

# 自然言語で操作可能なサービス機器に向けた サービス提案文生成システムの検討

赤堀 翔太<sup>1\*</sup> 下山 香音<sup>1</sup> 奥岡 耕平<sup>1</sup> 木本 充彦<sup>1,2</sup> 今井 倫太<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 慶應義塾大学

<sup>2</sup> ATR

**Abstract:** 本論文では、ユーザのスケジュール情報とサービス機器の情報を基にサービス機器に入力する指示文を生成するシステムを提案する。提案システムを用いて指示文を生成することによって、ユーザが事前に用意したスケジュール文だけでは直接実行できないサービスを実行することができる。さらに、関連するスケジュールを選び指示文を生成することで、ユーザが機能を知らず機器を使用できない場面を解決する。

## 1 はじめに

自然言語の指示を認識し、ユーザにサービス提供する機器（以下、サービス機器）に関する研究が行われている。Hameed らは対話相手の趣味などのパーソナル情報を自然言語で入力し、ユーザとの対話に利用している [1]。他にも、ユーザの発話に合わせて家にあるIoT 機器を制御し部屋の気温を調整することができるエージェントの研究がある [2]。本論文ではサービス機器を、自然言語による指示によってユーザにサービスを提供する機器だと定義する。

ユーザの指示が、サービス機器の設計者が意図していない未定義の指示であった場合には、ユーザが望むサービスが得られない可能性が高い。すなわち、どうやってサービス機器を使用するかユーザが把握しておく必要がある。例えば、多くの人は冷蔵庫がものを冷やす機器だということを理解しているが、献立を提案するといった比較的珍しい機能が付属されていた場合、その機能を知らないユーザは冷蔵庫による献立提案の機能を扱うことはできない。

本論文では、ユーザが自然言語で事前に用意したスケジュールを、サービス機器への自然言語指示文へと変換し、サービス機器へ入力する自然言語によるサービス提供システム ACTIVICE を提案する。ACTIVICE は、機器のサービス情報に基づき指示文を生成するため機器のサービスに合わせた指示文を生成することで、ユーザが事前に用意したスケジュール文だけでは直接実行できないサービスを実行することができる。さらに、関連するスケジュールを選び指示文を生成することで、ユーザが機能を知らず機器を使用できない場面を解決する。

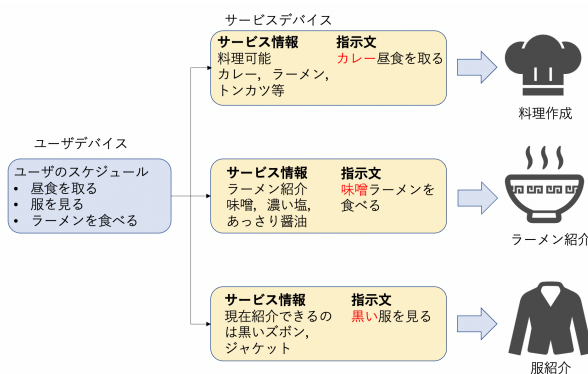


図 1: ACTIVICE の動作イメージ

ACTIVICE では、BERT[3] の MASK 予測機能を用いて、ユーザが用意したスケジュール文に、サービス機器のサービス情報の説明文と関連のある語句を付加し、機器への指示文を生成する。サービス情報とは、サービス機器についての情報のことであり、サービス機器が提供可能なサービスやサービス機器についての評価が自然言語で書かれている。

## 2 提案

### 2.1 ACTIVICE

ユーザが自然言語で事前に用意したスケジュールを、サービス機器に対する自然言語指示文へと変換し、サービス機器へ入力するサービス提供システム、ACTIVICE (mAKE instruCTIONS based on serVICE and the user's intention) を提案する。ACTIVICE は BERT[3] の MASK 予測機能を用いて、ユーザが用意したスケジュール文にサービス情報の説明文から適切な

\*連絡先：慶應義塾大学理工学部情報工学科  
〒 223-0061 神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1  
E-mail: akahori@ailab.ics.keio.ac.jp

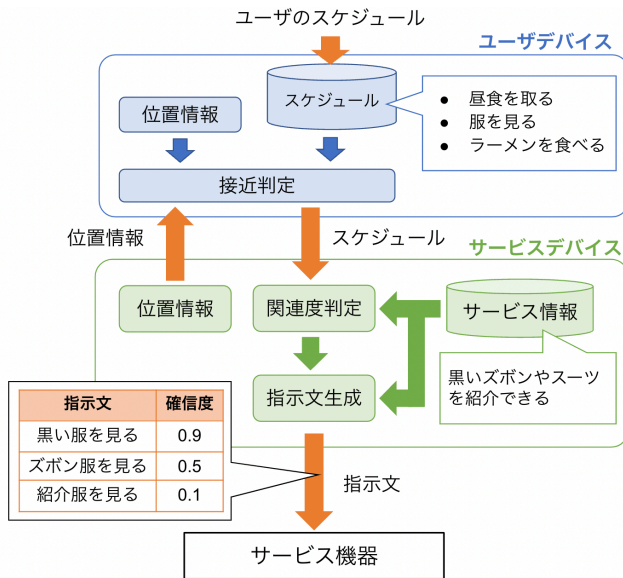


図 2: ACTIVICE の構成図

語句を抽出してスケジュール文に付加することで、機器への指示文を生成する。

ここでサービス情報とは、サービス機器についての情報のことであり、サービス機器が提供可能なサービスやサービス機器についての評価が自然言語で記述されている。機器のサービス情報に基づき指示文を生成するため機器のサービスに合わせた指示文を生成することで、ユーザが事前に用意したスケジュール文だけでは直接実行できないサービスを実行することができる。さらに、サービス情報に関連するスケジュールを自動的に選び指示文を生成することで、ユーザが機能を知らず機器を使用できない場面を解決する。

図 1 に ACTIVICE の動作イメージを示す。ユーザが ACTIVICE を使用する際、まず ACTIVICE にスケジュールを一覧にして入力しておく。その後ユーザが、ACTIVICE に対応したサービス機器に近づくと、ACTIVICE が、サービス機器に最も関連するスケジュールを基にサービス機器への指示文を多数生成する。生成した指示文を ACTIVICE がサービス機器へと入力しサービスを提供する。

## 2.2 システム構成

ACTIVICE のシステム構成を図 2 に示す。ACTIVICE は、ユーザがスケジュールを入力して携帯するユーザデバイスと、サービス機器に接続してスケジュールを基に生成した指示文をサービス機器に送信する、サービスデバイスで構成されている。

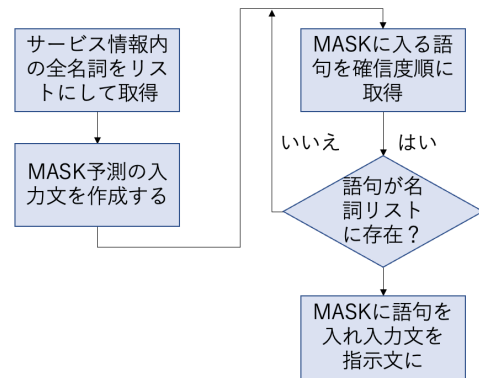


図 3: 指示文生成のフローチャート

### 2.2.1 ユーザデバイス

ユーザデバイスはユーザのスケジュールの入力を受け付け、スケジュール情報を保持しておく機能を持つ。ユーザがサービスデバイスに入力するスケジュールは、自然言語で入力できる。また、ユーザの位置情報をセンサー等を用いて取得する。サービスデバイスから送られてくる位置情報を用いてサービス機器との接近判定を行い、ユーザとサービス機器が近づくとユーザデバイスがサービスデバイスにユーザのスケジュールを送信する。

### 2.2.2 サービスデバイス

サービスデバイスはサービス機器と接続しており、サービス情報とサービス機器の位置情報を保有している。そしてサービスデバイスはユーザデバイスとの通信機能、スケジュールとサービス機器の関連度判定機能、指示文生成機能を持つ。

サービスデバイスは接近したユーザデバイスからユーザのスケジュールを受け取る。ユーザが入力するスケジュールに対し、フォーマット指定はない。そして、スケジュールとサービス機器が持っている情報との関連度を測定する。関連度の測定には Sentence-BERT[4] を用いる。Sentence-BERT はある文章とそれに類似する文章のペアを学習データとし、似た文章から生成される文章ベクトルが似たベクトルになるように BERT をファインチューニングする手法である。この手法を用いて、サービス情報とスケジュールの文ベクトルを取得する。そして文ベクトルの類似度を計算することで送られてきたスケジュールのうち、サービス機器と関連度が最も高いスケジュールを取得し、指示文へと変換する。

指示文を生成するプログラムのフローチャートを図 3 に示す。サービス情報内の名詞をリストにして取得

しておく。そして BERT の MASK 予測の入力文として、サービス情報 + [“MASK”] + 助詞 + 最も関連するスケジュールという入力文を作成する。助詞は“を、に、へ、より、で、の、は、から”を用意した。助詞を入れずサービス情報 + [“MASK”] + 最も関連するスケジュールという入力文も同様に用意した。助詞を入れることで指示文が意味の通りやすくなる場合と、助詞を入れないことで意味が通りやすくなる場合があるため、どちらのパターンも用意した。全ての助詞、助詞なしの入力文を作成する。その後、BERT の MASK 予測を用いて、[“MASK”] に入る語句を確信度順に取得する。予測の上位 1 万件内にサービス情報内の名詞が存在する場合、入力文の [“MASK”] を語句に入れ替え、指示文の候補として取得する。指示文の候補に確信度のスコアを付与しておき、最終的にスコア順に指示文をサービス機器に入力する。

### 3 実験

#### 3.1 設定

本実験では ACTIVICE の指示文生成アルゴリズムの有用性を検証するために、実験参加者にスケジュールを作成してもらい、作成したスケジュールを基に生成した指示文を実験参加者に提示することで評価した。

実験参加者には、現地のレストランを紹介する機能を持ったサービス機器があり、神奈川県日吉駅に設置されていること、付近を歩く実験参加者が ACTIVICE を使用して指示文がサービス機器に入力された状況であることを想定してもらった。なお本実験では、指示文生成アルゴリズムについての評価に着目するため、ユーザデバイスやサービスデバイスはを用いずに指示文生成アルゴリズムのみを用いて実験を行った。またサービス情報については、神奈川県日吉駅のレストラン情報を列挙したテキストデータを用意した。

#### 3.2 条件

本実験では ACTIVICE を用いて指示文を生成する ACTIVICE 条件とベースライン条件の比較を行った。ベースライン条件には、ACTIVICE において BERT の確信度を用いて最も適切な指示文を選択する部分をランダムに選択して指示文を生成する手法を用いた。

#### 3.3 評価項目

実験参加者は表 1 に示す 5 つの評価項目について、提示された指示文に対して 1 を“全くそう思わない”，7 を“とてもそう思う”の 7 段階の回答形式で評価した。

表 1: 実験の評価項目

尺度名	生成した指示文 それぞれについての質問内容
発想	Q1 指示文を思いつくか
理解	Q2 サービス機器へ入力する 指示文として理解できるか
納得感	Q3 サービス機器へ入力する 指示文として納得感があるか
有益さ	Q4 スケジュールから指示文に 変えることは有益であったか
検索結果	Q5 指示文による Google 検索の結果を見て 有益な情報を得られたか

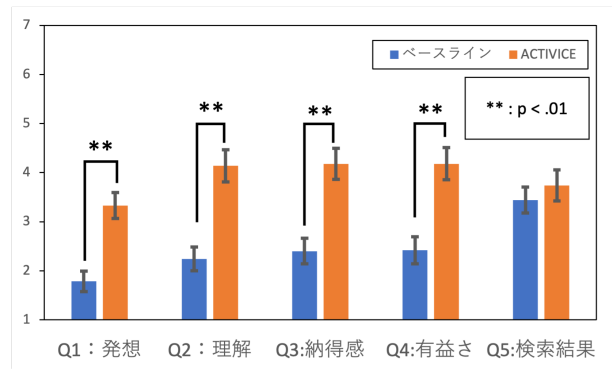


図 4: Q1~Q5 における評価結果

#### 3.4 手順

まず初めに実験参加者に 3.1 に示す実験設定について説明を行った後に、実験参加者に対し朝食を取るや、ゲームをするといったスケジュールの例を提示した。その後実験参加者に自らの 1 日のスケジュールを 10 個作成してもらった。作成してもらった 10 個のスケジュール文を基に、ACTIVICE 条件とベースライン条件でそれぞれ 5 文ずつ、計 10 文作成し実験参加者に提示した。そして実験参加者に提示された指示文それぞれについて表 1 に示す評価アンケートに回答してもらった。

#### 3.5 参加者

日本語を母国語とする 10 名 (男性 8 名, 女性 2 名; 平均年齢 22.9 歳) が参加した。

#### 3.6 結果

各条件で生成した文章に対する評価を平均した結果を図 4 に示す。生成した指示文について、理解できる

か、納得感があるか、有益かについての評価において、実験結果予測の通り ACTIVICE 条件への評価がベースライン条件への評価を上回った。ACTIVICE の手法によって生成した指示文はユーザにとって理解しやすく、納得感があり、有益であることが示された。生成した指示文を Google 検索で検索した結果有益な情報を得られたかという項目において、提案手法で生成した指示文に対する評価が高くなるという予測に反し、有意差が得られなかった。

評価結果に対して有意水準 5%で対応のある t 検定を用いて分析した結果、Q1:発想 ( $t(50) = 4.492, p < 0.001, r = 0.018$ ), Q2:理解 ( $t(50) = 4.402, p < 0.001, r = 0.127$ ), Q3:納得感 ( $t(50) = 4.123, p < 0.001, r = 0.107$ ), Q4:有益さ ( $t(50) = 3.947, p < 0.001, r = 0.085$ ) の4項目において条件間に有意差が見られた。一方、Q5:検索結果 ( $t(50) = 0.716, p < 0.001, r = 0.030$ ) については提案手法とベースラインの手法の間に有意差は認められなかった。

## 4 考察

ベースラインと比較し、ACTIVICE の手法を用いた指示文について納得感があるという評価が有意に高かった。さらに、実験参加者が ACTIVICE を使用した結果、“検索結果を見るとスケジュールに合っている”という感想が得られた。確信度を用いてサービス機器への指示文を生成することで、サービス機器がサービス可能なことで尚且つユーザが欲するサービスを提供することができると思う。

また、実験で表 2 が指示文として生成された実験参加者から“文章自体に目ぼしいものはないけど検索すると良い情報が出てきた。連想ゲーム的に、揚げ物、家系、などの単語でインスピレーションを与えてくれた”という感想が得られた。揚げをランチを食べるという指示文はベースラインの手法で生成された指示文だが、Q5 の評価は“7: とてもそう思う”と回答しており、ランダムに付け加えられた名詞によって情報が付加され、検索結果に興味深さを感じたと考えられる。

## 5 おわりに

本論文では、ユーザが文章で事前に用意したスケジュールを、サービス機器への指示文へと変換し、サービス機器へ入力するサービス提供システム ACTIVICE を提案した。ACTIVICE では、BERT の MASK 予測機能を用いて、ユーザが用意したスケジュール文に、サービス機器のサービス情報の説明文と関連のある語句を付加し、機器への指示文を生成する。サービス情報内の名詞をランダムにスケジュールと繋げる手法と比較

表 2: 実験結果として生成された指示文と Q5 の評価

条件	生成された指示文
ACTIVICE	<ul style="list-style-type: none"> <li>・家系でランチを食べる</li> <li>・ラーメンよりランチを食べる</li> <li>・ラーメンをランチを食べる</li> <li>・ラーメンのランチを食べる</li> <li>・レストランでランチを食べる</li> </ul>
ベースライン	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2ランチを食べる</li> <li>・気分はランチを食べる</li> <li>・アメリカンダイナーにランチを食べる</li> <li>・揚げをランチを食べる</li> <li>・名店よりランチを食べる</li> </ul>

した結果、ACTIVICE の手法で生成した指示文は有意に評価が高く、システムがユーザにとって有用であると示された。

## 謝辞

本論文は、JST, CREST, JPMJCR19A1 の支援を受けたものである。

## 参考文献

- [1] Ibrahim A Hameed. Using natural language processing (nlp) for designing socially intelligent robots. In *2016 Joint IEEE International Conference on Development and Learning and Epigenetic Robotics (ICDL-EpiRob)*, pp. 268–269. IEEE, 2016.
- [2] George Alexakis, Spyros Panagiotakis, Alexander Fragkakis, Evangelos Markakis, and Kostas Vassilakis. Control of smart home operations using natural language processing, voice recognition and iot technologies in a multi-tier architecture. *Designs*, Vol. 3, No. 3, p. 32, 2019.
- [3] Jacob Devlin, Ming-Wei Chang, Kenton Lee, and Kristina Toutanova. Bert: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. *arXiv preprint arXiv:1810.04805*, 2018.
- [4] Nils Reimers and Iryna Gurevych. Sentencebert: Sentence embeddings using siamese bert-networks. *arXiv preprint arXiv:1908.10084*, 2019.