

室内快適性向上を目的としたティーチングボットの実装と評価

濱中 岳^{†1} 崔 漢鐘^{†1} 松井 加奈絵^{†1,2}

概要: 屋内温湿度を知ることは、快適に生活を行なう上で必要不可欠なデータである。しかしながら、適切な温湿度の値は、興味関心がある、もしくは背景知識をもっている人でなければ判断できない。そのため、本システムは小型センサによって温湿度のデータをセンシングし、SNS アプリケーションのひとつである Slack を利用したチャットボットを用い、室内環境に問題が起きた場合解決を行うティーチングボットシステムの実装と評価を行う。本提案システムでは、(1) 温湿度データの収集、(2) チャットボットを通じて温湿度に関する問題の解決方法のアドバイスをユーザに提供、(3) 収集した温湿度データのグラフ化の3つの機能を実装することで、ユーザに現在の屋内の温湿度が問題であるか否かを判断し、問題があった場合どのような行動を取るべきかを指南してくれるチャットボットシステムを提案する。本提案システムを評価するために、温湿度を変えた環境上において複数回システムを稼働させ、システムの可用性と提示情報の応答精度を評価した。

キーワード: 教育, チャットボット, データセンシング, 室内快適性

Implementation and Evaluation of teaching system for the purpose of indoor comfort improvement using chatbot

Takeshi HAMANAKA^{†1} Hanjong CHOI^{†1} Kanae MATSUI^{†1,2}

Abstract: It is essential to know both indoor temperature and humidity in taking measures of a mold, ticks, and infection for maintaining indoor comfort in a house. However only the person who is interested in indoor temperature and humidity or has professional knowledge about them can decide whether a value is appropriate or not. Therefore, proposed system measures values of indoor temperature and humidity using a small sensor and showing the information with the chatbot using Slack that is one of SNS. This paper shows our implementation and evaluation of this system which maintains indoor comfort. This system consists of three functions; (1) to collect the temperature-humidity data, (2) to provide an advice of solution in matters relating to the temperature-humidity to users through the chatbot, and (3) to graph both temperature and humidity data which is collected by sensors. In addition, proposed system provides the teaching bot function that determines whether current indoor temperature and humidity is appropriate or not and teach users appropriate values. The system was operated 450 times on the environment that changed temperature and humidity to evaluate availability and precision of replies.

Keywords: Teaching for behavioral change, Chatbot, Data sensing, Indoor comfort

1. 概要

昨今、快適な生活 Quality of Life (QoL) を Internet of Things(IoT)技術によって実現するためにスマートホームが普及してきている。なぜなら、日本は北緯 35° 近辺に位置しており、温暖湿潤気候の範囲であるため、四季による気温差が明確である [1]。そのため、季節によっては高温多湿である。または、寒冷乾燥であるため、カビ、ダニ、菌などの繁殖が活発になり、健康面において負の影響を人体に与えている [2]。それだけではなく、温湿度による不快感が高い場合、生産効率性が落ちるもしくは睡眠にも人体に対し、負荷を与えている。そのため、環境省や建築業界で、屋内における快適指標が定義されており、夏期の室内温度は、26°Cから 27°C。また、室内湿度は、50%~60%と定義されている [3]。加えて、冬期における室内温度は、20°Cか

ら 22°Cまでとされており、室内湿度は 45%~60%とされている [4]。このように、室内温湿度は健康に影響を与える要因となる。

センシングデバイスに即時性の高いスマートホームでは、環境データを収集し、グラフなどを用いて見える化を行う。しかしながら、このような見える化は、背景知識を持たない一般家庭にとって事実認識には役立つが、改善を行うためのデータの有効的な利活用は難しい。この問題点を解決するため、人とコンピュータの対話型システムである chatbot (以下チャットボット) は注目を集めており、スマートホームに取り入れられるようになった。例えば、音声チャットボットである Google 社の Amazon Alexa は、音声ひとつで家電等を自動制御する [5]。本商品は、温湿度をチャットボットに音声によって自己申告することにより、快適な空間を制御する。

^{†1} 東京電機大学理工学部

Tokyo Denki University

^{†2} 慶應義塾大学 メディアデザイン研究センター

Keio University Media Design Research Center

そこで本研究では、現在対話型システムとして普及しつつあるチャットボットを屋内の温湿度および、QoLの向上を目的とした行動変容に関する情報を提供し、利用者に教育的役割を果たすティーチングボットシステムを提案する。本システムでは、小型センサより温湿度のデータを収集し、屋内が快適な閾値であるか判定した後、住人に対して教育（以下、ティーチング）することによってQoLの担保を利用者が行うよう援助する。本稿では、チャットボットの機能がApplication Program Interface (API)としてオープン化しているプラットフォームのひとつであるSlackを用い、室内の快適な環境に問題が起きた場合解決を行うティーチングボットシステムの実装について論じる。その後、本システムの挙動の確からしさをチャットボットの応答精度を用いて評価する。

2. 関連論文

以下、屋内の快適性を目的にしたスマートホームにおけるチャットボットサービスの関連について述べる。まず、チャットボットとは、人とコンピュータの対話型システムであり、人工無能技術をメッセージング・アプリに応用したサービスのことである。チャットボットの普及は、メッセージング・アプリにチャットボットシステムが搭載されたことにより注目を集め、多分野で用いられるようになってきている [6]。スマートホームにおいても取り急ぎ用いられるようになった。例えば、Amazon社のAlexaやLINE社のClovaなど、人工知能を搭載したAIチャットボットである [7]。これらのチャットボットは、家電の操作、天気、ニュース、翻訳など、人とボットと対話型でシステムを制御、または社会情報のデータを共有するシステムとして用いられてきた。このように、スマートハウスにおけるチャットボットは、ネットワーク上にある情報の共有もしくは家電制御などに用いられてきている [8]。

しかし、屋内で得られるセンシングデータにもとづいて、部屋の状態を教えることでQoLを高めるティーチング機能付きチャットボットは考えられていない。そこで本稿では、これらのセンシングデータを収集した後、快適な環境を教えてくれるチャットボットシステムの実装と評価を行う。

3. 提案システム

本提案システムは、室内快適性向上のティーチングを行うために、温湿度センサから室内の温湿度データを取得する。取得した温湿度データと温湿度の快適範囲を参照し、室内快適性の向上を目的としたティーチングを利用者にメッセージング・アプリのひとつであるSlack上で行う。

本システムは主に三つの機能から成り立つ。これらの機

能は室内に設置できる簡易なサーバ内で起動するよう、シングルボードであるRaspberry Piに実装する。通信にはWi-Fiを用いる。一つ目は室内の温湿度データの収集である。1分毎に室内の温湿度データを収集し、タイムスタンプと収集した温湿度データをデータベースに記録する。二つ目は、チャットボットによるティーチングである。使用者がSlack上のボットに室内環境について尋ねたとき、室内の温湿度を計測し、計測した温湿度データと温湿度の快適範囲をもとに室内の快適性が向上するようSlack上で使用者にティーチングを行う。三つ目は1分毎に収集した室内の温湿度データのグラフ化である。使用者がSlack上のボットにグラフの表示を求めたとき、データベースに記録されている1分毎の室内の温湿度データをグラフ化し、Slackに投稿することで見える化の実装を行う。これらの全体概要について図1に示した。また、表1に使用機材を、表2に使用した言語およびソフトウェアを示した。

表1 使用機材

機材	型番
Raspberry Pi 3	Model B
温湿度センサ	AM2302

表2 使用した言語・ソフトウェア

言語・ソフトウェア	バージョン
Python	2.7.9
Coffee Script	1.11.1
R	3.1.1
Hubot	2.19.0
PostgreSQL	9.4.10

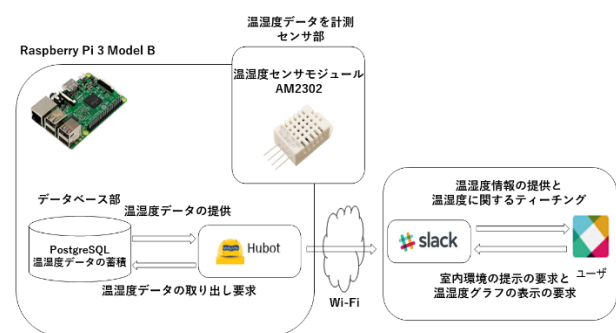


図1 提案システムの概要図

温湿度データを収集するために用いたセンサとセンシングデータの蓄積方法について述べる。まず初めに、温湿度を収集するために温度と湿度データをひとつのセンサで収集可能な温湿度センサ (AM2302) を用いてデータの収集を

行う。次に、本センサから得られる屋内の温湿度データを、1分毎に測定する。そのために、Raspberry Pi上にデータベースサーバであるPostgreSQLをインストールし、温湿度センサから収集した屋内の温湿度データとタイムスタンプ（Japan Standard Timeに合わせるものとする、以下JST）を蓄積する。

3.1 ボットによるティーチングシステム

収集された温湿度データを温湿度の快適域とされている情報をもとに、住人に対しティーチングを行うシステムについて述べる。

まず、温湿度センサから収集されたデータをもとにbotからユーザに送信するメッセージを決定する。本実験で使用するチャットボットはコミュニケーションツールとしてAPIが公開されているSlackを用いる。また、Slack上で利用可能なチャットボットシステムHubotを用いる。これらを実装するためにRaspberry Piを用い、温湿度センサを接続、データベースをPostgreSQLを使用して構築し、その上にHubotを用いてティーチングボットを構成する。Slackでは複数のチャンネルを用意し、目的に応じたやり取りをユーザ間で行うことが可能である。Hubotをユーザとして登録した特定のチャンネルに、「室内環境を教えてください」と発言すると、現在の月を取得し、夏期もしくは冬期であるのか判断する。今回はチャットボット名をhamabotとし、本ボットに本システムが設置された部屋の室内環境を知るためには、「@hamabot 室内環境を教えてください」と入力し、ボットがセンサによって得た温湿度、および状態に応じた情報を提示する。今回は快適性が著しく低下する夏期および冬期を想定し、快適域およびその基準の中に当てはまるようにエアコンの使用についてティーチングのための情報を提示する。この時の夏期は、6月から8月、冬期は9月から12月とし、季節に応じた温湿度の快適範囲をもとにユーザに温湿度に関する問題解決方法のティーチングを行う。なお、夏季の温湿度の快適範囲は、建築業界で決められている快適域に設定した [9]。各季節の快適域である温湿度の詳細を、表3に示す。

表3 快適域の定義

季節	温度 (°C)	湿度 (%)
夏期 (6月~8月)	20.0~22.0	45.0~60.0
冬期 (9月~12月)	26.0~27.0	50.0~60.0

3.2 収集した温湿度データのグラフ化

スマートホームのひとつの機能である、チャットボットを用いて見える化を行なうために、簡易にSNS上に表示する機能を付加する。従来の見える化は、専用のサーバなどを購入するもしくは、自らサーバを立て工作する必要がある。

しかしながら、Slackの特定のチャンネルを使用することで、ユーザ・インタフェース (UI) を構築せずとも情報提示を行うことが可能となる。チャットボットに対し、「グラフを表示して」とテキストを入力すると、データベースに保存されている温湿度データとJSTタイムスタンプを取り出しグラフを生成する。本グラフをpng形式で画像として保存し、この保存されたデータをSlackの特定のチャンネルにアップロードする。表示される温湿度データグラフは1分毎に保存しているため、1分毎のデータが描画される。対話ベースの見える化の実装を通し、チャットボットの応答が正しい値を推移しているのか、グラフと応答を比較参照することで評価する。

4. 実証実験

本システムの実証実験を行うため、東京電機大学理工学部の研究室の一角に提案のシステムを設置した。また、本研究の目的である、快適性が低下する夏期と冬期の環境上においてチャットボットの応答を確認する実験を行う必要がある。そのため、温湿度の調整をすることで夏期と冬期の環境を擬似的に再現した。またこれらの季節では、表3で示したように快適温湿度の範囲が異なっている。そのため、それぞれの快適温湿度の範囲と計測された温湿度に基づく正しい応答がなされたかを確認することを目的とした。

4.1 実験日程

本研究では、2017年4月17日に夏期と冬期を想定した場合の実験を2回に分けて実施した。実験は、いずれも東京電機大学鳩山キャンパスの研究室一角で実施した。また、表4に、実証実験の実験時間とその時間帯の環境条件について示す。

表4 実証実験の情報

実験時間	想定季節
12時58分~14時11分	冬
16時26分~17時31分	夏

4.2 実験環境

本実証実験では、夏期と冬期の温湿度を再現する必要がある。そのため、空調を用いることによって夏期では、30°C設定とし冬期では、20°C設定に設定した後、実験を行った。しかし、本実験で使用した空調のみでは、屋内温湿度の調整をすることができなかったため、以下の表5に示している項目を用いることで、温湿度調整を行った。また、下記の項目を実際に用いた実験の全体像として、図2、図3に示す。

表 5 実証実験の情報

項目	使用用途
アクリル板の箱	調整した室内温湿度を密閉することにより、温湿度を一定に保たせる
懐炉	室内温度を上げる
保冷剤	室内温度を下げる
お湯	夏期における湿度の上昇
濡れタオル	冬期における湿度の上昇
シリカゲル	湿度を下げる時、湿度の調整

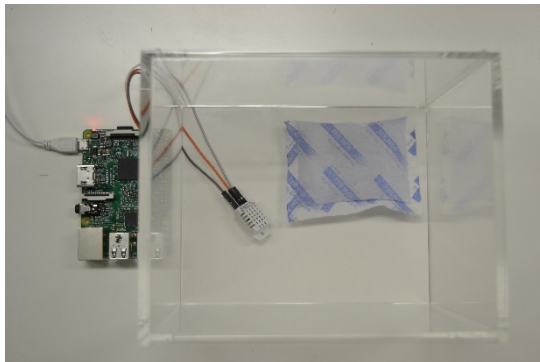


図 2 夏期の実験様子



図 3 冬期の実験様子

4.3 実験方法

4.3.1 ティーチャットボットの応答

室内における温湿度の背景知識がない人に対し、屋内の快適環境をつくるため、チャットボットによる快適性を自発的に促すための応答文を作成した。本チャットボットのアルゴリズムは、従来の辞書型チャットボットによるアルゴリズムを採用しており、条件によって分岐するチャットボットである[10]。条件分岐としては、表 6 で示すように、快適な環境であるか否か温湿度が高いか低いかを判定し、表 3 の温湿度条件にもとづいて応答するように設定した。また、季節は快適性が著しく下がる夏期と冬期の快適性条件を設定し、14通りの条件分岐を設定した。これらの条件を表 6 の順序で実験を実施し、評価を行った。各温

度湿度における応答文については図 4 に示す。

表 6 条件分岐

順番	季節	温度(℃)	湿度(%)	応答文
1	冬	20.0~22.0 (快適)	45.0~60.0 (快適)	室温も湿度もちょうどいいです。この状態を維持しましょう。
2	冬	20.0~22.0 (快適)	45.0未満 (不快湿度低)	正しい応答である室温はちょうどいいです。この室温を維持しましょう。乾燥しています。湿度が45%以上になるように加湿しましょう。
3	冬	20.0~22.0 (不快)	60.0以上 (湿度高)	室温はちょうどいいです。この室温を維持しましょう。湿度が高いです。湿度が60%以下になるように除湿しましょう。
4	冬	20.0未満 (不快)	60.0以上 (不快)	室温が低いです。20℃以上になるようにエアコンを調節しましょう。湿度が高いです。湿度が60%以下になるように除湿しましょう。
5	冬	20.0未満 (不快)	45.0~60.0 (快適)	室温が低いです。20℃以上になるようにエアコンを調節しましょう。湿度はちょうどいいです。この湿度を維持しましょう。
6	冬	20.0未満 (不快)	45.0未満 (不快)	室温が低いです。20℃以上になるようにエアコンを調節しましょう。乾燥しています。湿度が45%以上になるように加湿しましょう。
7	冬	22.0以上 (不快)	60.0以上 (不快)	室温が高いです。22℃以下になるようにエアコンを調節しましょう。湿度が高いです。湿度が60%以下になるように除湿しましょう。
8	夏	26.0~27.0 (快適)	50.0~60.0 (快適)	室温も湿度もちょうどいいです。この状態を維持しましょう。
9	夏	26.0~27.0 (快適)	60.0以上 (不快)	室温はちょうどいいです。この室温を維持しましょう。湿度が高いです。湿度が60%以下になるように除湿しましょう。
10	夏	26.0未満 (不快)	60.0以上 (不快)	室温が低いです。26℃以上になるようにエアコンを調節しましょう。湿度が高いです。湿度が60%以下になるように除湿しましょう。
11	夏	26.0未満 (不快)	50.0~60.0 (快適)	室温が低いです。26℃以上になるようにエアコンを調節しましょう。湿度はちょうどいいです。この湿度を維持しましょう。
12	夏	26.0未満 (不快)	50.0~60.0 (快適)	室温が低いです。26℃以上になるようにエアコンを調節しましょう。湿度はちょうどいいです。この湿度を維持しましょう。
13	夏	27.0未満 (不快)	50.0未満 (不快)	室温が低いです。27℃以上になるようにエアコンを調節しましょう。乾燥しています。湿度が45%以上になるように加湿しましょう。
14	夏	26.0未満 (不快)	50.0未満 (不快)	室温が低いです。26℃以上になるようにエアコンを調節しましょう。乾燥しています。湿度が50%以上になるように加湿しましょう。
15	夏	27.0以上 (不快)	60以上 (不快)	室温が高いです。27℃以下になるようにエアコンを調節しましょう。湿度が高いです。湿度が60%以下になるように除湿しましょう。



図 4 実際の UI

5. 結果

5.1 冬期を想定した場合の実験

本提案システムでは、システム使用者に対し室内環境についてテキスト入力をして尋ねられたとき、室内の温湿度を収集し、温湿度の快適域をもとに室内快適性が向上するようティーチングを行う。そのため、室内の温湿度の条件を変え正しいティーチングがなされていたかを確認する。また同様に、Slack 上に何度応答があったかを確認する。実験において、Slack 上のチャットボットに室内環境について尋ねた回数は 230 回である。各条件における正しい応答の結果を表 7 に、温湿度センサから得られた 1 分毎の温湿度のグラフを図 5 に示す。

結果として、各条件における正しい応答の回数はいずれも 20 回を超えていることを確認することができた。また、応答回数の確認を行った結果、230 回であることも確認することができた。このことから、100%の確率で応答していることが確認できた。加えて、図 5 のグラフと応答精度を確認したところ、時間帯と応答条件を比較し、正しく応答を評価できる。

表 7 各応答の結果

条件	応答回数
温度が 22.0℃より高くかつ湿度が 60.0%より高い	20
温度が 22.0℃より高くかつ湿度が 45.0%~60.0%	23
温度が 22.0℃より大きくかつ湿度が 45.0%未満	23
温度 20.0℃~22.0℃かつ湿度が 60.0%より高い	20
温度 20.0℃~22.0℃かつ湿度が 45.0%未満	31
温度が 20.0℃未満かつ湿度が 60.0%より高い	25
温度は 20.0℃未満かつ湿度は 45.0%~60.0%	22
温度は 20.0℃未満かつ湿度は 45.0%未満	31
温度は 20.0℃~22.0℃かつ湿度は 45.0%~60.0%	25

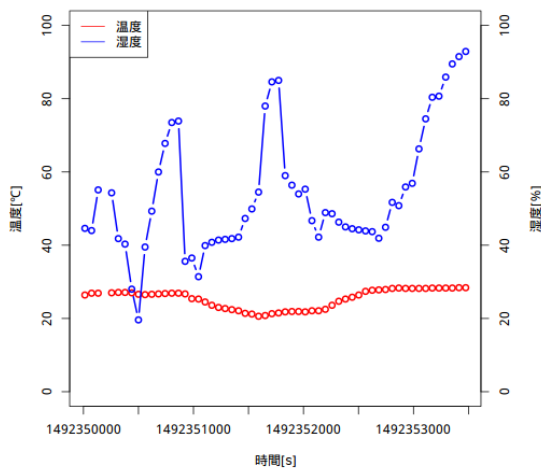


図 5 実験時の温湿度データのグラフ

5.2 夏期を想定した場合の実験

冬期と同様に、室内の温湿度の条件を変え正しいティーチングがなされていたかを確認する。また、Slack 上に何度応答があったかも確認する。実験において、Slack 上のボットに室内環境について尋ねた回数は 220 回である。各条件における正しい応答回数の結果を表 8 に、温湿度センサから得られた 1 分毎の温湿度のグラフを図 6 に示す。

各条件における正しい応答の回数はいずれも 20 回を超えていることを確認することができた。また、応答回数の確認を行った結果、220 回であることも確認することができた。このことから、100%の確率で応答していることが確認できた。1 分毎に収集した温湿度の値をグラフとして表示できたことを確認することができた。加えて、図 6 のグラフと実験手順とタイムスタンプを通して比較したところ、センシング値によって正しく動作したのかを確認できた。

表 8 各応答の結果

条件	応答回数
温度が 27.0℃より高くかつ湿度が 60.0%より高い	20
温度が 27.0℃より高くかつ湿度が 50.0%~60.0%	22
温度が 27.0℃より大きくかつ湿度が 50.0%未満	24
温度 26.0℃~27.0℃かつ湿度が 60.0%より高い	22
温度 26.0℃~27.0℃かつ湿度が 50.0%未満	32
温度が 26.0℃未満かつ湿度が 60.0%より高い	21
温度は 26.0℃未満かつ湿度は 50.0%~60.0%	40
温度は 26.0℃未満かつ湿度は 50.0%未満	28
温度は 26.0℃~27.0℃かつ湿度は 50.0%~60.0%	21

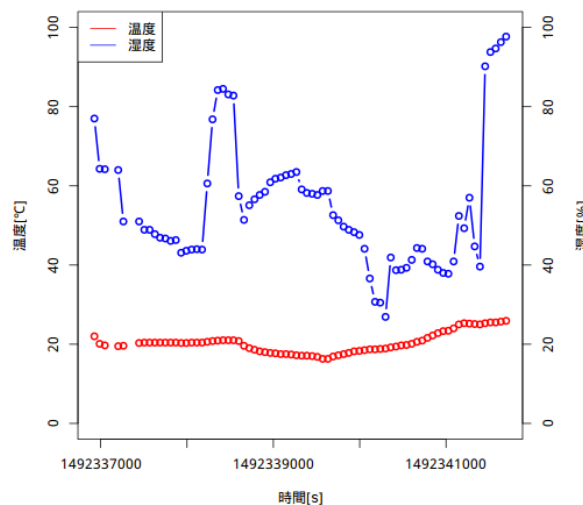


図 6 実験時の温湿度データのグラフ

6. 考察

以下、正しい応答がなされていたかについて考察する。実証実験より、各条件における正しい応答回数はいずれも20回を超えていたことを確認した。また、チャットボットに尋ねた回数全450回と、Slackが応答した回数が一致したことも確認できた。このことから、本システムのティーチングの応答精度は100%であるといえる。但しグラフの表示に関しては、数秒の時間を有することから、ややユーザが表示の遅さを感じる恐れがある。そのため、今後グラフ描画の高速化が課題となる。

7. 結論

本研究では、適切な温湿度の値に対して背景知識をもっていない人においても、室内温湿度の状態を把握しながら、Slack上で快適域に収まるよう指摘するティーチングボットシステムの実装と評価を行った。今回、センサからの入力に対し評価を行った結果から、現在の温湿度と温湿度の快適範囲をもとに正しい情報提示が行われていたことを確認した。今後の展望として、システム全体の精度向上が挙げられる。特に、本システムは使用者に対してティーチングを行うのみであり、家電製品を制御することは使用者が手動で行わなければならない。今後、空調機器、照明、加湿器等を本システムから自動制御を行い、使用者が率先して室内快適性の向上を図ることを目標とする。

謝辞

本研究の一部は、平成29年度総務省委託研究開発「スマートコミュニティサービス向け情報通信プラットフォームの研究開発」の一環として実施した。

参考文献

- [1]. 原晃汰, 松井加奈絵, “室内温度の快適指向性を考慮した加湿空気清浄機の自動制御,” 研究報告コンシューマ・デバイス & システム (CDS), 2017-CDS-18, no.10, pp. 1-6, 2017.
- [2]. 齊藤宏之, 澤田晋一, 安田彰典, 他, “節電下のオフィス環境における温湿度と健康影響調査,” 労働安全衛生総合研究所特別研究報告, no.43, pp.157-163, 2013.
- [3]. 志村欣一, 堀越哲美, 山岸明浩, “日本人を対象とした室内温湿度条件の至適域に関する実験研究: 夏季至適域の提案,” 日本建築学会計画系論文集, vol.61, no.480, pp.15-24, 1996.
- [4]. 齊藤時男, “加湿装置の歴史と現状 (特集 空調システムにおける加湿装置・方法と空気清浄),” 空気清浄, vol.43, no.3, pp.177-186, 2005.
- [5]. Amazon Developer URL : <https://developer.amazon.com/ja/alexa> (閲覧日 2017/4/27).
- [6]. 西村優里, 小林稔, “表情認識によるスタンプ推薦を用いたチャットボットとの対話システム,” 研究報告デジタルコン

テンツクリエーション (DCC), 2017-DCC-15, no. 39, pp.1-8, 2017.

- [7]. LINE Clover, URL : <https://linecorp.com/ja/pr/news/ja/2017/1667> (閲覧日 2017/4/27).
- [8]. 玉水一柔, 他, “宅内の環境変化と声掛けに基づく在宅高齢者の日常生活行動センシングシステムの検討 (情報通信マネジメント),” 電子情報通信学会技術研究報告, 信学技報, vol.116, no.404, pp.7-12, 2017.
- [9]. 株式会社クレセル, URL : <http://www.creecer.jp/Q-A/HTML/A-11.html> (閲覧日 2017/4/27)
- [10]. Weizenbaum, Joseph, “ELIZA—a computer program for the study of natural language communication between man and machine,” Communications of the ACM, vol9, no.1, pp. 36-45, 1966.