

IoTシステムのための半自律型対話エージェント

○川田愛華 藤田智至 大谷雅之 (近畿大学)

Semi-autonomous dialogue agent for IoT system

* M. Kawata, S. Fuzita and M. Otani (Kindai University)

Abstract— Although ideal IoT systems should perform automatically independent from human, conventional systems require human instructions or manual pre-configuration. Fully automated IoT systems may behave differently from human intention. In this study, we develop a semi-autonomous IoT system that performs by interacting with human. Concretely, the proposed system includes the following functions. Although the system selects its behavior from its pre-configured rules, the system executes the selected rule when the human allows the execution of the rule.

Key Words: dialogue agent, Rule selection, IoT

1. 序論

近年、我々の生活で、IoT機器は身近な存在になってきている。理想的なIoTシステムは、動作ルールを自律的に設計し、利用者に適したIoT機器を適切なタイミングで動作させることが望ましい。例えば、家の電気を点けるタイミングについて、昼でも電気を点ける人と、夜でないと点けない人がおり、IoT電灯による自動化をする場合に、よく考えてルールを設計しなければならない。使用者が同一の場合でも、季節や場所によっても、利用の仕方や生活スタイルが変わることも考えられる。

しかしながら、現在のIoTシステムの多くは、予め設計されたルールを動作させるものか、人の指示を待って動作するものが殆どである。一方、完全に自律化したIoTシステムを開発した場合でも、使用者の意図と異なる動作をする可能性があり、家電操作の誤作動により使用者にとって望ましくない動作をする懸念がある。

本研究では、IoTシステムが使用者の意図と異なる動作を行わないよう、使用者との対話によって動作する半自律的なIoTシステムの設計をすることを目的とする。具体的には、提案システムは次の二つの機能を有する。一つ目は、人との対話に基づく半自律動作である。これは、動作ルールの選択は、予め設定されたルールから自律的に行うが、選択したルールを実行する前に、対話エージェントがルール実行の可否を人に尋ね、許可が得られたのちに選択されたルールを実行する機能である。二つ目は、使用者の振る舞いを学習し、使用者に応じてルールの選択方法を変える機能であり、実世界で動作するIoTシステムに適するよう、自律度という指標をもとにルール選択を行うものである。本稿では、提案システムの各機能について説明したのち、複数のシ

ナリオについて、提案システムがどのような動作を行うか説明する。

2. 関連研究

対話エージェントを用いたIoTシステムとして、これまでに様々なものが提案されている。例えば、近間らが提案したユビキタスホームにおける対話インタフェースロボットがある⁴⁾。この研究では、実際の住居を用いた実証実験を行っており、実証実験用住居には、ネットワークで相互に接続されたセンサと家電製品を始めとする、各種機器を設置している。センサは、カメラやマイク、床圧力センサ、人感センサ等である。各種センサによって得られるデータ、家電機器から得られる内部情報、サービスが実行された経緯は、DBに記録される。対話システムはこれに接続し、様々な情報を受け取りつつ、利用者との対話を行うことでユーザの環境を把握する。対話は、現在実装されているものは、連想しりとり対話戦略であるキーワードスポッティングで行う。動作を実行する為のトリガとなるキーワードとその時に実行するサービスのスクリプトを組みとしてDBに格納しておく。マッチするキーワードがユーザの発話の中にあれば、対応するサービスが発火する仕組みである。この例では、対話を通じて、実行するルールの絞り込みを行っているが、実行するルールが確定したら、人の反応を待たず実行する。そのため、人が実行して欲しくないときにもルールが実行されるという問題がある。

3. 対話に基づく半自律型IoTシステムの構築

本研究では、人の意図に沿って動作するIoTシステムの構築を目指し、対話エージェントに基づく半自律型IoTシステムを試作する。まず、Fig. 1に、提案する半自律対話システムの概要図を示す。まず、提

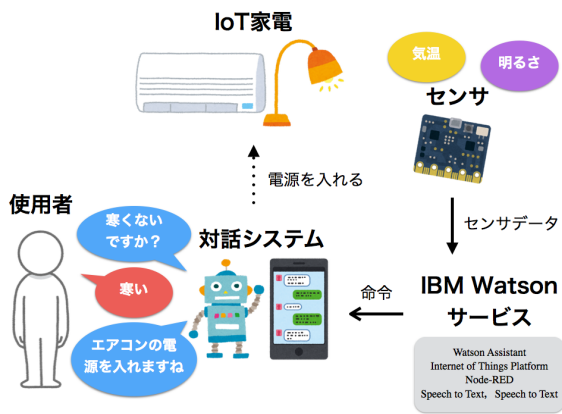


Fig. 1 対話システムの動作の流れ

案システムは、IoT機器やセンサからシステムが動作する環境のデータを受け取る。システムは、データを受け取ると、実行すべき動作について、予め設定しておいた動作ルールに基づいて判断する。動作ルールを選択した後、対話エージェントを通じて、選択された動作の実行の可否を使用者に問う。使用者から動作の許可を得られた場合は、実際に家電の電源を入れる等の動作を行う。このように、提案システムが人に動作を提案し、人の許可が得られてから動作する、というモデルとなっている。

3.1 提案システムの実装

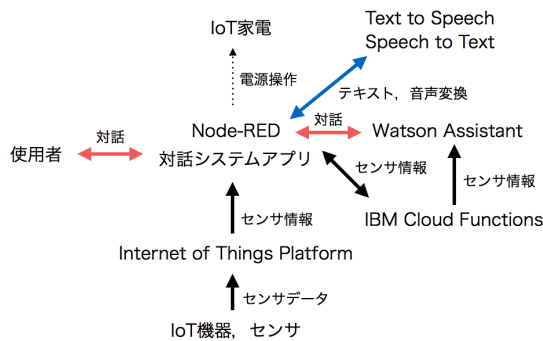


Fig. 2 対話システムの構成

使用者との対話の窓口になる対話システムとして、IBM Cloudの複数のサービスを利用し、Webアプリケーションを製作した。用いたサービスの役割は、以下の通りである。また各サービスの構成図をFig. 2に示す。

A. Watson Assistant 使用者と対話システムの対話は、自然言語を用いて実現する。対話ログの設定を行った。また、機械学習を適用しており、常に柔軟な応答を返すことが可能である。

B. Internet of Things Platform IoTデバイス、及びセンサの接続を行い、データを随時取得し、分析する。また、デバイスと対話システムのアプリの接続を行った。

C. Node-RED 対話システムの詳細な動作の設定や複数のサービスを連携させるプログラムの作成、データ管理や学習方法等の細かいルールを設定、Webアプリの作成を行なった。

D. Speech to Text, Speech to Text 前者は音声テキストに、後者はテキストを音声に変換することで、音声対話を可能にし、対話アプリの利便性を高めた。

E. IBM Cloud Functions Watson Assisatのみでは細かな動作やルールの設定が難しい為、柔軟で拡張が容易なアプリの製作はここで行った。

最初に、Node-REDにおいて、Internet of Things Platformに接続したIoT機器のデータをWebSocketに随時送るフローを作成する。次に、WebSocketに送られたデータをIBM Cloud Functionsで作成したWebサービスにて取得し、Watson Assistantにデータを渡す。Watson Assistantにて予め設定しておいた基準値を満たした場合は対話を進め、満たしていない場合は起動しない。Node-REDで対話システムを動作させるフローを作成し、随時システムと使用者の対話内容を取得し、処理を行う。Speech to Text, Speech to Textは、状況に応じて、音声対話が必要であれば使用する。



Fig. 3 対話システムのインターフェース

3.2 対話エージェント

完成した対話エージェントを動作させた様子についてFig. 3に示す。左の吹き出しはシステムの対話、右の吹き出しは使用者の対話内容が次々に記載されていく。基本的に、対話の開始はシステム側から使用者に問いかける形で始まり、使用者は簡単な返答のみで、IoTシステムの操作を行うことが出来る仕様になっている。デモの動作内容は、対話システムがセンサから取得した室温の数値が、予め使用者の嗜好に合わせて設定された基準値を満たした場合、現在の使用者の状態を把握する質問した後、エアコンの電源を入れる必要があるとすれば電源を入れるかどうかの質問を最終的に行う。

4. 人に合わせたルールを選択

4.1 ルール選択基準の変更

前章では対話システムインタフェースの試作を行ったが、²⁾実際に利用するためには、使用者一人一人の行動、嗜好や状況に合わせてルールの選択基準を変える必要がある。状況に合わせてルールが必要な例として、スマートホームを例に考える。ある部屋では、人間の存在を感知した際、室温が28度以上であれば冷房、28度未満であれば暖房を点けるようなルールがシステムに設定されていると仮定する。その部屋の人が平常時であればこのルールで問題が起きなくても、体調が優れない場合などは、室温が高めでも冷房を点けることでストレスになることもある。また、換気や掃除などをする場合には、室温が一定ではなく、電源が何度も操作されるという無駄が生じる。また、賃貸住宅のように人の入れ替わりの多い部屋では、前の住人のルールと次の住人のルールが異なり、管理人がその都度ルールを設定し直す必要がある。

本研究では、半自律対話システムに、使用者との対話を通じて、使用者に合わせたルール選択基準を学習する機構を組み込むことで、人に合わせたルール選択を行う仕組みを構築する。

4.2 IoT環境に適したルール選択

本研究では、以下のスマートホームの例を想定し、ルールの設計を行った。

自律度(Yesの割合)	アクション
0.8以上1.0以下	照明を点灯する

0.6以上0.8未満	「電気をつけますね」と発言し、拒否されなければ照明を点灯する。
0.4以上0.6未満	「電気を点けましょうか？」と発言し、許可が得られたら照明を点灯する
0.2以上0.4未満	「暗いですが電気は点けません」と発話し、拒否されなければ何もしない。
0以上0.2未満	何もしない。

Table. 1 自律度に基づく動作

ある部屋において、人の有無と明るさによって、照明を操作するIoTシステムを考える。部屋には人感センサと照度センサが配置されており、それらのデータに応じてシステムはルール選択を行う。例えば、人感センサの値が大きく、かつ照度センサの値が小さく、かつ部屋の電気が点いてない場合、『対話エージェントに「電気を点けましょうか？」と発言させ、人の許可が得られたら照明を点灯する』というアクションを起こすというルールを想定する。半自律対話システムは、条件に合致する限りこのルールを実行し続けるが、いつでも同じ質問を投げかけることになり、煩わしさを感じさせる。そこで、このルールを実行した際の可否(Yes/No)の回数を保存し、その回数の割合によって『「電気を点けますね」と発言させ、人から拒否されなければ照明を点灯する』というアクションに切り替えるようにする。更に、この状態でNoの比率が低くなれば、『発言せず、照明を点灯する』というアクションに切り替える。このように、対話エージェントと人のやりとりに応じてシステムの挙動を変えるようにする。

Table 1は人が感知されて電気が消えている状況のルールを簡略化したものの一部を示したものである。CSV形式でJからする³⁾。選択基準の学習を点けましょうか尋ねるルールを実行し、Yesと答えた割合（後述する自律度と呼ばれる指標）に応じて、Table 1のルールから選択するようにする。

ルールの選択方法としては、Yesと答えた割合を「自律度」という指標として定義し、自律度の値に応じて選択するものとする。通常、ルールベースシステムにおけるルールの学習と選択は、最初に学習期間を設け、ランダムでルールを選択し、トライアンドエラーを繰り返すことで各ルールの選択確率を算出する。しかし、IoTシステムのように実世界で

動作するシステムにおいては、ランダムでルールを実行する方法は現実的ではない。そのため、本研究では、あるIoTデバイスに関して、動作が競合するルールに関して、使用者のこれまでのルール選択の状況から、自律度という指標を算出し、それを用いてグリーディ法に基づいてルール選択を行うものとする。

システムは選択されたルールのアクションに応じて、対応した対話フローを呼び出し、GUIを通じて対話を行う。作成したGUIの実行例をFig. 4に示す。

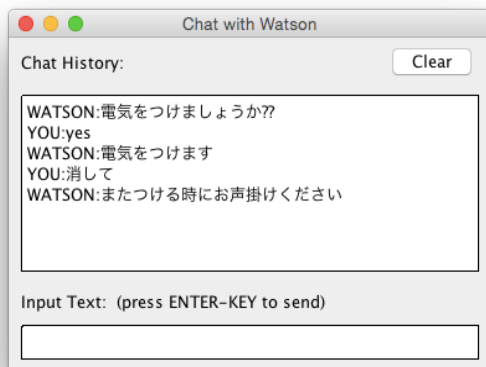


Fig . 4 対話システムの実行例

5. 結論

本研究では、対話エージェントを通じて動作内容の確認を行う、半自律型のIoTシステムを構築した。また、自律度に応じたルール選択により、実世界で動作するIoTシステムに適したルール学習・選択手法を提案した。スマートホームの例を用いて、いくつかのシナリオにおいてシステムの動作を検証したところ、システムが想定通り動作することが明らかになった。

今後の課題としては、提案したシステムを実際に利用した被験者実験を行い、その結果を分析する必要がある。また、複数の機器を動作させるような、より複雑なルールを利用できるよう、自律度の拡張を行う。また、多くのセンサを用いた場合に、ルール作成者の負担が大きくなるように、スケーラビリティに関する対策も必要である。

参考文献

- 1) Heesik Jeon,hyung Rai Oh,Inchul Hwang, and Jishie Kim : An Intelligent Dialogue Agent for the IoT Home, The Workshops of the Thirtieth AAAI Conference on Artificial Intelligence, 2016

- 2) 立花隆輝：Watsonとロボットの音声対話，日本ロボット学会誌35，2017
- 3) 目黒豊美，杉山弘晃，東中竜一郎，南泰浩：ルールベース発話生成の融合に基づく対話システムの構築，人工知能全国大会論文集，2014
- 4) 近間正樹，佐竹純二，佐藤淳，木戸出正継：ユビキタスホームにおける対話インタフェースロボットの試作，社会法人 情報処理学会 研究報告，2005