

## IoT 環境における利用者の状況に基づく生活支援システムの検討

若張 直紀<sup>†,§</sup> 片山 健太<sup>‡,§</sup> 横山 真悟<sup>‡,§</sup> 高橋 秀幸<sup>‡,§</sup> 木下 哲男<sup>‡,§</sup>

†東北大学工学部情報知能システム総合学科 ‡東北大学大学院情報科学研究科

§東北大学電気通信研究所

## 1 はじめに

Internet of Things (IoT), 音声認識, ロボット技術などの発展により, 通信機能を有する環境センサ, 家電, ロボットなどの IoT デバイスによる新しい生活支援システムが期待されている. 本研究では, パーソナルロボット, センサ, 家電などの動作や機能の異なる様々な IoT デバイスが個々に取得可能な情報から高齢者の状況を導出し, 状況に応じた IoT デバイス群と外部 Web サービスの連携に基づく高齢者向け生活支援システムの実現を目的とする. 本稿では, エージェント型 IoT デバイスの基本設計, 因果関係に基づく IoT デバイスの協調機能の概要および各種基本機能の設計と試作について述べる.

## 2 関連研究と技術的課題

健康状態や認知機能が低下しやすい高齢者を対象とした見守りシステムの開発が行われている. 例えば, 宅内の環境変化をトリガとするヴァーチャルエージェントの声掛けによって高齢者の行動を把握し, 非常時には介護者に連絡するシステム[1], 宅内のセンサ群のデータから利用者の行動収集・分析によって異常を検出し, 必要に応じてアラート通知を行うシステム[2]などがある. 既存研究の多くは, 予め利用するセンサ等を想定し, 高齢者の行動認識や異常検知に主眼を置いたものであり, 実際の高齢者に対する支援内容は, コミュニケーションや安全確保を図る呼びかけ・外部への連絡などに限られていることが多い. また, 高齢者とインタラクションが発生するような生活支援を提供する場合には, 一般的に多様な高齢者の状態および環境を想定した上で, システムが提供する生活支援を事前に決定する必要がある. よって, 高齢者の生活パターンの変化等に応じた支援動作の再設定, IoT デバイスや Web サービスの追加・変更に応じた新たな支援内容への対応が難しい.

A Situation-Aware Life Support System in IoT Environment  
Naoki Wakabari<sup>†,§</sup>, Kenta Katayama<sup>‡,§</sup>, Shingo Yokoyama<sup>‡,§</sup>,  
Hideyuki Takahashi<sup>‡,§</sup>, Tetsuo Kinoshita<sup>‡,§</sup>

<sup>†</sup>Department of Information and Intelligent Systems, Tohoku University

<sup>‡</sup>Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

<sup>§</sup>Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University

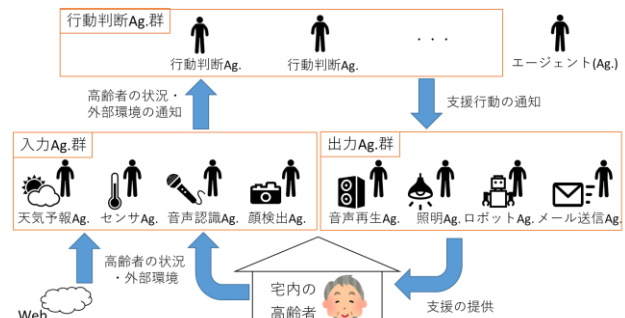


図 1. AIoT に基づく生活支援システムの概要

## 3 エージェント型 IoT に基づく生活支援システム

本研究では, 高齢者の生活パターンの変化や IoT デバイスなどの追加・変更に対応可能な生活支援システムの実現を目的とし, 具体的には, IoT デバイスと Web サービス等の柔軟な連携によって, 高齢者の状況と周囲の状況から物忘れ防止, 徘徊防止, 日常の生活見守りを中心とした支援を行うエージェント型 IoT(AIoT)に基づく生活支援システムを提案する.

図 1 に, AIoT に基づく生活支援システムの概要を示す. 本システムでは, センサ, ロボット, 照明機器, 家電, 携帯端末などの通信機能を備えた異種の IoT デバイスがそれぞれ自身の動作や制御を自律的に決定・実行する能力を備えたエージェント(AIoT)として動作する. 各種 AIoT デバイス群と外部 Web サービス等を含めた協調・連携によって, 高齢者の状況把握を行い, 高齢者の状況に応じた生活支援を行う. 具体的には, AIoT に基づく生活支援システム上で, 各種入出力機能を有する IoT デバイスは, 入力・出力エージェントとして各種 IoT デバイスの管理・制御を行う. また, 各種 IoT デバイスや外部 Web サービスから得られた情報に基づき支援内容の選択や決定を行う行動判断エージェントによって, 適宜, 呼びかけ, 外部への連絡, 機器の制御などの支援提供を判断する.

例えば, 外出の可能性が高いと判断した際には, 天気予報から傘の必要性を判断し, 必要ならば出力デバイスから傘の携帯を促す. また, 深夜に予定もなく外出する場合には, 徘徊の可能性が高いと判断し, 外出を控えるよう呼びかけ, 家族等へ通知するなどの支援を行う.

### 3.1 エージェント型 IoT デバイスの基本設計

本システムでは、入力機能、出力機能、行動判断機能のエージェント化を行い、高齢者の状況・外部環境の取得、因果関係に基づく行動判断、仕様やプロトコルの異なる IoT デバイスの連携によって高齢者支援を実現する。また、行動判断エージェントは、入力エージェントの情報から状況を把握し、支援内容の判断に関する推論、更新・管理を行う。

### 3.2 因果関係に基づく IoT デバイスの協調機能

行動判断エージェントは、高齢者の状況と外部環境から想定される因果関係を知識ベースとしたルールベース推論によって主に行動判断を行う。また、基本的に支援を実現する 1 つのシナリオにつき 1 つの行動判断エージェントを生成する。各行動判断エージェントは、入力エージェントから通知される高齢者状況と外部環境を自身の知識として登録・更新する。登録・更新された知識が自身の保持する条件と合致すると、その行動判断エージェントは、協調機能によって、適切な出力エージェントと連携し支援を行う。保持する条件は、例えば、雨の予報なのに傘を持たないで外出しようとするのを、(雨の予報である) $\wedge$ (傘を持っていない) $\wedge$ (外出しようとしている)、などと表現したものである。また、行動判断エージェントを用いた支援シナリオの追加・編集機能によって、支援シナリオの管理を行い、状況に応じた連携を支援する。

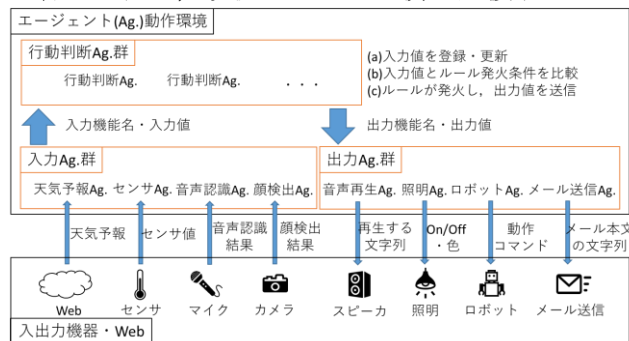
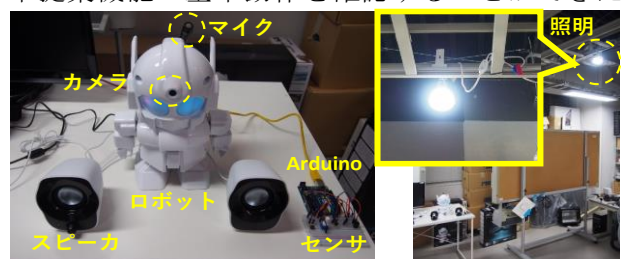


図2. 試作システムの構成

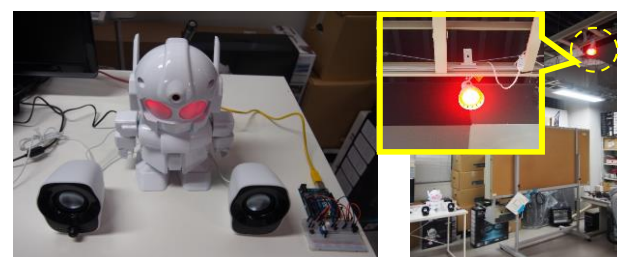
### 4 実装と実験

AIoT に基づく生活支援システムの試作を行った。高齢者の状況・外部環境に応じた、スピーカーを用いた音声発話、照明の制御、メールによる外部への連絡、パーソナルロボットの動作によって高齢者支援を行う試作システムの構成を図2に示す。パーソナルロボット(Rapiro)に搭載したコンピュータ上(Raspberry Pi 2 Model B)に各エージェントを配置した。また、カメラ、スピーカー、マイクおよび Arduino を接続し入出力に用いた。Arduino には、温度センサ、照度センサ、

チルトセンサ、スイッチおよび抵抗式ポジションセンサを接続した。また、照明として Philips Hue を用いた。具体的には、顔検出エージェント(Ag.)、音声認識 Ag.、天気予報 Ag.、センサ Ag.、日時 Ag.、音声再生 Ag.、メール送信 Ag.、照明 Ag.、ロボット Ag. および行動判断 Ag. を実装した。図3に試作システムの動作例を示す。行動判断 Ag. は、火事等の異常な高温を検知し、呼びかけ・機器の制御・外部への連絡により高齢者の安全を支援するシナリオを持つ。図3(a)は、宅内の状態が通常であり、ロボットの目(ライト)が青、照明が白の状態を示している。図3(b)は、高温を検知した後にロボットの目と照明が赤に変化し、家族へメールで高温の検知を連絡し、高温の検知を呼びかけている様子を示している。本提案機能の基本動作を確認することができた。



(a) 通常時 (ロボットの目: 青, 照明: 白)



(b) 異常時 (ロボットの目: 赤, 照明: 赤)

図3. 試作システムの動作例

### 5 おわりに

本稿では、AIoT に基づく生活支援システムの概要と試作システムについて述べた。今後は、事例ベース推論、機械学習などを用いた状況判断、定量的評価について検討を行う予定である。

### 謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 16K00118, 16K00292 の助成を受けたものです。

### 参考文献

- [1]玉水一柔, 榊原誠司, 佐伯幸郎, 中村匡秀, 安田清, “変化時の行動記録と環境センシングに基づく機械学習を用いた宅内行動認識,” 信学技報, vol.117, no.251, WIT2017-48, pp.101-106, Oct. 2017.
- [2]新村正明, 中正和久, 和崎克己, 下井信浩, “高齢者見守りネットワークのための宅内センサデータ処理手法の設計と実装,” 情報処理学会研究報告, vol.2017-UBI-55, no.7, pp.1-7, Aug. 2017.