

在宅高齢者に向けた「こころ」センシングのための ルールベース問いかけ機構

前田 晴久[†] 佐伯 幸郎[†] 中村 匡秀[†] 安田 清^{††}

[†] 神戸大学 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1

^{††} 大阪工業大学 〒535-8585 大阪市旭区大宮 5-16-1

E-mail: [†]haruhisa@ws.cs.kobe-u.ac.jp, ^{††}masa-n@cs.kobe-u.ac.jp

あらまし 我々の研究グループでは環境センシングによって推定されたコンテキストをトリガとし、チャットボットが高齢者に問いかけて、その心の内を言葉に外化させ記録する「こころ」センシングの提案・開発を行っている。従来では特定のサービス同士で密結合になっており、問いかけの設定を簡単に追加・変更できないなど、拡張性に乏しかった。本研究では新たにルールに基づいた問いかけを行うサービスを提案する。問いかけルールは、いつ、どこで、どのようなイベントが発生したときに「こころ」センシングを行うかについての条件を定義した条件部と、どのユーザに対してどのようなメッセージを送信するかといった具体的な問いかけの内容について定義したアクション部の2つで構成されている。提案サービスによって、より体系的かつ柔軟な問いかけを行うことができるようになり、高齢者の様々な心の内を取得することが期待できる。現在、我々は試験的に提案サービスを様々な用途に使用している。
キーワード スマートヘルスケア、スマートホーム、「こころ」センシング、ルールベースシステム

Rule-Based Talking Service to Elderly at Home for Efficient Mind Sensing

Haruhisa MAEDA[†], Sachio SAIKI[†], Masahide NAKAMURA[†], and Kiyoshi YASUDA^{††}

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

^{††} Osaka Institute of Technology 5-16-1, Omiya, Asahi-ku, Osaka, 535-8585 Japan

E-mail: [†]haruhisa@ws.cs.kobe-u.ac.jp, ^{††}masa-n@cs.kobe-u.ac.jp

Abstract Our research group has been studying *mind sensing*, which is to externalize the inside of elderly's heart as a sentence using a chatbot. However, our previous research lacks expandability because it is tightly coupled between specific services, and we can not easily add or change the setting of questions from chatbot. In this research, we propose a new service that asks questions based on rules. The rules consist of two parts, the condition part and the action part. The condition part defines the conditions on when, where, and what kind of event occurs to perform mind sensing. The action part defines the contents of specific questions such as what message is sent to which user. The proposed service makes it possible to ask more systematic and flexible questions, and it can be expected to capture various minds of the user. Currently, we use the proposed service for various applications on a trial basis.

Key words Smart health-care, Smart home, Mind sensing, Rule-based system

1. はじめに

近年、日本は超高齢化社会に瀕し、医療・介護に関する分野では、我が国が抱える問題は計り知れない現状にある。内閣府の発表によると、65歳以上の高齢者の数は2017年には約3515万人に達し、総人口に占める割合は27.7%に及ぶ[1]。平均寿命が伸びたことや、総人口が減少傾向であることにより、高齢者の割合は増え続けており、2050年には総人口の約40%に及

ぶと言われている。人口減少や高齢者人口の増加、それに伴う介護現場での人手不足、社会保障費の増加、労働力の低下など、様々な課題がある。介護分野においては、介護人材・介護施設の不足が深刻であり、独居高齢者が増加している現状に対し、政府は在宅介護の支援に力を入れている。しかしその一方で、在宅高齢者は身体機能と認知機能の低下によって日常生活への支障をきたすことがあり、家族の介護者の負担は増大する可能

性がある。こうした在宅高齢者の支援のため、近年は様々な機関でアシスティブテクノロジーの研究がされている。その一つとして、ICTを用いた見守りシステムがある。見守りシステムでは、センサやウェアラブル機器、スマートホーム技術を利用して、在宅高齢者の日々の活動を認識している。例えば、環境センサを用いた[2][3]、携帯電話の加速度センサを用いた方法[4]、ウェアラブルセンサを用いた方法[5]、屋内測位と電力計を用いた方法[6]など、様々な研究がされている。

一方で、従来の見守りシステムでは、外部で観測可能なイベントしか検知できない限界点がある。より個人一人ひとりに即したケアを行うためには、内的状態も併せて把握する必要がある。内的状態とは気分、痛み、体調などの外部で観測できない人間の状態を指す。こうした情報は人間の健康に直結しており、在宅でも取得することが重要である[7]。しかし、内的状態は一般的には専門家による問診やカウンセリングを通して得られるものであるため、在宅で恒常的に取得することは困難であった。

こうした課題に対し、我々の研究グループでは、仮想的なエージェントやロボットとの対話を通して高齢者の心の内を言葉に外化させ記録する、「こころ」センシングの提案・開発を行っている。先行研究においては、スマートフォンのチャットボットによる「こころ」センシングを利用した **Memory-Aid Service** [8] を開発した。このサービスでは、時刻や行動認識サービス[2]による宅内のイベント検知をトリガとして、チャットボットがスマートフォン上でその時の体調や気分について問いかける。ユーザがチャットボットからの問いかけに対してテキスト（または音声、画像）で返信すると、その内容が日時情報とともにデータベースに保存される。その後、ユーザはいつでも自分自身が記録した情報の振り返り、修正、分類、検索を行うことができる。

先行研究では状況に応じた問いかけを行うために、行動認識サービスが生成しているログを定期的にモニタリングし、特定のユーザの特定の行動が検知された時にチャットボットがメッセージを送るように設定している。しかしながら、行動認識サービスはもともと心の内面を聞き出すためのものではないため、「こころ」センシングに適したメッセージを送ることが困難であった。また、ユーザに対して送信する問いかけの設定は行動認識サービスに特化したものとなっており、全てハードコーディングされているため、非常に固定的なセンシングしかできない。このように先行研究では特定のサービス同士で密結合になっており、問いかけの設定を簡単に追加・変更できないなどの問題があった。

そこで本研究では、より体系的かつ柔軟に「こころ」センシングを行うための基盤サービスの提案・開発を行う。具体的にはルールに基づく問いかけの仕組みを導入し、ユーザー一人ひとりに対する「こころ」センシングの仕様を規定する。各ルールは条件部とアクション部に分かれる。条件部は外部サービスから通知されたイベントに対して、「こころ」センシングを実施するかどうかの条件を定義したものである。アクション部は条件部が成立したときに行う問いかけの対象や内容など、具体的な

問いかけを定義したものである。各ルールはデータベースで管理され、必要に応じて GUI を通して追加、更新、削除などの操作を行うことができる。提案サービスにより、自由度の高い問いかけを行えるようになり、ユーザの様々な内的状態をより簡単に取得することが期待できる。

2. 先行研究：Memory-Aid Service

2.1 概要

我々は[8]において、加齢による認知機能の低下に伴う物忘れに不安を抱える在宅高齢者の支援を行うためのサービス、Memory-Aid Serviceを開発した。このサービスの狙いは、ユーザが日々の中で自身にとって重要な情報を簡単に記録し、記録された情報をいつでも取り出すことができる機能を提供することによって、物忘れの防止を行うことである。開発にあたっての課題は、どのようにユーザに内的状態などの重要な情報を記録するように促すか、また、どのように記録された情報を活用するかということであった。

図1に先行研究のアーキテクチャ図を示す。上記の課題を解決するアプローチとして、**A1:「こころ」センシング**と**A2:振り返り**の機能を実装した。

A1は、スマートフォン上のチャットボットとの対話を通して、ユーザの内的状態の外化・記録を行うシステムである。時刻や外部システムに由来するイベントをもとに、チャットボットが自動的にユーザに対して問いかける。[8]ではコンテキストアウェアな問いかけを行うために、センサボックス[9]や行動認識システム[2]を活用し、ユーザとのインタラクションを行うためにLINE Messaging API[10]を用いたチャットボットを実装した。センサの値が変化し、行動認識が行われたタイミングで、「今どんなことをしていますか?」、「今日はどんな気分ですか?」、「今日はどんなことをしますか?」といった問いかけがチャットボットからユーザに対して行われる。ユーザがスマートフォンを操作してチャットボットに返信すると、そのテキストメッセージはWeb-APIを通してデータベースに保存される。さらに、ユーザは日々の生活の中で思いついた考え、その日の体調や予定などの情報を記録するためにチャットボットと自発的に話すことができる。

A2は、ユーザに記録された情報を振り返ってもらうことで、物忘れの予防につなげるアプリケーションである。仮想エージェント[11]との音声対話と直感的なGUIを活用して、ユーザはPC上で2種類の振り返りを行うことができる。

短期的な振り返りでは、ユーザが直前に記録したメッセージの一覧が画面上に表示される。ユーザは1日の終わりにこれらを確認することで、その日自分に起こったことや自分が感じたことを思い返すことができる。また、表示されたメッセージに誤字や脱字があった場合、ユーザはそれを修正することができ、さらに必要に応じてメッセージを加筆することもできる。また、ユーザは一つ一つのメッセージについて、どういった内容を含んでいるかを示すユーザ定義のカテゴリに分類する。

長期的な振り返りでは、ユーザは全ての記録を検索すること

ができる。ユーザはカテゴリ、キーワード、期間によってメッセージを検索し、いつでも確認できる。このようにして、ユーザは必要なときに重要な情報を見つけることができ、物忘れに対する不安を軽減することが期待できる。

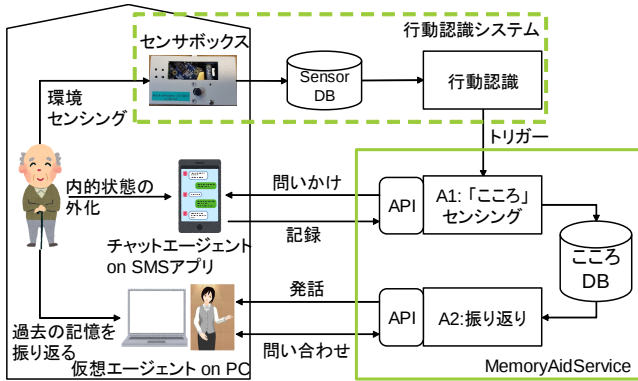


図 1 先行研究のアーキテクチャ図 [8]

2.2 課題

A1 の「こころ」センシングでは、環境センサを利用した行動認識をトリガとして、内的状態を外化させるための問い合わせを行っている。具体的には、行動認識の結果はユーザに対して LINE で通知されるようになっており、送信したメッセージは以下のようにログとしてデータベースに保存されている。

```
_id: "5d2abade3efbc011fb13f849"
timestamp: "2019-07-14T14:17:18+0900"
from: "LINE bot"
to: "U921012a7a9b4c86ec69782677ed2a3f3"
dataType: "text"
contents: "07 月 14 日 14 時 17 分にテレビの前で、
食事をしていましたか？ [質問番号:14005 番] (確
率:71.4285714285714%) (humidity で検知)"
```

ここで、*to* は各ユーザに紐づけられた一意の ID であり、*contents* に認識した行動（上の例では「食事」）、確度、認識に用いたセンサの種類などが記述されている。あるユーザに対して「こころ」センシングを行う際は、行動認識のログを定期的に監視し、最新のログに対して *to* にそのユーザに該当する ID が含まれているか、*contents* や特定の行動が含まれているかどうか確認し、含まれていた場合、設定した問い合わせが LINE 上で行われるようになっている。

一方で、どのユーザに対して、どんな行動が検知された時に、どんな内容の問い合わせを行うかといった「こころ」センシングのための個々の設定は全てハードコーディングされており、非常に固定的である。これらの設定を追加または変更する場合はソースコード自体に直接手を加えなければならない、煩雑になってしまう。また、[8] での「こころ」センシングは行動認識サービスに特化したシステムとなっている。よりユーザの状況を考慮した問い合わせを行うために、他のスマートホームサービスが検知したイベントを利用する場合には、それぞれのサービスが

管理するイベントの情報をどのように取得し活用するかなどを別に考えなければならない。このように、先行研究は他のサービスと連携しにくいという拡張性の問題もあった。

3. 提案手法

3.1 全体アーキテクチャ

本稿では 2.2 で挙げた課題を解決するために、より体系的に「こころ」センシングを行うためのルールベース問い合わせサービス **MindSensingService** の提案を行う。提案サービスは外部から通知されたイベントに対し、ユーザ問い合わせルールに従って、適切なメッセージを指定されたメッセージサービスでユーザに送信することで、「こころ」センシングの中核となる問い合わせの部分を担当。図 2 に提案サービスのアーキテクチャ図を示す。

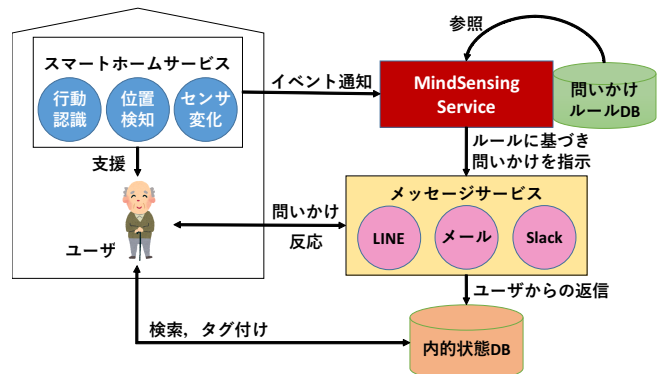


図 2 提案サービスのアーキテクチャ図

宅内ではユーザを支援するための様々なスマートホームサービスが稼働している。これらのサービスではユーザの行動認識、位置検知や宅内に設置したセンサの変化など、様々なイベントが生成される。提案サービスではこれらのサービスからのイベント通知を受け付け、ルールに基づいた問い合わせを行う。

問い合わせルールはデータベースに保存されており、「こころ」センシングを実施するかどうかの条件を定義した条件部と、ユーザに対する具体的な問い合わせを定義したアクション部に分かれている。通知されたイベントの情報と各ルールの条件部を比較し、条件を満たしていれば、ユーザに対してアクション部で定義した問い合わせが実行される。アクションの中で実際に問い合わせを送信し、その後ユーザが問い合わせに対する返信を行うために、様々なメッセージサービスを活用する。スマートフォンや PC など、様々なデバイスでのインタラクションに対応することで、ユーザー一人ひとりのライフスタイルに合わせた「こころ」センシングを行うことができる。

ユーザへの問い合わせとユーザからの反応は、それぞれ送信されたタイミングで時刻情報とともに自動的にデータベースに挿入、記録される。蓄積されたユーザからの返信は、後に自分自身が記録した情報の振り返り、修正、分類、検索を行うことができる Memory-Aid Service などのサービスで活用するほか、適切なアクセス制御を通して医師や介護者などのユーザの関係者からアクセスされ、介護・支援に役立てられる。

以降の小節では、アクション部と条件部の具体的な設計について説明する。

3.2 アクション部

条件部が成立したときに、どのユーザに対して、どんな問い合わせを、どんなメッセージサービスを使って問い合わせるか、を定義する。問い合わせルール DB の *action* テーブルには以下の情報が記録される。

aid : アクション ID
targets : 問い合わせを送るユーザの ID
messagebody : メッセージ本文
service : 問い合わせを送るメッセージサービス

targets には複数の ID を指定することが可能であり、特定の問い合わせを複数のユーザに同時に送信することができる。アクションを実行する際には、ユーザ情報からメッセージサービス毎に登録されているアカウント情報が参照される。例えば、問い合わせを LINE で送る場合は LINE ID、メールで送る場合はメールアドレスが該当する。その後、メッセージサービス毎に用意された Web-API を用いて *messagebody* に記述されたテキストを送信する。例えば、「maeda さんに『今の体調はどうですか?』という問い合わせを LINE で送信する」場合、`act1 = {targets: ["maeda"], messagebody: "今の体調はどうですか?", service: "LINE"}` というアクションを定義する。

3.3 条件部

条件部ではイベントに対する条件、すなわち、いつ、どこで、どんなイベントが起こったときに、そのユーザに対する「こころ」センシングを実施するかを定義する。本研究では時刻に基づく **TB ルール (Time-Based Rule)** とイベントに基づく **EB ルール (Event-Based Rule)** の 2 つの条件を設計する。

3.3.1 TB ルール

TB ルールは設定した期間内でインターバルごとにアクションを実行する Time-Based なルールであり、イベントに依存しない、時刻のみに基づく問い合わせを行う。定期的に問い合わせを行いたい場合や、決まった時刻にメッセージを送信したい場合に用いることができる。例えば、1 日 1 回 9 時に送る、13 時～15 時まで 30 分毎に送るといったことが可能である。問い合わせルール DB の *tbrule* テーブルには以下の情報が記録される。

tbrid : 時刻ベースルール ID
actions : 実行するアクションの ID
since : 開始時刻
until : 終了時刻
interval : インターバル (分)

サービスが開始されると、全ての TB ルールに対して、開始時刻からインターバル置きに実行されるタスクがスケジューリングされる。タスクでは、現在の時刻が実行期間内にあるかどうかをチェックし、あればアクションを実行する。例えば上記の `act1` を 10 時から 16 時まで 1 時間ごとに実行する場合、`tbrule1 = {actions: ["act1"], since: "10:00",`

`until: "16:00", interval: 60}` とする。

3.3.2 EB ルール

EB ルールは外部サービスから通知されるイベントをトリガとする Event-Based なルールであり、いつ、どこで、どんなイベントが起こった時にアクションを実行するかを定義する。例えば、「7 時から 8 時の間に寝室で行動認識システムがユーザの起床を検知すれば、今朝の体調を尋ねるメッセージを送る」ということができる。

EB ルールでは通知されたイベントに対してアクションを実行するかどうか判定するために、通知されるイベントに対する条件を示す *condition* を利用する。問い合わせルール DB の *condition* テーブルには以下の情報が登録される。

cid : ID
from : 誰がイベントを行ったか
to : 誰に対してイベントを行ったか
since : この時間以後にイベントが行われたか
until : この時間以前にイベントが行われたか
event : どんなイベントか
location : どこでイベントが行われたか
description : イベントの説明

例えば、「行動認識サービスが 6 時から 10 時の間に、寝室で maeda さんの起床を検知した」ことに該当する *condition* は `con1 = {from: "行動認識サービス", to: "maeda", since: "06:00", until: "10:00", event: "起床", location: "寝室", description: "maeda さんの起床を検知"}` となる。

外部サービスからイベントを通知するために、REST API の *post* メソッドを利用する。*post* されてきたイベントの情報と *condition* を比較し、アクションの実行可能性を判定するメソッド *postEvent(from, to, time, event, location)* を用意する。*postEvent* メソッドは判定の結果が返り値として boolean 型の *true*, *false* で返される。*from*, *to*, *time*, *event*, *location* という 5 つのパラメータが付加されており、*condition* の各フィールドと比較する際の対応が以下の表の通りである。

表 1 *post* されたパラメータと *condition* の比較表

番号	<i>post</i> されるパラメータ	<i>condition</i> との比較条件
1	<i>from</i>	<i>from</i> と一致するか
2	<i>to</i>	<i>to</i> と一致するか
3	<i>time</i>	<i>since</i> と <i>until</i> の間にあるか
4	<i>event</i>	<i>event</i> と一致するか
5	<i>location</i>	<i>location</i> と一致するか

1～5 の条件を全て満たした場合のみ *true* を返し、それ以外であれば *false* を返す。例えば上記の `con1` に対して、*postEvent*("行動認識サービス", "maeda", "10:42:24", "起床", "寝室") が実行された場合、3 番目の条件を満たさないで、*false* を返す。

EB ルールは 1 個以上の *condition* を登録しておき、*post* されたイベントが全ての *condition* に対して表 1 の 1～5 の条件を満たしたときにアクションを実行するルールとなっている。問い合わせルール DB の *ebrule* テーブルには以下の情報が記録

される。

ebrid : イベントベースルール ID
actions : 実行するアクションの ID
conditions : 条件 ID
breakTime : 1 度アクションを実行してから休憩時間 (分)

postEvent メソッドが実行されると、登録されている全ての EB ルールに対して、post されたパラメータと EB ルールが持つ conditions との比較が行われ、全ての condition が true を返した EB ルールのアクションが実行される。また、短期間に乱発が起こる可能性があるため、一度アクションを実行してからしばらく時間を空けるために breakTime を設定している。例えば上記の条件 con1 が満たされた時にアクション act1 を実行し、1 度実行されてから 30 分は再度実行されないようにするには、ebrate1 = {actions: ["act1"], conditions["con1"], breaktime: 30} とする。

4. ケーススタディ

4.1 概要

本節ではケーススタディとして、提案サービスを利用して質問を送ることにより、ユーザの心理状態を取得するための実験を行う。この実験は、心理状態の見守りと自発的なメンタルヘルスケアを促すことを目的とし、精神疾患の質問票を参照して作成された 42 個の質問を、朝と晩の 1 日 2 回、それぞれ 3 個ずつ問いかける。ユーザには質問番号とともに、質問に対する回答を 4 段階の選択形式で答えてもらう。ユーザから送信された回答はデータベースに保存され、後の分析に利用する。7 日間で 42 問の問いかけに答えてもらった後、最後に過去一週間の自己の振り返りと対象者の心理状態に介入するメッセージをフィードバックとして送信する。

4.2 問いかけルールの登録

実験を開始するに当たって、ユーザに質問を送信するための問いかけルールの登録を行う。本実験では質問を送るユーザ、質問内容を表すアクション、時刻に基づく質問を行うための TB ルールの 3 つを登録する。また、質問の内容は毎日手動で更新する必要があったため、質問者が簡単に問いかけルールを確認・更新しやすいように、ブラウザ上で問いかけルールの設定を行うことができる GUI を実装した。図 3(a) に問いかけルールの設定画面を示す。この画面ではユーザごとに登録した問いかけルールの一覧が表示され、アクションや TB ルールの新規登録、更新、削除を行うことができる。

最初にユーザの登録を行う。今回は 6 名の被験者を対象にして実験を行い、6 人分のユーザ ID と LINE のアカウント情報を登録した。質問の内容がやや専門的であるため、音声対話より、チャットによるテキストメッセージのほうが明瞭であるという理由から、質問を送るために利用するメッセージサービスは LINE を採用した。

次にアクションの登録を行う。今回は朝と夜の特定の時刻

に、1 回につき 4 つのメッセージを送るため、MorningAction0~3, EveningAction0~3 という合計 8 個のアクションを登録した。MorningAction0, EveningAction0 は質問を始める前の前置きとし、MorningAction1~3, EveningAction1~3 はそれぞれ心理状態を尋ねるためのアクションとなっている。例えば、アクション MorningAction1 は、MorningAction1 = {targets: ["maeda", "yasuda", ..., "nakamura"], messagebody: "【質問番号 1】毎日の生活に満足していると思いますか？ 【答え方】 0 (全く思わない) 1 (あまり思わない) 2 (やや思う) 3 (とても思う)", service: "LINE"} というような形で表され、targets に 6 名のユーザの ID を入れ、6 人全員に同時にメッセージを送信するようにする。messagebody に質問の内容を記述し、service は LINE で問い合わせを行うため、LINE としている。

最後に TB ルールの登録を行う。今回は朝の 6:30 に送る MorningRule と夜の 21:30 に送る EveningRule の 2 つの TB ルールを設定する。例えば朝にアクションを行うための TB ルール MorningRule は、MorningRule = {actions: ["MorningAction0", "MorningAction1", "MorningAction2", "MorningAction3"], since: "06:30", until: null, interval: 1440} というような形で表され、actions には MorningAction0~3 の 4 つのアクションを指定する。インターバルを 1440 分とすることで、1 日 1 度、since に登録した 6 時 30 分に 4 つのアクションが実行されるようにした。

4.3 結果と考察

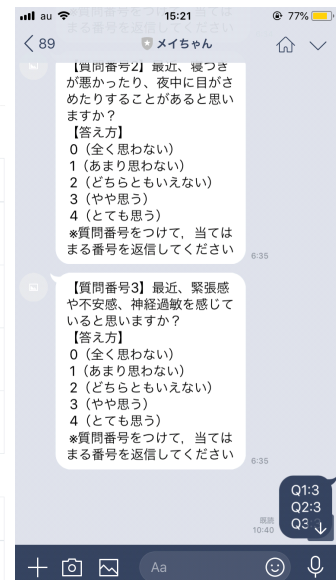
図 3(b) に LINE を用いて実装したチャットボットが被験者とやりとりを行っている様子を示す。MorningRule により朝の 6 時 30 分に、MorningAction0~3 で定義した心理状態を尋ねるメッセージが送信されている。被験者はこれらの質問に対して、任意の時間に回答を返信している。このようにして、提案サービスを用いることで、「こころ」センシングの基盤サービスとして、ルールに基づく問いかけを行うことができた。

実験において心理状態を尋ねる質問の製作と、提案サービスを用いて質問の問いかけルールの設定を行った質問者からは、特定の時間に 6 人の被験者に対して手動で質問を送信するよりも、あらかじめ問いかけルールを登録しておいて、自動的に質問が送られる方が非常に効率的であり、労力を低減できたという意見が得られた。一方で、利用者向けの GUI を使いやすくしてほしいとの要望があった。アクションを登録するときの targets や TB ルールを登録するときの actions などには、それぞれの ID を利用者が自分で参照してテキストで入力する必要がある。ボタンを押すだけで ID が自動的に入力されるようにすることでさらに利便性が高まると考えられる。また、実際に運用を開始する前に、アクションを実行できるテスト機能や、TB ルールに登録したアクションは全て実行されるようにしていたが、ランダムに実行する機能があれば利用の幅が広がるという様々な意見があった。

システムの振る舞いに関しては、質問者がブラウザ上の GUI を通して、手動でアクションで定義されている質問の内容を変



(a) 問いかけの設定画面



(b) LINE bot による問いかけ

図 3 ケーススタディのスクリーンショット図

更した結果がサービス側に正しく反映されず、前日に送った質問が再度送られてしまう不具合があった。この問題については実験中に修正し、翌日以降は正しく動作するようにした。また、実験終了後に GUI から TB ルールを削除したが、サーバ側にタスクが残ったままで、最後に登録していたアクションに含まれる質問が継続して送られてしまう不具合があった。この問題については現在原因を調査中である。

5. おわりに

本稿では「こころ」センシングを行うための基盤となるルールベースな問いかけサービス、MindSensingService の提案を行った。具体的には、いつ、どこで、どのようなイベントが発生したときに「こころ」センシングを行うかについての条件を定義した条件部と、どのユーザに対してどのようなメッセージを送信するかといった具体的な問いかけの内容について定義したアクション部の2つを組み合わせることで、スマートホームの中で発生する様々なイベントをトリガとしてユーザとインタラクションを行うことができる。実際に提案サービスを用いて、被験者の心理状態を把握するための質問を尋ねるケーススタディを行った。提案サービスによって、より体系的かつ柔軟な問いかけを行うことができるようになり、様々な心の内を取得することが期待できる。今後の研究としては、継続的な提案サービスの運用を通じた評価を行うことを考えている。

謝辞 この研究の一部は、科学技術研究費（基盤研究 B 16H02908, 18H03242, 18H03342, 基盤研究 A 17H00731）、および、立石科学技術振興財団の研究助成を受けて行われている。

文 献

- [1] Government of Japan, “Annual report on the aging society (2018),” <http://www.cao.go.jp/>, June 2018.
- [2] K. Tamamizu, S. Sakakibara, S. Saiki, M. Nakamura, and K. Yasuda, “Machine learning approach to recognizing indoor activities based on detection of envi-

ronmental change,” 11th World conference of Gerontechnology (ISG2018), vol.17, p.118s, May 2018. St. Petersburg, USA.

- [3] L. Niu, S. Saiki, and M. Nakamura, “Using non-intrusive environmental sensing for adls recognition in one-person household,” International Journal of Software Innovation (IJSI), vol.6, no.4, pp.16–29, Aug. 2018.
- [4] J.R. Kwapisz, G.M. Weiss, and S.A. Moore, “Activity recognition using cell phone accelerometers,” ACM SigKDD Explorations Newsletter, vol.12, no.2, pp.74–82, 2011.
- [5] Z. Wang, Z. Yang, and T. Dong, “A review of wearable technologies for elderly care that can accurately track indoor position, recognize physical activities and monitor vital signs in real time,” Sensors, vol.17, no.2, p.341, 2017. <https://www.mdpi.com/1424-8220/17/2/341>
- [6] K. Ueda, M. Tamai, and K. Yasumoto, “A method for recognizing living activities in homes using positioning sensor and power meters,” 2015 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communication Workshops (PerCom Workshops), pp.354–359, March 2015.
- [7] G. Di Cesare, C. Di Dio, M. Marchi, and G. Rizzolatti, “Expressing our internal states and understanding those of others,” Proceedings of the National Academy of Sciences, vol.112, no.33, pp.10331–10335, 2015.
- [8] 前田晴久, 佐伯幸郎, 中村匡秀, 安田清, “エージェントによる「こころ」センシングを活用した 物忘れ支援サービスの提案,” 電子情報通信学会技術報告書, 第 118 巻, pp.19–24, March 2019. 東京・国立情報学研究所.
- [9] S. Sakakibara, S. Saiki, M. Nakamura, and S. Matsumoto, “Indoor environment sensing service in smart city using autonomous sensor box,” 15th IEEE/ACIS International Conference on Computer and Information Science (ICIS 2016), pp.885–890, June 2016. Okayama, Japan.
- [10] “LINE Messaging API,” <https://developers.line.biz/ja/services/messaging-api/>, July 2018.
- [11] S. Nakatani, S. Saiki, M. Nakamura, and K. Yasuda, “Generating personalized virtual agent in speech dialogue system for people with dementia,” Digital Human Modeling 2018 (DHM 2018), Held as Part of HCI International 2018, vol.LNCS 10917, pp.326–337, Springer, July 2018. Las Vegas, USA.