

# 環境センシングに基づく在宅認知症者のための異常検知・対応サービスの検討

玉水 一柔<sup>†</sup> 徳永 清輝<sup>†</sup> 堀内 大祥<sup>†</sup> まつ本真佑<sup>†</sup> 佐伯 幸郎<sup>†</sup>  
中村 匡秀<sup>†</sup> 安田 清<sup>††</sup>

<sup>†</sup> 神戸大学 〒 657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1

<sup>††</sup> 千葉労災病院 〒 290-0003 市原市辰巳台東 2-16

E-mail: <sup>†</sup>tamamizu@ai.cs.kobe-u.ac.jp, <sup>††</sup>{tokunaga,horihori}@ws.cs.kobe-u.ac.jp,

<sup>†††</sup>{shinsuke,masa-n}@cs.kobe-u.ac.jp, <sup>††††</sup>sachio@carp.kobe-u.ac.jp, <sup>†††††</sup>fwkk5911@mb.infoweb.ne.jp

あらまし 認知症者の在宅介護を支援するシステムとして見守りシステムが知られているが、従来システムは個人適応が難しいことや、対応方法が人間への通知に限られるといった課題がある。これらの課題を解決するため、我々の研究グループでは認知症者の自宅の様々な環境値を IoT でセンシングして、認知症者と介護者一人ひとりに寄り添った在宅介護支援を実現することを目指している。本稿では特に環境センシングを活用した異常検知に焦点を当て、個人毎に異なる異常の定義とその検知・対応をユーザが柔軟にカスタマイズできるサービスの提案を行う。具体的には、コンテキストウェアサービスの仕組みを用いて、宅内で観測される異常をコンテキストとして捉える。さらに、異常が発生した際の対応をコンテキストと紐づけるアクションとして定義することで、個人に適応した異常検知・対応が可能となる。提案サービスを Web サービスとして試作し、実際の異常検知・対応のケーススタディを行う。

キーワード 認知症, 在宅介護, 異常検知, Web サービス

## Anomaly Detection and Support Service for Home Dementia Care based on Environmental Sensing

Kazunari TAMAMIZU<sup>†</sup>, Seiki TOKUNAGA<sup>†</sup>, Hiroyasu HORIUCHI<sup>†</sup>, Shinsuke MATSUMOTO<sup>†</sup>,  
Sachio SAIKI<sup>††</sup>, Masahide NAKAMURA<sup>†</sup>, and Kiyoshi YASUDA<sup>††</sup>

<sup>†</sup> Kobe University Rokko-dai-cho 1-1, Nada-ku, Kobe, Hyogo, 657-8501 Japan

<sup>††</sup> Chiba Rosai Hospital Tatsumidai-higashi 2-16, Ichihara, Chiba, 290-0003 Japan

E-mail: <sup>†</sup>tamamizu@ai.cs.kobe-u.ac.jp, <sup>††</sup>{tokunaga,horihori}@ws.cs.kobe-u.ac.jp,

<sup>†††</sup>{shinsuke,masa-n}@cs.kobe-u.ac.jp, <sup>††††</sup>sachio@carp.kobe-u.ac.jp, <sup>†††††</sup>fwkk5911@mb.infoweb.ne.jp

**Abstract** The elderly monitoring system is one of promising systems to support the home care of people with dementia. In the previous systems, however, the personal adaptation is difficult and the correspondence is limited to alerts to human users. To achieve more personalized home care for people with dementia, our research group studies environmental sensing with IoT to measure various values within the house. In this paper, we especially focus on anomaly detection and corresponding care, and propose a service that allows individual users to customize definition of anomaly and corresponding actions. Specifically, borrowing a mechanism of context-aware services, we regard every anomaly observed within the house as a context. We then define every care as an action bound to an anomaly context, which achieve personalized anomaly detection and correspondence. To demonstrate the feasibility, we implement a prototype system and conduct a practical case study.

**Key words** Dementia, Home Care, Anomaly Detection, Web Service

## 1. はじめに

現在、日本は超高齢化社会を迎えており、2025年には総人口がおよそ1億2066万人に減少する。一方、65歳以上の高齢者数は3657万人まで増加し、総人口の約30.3%が65歳以上の高齢者となる[1]。それに伴って認知症者の数も増加し、2025年には700万人前後になると予想されている[2]。介護人材の不足も深刻化しており、有効求人倍率は2.68倍(2014年12月)と高くなっている[3]。さらに、特別養護老人ホームの入所待機者数が52.4万人と発表されるなど、介護施設も不足している。これに対し政府は、施設介護に対する取り組みより、在宅介護の取り組み支援を始めている[4]。よって、今後の認知症介護の形態としては家族介護が主体になり、家族の負担が重くなる。したがって、在宅での認知症介護の負担を軽減する支援技術やシステム(アシティブ・テクノロジー)が求められている。

認知症者の在宅介護を支援する様々なアプローチの中で、本研究では特に、在宅認知症者のための異常検知・対応に焦点を当てる。ここでいう異常とは「宅内において、認知症者またはその関係者の健全・安全な生活を妨げる要因になりうるあらゆる状態・状況」と定義する。在宅介護における異常検知を行うシステムとして、見守りシステムがよく知られている。見守りシステムとは、センサやウェアラブル機器を用いて認知症者の状況をモニタリングし、異常が検知された場合に介護者にその発生を通知するシステムである。徘徊検知システム[5]や高齢者ケア包括支援システム[6]など多くのシステムが実際に開発されている。しかしながら既存の見守りシステムは、予め決められた異常しか検知できず、症状が異なる認知症者に幅広く適用できない。さらに、異常検知後の対応が介護者やオペレータ等の人間への通知に限られているという課題がある。

これらの課題を解決するため、我々の研究グループでは認知症者の自宅における複数の環境値(温度、湿度、照度、気圧、音量、モーション、振動)をIoTを用いてセンシングし(環境センシングと呼ぶ)、認知症者と介護者一人ひとりに寄り添った在宅介護支援を実現することを目指している。

本研究では特に、この環境センシングを活用した異常検知に焦点を当て、個人毎に異なる異常の定義と、その検知・対応をユーザが柔軟にカスタマイズできるサービスを提案する。具体的には、コンテキストウェアサービス[7]の考え方を取り入れ、宅内で観測される異常をコンテキストと捉える(異常コンテキストと呼ぶ)。異常コンテキストは、環境センシングで取得される現在または過去の環境値を用いて定義される。この異常コンテキストを、ユーザ(介護者またはケア提供者)が認知症者の症状に合わせて自由に定義できるようにすることで、人それぞれ全く異なる異常を柔軟に扱えるようになる。

さらに、異常発生時の対応については、従来の人間への通知に加えて、3種類の対応(語り掛け、興味・関心を引く、アクティビティに誘う)を用意する。語り掛けとは、認知症者の名前を呼び、短くわかりやすく語り掛ける対応である。興味・関心を引く対応とは、認知症者の気持ちに沿いながら上手に話題をそらす対応である。アクティビティに誘う対応とは、認知症

者の気持ちに沿いながら活動の誘導を行う対応である。これらの対応をヴァーチャル・エージェント技術[8]を用いることで、システムが人間に代わって実行するようにする。提案サービスでは、定義した各異常コンテキストに対して、上記の対応を自由にひもづけることで、通知以外の異常対応を実現できる。システムは環境センシングを通して異常コンテキストの成立を自動検知し、登録された対応を自動的に実行する。

本稿では、提案サービスのプロトタイプをRESTful Webサービスとして実装した。これにより、異常コンテキストの定義や評価をWeb経由で容易に行える。また、異常コンテキストの定義や対応の登録を行うためのGUIも作成した。異常コンテキストの検知と異常対応の実行を行うサービスとしては、我々の先行研究で開発しているコンテキストウェアサービス基盤RuCAS[9]を利用した。最後に、提案サービスの実用性を確認するために、実装したプロトタイプサービスを利用して、「突然大声を上げる」という異常に対して「語り掛け」で対応する、異常検知・対応のケーススタディを行った。

提案サービスによって、認知症者や介護者の一人ひとりの状況に応じた柔軟な異常検知・異常対応が可能となる。これによって、介護者の負担が少なくなり、継続的で質の高い在宅認知症介護が実現に貢献できる。

## 2. 準備

### 2.1 認知症の現状

認知症は、慢性あるいは進行性の脳疾患によって生じる多数の高次脳機能の障害からなる症候群である[10]。認知症の症状には、中核症状と行動・心理症状(BPSD)がある。中核症状は、脳の障害によって直接的に起こる症状で、記憶障害や見当識障害、言語障害などが該当し、すべての認知症患者に現れる症状である。一方のBPSDは、脳の障害を背景にして、その人の性格や体調、生活環境などに起因して起こる症状で、徘徊などがこれに当たる。BPSDは、患者個人の身体的要因や環境的要因によって引き起こされることから、症状が現れる人もいれば全く現れない人もいる。BPSDは人によって症状が全く異なり、ケアもそれぞれの症状に応じて行わなければならない。代表的なケアとして、以下のようなものが存在する。

語り掛け：認知症者本人の名前を呼び、そのあとに短くわかりやすく語り掛ける。これによって、認知症者の今感じていることを引き出したり、体調をチェックしたりするだけでなく、不安や寂しさを和らげる効果がある。

興味・関心を引く：認知症者の興味や関心を引き、介護や支援が困難な思考・状況から意識をそらす。例えば、思い出の写真など見せて、認知症者の不安や寂しさを和らげ、落ち着きを取り戻すことを助ける[11]。他にも「思い出のビデオを流す」、「好きな音楽を流す」などの手段があげられる。

アクティビティに誘う：認知症者に何らかの活動をさせるよう仕向ける。健全な思考や活動を誘発し、昼夜逆転を防止する効果がある。アクティビティを行うことで、認知症になってもできることがあると、自信が付き、多くの人と触れ合うことで寂しさ・不安も解消できる。具体的な内容として「歌を歌う」、

「ゲームをする」、「ちぎり絵・はり絵」、「折り紙」、「編み物」、  
「茶話会」などがあげられる。

## 2.2 認知症の在宅介護における異常

認知症者が暮らす宅内においては、認知症に起因する通常でない状況(すなわち異常)がしばしば発生する。ここでいう異常とは「宅内において認知症者または関係者の健全・安全な生活を妨げる要因になるあらゆる状態・状況」と定義する。この異常はBPSDによって起こることが多く、その特徴や程度は人によって全く異なる。したがって、その人に応じた対応が必要になる。具体的な例を挙げると次のようなものがある。

暑いのに冷房をつけない：認知症により暑さの感覚が薄れたことや、節約思考の強かった人によく見られるケースである。宅内環境の特徴として、部屋の温度や湿度、不快指数が高い状態が持続される。この異常を対処しないしていると、熱中症や脱水症状を起こす危険性があり、最悪の場合、命を落とす。

突然大声を上げる：認知症による不安や寂しさなどから、大声をあげてしまう状態。混乱や妄想によって起こることもある。静かな状態から急に声を上げるため、宅内環境の特徴として部屋の音量が急激に上がる状態が観測される。この異常は「同居している家族が眠れない」、「介護者にストレスがたまる」などの問題につながり、介護者や同居家族にとっての負担になる。

徘徊：長時間とどまることなく歩きまわったり、同じところを何度も行き来したりする症状。屋内の場合は、短時間に同じ部屋に出入りを何度も繰り返す。屋外の場合には、帰ってこれず行方不明になったり、事故にあったりする可能性がある。また、長時間歩き続けるため足を痛めることもある。介護者にとって常時監視が必要な異常であり、大きな負担となっている。

## 2.3 環境センシングとコンテキストウェアサービス

我々の研究グループでは、複数のセンサデバイスをワンボードPCに接続して小さな箱に入れ、周辺の環境を測定するセンサボックスの研究開発を進めている[12]。現在開発中のセンサボックスは、温度、湿度、照度、気圧、音量、モーション、振動のセンサを内包し、これらをWebサービスでラップしている。外部のアプリケーションは、センサボックスに対してプラットフォーム非依存なプロトコル(RESTまたはSOAP)でアクセスし、センサ値を取得する。すなわち、センサボックスはインターネットを介してセンサデータをやり取りできるIoTである。このセンサボックスを屋内に設置して屋内の環境センシングを行い、インターネットを通じてクラウド上のデータベースにセンサデータを収集し、様々なアプリケーションに役立てる。

取得したセンサデータは、コンテキストウェアサービス[7]に活用できる。コンテキストとは、人・物体・環境などの状態や状況の情報を意味する。コンテキストウェアサービスとは、コンテキストの変化を自動で検知し、その変化に応じたアクションを提供するサービスを指す。一般にコンテキストは、センサの現在値や過去の値を利用して定義したり推定したりする。我々の研究グループでは、Webサービスを利用してコンテキストウェアサービスを作成・管理するためのサービス基盤RuCASを実装している[9]。認知症者の在宅介護に対するコンテキストウェアサービスの積極的な応用例はまだ少ない。

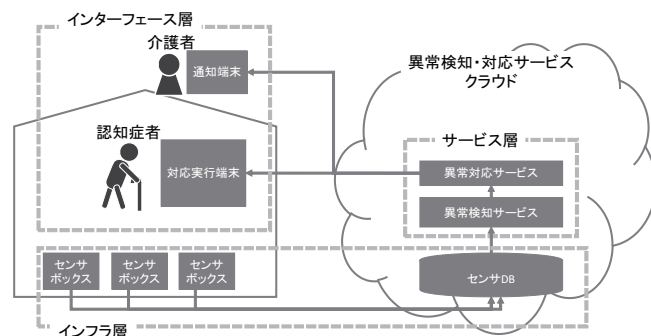


図1 提案サービスの全体アーキテクチャ

## 3. 在宅認知症者のための異常検知・対応サービス

### 3.1 全体アーキテクチャ

図1に提案する異常検知・対応サービスの全体アーキテクチャを示す。より多くの家庭に対してスケーラブルなサービスを提供するため、提案サービスではデータベースや計算インフラをクラウド上に持ち、複数の世帯で計算資源を共用するアーキテクチャを取っている。提案アーキテクチャは、インフラ層、サービス層、インターフェース層で構成されている。

インフラ層：認知症者の宅内の環境センシングを行うセンサボックスと、センサデータを蓄積するクラウド上のデータベースを取り扱う。センサボックスは宅内の主要な場所(例えば、居間や玄関、洗面所)に設置する。センサボックスは、安全な通信路を介して、定期的にセンサ値をデータベースに投入する。

サービス層：クラウド上で異常を検知し、検知された異常に応じた対応の実行命令を発行する。サービス層は、異常検知サービスと異常対応サービスからなる。異常検知サービスは、インフラ層のセンサデータを利用して異常を検知し、そのログを管理する。異常対応サービスは、検知された異常に基づき、対応実行命令を宅内機器に対して発行する。

インターフェース層：サービス層で発行された対応実行命令を受け取り、実際に異常対応を実行する。実行される対応として、エージェント技術を用いた認知症者との対話型インタラクション、介護者への異常発生・対応内容の通知などを行う。

提案アーキテクチャの3層のうち、本稿では特にサービス層をどう実現するかに焦点を当てる。異常検知サービスについては、どのような異常をどのように検知するのかを検討する。また、異常対応サービスについては、検知された異常に対してどのような対応が行えるのかを検討する。

### 3.2 サービス層実現のキーアイデア

サービス層において必要となる異常検知・対応の機能を実現するために、2.3で述べたコンテキストウェアサービスの仕組みを用いる。すなわち、宅内で発生する異常を、センサデータで性質づけられるコンテキストとみなす(異常コンテキストと呼ぶ)。このとき、2.2で述べたように、異常の特徴や程度は人によって全く異なるため、個人適応する必要がある。そこで、異常検知サービスでは、異常コンテキストの定義や評価方法をユーザ(介護者やケア提供者)が自由にカスタマイズでき

ようにする。異常検知サービスは、定義されたそれぞれの異常コンテキストを絶えず監視・評価し、その状態の管理を行う。

次に、検知された異常に対する対応は、コンテキストアウェアサービスのアクションとみなして管理する。異常対応サービスでは、2.1 で述べたケアをユーザが認知症者の症状に合わせてカスタマイズできるようにし、任意の異常コンテキストとひもづけられるようにする。異常対応サービスは、異常検知サービスで管理されている全ての異常コンテキストを監視し、異常が検知された場合には対応するアクションを自動的に実行する。

### 3.3 異常検知サービス

異常検知サービスは、宅内で発生する様々な異常を、環境センシングで得られたセンサデータに基づく異常コンテキストとして定義・管理する。いま、 $D$  をすべてのセンサデータの集合とする時、異常コンテキスト  $c$  を次のように定義する。

$$c = [id, f : \mathcal{P}(D) \rightarrow \{true, false\}]$$

ここで、 $id$  は識別子、 $f$  は  $D$  (の一部) を入力として真偽値を返す評価関数である。つまり、各異常コンテキストはセンサの値に応じて真 (=異常) または偽 (=正常) に評価される。また、 $c_1, c_2$  を異常コンテキストとするとき、 $c_1 \& c_2$  (論理積)、 $c_1 || c_2$  (論理和)、 $!c_1, !c_2$  (否定) もすべて異常コンテキストと定義する。

評価関数  $f$  の実装には様々な方法が考えられる。例えば、センサの現在値のみで定義できる異常や、直近の値が必要なもの、過去の履歴を学習して推定するものなどが考えられる。よって、異常検知サービスは、 $f$  を実装する様々なアルゴリズムを格納するデータベースを持ち、ユーザの必要に応じてプラグインとして利用できるようにする。ユーザは検知したい異常に合わせて利用するプラグインを選び、必要なパラメータを入力して異常コンテキストの定義を行う。

また、異常検知サービスは定義されたすべての異常コンテキストを継続的に監視し、その評価値を状態として管理する。外部のアプリケーションが検知したい異常コンテキストの  $id$  を与えると、その時点での  $f$  の真偽値を返すサービスも提供する。

例として 2.2 で挙げた 3 つの異常 (暑いのに冷房をつけない、突然大声を上げる、徘徊) を異常コンテキストとして定義する。

暑いのに冷房をつけない: 「部屋が高温である状態が持続する」という状況を用いて、例えば以下のように定義できる。

[*hotWithoutAC, Continue(room1.temperature, >, 30C, 1h)*]

ここで、*Continue*(センサ属性, 比較演算子, しきい値, 期間) は、与えられたセンサ属性が現在まで一定期間以上しきい値条件を満たす場合に真を返す評価関数である。「部屋 1 の温度が 30 度より大きい状態が 1 時間以上続く」というコンテキストで異常を定義している。

突然大声を上げる: 「部屋の音量が急に上がる」という状況を用いて、例えば以下のように定義できる。

[*loudVoice, Event(room1.sound, >, 75db)*]

ここで、*Event*(センサ属性, 比較演算子, しきい値) は、与えら

れたセンサ属性の現在値がしきい値条件を満たした瞬間に真を返す評価関数である。「部屋 1 の音量が 75db より大きくなった」というコンテキストで異常を定義している。

徘徊: 「短時間に同じ部屋に出入りを何度も繰り返す」という状況を用いて、例えば以下のように定義できる。

[*wandering, Count(bath.presence == true, >=, 20, 10min)*]

ここで、*Count*(条件, 比較演算子, しきい値, 期間) は、与えられた条件が現在まで一定期間の間に何回成立したかを数え、しきい値条件を満たした際に真を返す評価関数である。「風呂場に 10 分以内に 20 回以上出入りしている」というコンテキストで異常を定義している。

上記で用いた比較的単純な評価関数以外にも、時系列データからパターンを検出するアルゴリズムや、時系列データを学習してコンテキストを推定するアルゴリズムも考えられる。

### 3.4 異常対応サービス

異常対応サービスは、異常時の対応をアクションとして定義する。本稿で扱うアクションは、主として 2.1 で述べた介護者への通知 (*notify()*)、語り掛け (*greet()*)、興味関心を引く (*attract()*)、アクティビティに誘う (*invite()*) の 4 種である。これらのアクションは実際にはインターフェース層 (図 1 参照) で実行され、ヴァーチャル・エージェント技術 [8] 等を用いて、認知症者や介護者とインタラクションすることを想定している。上記以外にも、スマートホームを利用した機器制御やインターネットサービスの呼び出しなど、様々なアクションが考えられるため、後から随時追加できるようにしておく。

さらに異常対応サービスは、どの異常に対してどのアクションを実行するかをひもづけを ECA ルール [9] で管理する。いま、 $c_1, c_2, \dots$  を任意のコンテキスト、 $a_1, a_2, \dots$  を任意のアクションとするとき、ECA ルール  $r$  は次のように定義される。

$$r = [E : c_i, C : \{c_{j_1}, c_{j_2}, \dots, c_{j_m}\}, A : \{a_{k_1}, a_{k_2}, \dots, a_{k_n}\}]$$

ここで、 $E$  はイベント、 $C$  はコンディション、 $A$  はアクションを表す。コンテキスト  $c_i$  が偽から真になった時、イベント  $E$  が発生したと言う。イベント  $E$  が発生した時、 $C$  の全コンテキスト  $c_{j_1}, \dots, c_{j_m}$  が真ならば、ルール  $r$  は実行される。 $r$  が実行されると、 $A$  の全アクション  $a_{k_1}, \dots, a_{k_n}$  が順に実行される。

個人に適応した異常対応を実現するため、異常対応サービスでは認知症者に合わせた ECA ルールをユーザが作成することを想定している。異常検知サービスで定義した異常コンテキストを  $E$  および  $C$  に指定し、 $A$  としてサービスに登録されているアクションを選択してパラメータを与える。

例として 3.3 の 3 つの異常への対応を ECA で定義する。

暑いのに冷房をつけない: 部屋が異常に暑くなっていることを語り掛けによって気づかせるという対応を考える。

$r1 = [E: hotWithoutAC, C: isPresent, A: greet(「玉水さん、部屋が暑くなっています。冷房をつけましょう!」)]$   
ルール作成において、イベントは 3.3 の異常コンテキストを指定し、コンディションとしては在室であること、アクションとしては語りかけを行っている。また、語り掛けによる効果がない

## 条件の管理

評価用のプラグイン | BasicEvaluator.jar ▾

評価用のクラス | basicEvaluator.BasicEvaluator ▾

条件の名前 | 大声

条件の説明文 | 居間, 70db以上

場所 | 居間 ▾

評価インターバル(ミリ秒) | 5000

初期評価値 | false

センサーの種類 | 音量 ▾

高い?低い? | 高い ▾

しきい値 | 70

追加する

user0001の全コンテキスト:

contextID	contextName	description	edit	delete
user0001_a_1518ee36592	暑い	28度以上	edit	delete
user0001_a_151a34371b5	大声	居間, 70db以上	edit	delete

図 2 異常コンテキスト登録画面

## 対応の追加

### 設定状況

対応の実行条件  
・暑い

対応の実行追加条件  
なし

実行される対応  
・語り掛ける  
しゃべる言葉=エアコンをつけませんか?  
読み上げスピード(50~300)=100  
読み上げのピッチ(50~200)=100  
読み上げの音量(0~200)=100  
読み上げの声(1~8)=1

以上の設定でよろしいですか?

前に戻る 登録する

図 3 異常対応登録画面

場合には、介護者に通知するか、または、スマートホーム経由でこっそりと冷房をつける等の ECA ルールを追加する。

突然大声を上げる：まず語り掛けによって何があったのか尋ね、次に思い出の写真を一緒に見て、興味・関心を引くという対応を考える。

```
r2 = [E:loudVoice, C:isPresent, A: greet(「玉水さん、どうしました? 思い出の写真が届きましたよ。見まじょうか」), attract(思い出写真)]
```

他にもはり絵などのアクティビティに誘うことも考えられる。

徘徊：語り掛けによって何があったのか尋ね、徘徊の理由がわかれば、その原因を取り除くための対応をする（例えば、トイレに誘導する）。徘徊の理由がわからない場合は、ゲームなどに誘い徘徊による肉体的疲労やけが、行方不明を防止する。

```
r3 = [E:wandering, C:true, A:greet(「玉水さん、どこへ行きたいのですか?」)]
```

```
r4 = [E:reasonToilet, C:wandering, A:greet(「トイレはこちらですよ」)]
```

```
r5 = [E:reasonUnknown, C:wandering, A:invite(ゲーム)]
```

## 4. 実装

### 4.1 プロトタイプサービス

提案する異常検知サービスと異常対応サービスのプロトタイプを実装した。実装に用いた技術は以下のとおりである。

- 開発言語：Java 1.7.0\_75
- データベース：mongoDB
- Web サーバ：Apache Tomcat 7.0.59
- Web サービスフレームワーク：Jersey 1.19

両サービスとも Web サービスとして開発され、プラットフォームに非依存な REST プロトコルでサービスを利用できる。異常検知サービスにおける評価関数のプラグイン機構の実装については、Java のリフレクションを利用して、jar ファイルを設置するだけで新たなプラグインを追加できるように工夫した。現状では、最新のセンサ値としきい値で異常コンテキ

ストを定義する基本的なプラグインのみを実装している。一方、異常対応サービスのアクションは、現状語り掛け greet() のみを登録できる。ECA ルールの評価・実行については、我々の先行研究で開発している RuCAS [9] を利用した。

さらに、ユーザが異常コンテキストやアクションを登録するための GUI を以下の技術を利用して開発した。

- 開発言語：HTML, javascript
- javascript ライブラリ：jQuery 2.1.4
- CSS フレームワーク：Twitter Bootstrap 3.1.1

異常コンテキストの登録画面を、図 2 に示す。コンテキスト評価に用いるプラグインとそのクラス、名前、場所、評価間隔、推定の頻度など付加的なパラメータを指定し、対象とするセンサ、比較演算子、しきい値を入力する。また、異常対応の ECA ルール登録画面を図 3 に示す。「対応の実行条件」にはイベントとなるコンテキストを、追加条件にはコンディションに相当するコンテキストを指定する。対応には、今回実装した語り掛けのパラメータを指定するようになっている。「しゃべる言葉」、「スピード」、「ピッチ」、「音量」、「声の種類」を設定できる。

### 4.2 ケーススタディ

ケーススタディとして、3.4 で述べた「突然大声を上げる」場合の異常検知・対応をプロトタイプサービスを利用して実現した（ただし、対応は語り掛けのみ）。我々の研究グループの S101 室を認知症者の自宅と仮定して、大声のしきい値を 70dB 以上に設定した。具体的には、表 1 のパラメータを異常検知サービスに与えて、異常コンテキストを定義する。次に、表 2 のパラメータを異常対応サービスに与えて、「突然大声を上げる」が発生した時に語り掛けの対応を行うように設定した。

図 4 に、評価で用いた S101 室の音量データ（2015 年 2 月 19 日）を示す。345 秒あたりで 70dB を超えていることから、登録後およそ 345 秒で語り掛けが行われることが期待される。実際、異常と対応の登録を行うと、およそ 350 秒後に語り掛けが行われ、期待通りの動作をすることが確かめられた。

表 1 突然大きなお声を上げる異常の登録内容

項目	設定内容
評価用プラグイン	BasicEvaluator.jar
評価用のクラス	basicEvaluator.BasicEvaluator
条件の名前	大声
条件の説明文	居間, 70db 以上
場所	居間
評価インターバル (ミリ秒)	5000
初期評価値	false
センサーの種類	音量
高い? 低い?	高い
しきい値	70

表 2 突然大きなお声を上げる異常の対応登録内容

項目	設定内容
対応の実行条件	大声
対応の実行追加条件	なし
実行される対応	語り掛ける
しゃべる言葉	玉水さん, どうしましたか?
読み上げスピード	100
読み上げのピッチ	100
読み上げの音量	100
読み上げの声	1

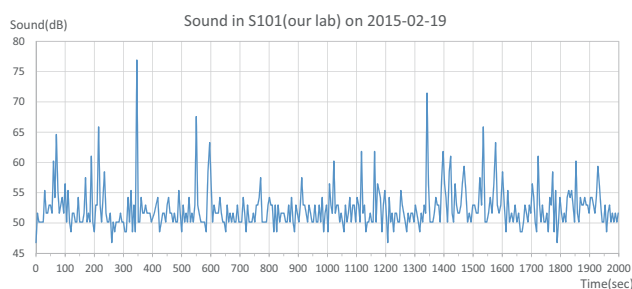


図 4 S101 の音量

### 4.3 考察

ケーススタディの結果, 評価用のセンサーデータでは, 期待通りの動作をすることが確かめられた. 異常検知について, 評価インターバルの設定によっては, 実際に異常が起こってから, 検知し対応を実行するまでに遅延が起こるが, 登録の際に介護者が各異常によって評価インターバルを調整できることを考えると, 問題ないと考えている.

しかし今回のケーススタディでは, 取得済みの過去のセンサーデータで試したため, 本当に部屋で大声が上がったかが確かめられていない. そのため, 実際の認知症者宅内でオンラインテストを行う必要がある. また, 今回の単純な異常コンテキストだけでは, センサのノイズによる誤検知の問題や, 徘徊などの時系列データの解析を必要とするものはカバーできない. よりハイレベルな評価関数プラグインを実装する必要がある.

また, 異常コンテキストや異常対応の登録に関しては, 現状では専門知識 (しきい値, 評価プラグイン, 評価クラスなど) を必要とする. そのため, 専門知識のないユーザには入力負担が大きい. この問題に対しては, 登録の説明ガイドラインを

加えたり, [鈍く - 普通 - 鋭く] 等の直観的なラベルで値を指定可能にしたりすることで, 登録の負担を軽減していきたい.

## 5. おわりに

本稿では, 認知症者の在宅介護を支援することを目的として, 環境センシングに基づく異常検知, 異常対応を行うサービスの提案を行った. 提案サービスでは, コンテキストウェアサービスの考え方を取り入れ, 認知症者個人に適應した異常の定義とその対応を, ユーザが柔軟にカスタマイズできる. また, プロトタイプを開発して提案サービスの動作確認を行った.

今後の課題として, 高度な異常コンテキストを定義できるプラグインの実装, スマートホームやヴァーチャルエージェントを利用した高度な対応アクションの実装, 非専門家を対象とした登録 GUI の開発, 実際の家庭にシステムを設置した評価実験等が挙げられる.

謝辞 この研究の一部は, 科学技術研究費 (基盤研究 B 26280115, 15H02701, 若手研究 B 26730155, 萌芽研究 15K12020) の研究助成を受けて行われている.

## 文献

- [1] 内閣府, “平成 27 年度版高齢社会白書,” <http://www.cao.go.jp/>, June 2015.
- [2] 厚生労働省, “認知症施策推進総合戦略 (新オレンジプラン),” <http://www.mhlw.go.jp/>, Jan. 2015.
- [3] 厚生労働省, “介護人材の確保について,” <http://www.mhlw.go.jp/>, Feb. 2015.
- [4] 大和総研, “超高齢社会における介護問題,” [http://www.dir.co.jp/research/report/japan/mlothers/20140509\\_008508.pdf](http://www.dir.co.jp/research/report/japan/mlothers/20140509_008508.pdf), May 2014.
- [5] フランスベッド, “認知症外出通報システム, おでかけキャッチ ws-01,” <http://www.francebed.co.jp/medical/news/detail.php?id=295>, Dec. 2015.
- [6] 株式会社テクノスジャパン, “在宅ケア 見守り介護ロボット「ケアロボ」,” <http://www.technosjapan.jp/product/tascal/index.html>, Aug. 2015.
- [7] M. Baldauf, S. Dustdar, and F. Rosenberg, “A survey on context-aware systems,” *International Journal of Ad Hoc and Ubiquitous Computing*, vol.2, no.4, pp.263–277, 2007.
- [8] 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.
- [9] H. Takatsuka, S. Saiki, S. Matsumoto, M. Nakamura, “Rucas: Rule-based framework for managing context-aware services with distributed web services,” *International Journal of Software Innovation*, vol.3, no.3, pp.57–68, July 2015.
- [10] 日本神経学会, “認知症疾患治療ガイドライン 2010 コンパクト版 2012,” [http://www.neurology-jp.org/guidelinem/nintisyo\\_compact.html](http://www.neurology-jp.org/guidelinem/nintisyo_compact.html), Nov. 2012.
- [11] 桑原教彰, 桑原和宏, 安部伸治, 須佐見憲史, 安田清, “写真のアノテーションを活用した思い出ビデオ作成支援 認知症者への適用と評価,” *人工知能学会論文誌*, vol.20, pp.396–405, 2005.
- [12] 大槇章裕, まつ本真佑, 佐伯幸郎, 中村匡秀, “モバイル環境センシングにおける個人向けセンサボックス 実装フレームワークの提案,” *電子情報通信学会技術研究報告*, 第 113 巻, pp.51–56, Nov. 2013.