補助では、指示に従わず介護者の負担が大きくなる、ツールの使用を怠るといった問題点がある。介護者の負担をやわらげ、認知症高齢者が継続できる新たな記憶補助の手法が必要とされている。

介護者の負担を減らし、継続的支援を可能にするには、自律的に動作し、日常生活における自然な会話を通じて記憶補助可能な仕組みが望ましい。このような自然な日常会話を実現する技術として、エージェント技術がある。エージェントとは、半自動化された音声対話型のプログラムやロボットのことであり、対話の親和性や直感性から、インタフェース等の分野で注目を集めている [4]。また、エージェント技術を用いた認知症高齢者ケアの実験では、エージェントは愛着を生む・周辺症状の抑制に有効であることが報告されている [5] [6]。エージェント技術を用いることで、介護者の負担を減らし、自然な対話を用いた記憶補助を実現できると考えられる。また、記憶補助では、エージェントが個人適応できることも求められる。そこで、**バーチャルエージェントを用いたユーザインタフェース (VAUI)** [7] を記憶補助に用いることを考える。VAUI は、我々が開発したエージェント技術を用いたインタフェースであり、インタラク션을調整することで個人適応が可能である。この VAUI を記憶補助に用いることで、認知症高齢者に優しく親しみやすい記憶補助を提供できると考えられる。しかしながら、現状の VAUI は健常者を対象としており、インタラクシオンが音声のみである。そのため、高齢者や認知症者にとって、音声聞き取りにくい、入力が困難であるといった問題点がある。

本研究では、**認知症高齢者のための記憶補助エージェント (Memory Aid Agent, MAA)** を提案する。記憶補助エージェントは、先行研究において実装した VAUI に、新たに開発する**メモリエイドアプリ**を組み合わせたシステムである。メモリエイドアプリは、様々な手法を組み合わせる構成するマルチモーダルなインタラクシオンを実現するための Web アプリである。メモリエイドアプリと VAUI を組み合わせることで、既存の音声インタラクシオンのみではなく、字幕・画像・映像等による情報提示や、タッチパネルによる情報入力が可能になる。このように、記憶補助エージェントは既存の VAUI とマル

チモーダルなインタラクシオンを実現するメモリエイドアプリを用いて、認知症高齢者が親しみやすく優しい記憶補助を実行する。最後に、この記憶補助エージェントの有用性を検討するため、ケーススタディとして実際の使用を想定してインタラクシオンを行い、認知症高齢者のための記憶補助としての考察を行う。

2. 準備

2.1 記憶障害と記憶補助

記憶障害とは、必要とする情報を必要時に、自らの記憶から取得できず、現実世界で活用できないことである [8]。例えば、トイレの位置情報が引き出せないために間に合わず失禁する等の症状があげられる。記憶補助とは、認知症者が情報を必要とした時にその情報を思い出させる、もしくは提供することである。記憶補助によって記憶障害の代償や生活支援が可能である。現状では、介護者による認知症者のケアや、メモ帳などの記憶補助ツールを用いたリハビリテーション等の記憶補助が行われている。しかしながら、前者は介護者の負担が増大する、後者は認知症者にとって継続が困難であるといった問題点がある。また、過度や適正でないケアやリハビリテーションが行動・心理症状 (中核症状により生活にうまく適応できない場合に、本人の性格・環境・身体状況が加わって起こる周辺症状, BPSD) の要因となる可能性もある。このように、介護者の負担を減らし、認知症高齢者が継続できる新たな記憶補助の手法が必要とされている。

2.2 エージェント技術

エージェント技術とは、ユーザとプログラムやロボットとの音声対話を通じて、インタラクシオンを実現する技術である。親近感や対話の現実感から、次世代型ユーザインタフェース等、様々な分野で注目を集めている [4]。また、対話の楽しさ・親しみやすさから、認知症高齢者のケアにおいても研究が盛んである。例えば、大和ハウス工業株式会社の「パロ」[5]、大阪大学と ATR 石黒浩特別研究室の「テレノイド」[6] は、実際にデイサービスセンターや介護老人保健施設において、認知症高齢者を被験者とした実証実験を行っている。これらの実験では、認知症高齢者がエージェントに愛着を持つことや、BPSD の抑制・発話促進等の効果が確認されている。このように、エージェント技術は認知症高齢者のケアに有効であるが、認知症高齢者の記憶補助を目的としたエージェント技術の実用化はこれからの課題である。

2.3 先行研究 (VAUI)

我々は、エージェント技術を用いた先行研究として、バーチャルエージェントユーザインタフェース (VAUI) を開発した。エージェントの実装にあたり、音声対話システム用ツールキット **MMDAgent** [9] を使用した。また、VAUI をホームネットワークシステム (HNS) [10] の UI として適用した **HNS-VAUI** [7] を開発し、実験・評価を続けている。HNS-VAUI は、ユーザは画面内のエージェントとの自然な会話を通じて、家電機器を操作することができる。

VAUI のアーキテクチャについて説明する。全体のアーキテ

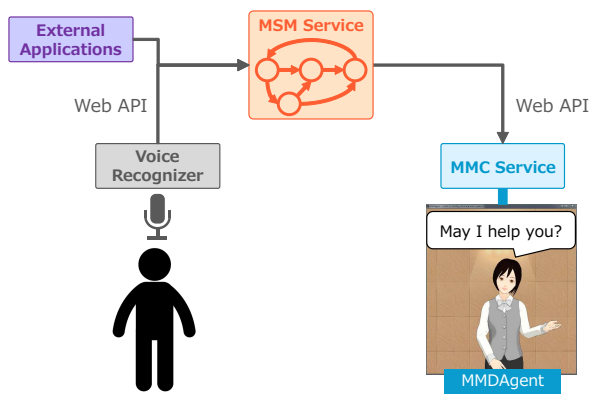


図 1 VAUI のアーキテクチャ

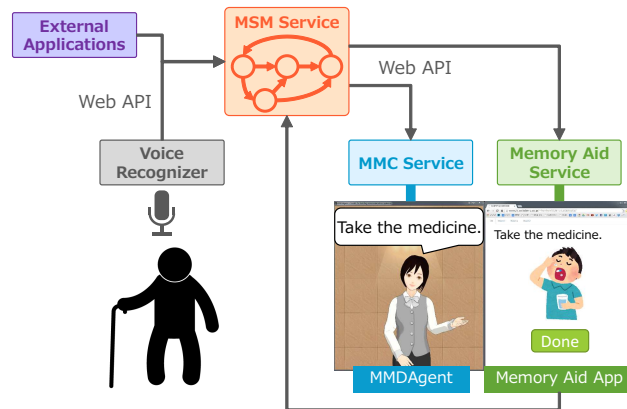


図 2 記憶補助エージェントのアーキテクチャ

クチャ図を図 1 に示す。ユーザが発話すると、音声認識プログラムがそれを解析し、結果を Web API を通じて、MSM Service に入力する。MSM Service は、オートマトンもちいて Web API の実行を制御する Web サービスである。音声認識プログラムや外部アプリケーションから入力を受けると、MSM Service は入力内容と現在の状態に応じ、管理しているオートマトンを状態遷移させる。MSM Service は、状態遷移と同時に、状態遷移に登録されている MMC Service や外部 Web API を実行する。MMC Service は、エージェントの発話・動作を Web API として外部から制御するための Web サービスである。MSM Service により MMC Service が実行されると、エージェントが発話・動作を行う。また、オートマトンの遷移を管理する Web アプリを開発した。この Web アプリを用いて、オートマトンの遷移の追加や内容の編集が可能である。

2.4 エージェント技術を記憶補助に用いる際の課題

既存のエージェント技術は健常者を対象に開発されたインタフェースであり、音声によるインタラクションしか実装されていないものが多い。エージェント技術を認知症高齢者の記憶補助へ適用するにあたり、音声インタラクションのみでは、認知症高齢者がエージェントの発話内容を理解できない、自分が発話すべき内容が把握できないといった問題が考えられる。そのため、音声以外のインタフェースを追加で実装し、認知症高齢者により直感的でわかりやすいインタラクションを提供する必要がある。また、音楽や映像の再生は、認知症高齢者の心理的な安定と BPSD 発生の減少に有効とされている [11]。これらの再生機能を追加し、認知症高齢者を精神的に支援することも必要である。このように、既存の音声によるインタラクションだけではなく、マルチモーダルなインタフェースや情報提示機能を利用したインタラクションの実現が要求される。

3. 提案手法

本節では、2.4 で述べた課題を解決し、認知症高齢者の記憶補助を実現する記憶補助エージェント (Memory Aid Agent, MAA) を提案する。記憶補助エージェントは、新たに開発するメモリエイドアプリと呼ばれるアプリケーションと、現在の VAUI を組み合わせたシステムである。メモリエイドアプリと

は、VAUI のみでは実現できないマルチモーダルなインタラクションを提供する Web アプリである。メモリエイドアプリを用いることで、字幕や画像、音楽や動画等の情報提示や、ボタンや選択肢等のインタフェースをユーザに提供できる。VAUI とメモリエイドアプリを組み合わせることで、マルチモーダルなインタラクションを提供可能な記憶補助エージェントを実現する。この記憶補助エージェントを用いて、ボタンや選択肢による簡単なインタフェース、画像を用いた指示内容の想起、唱歌の再生による娯楽の提供、思い出の動画の再生による回想等のインタラクションを提供することで、認知症高齢者に親しみやすく優しい記憶補助を実現できる。

3.1 提案アーキテクチャ

提案する記憶補助エージェントのアーキテクチャを図 2 に示す。記憶補助エージェントは、既存の VAUI と新たに開発するメモリエイドアプリから構成される。メモリエイドアプリが VAUI の MSM Service からの入力を受けると、登録されているコンテンツを表示する。コンテンツとは、マルチモーダルなインタラクションを構成するための情報提示やインタフェースの内容のことである。MSM Service は、音声認識プログラムや外部アプリケーションからの入力を受け、登録されているエージェントの動作を制御する MMC Service とメモリエイドアプリを制御する Memory Aid Service を実行する。既存の VAUI と同様、MMC Service は、MSM Service からの入力に従い、エージェントを発話・動作させる。Memory Aid Service は、MSM Service からの入力に応じたコンテンツをメモリエイドアプリのブラウザ上に表示する。また、メモリエイドアプリが提供するボタン等による入力は、Web API を通じて MSM Service へ入力される。

3.1.1 VAUI とメモリエイドアプリの連携

既存の VAUI をメモリエイドアプリと連携させるために、MSM Service の動作に Memory Aid Service の実行を追加する。MSM Service が管理するオートマトンは、遷移 ID、遷移前状態、遷移後状態、遷移条件、遷移動作の 5 つの要素を持つ遷移が多数集まって構成されている。遷移前状態・遷移後状態はそれぞれオートマトンの状態を表し、遷移条件は外部から入力を受けた際に遷移を行う条件となる文字列である。遷移動作

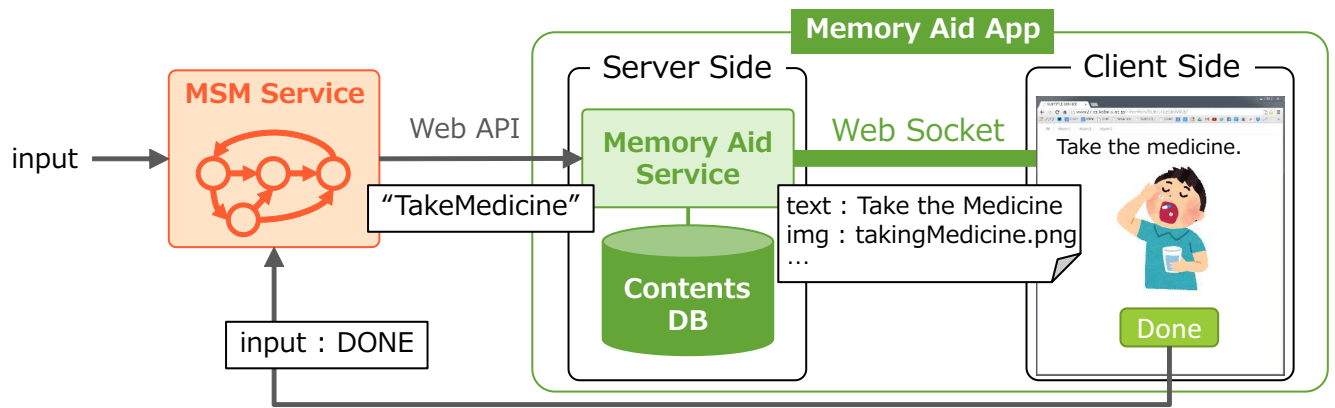


図3 メモリエイドアプリのアーキテクチャ

には、MMCSERVICE が実行するエージェントの動作や、外部 Web サービスが登録されている。オートマトンの遷移動作に新たに Memory Aid Service の実行を追加することで、エージェントの制御と同時にメモリエイドアプリを実行する。また、メモリエイドアプリからの入力に対応する新たな遷移を追加することで、メモリエイドアプリを用いたインタラクションを構成する。このような遷移動作の変更や遷移の追加は、Web アプリから行うことができる。

3.1.2 メモリエイドアプリのアーキテクチャ

メモリエイドアプリのアーキテクチャを図3に示す。MSM Service は、メモリエイドアプリのサーバ側のプログラムである Memory Aid Service に、コンテンツの ID となる文字列を入力する。Memory Aid Service は、コンテンツの ID を受けると、データベースからその ID を持つコンテンツを取得し、クライアントサイドに **Web Socket** を通じて送信する。コンテンツは、規定に基づき、構造化された状態でデータベースに登録されている。クライアントサイドは、コンテンツを受信すると、受信したコンテンツを規定に従ってパースし、ブラウザにコンテンツを表示する。また、コンテンツ内のボタン等のインタフェースには、それぞれ関数が登録されている。入力を受けると、登録されている関数を実行し、MSM Service への入力等を実行する。

4. 実装

本節では、前節で述べた提案アーキテクチャの仕様に従ったメモリエイドアプリの実装について説明する。

4.1 サーバサイド

はじめに、アプリケーションのサーバ側プログラムについて述べる。サーバサイドプログラムである Memory Aid Service の実装環境は以下の通りである。

- ・開発言語：Java
- ・データベース：mongodb
- ・サーブレットコンテナ：Apache Tomcat
- ・Web サービスフレームワーク：Jersey

Memory Aid Service は、主なメソッドとして、inputContentID メソッドを持ち、外部から Web API として実行できる。表示させるコンテンツの ID を引数として指定し、inputCon-

```
{
  "id": "TakeMedicine",
  "subtitle": "Take the medicine.",
  "content": [
    {
      "type": "image",
      "url": "http://.../takingMedicine.png"
    },
    {
      "type": "button",
      "elem": [
        {
          "val": "DONE",
          "func": "function(){inputMSMService ('DONE');}"
        }
      ]
    }
  ]
}
```

図4 登録されているコンテンツの例

tentID を実行すると、Memory Aid Service は、その ID に対応するコンテンツをデータベースから取得する。次に、Memory Aid Service は、取得したコンテンツをクライアントサイドに Web Socket を通じて送信する。

コンテンツは、規定に基づいた JSON 形式の文字列として mongoDB に登録されている。登録されているコンテンツの例を図4に示す。各コンテンツは、*id*、*subtitle*、*content* の3つの要素からなる。*id* は、コンテンツを一意に特定するための文字列である。MSM Service や外部 Web Service は、ブラウザに表示したいコンテンツの *id* を指定して Memory Aid Service の inputContentID メソッドを実行する。Memory Aid Service は、入力された *id* をキーとしてコンテンツをデータベースから取得し、クライアントサイドに送信する。*subtitle* は、ブラウザに字幕として表示される文字列である。*subtitle* に登録されている文字列は、コンテンツの1要素としてクライアントサイドに送信され、ブラウザ上で表示される。各コンテンツの *subtitle* には、対応するコンテンツが呼び出される際にエージェントが発話する内容が登録されている。*content* は、ブラウザに表示されるボタンや選択肢、画像や映像の情報が複数登録されている。登録されている情報は、それぞれ *type* で分類されている。また、各 *type* に応じて必要な要素も登録されている。

図4の例では、*id* は “TakeMedicine”、*subtitle* は “Take the

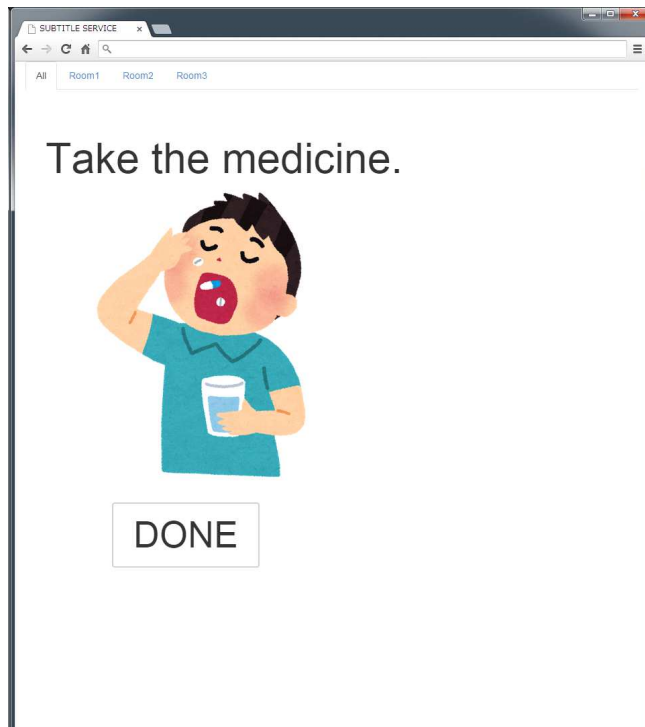


図 5 ブラウザ上に表示される図 4 のコンテンツ

medicine.”である。また、1つ目の *content* として、*type* が “image” の画像情報が登録されており、画像ファイルのアドレスを指定する URL も登録されている。2つ目の *content* として、*type* が “button” のボタン情報が登録されており、追加の要素としてボタンのラベルやボタンを押した時に実行するスクリプトが登録されている。

また、Memory Aid Service は、`addContent` メソッド、`editContent` メソッドを持っている。それぞれ外部から Web API として実行でき、コンテンツを追加・編集することができる。

4.2 クライアントサイド

次に、アプリケーションのクライアント側のプログラムについて述べる。クライアントサイドの実装環境は以下の通りである。

- ・開発言語：HTML, Javascript
- ・CSS ライブラリ：Bootstrap

クライアントサイドは、アプリの Web ページが開かれると、WebSocket 通信を確立するためにサーバサイドにハンドシェイク要求を送る。サーバからハンドシェイク応答が返ってくると、WebSocket が確立され、クライアントサイドはコンテンツの入力待機状態に移行する。

クライアントサイドは、Memory Aid Service から WebSocket を通じてコンテンツを受信し、それぞれの要素を解析し、ブラウザ上に表示する。図 5 に図 4 のコンテンツをブラウザ上に表示したスクリーンショットを示す。

また、クライアントサイドは、ユーザからのフィードバックを MSM Service に Web API を実行することで入力する。例えば、図 5 の “DONE” ボタンが押下されると、図 4 で登録されているように、`inputMSMService('DONE');` というスクリプト



図 6 開発した記憶補助エージェント



図 7 外出時の忘れ物チェック

が実行され、このスクリプトにより MSM Service に “DONE” という文字列が入力される。

5. ケーススタディ

本節では、ケーススタディとして、記憶補助エージェントを用いた実際のインタラクションの考察を行う。記憶補助エージェントの実現にあたり、マイク・タッチパネルを内蔵している Lenovo 社製のタブレット型 PC (ThinkPad Tablet 2) を用いた。図 7 に、実際に開発した記憶補助エージェントの図を示す。

5.1 薬を飲むことを促す

1つ目の例として、認知症高齢者に薬の服用を促すインタラクションを考える。認知症高齢者が薬を飲むべき時間になると、エージェントの発話とともに、前節で示した図 5 のように、画面にエージェントの発話内容と薬を服用している画像を提示する。認知症高齢者にとって、エージェントの発話内容のみでは理解が困難である場合が多く、このように文字や画像を用いたイメージから指示の内容を想起させる。次に、このインタラクションの後、時間をおいて、記憶補助エージェントを用い、薬を服用したかを認知症高齢者に確認する。この際、メモリエイドアプリに、“はい” と “いいえ” のボタンを表示し、認知症高齢者にとって入力の幅を持たせる。認知症高齢者が “はい” を選択すると、記憶補助エージェントは、孫の写真等の認知症高齢者を喜ばせる画像を表示する。このように、指示を遂行する度に認知症高齢者に特典を与えることで、指示を遂行すること

に対する意欲の向上やモチベーション維持に繋げる。“いいえ”が選された場合は、もう一度薬の服用を促すインタラク션을実行する。

5.2 忘れ物リストを表示する

2つ目の例として、外出時に忘れ物の確認を促すインタラク션을考える。我々の研究グループでは、室内における人物検知や入退室検知の研究を行っている。この入退室検知システムと記憶補助エージェントを連携させる。認知症高齢者の外出を検知すると、記憶補助エージェントはまず認知症高齢者にどこに行くのかを尋ねる。この際、メモリエイドアプリには、いくつかの候補がボタンになった状態で表示されている。認知症高齢者が行き先を入力すると、次に、記憶補助エージェントは、その行き先に合わせた忘れ物リストを表示する。忘れ物リストはチェックボックスになっており、認知症高齢者が各項目にチェックをつけながら、忘れ物がないかを確認することができる。図5に、それぞれのインタラククション時のメモリエイドアプリのスクリーンショットを示す。

5.3 動画を再生し、注意を逸らす

最後に、指示に従わない際に、動画を再生して気を逸らすことを考える。認知症高齢者は、不安感や嫌悪感を感じた時、指示を受け入れず、生活の誘導が困難になる。そのような時、音楽や動画を再生し、認知症高齢者を安心させることで、指示に従うようになることが確認されている。ここでは、認知症高齢者が、記憶補助エージェントの指示に従わず、外出しようとする時に、動画を再生して気を逸らすことを想定する。5.2と同様、認知症高齢者の外出を検知すると、記憶補助エージェントは認知症高齢者にどこに行くのかを尋ねる。この際、認知症高齢者が指示を無視し、そのまま外出しようとした場合、記憶補助エージェントが動画を再生する。動画による聴覚・視覚的な刺激を用いて、認知症高齢者の注意を引き、外出することに対する意識を紛らわせる。動画の再生が終了し、認知症高齢者が落ち着いた状態で、もう一度指示を出して誘導を行う。

5.4 考察

提案手法に基づいた記憶補助エージェントを実装し、実際の使用を想定し実行した結果、この記憶補助エージェントがユーザとマルチモーダルなインタラク션을実現できることを確認できた。新たに開発したメモリエイドアプリを既存のVAUIと組み合わせることで、従来の音声インタラクーションに加え、字幕や画像、音楽や映像を用いた情報提示と、タッチパネルを用いたボタンや選択肢による情報入力が可能になった。しかし、今回の記憶補助エージェントのケーススタディは、認知症高齢者を対象として行ったものではなく、実際の認知症高齢者に有用であるかは不明である。今後の課題として、実際に認知症高齢者を対象に記憶補助エージェントの使用実験を実施し、本人や介護者からのフィードバックをもとに、システムの有用性を評価することがあげられる。また、記憶補助に対するアプローチは、認知症高齢者の症状の程度や住環境等によって異なり、記憶補助エージェントは、認知症高齢者一人一人に適切なインタラクーションを提供する必要がある。認知症高齢者一人一人に最適なインタラクーションを提供するためには、コンテンツを個

人に合わせてカスタマイズする必要がある。このようなカスタマイズ機能を実装し、認知症高齢者の家族や介護者が簡単に個人適応型の記憶補助エージェントを実現できるようにすることも、今後の課題としてあげられる。

6. おわりに

本稿では、認知症高齢者に優しくわかりやすい、エージェントを用いた認知症高齢者のための記憶補助（記憶補助エージェント、MAA）を提案した。具体的には、認知症高齢者とマルチモーダルな方法でインタラクーション可能なメモリエイドアプリを新たに開発し、先行研究で開発したVAUIを組み合わせた。また、ケーススタディを通して、記憶補助エージェントがユーザとのマルチモーダルなインタラクーションを実現できることを確認した。今後の課題として、実際に認知症高齢者にこの記憶補助エージェントを使用してもらい、本人や介護者からのフィードバックをもとにシステムを評価することがあげられる。また、認知症高齢者一人一人に適応した記憶補助エージェントを提供するため、家族や介護者がコンテンツを追加・編集できるサービスを提供することもあげられる。

謝辞 この研究の一部は、科学技術研究費（基盤研究C 24500079, 基盤研究B 26280115, 基盤研究C 24500258, 若手研究B 26730155）、および、川西記念新明和教育財団の研究助成を受けて行われている。

文 献

- [1] 内閣府, “平成 26 年版高齢社会白書,” Jan. 2015. <http://www.cao.go.jp/>.
- [2] 厚生労働省, “認知症施策の推進について,” Jan. 2015. <http://www.mhlw.go.jp/>.
- [3] T. Kitwood, *Dementia Reconsidered: the Person Comes First*, Open University, 1997.
- [4] J. Cassell, “Embodied conversational interface agents,” *Communications of the ACM*, vol.43, no.4, pp.70–78, 2000.
- [5] 大和ハウス工業株式会社, “パロ,” <http://www.daiwahouse.co.jp/robot/paro/>, Jan. 2015.
- [6] ATR Hiroshi Ishiguro Laboratory, “Telenoid,” <http://www.geminoid.jp/projects/kibans/Telenoid-overview-j.html>, Jan. 2015.
- [7] H. Horiuchi, S. Saiki, S. Matsumoto, and M. Nakamura, “Designing and implementing service framework for virtual agents in home network system,” 2014 15th IEEE/ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing (SNPD2014), pp.343–348, June 2014. Las Vegas, USA.
- [8] 安田清, 安部伸治, 桑原教彰, 内海章, “記憶障害と認知症への工学的支援: その成果と展望,” *人工知能学会全国大会論文集*, 第21巻人工知能学会, pp.1–4 2007.
- [9] MMDAgent Project Team, “Mmdagent - toolkit for building voice interaction systems,” <http://www.mmdagent.jp>, Jan. 2015.
- [10] H. Igaki, M. Nakamura, and K. Matsumoto, “Design and evaluation of the home network systems using the service oriented architecture,” *Proc. International Conference on E-Business and Telecommunication Networks(ICETE04)*, vol.1, pp.62–69, Aug. 2004.
- [11] 安田清, “Information technology を用いた認知リハビリテーション記憶障害や認知症などに対して,” *認知リハビリテーション 2007 新興医学出版社*, pp.1–12 2007.