

ニーズに基づくサービス推薦に向けた 統一的サービスデータモデルの検討

中田 匠哉[†] 陳 思楠[†] 佐伯 幸郎^{††} 中村 匡秀^{†,†††}

[†] 神戸大学 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1

^{†††} 理化学研究所・革新知能統合研究センター 〒103-0027 東京都中央区日本橋 1-4-1

^{††} 高知工科大学 〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口 185

E-mail: [†]tnakata@es4.eedept.kobe-u.ac.jp, ^{††}chensinan@gold.kobe-u.ac.jp, ^{†††}saiki.sachio@kochi-tech.ac.jp,
^{††††}masa-n@cmds.kobe-u.ac.jp

あらまし 近年、インターネットとデジタル端末の普及に加えて、COVID-19の影響でオンラインサービス利用が増加している。その中で、適切なサービスをユーザに推薦するシステムの需要が高まっており、その推薦の根拠や過程を明確にする説明可能推薦が求められている。本論文では、著者らの先行研究で取り組んだバーチャルエージェントとの対話を通じたニーズ抽出と新しいサービスデータモデルの組み合わせを提案し、説明可能推薦システムの実現を目指す。提案アーキテクチャでは、ニーズとサービスのマッチングを中心とし、3つのステップ（ニーズとサービスの抽出、マッチング、結果提示）を取り入れる。サービスの表現には、日常生活の幅広い複雑サービスを表現可能な6W1Hの構造をベースとした統一的データモデルを用いており、ケーススタディでその効果を検証する。本論文で提案する新しい推薦システムは、ユーザのサービス選択を簡潔かつ説明的にサポートする可能性がある。

キーワード サービス, 推薦システム, 説明可能 AI, ニーズ, HCI

Towards Standardized Data Model for Service Recommendation Based on User Needs

Takuya NAKATA[†], Sinan CHEN[†], Sachio SAIKI^{††}, and Masahide NAKAMURA^{†,†††}

[†] Kobe University, Rokkodai-cho 1-1, Nada-ku, Kobe, Hyogo, 657-8501 Japan

^{†††} Riken AIP, 1-4-1 Nihon-bashi, Chuo-ku, Tokyo, 103-0027 Japan

^{††} Kochi University of Technology, 185 Tosayamadacho Miyanokuchi, Kami, Kochi, 782-8502 Japan

E-mail: [†]tnakata@es4.eedept.kobe-u.ac.jp, ^{††}chensinan@gold.kobe-u.ac.jp, ^{†††}saiki.sachio@kochi-tech.ac.jp,
^{††††}masa-n@cmds.kobe-u.ac.jp

Abstract Due to the internet's proliferation, digital devices, and COVID-19's impact, online service use has soared, driving demand for transparent recommendation systems. This paper introduces a system blending virtual agent interactions with a new service data model, targeting explainable recommendations. The architecture emphasizes needs-service matching in three steps: extraction, alignment, and presentation, using a 6W1H model for diverse daily services. Case studies confirm its efficacy, suggesting the system's potential in aiding users' informed choices.

Key words service, recommendation system, explainable AI, needs, HCI

1. はじめに

インターネットとデジタル端末の発展と普及から数十年経過し、現代の多くの人にとって Web を介した生活事務用品・業務用機器といった商品の購入や、音楽・動画・教育といったサービスの提供を受けることは当たり前のことになっている。さらに、従来は人対人のやりとりが当たり前であった銀行や役所での窓口サービス、飲食店での注文や給仕など、多くのサービスが

Web 技術を用いたサービスに移行している。特に、COVID-19 のパンデミックを契機に今まで Web を用いたサービスの普及が進まなかった業種でも爆発的に普及が進んでいる [1], [2]。しかしながら、世の中には膨大な数のサービスが存在するため、ユーザが本当に望むサービスを選択することが困難になっている。そのため、ユーザに様々な商品をおすすめする推薦システムに関する研究が活発に行われ、オンラインショッピングサイトなどで幅広く普及している [3]。推薦システムでより効果的に

ユーザに商品を薦めるためには、推薦過程や根拠の説明可能性が重要であるため、近年では説明可能推薦の研究が行なわれている [4]。しかしながら、推薦過程の複雑さや説明がシステムからユーザへの一方であることから、説明可能推薦にはさらなる改善が必要である。著者らの先行研究では、バーチャルエージェントとの対話からユーザのニーズを抽出する対話型ニーズ抽出システムの構築に取り組んだ [5]。本研究の目的は、先行研究で抽出したニーズに加えてサービスを表現するサービスデータモデルを新しく定義することで、ニーズとサービスのマッチングによるシンプルな推薦過程で双方向のやり取りが可能で新しい説明可能サービス推薦システムの概要アーキテクチャを提案することである。サービスデータモデルの定義にあたって、提案するサービス推薦システムの範囲を詳細に設計する。推薦システムの概要アーキテクチャの設計においては、ニーズとサービスのデータ作成・マッチング・結果の提示の3つのステップそれぞれにおける説明可能性について論じる。これらの議論を踏まえて、日常生活で一般ユーザが利用する多種多様な複雑サービスを表現可能な統一的サービスデータモデルを6W1H構造を用いて定義する。また、ケーススタディにおいて網羅的にサービスを想定して提案モデルでサービス表現が可能であることを確認する。

2. 準備

2.1 サービス

「サービスとは何か？」という問いに対しては様々な答えが存在する。サービスという用語は日常生活・産業・研究など分野を問わず頻繁に使用される用語だが、具体的な定義は文脈によって大きく変化する。いくつか例を挙げる。「ドリンク1杯目はサービスとなります。」という文章では、サービスは無料で得られる飲料の提供を意味する。「宅配サービスをお願いします。」という文章では、無料または有料で得られる運搬行為の提供を指す。「この会社はサービス業です。」という文章におけるサービスとは、第三次産業であり、情報通信、運送、教育研究、医療、宿泊、飲食、娯楽などを提供する業種を意味する。「Web サービスを開発しました。」という文章では、Web を介して利用可能なソフトウェアそれ自体がサービスである。「天気予報 API は便利なサービスだ」という文章では、サービスは無料または有料で得られるソフトウェアの実行結果の提供を意味する。このように、サービスという言葉の意味を捉えるにあたっては使用される文脈が重要である。

経済・マーケティングの文脈におけるサービスについて述べる [6]。この分野ではサービスの定義・サービスに関する主張が古くから多く述べられてきた。特徴として、価値の創造や所有権に重きを置いてサービスについて論じている。アダム・スミスの国富論では、サービスは結果が蓄積できない非生産的な労働であるとした。コーリン・クラークの産業分類においては、第三次産業（サービス業）は、商業・運輸業や非物質的な産出を伴う農林水産業・建設製造業でないその他の活動を指す。コトラーのサービスの定義では、他者に対して提供される活動もしくは便益であり、本質的に無形で、購入者に所有権を一切もた

らさないものであるとした。ローイによるサービスの4特性では、無形性・同時性・消滅性・異質性が挙げられた [7]。SSMEにおけるサービスの定義では、価値を創造し、獲得する提供者と顧客の相互作用であるとした。亀岡の定義では、人や組織がその目的を達成するために必要な活動を支援することであるとした。経済・マーケティングの文脈においては、歴史的に非常に多くのサービスに関する定義がなされており、一意に定まっていない。

Web サービスの文脈におけるサービスとは、ソフトウェアそれ自体である [8]。W3C による Web サービスの定義を見ると、相互運用可能なマシン対マシンの対話を、ネットワークを介して行うことが出来るようにしたソフトウェアシステムである、とされている [9]。また、Web サービスはサービス指向アーキテクチャを実現する技術の一つとしても位置づけられる。サービス指向アーキテクチャにおけるサービスの定義も Web サービスと同様にソフトウェアコンポーネントである。サービス指向アーキテクチャの観点からも Web サービスにおけるサービスとはソフトウェアであることが言える。

サービスという用語は日常生活でも頻繁に使用される。辞書的な意味を述べる。日本語の辞書でサービスを引くと、奉仕・給仕・商売で値引きしたり客の便宜を図ったりすること・物質的生産過程以外で機能する労働、とある。英語の辞書で service という英単語を引くと、サービス・業務・接客・サービス料・勤務・公共事業・点検・礼拝、とある。これらは、経済・マーケティングの文脈におけるサービスと近い概念であるが、完全には一致せず、また英語と日本語でも意味に差異が生じている。逆に、経済・Web サービスの文脈においてサービスという用語を使う場合にも、これらの辞書的なイメージに大いに影響されることで曖昧な使い方をされる場合が多いと考えられる。

2.2 説明可能推薦

推薦システムは、ユーザの好みに応じてパーソナライズされた製品を推薦する技術である [3]。電子商取引、輸送、Eヘルス、農業、メディアなど幅広い応用分野が存在する。サービスの推薦も可能である。推薦システムを実現する技術としては、協調フィルタリングや Deep Learning などの AI 技術が代表的だが、他にも単純なデータマイニングなどの様々な手法が存在する。

説明可能 AI (XAI) は、特定の人間に対して AI の挙動の仕組みや結果の根拠をわかりやすく提示する技術である [10]。近年、Deep Learning など高い性能を持つブラックボックスな AI 技術が増加しているため、AI の説明可能性が重視されている。AI の専門家、ドメイン知識の専門家、非専門家的一般利用者など、誰に対して提示するかによって分かりやすい説明の種類が異なる。説明の種類としては、特徴量重要度、推論プロセス、簡単な自然言語の説明文などが挙げられる。また、説明可能性には透明性・説得力・公平性など達成すべき様々な要素が存在する。

説明可能推薦とは、推薦システムの仕組みや推薦の根拠を一般ユーザに分かりやすく提示することで、推薦システムの透明性・説得力・有効性・信頼性・ユーザ満足度の向上を目指す研究である [4]。主に AI を使った高性能な推薦システムを説明可能

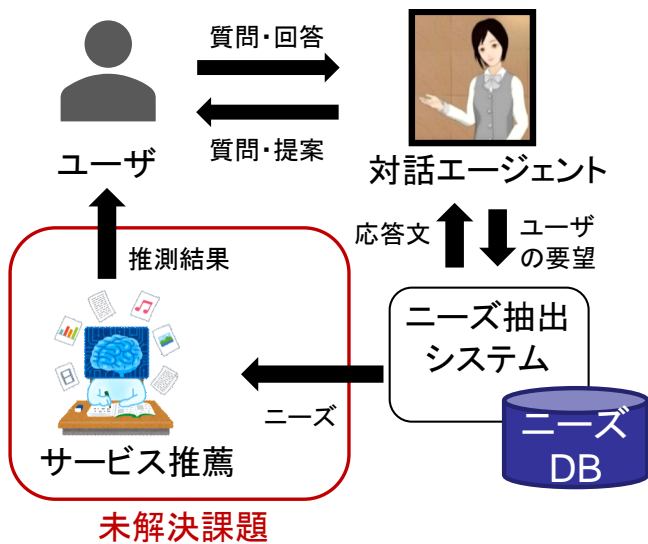


図1 対話型ニーズ抽出システムのアーキテクチャ

にすることを指すため、スコープを絞った XAI 研究であると言える。「ビールとおむつ」の例に代表されるデータマイニングによる推薦手法は、根拠が分かりやすいが推薦の正確性はあまり高くはないといったジレンマが存在する。説明可能推薦においては、AI の説明可能性を高める技術だけでなく、一般ユーザに分かりやすく説明を見せる HCI の技術も重要である。AI の説明可能性を高める技術としては、Matrix Factorization (MF) において、ユーザとアイテムを表現する潜在次元を明示的な特徴と対応させて説明する手法がある。また、Deep Learning でユーザにとって特徴的なトピックワード・画像の箇所を明らかにして表示する手法がある。HCI によるアプローチとしては、「似たアイテムを買っている」「友達に興味を持っている」といった自然言語による理由説明や、画像でユーザへの推薦箇所を強調表示するなどの手法がある。

説明可能推薦の課題は 2 つ存在する。まず、一般ユーザをターゲットとした場合、AI による推薦過程自体が専門的でわかりにくい。公平性の観点では、偏ったデータの学習によって商品を推薦されていないかが重要である。透明性の観点では、どのようなプロセスで推薦されたかを非専門家が理解することは難しい。説明可能性の観点における、どのような根拠で推薦されたかは、説明可能推薦分野における主な研究であり、多くの研究が存在する。2 つ目の課題は、HCI がユーザへの一方的な根拠の提示に留まっている点である。マシンからユーザへの文章や画像の表示を行うのみで、ユーザからマシンに対して質問や訂正を行うことが困難である。すなわち、ユーザが推薦過程へ介入することが困難である。一方的なアプローチと比べて双方向のアプローチの方が推薦過程の理解が深まり推薦システムへの信頼性も高まると考えられる。

2.3 従来研究：ニーズに基づくサービス推薦

先行研究では、従来より説明可能性の高いサービス推薦を目的として、図 1 に示す対話型ユーザニーズ抽出手法を提案した [5]。音声対話エージェントを通じて対話内容を取得する。ユーザが理解しやすい説明可能な 6W1H 形式のニーズを、LLM

表 1 ニーズデータモデル

| 要素名 | 内容 |
|-------|-----------------------|
| how | 実行するサービスは何か |
| why | どのような理由・経緯でサービスを実行するか |
| what | 具体的にサービスで何を実行するか |
| when | いつサービスを実行するか |
| where | どこでサービスを実行するか |
| who | 誰が主体となってサービスを実行するか |
| whom | 誰を対象としてサービスを実行するか |

表 2 ニーズを 6W1H で表現した例

| 要素名 | 内容 |
|-------|-----------------------|
| how | スマートスピーカー |
| why | 天気予報が雨だったら |
| what | 聞こえるように大きな音でお知らせしてほしい |
| when | 毎朝 6:30 |
| where | リビング |
| who | |
| whom | 祖父 |

による単純な文章の分解という透明なプロセスによって抽出・蓄積する。6W1H 要素の定義を表 1 に示す。例えば、「毎朝 6:30 に天気予報が雨だったらリビングの祖父にスマートスピーカーで大きな音でお知らせして」というニーズは表 2 のように分解される。不足した 6W1H 要素はユーザに繰り返し尋ね、対話の最後に結果が正確かどうかをユーザが確認する。これにより、プロセスの透明性向上とユーザによる推薦過程への参画が期待できる。この手法の課題としては、ニーズを用いた説明可能なサービス推薦手法が不明であることが挙げられる。また、サービスを表現するデータモデルを一般ユーザが読解容易な形式で定義しようとする試みはあまりないため、サービスデータが読解困難になる可能性がある。

3. 提案手法

3.1 目的とキーアイデア

本研究の目的は、一般ユーザへの説明可能なサービス推薦の実現に向けて、幅広いサービスを対象とした一般ユーザに理解しやすい統一的なサービスデータモデルを定義し、提案サービスモデルとニーズモデルを用いた新しい説明可能な推薦システムの可能性を模索することである。提案する説明可能推薦システムでは、シンプルな推薦過程でかつユーザが推薦過程へ介入可能なシステムを目指す。研究のキーアイデアは、説明可能性の観点からサービスモデルとニーズモデルを用いた推薦システムの概要アーキテクチャを設計し、アーキテクチャに基づいて 6W1H 構造の理解しやすい適切なサービスデータモデルを提案することである。具体的な本研究のアプローチは次のとおりである。

- (A1) 推薦対象サービスのスコープの設計
- (A2) 推薦システムの概要アーキテクチャの設計
- (A3) 統一的サービスデータモデルの定義

3.2 (A1) 推薦対象サービスのスコープの設計

本研究で取り組む説明可能なサービス推薦において扱う推薦対象サービスは、日常生活において一般ユーザが利用する Web を活用したサービスである。推薦対象サービスは2つに分類される。1つは、アプリ・スマートサービスによって提供される体験である。例えば、SNSのような人との繋がりや、音声や動画を介した娯楽・メディア・教育などが挙げられる。2つ目は、アプリ・スマートサービスを介して提供される製品である。物理的な商品や仮想通貨などサービス利用によって何らかの製品の所有権が移行するものが挙げられる。これらの推薦対象サービスにおいて動作するソフトウェアコンポーネントがいくつか存在する。まず、ユーザが直接画面を介して操作できる様々なアプリが、Web ブラウザ・スマートフォン・デスクトップなどで動作する。また、アプリ同士が連携する仕組みも重要であり、動画アプリと SNS の連携など非常に多くの場面で使われている。スマートサービスの多くは、スマートスピーカー・IoT 機器・スマート家電などの画面操作に留まらないセンサやマイクを介した入出力が可能な物理的な機器を介して行なわれる。また、スマートサービスはスマートフォンアプリと連携して動作するなど、外部サービスとの連携を行うことが多い。

一般に、Web サービスの文脈におけるサービスは、ソフトウェアコンポーネントを指し、経済・マーケティングの文脈における価値の創造や顧客の目的を重視した無形財としてのサービスとは異なる。分析から本研究の推薦対象サービスの特徴をまとめると、Web サービスを中核として物理的な商品や著作物、人を巻き込んだ幅広い連携によって提供される可能性があると言える。また、サービスが一般ユーザに対して提供するのは、ソフトウェアそのものではなく、様々なソフトウェアの実行結果によってもたらされる物理的または間接的な体験である。しかしながら、サービスは提供者とユーザがリアルタイムに共創するものであるため、一つの Web サービスからもたらされる体験は多岐にわたり、ソフトウェアの動作に踏み込んだ内部的な説明でサービスを表現することは困難である。様々な Web サービスや物理的な機器の組み合わせは、複雑なクラウドリソースを含むなど、どこまでが同一の概念であるか論理的に境界を設定することが困難である。一方で、ユーザ体験というサービスの一つの側面を切り取って表現することは容易である。そのため、推薦対象サービスは内部動作ではなくサービスがもたらすユーザ体験で表現することが適切であると考えられる。体験という概念はソフトウェアの説明よりも非専門的な表現がしやすく、一般ユーザにとってより理解しやすいものである。

3.3 (A2) 推薦システムの概要アーキテクチャの設計

提案する推薦システムの概要アーキテクチャを図2に示す。提案システムの特徴は、一般ユーザにとって読解が容易なニーズデータとサービスデータを説明可能 AI を用いてマッチングさせて結果を分かりやすくユーザに提示することで、システム全体で説明可能性を高めることである。次の3ステップで動作する。

Step 1. 読解容易なニーズ・サービスデータの取得

Step 2. 説明可能な機械学習マッチング

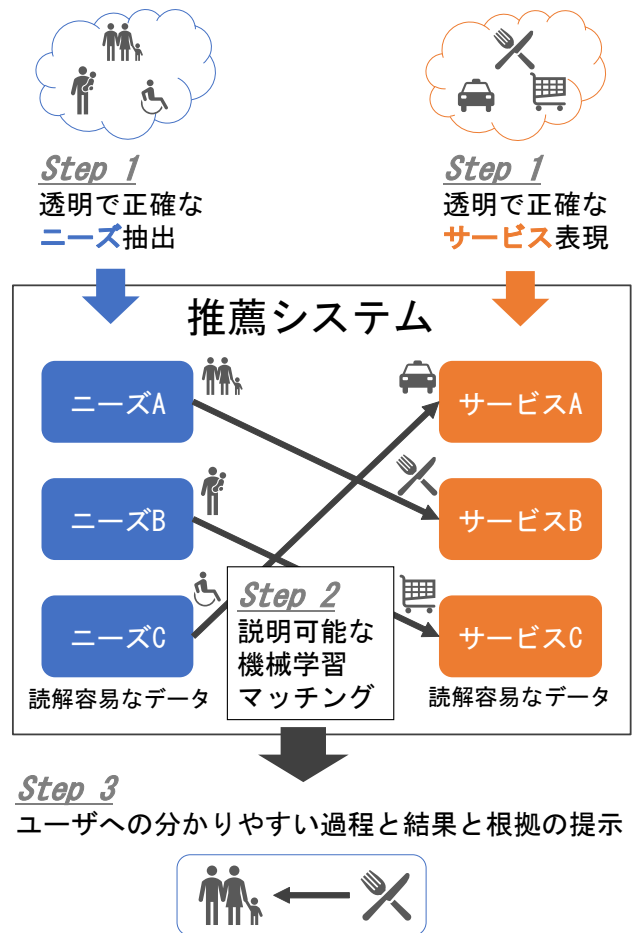


図2 説明可能推薦システムのアーキテクチャ

Step 3. ユーザへの分かりやすい過程と結果と根拠の提示

Step 1 において、ニーズデータとサービスデータはデータモデルが読解容易である必要があり、同時にデータ生成過程も説明可能である必要がある。ニーズデータは慎重な取り扱いが必要な個人情報であり、サービスデータは誇張や誤りがあるべきではない。また、データ生成過程が不明確だとシステム全体の説明可能性が低下する。ニーズデータの読解容易性と生成過程の説明可能性については、先行研究における6W1H ニーズデータの対話型抽出システムにおいて取り組まれている。しかしながら、サービスデータの読解可能なモデルと説明可能な抽出手法は不明である。抽出のアイデアとしては、ユーザレビューからの自動生成やデータの手入力が挙げられる。本研究ではサービスデータモデルに焦点を当てて研究を進める。Step 2 では、Step 1 で取得したサービスデータとニーズデータを用いて、一般ユーザに説明可能なプロセスで機械学習によるマッチングを行う。機械学習手法のアイデアとしては、ニーズとサービスの文章類似度やサービス選択履歴に基づく推薦などが挙げられる。Step 3 では、Step 2 の推薦結果と推薦根拠や、システム全体の推薦過程を一般ユーザへ分かりやすい形式で伝達する。推薦過程の説明は Step 1 の抽出手法と Step 2 のマッチング手法に依存する。また、推薦過程の説明の分かりやすさも抽出・マッチング手法の分かりやすさに依存する。推薦結果と根拠の説明としては、例えば、「あなたはニーズ A を持っているの、サービ

表3 サービスデータモデル

| 要素名 | 内容 |
|-------------|-----------|
| serviceName | サービス名 |
| how | 金額・労力・使い方 |
| why | 原因・動機・条件 |
| what | 価値・体験 |
| when | 時間・時刻 |
| where | 場所 |
| who | 影響を与える対象 |
| whom | 影響を受ける対象 |

スBがおすすめです。」といった、具体的なニーズとサービスが近いことの直接的な文章説明が読解容易性によって可能になる。これらの説明を提示する手法としては、バーチャルエージェントによる音声と文章による伝達などが挙げられる。

3.4 (A3) 統一的サービスデータモデルの定義

(A1) の分析結果と (A2) のアーキテクチャ設計から、本研究における推薦対象サービスは、ユーザ体験を表現し、アーキテクチャに適した読解容易なモデルである必要がある。データモデルを表3に示す。サービス名を表現する `serviceName` に加えて読解容易性の観点から6W1H構造 (`how`, `why`, `what`, `when`, `where`, `who`, `whom`) を採用した8要素で構成される。`serviceName` は、どのようなサービス体験かを一言で表現するものである。的確な商品の名称が存在する場合は商品名がサービス名となる。各6W1H要素は自然言語で記述される。`how`要素は、サービスの利用にあたってユーザが払う犠牲である金額や労力、サービスの使い方、サービスのUIを表現する。`why`要素は、サービスを利用する原因・動機やサービスの動作条件を表現する。`what`要素は、サービスによってユーザが得られる価値・体験を表現する。サービス実行における内部的プロセスのうち、例えばサービス提供企業によって公開されたCO2排出量や労働環境などのユーザに見えるプロセスも `what`要素に含まれる。`when`要素は、サービスを利用する時刻やサービスを利用する時間を表現する。`where`要素は、サービスを利用する物理的・論理的な場所を表現する。`who`要素は、サービスを介してユーザに影響を与える明示的な人物・機関・機械を表現する。`whom`要素は、ユーザを含むサービスを介して影響を受ける明示的な人物・機関・機械を表現する。統一的サービスデータモデルの特徴は、サービスの内部動作や専門的な内容を排除している点である。ユーザが知覚できるユーザ体験のみを表現することで、Webサービスを活用した幅広いサービスの表現を可能にしている。

4. ケーススタディ

本研究で提案した統一的サービスデータモデルのケーススタディとして、(A1)で設計したサービススコープをもとに網羅的なサービス例を著者が想定し、提案データモデルで表現可能かどうか検証する。すなわち、(Case 1) アプリによって提供される体験、(Case 2) スマートサービスによって提供される体験、(Case 3) アプリを介して提供される製品の3つのケースに

表4 (Case 1) アプリによって提供される体験の例

| 要素名 | 内容 |
|-------------|--|
| serviceName | 睡眠時間記録アプリ (仮称) |
| how | 基本無料。300円の有料版で広告が表示されなくなる。寝る前にスマホをベッドに置いておくと使える。 |
| why | 生活リズムが崩れて寝不足気味の人におすすめ。 |
| what | 毎日の睡眠時間を記録して振り返りが見れる。 |
| when | 時間帯問わず睡眠時間ずっと。 |
| where | 静かな場所。 |
| who | |
| whom | 同時に一人だけ記録可能。 |

表5 (Case 2) スマートサービスによって提供される体験の例

| 要素名 | 内容 |
|-------------|--|
| serviceName | MUSIC DAY (仮称) |
| how | 音楽サブスク料金がかかる。スマートスピーカーに「いい感じの音楽をかけて」と話しかければ音楽を流してくれる。音楽が好みじゃなかったら変えるように命令する。 |
| why | 自室やリビングでかける音楽を選ぶのが面倒なときに。 |
| what | その日の気分や天気合った雰囲気音楽を自動でかけてくれる。 |
| when | 時間帯問わずいつでも。 |
| where | スマートスピーカーが設置できる場所。 |
| who | SNS連携すれば友達におすすめする曲も流してくれる。 |
| whom | スピーカーなので周囲にいる人全員に聞こえる。 |

表6 (Case 3) アプリを介して提供される製品の例

| 要素名 | 内容 |
|-------------|---|
| serviceName | 新作コーデ定期便 (仮称) |
| how | サブスク料金がかかる。アプリで性格診断と服の好みの入力が必要。 |
| why | 季節ごとに新作の服を何着か欲しい人に。自動で郵送。 |
| what | 衣替えの時期の少し前に購入履歴や診断結果からユーザに合う新作の服を2セット郵送する。好みでなければ返品可。 |
| when | 基本プランは季節ごとで年4回。毎月プランもあり。 |
| where | 郵送先の登録が必要。 |
| who | 好きなブランドやインフルエンサーのおすすめするグッズが手に入る。 |
| whom | 個人プランのみ。 |

関して提案データモデルでの表現を試みる。

(Case 1) アプリによって提供される体験をサービスデータモデルで表現した例を表4に示す。スマートフォンアプリによって動作するため、`how`要素で「スマホ」の言及がある。また、睡眠時間の記録という体験を提供することが `what`要素で述べられている。`who`要素が空欄となっているほか、`whom`要素も一人だけと述べられており、個人で完結するサービスであることが分かる。

(Case 2) スマートサービスによって提供される体験を表現した例を表5に示す。スマートサービスであるため、`how`要素では具体的なアプリではなくスマートスピーカーを介した操作方法のみが記述されている。また、音楽という体験を提供するこ

とが what 要素で述べられている。how 要素や who 要素を通じて、スマートスピーカーなどの製品や音楽サブスクリプションサービス・SNS サービスなどの関連外部サービスをまとめて記述できる。

(Case 3) アプリを介して提供される製品を表現した例を表 6 に示す。ユーザがアプリを利用するサービスであるため、how 要素でアプリについて言及している。無形財ではなく具体的な製品のやり取りが行なわれていることが what 要素で述べられている。サービスの結果として製品がユーザの手元に届くが、提供プロセスを含めて全体をサービスとして記述できている。

5. 考 察

本研究の貢献は、一般ユーザの日常生活におけるサービスを対象として、Web サービス利用がほぼ完全に普及した現代におけるサービスの定義を経済・マーケティングの文脈と Web サービスの文脈の双方から見つめ直したことである。分析結果をもとに、日常の様々なサービスを対象とした統一的な表現が可能なデータモデルを提案し、ケーススタディにおいて具体的な表現について検討した。複雑なサービスを非専門家にとっても高い可読性を持ったデータとして記述することが出来た。サービスデータはソフトウェアの内部動作を意識せずに記述することから、サービス提供企業に所属するサービス開発の非専門家であっても記述可能であると考えられる。また、(A2) で説明可能なデータ構造と説明可能なプロセスを組み合わせた新しい説明可能推薦の概要アーキテクチャを提案し、サービスデータを提案を通じて推薦システムの実現可能性を高めた。提案システムでは、読解可能なニーズデータとサービスデータのマッチングというシンプルな推薦過程を用いた。さらに、従来研究の対話型ニーズ抽出手法と組み合わせることで、対話を通じて推薦過程に介入が可能となる。

本研究の限界について述べる。サービスデータモデルについて、各 6W1H 要素が自然言語による非構造的な項目であるため、サービスデータの記述方法によっては意図せず誤った情報が記述される可能性がある。さらに、サービスデータを蓄積する説明可能な手法が不明であるため、手法によっては (A3) の定義をもとに各要素を構造的に定義する必要がある。また、幅広いサービスを対象としたモデルとして設計したため、記述が困難なサービスが発見された場合はモデルの細部の更新が必要である。蓄積手法のアイデアとしては、サービス提供機関による手入力、一般利用者による手入力、レビューに基づく自動生成などが考えられるが、どのように説明可能性を保証するかが不明である。また、一般ユーザに説明可能な機械学習によるマッチングが不明であり、機械学習に用いるデータの公平性が推薦システム全体の公平性に影響するため、どのような機械学習を行うかが重要になる。例えば、他のユーザのニーズ・サービスのマッチングデータを学習する場合はデータのユーザ層が偏ってはならず、大規模言語モデルを用いた文字列処理によってマッチングを行う場合は言語モデルのデータ公平性が問題となる。また、システム全体の評価にあたって、各データ構造・プロセスにおいて説明可能性に関連する要素があり、評価が複雑になると考えられる。

6. ま と め

本研究では、非専門家的一般ユーザを対象とした説明可能なサービス推薦システムの実現に向けて、推薦システムの概要アーキテクチャの設計と可読性の高い統一的サービスデータモデルの定義に取り組んだ。サービスデータモデルの定義にあたって、従来研究における Web サービスの文脈でのサービス定義と経済・マーケティングの文脈でのサービス定義の双方の観点から推薦対象サービスのスコープの設計を行なった。これによって、一般ユーザが日常生活で使う幅広いサービスを記述可能なデータモデルを実現し、ケーススタディにおいて具体的な記述例を確認した。また、推薦システムの概要アーキテクチャの設計によって、一般ユーザにより分かりやすいシンプルで介入可能な推薦過程の実現可能性を高めた。将来研究として、サービスデータの収集方法とマッチング手法の検討に取り組む予定である。また、本研究の発展性として、日常生活で利用されるサービスに留まらない産業・研究分野に関する汎用的なサービス記述や、サービスデータの収集・可視化そのものを目的としたサービスデータリポジトリの構築への貢献が期待される。

謝辞 本研究の一部は JSPS 科研費 JP19H01138, JP20H05706, JP20H04014, JP20K11059, JP22H03699, JP19K02973, 若手研究 23K17006 の助成を受けて行われている。

文 献

- [1] A. Priyono, A. Moin, and V.N.A.O. Putri, "Identifying digital transformation paths in the business model of smes during the covid-19 pandemic," *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, vol.6, no.4, p.104, 2020.
- [2] H.-H. Chang and C.D. Meyerhoefer, "Covid-19 and the demand for online food shopping services: Empirical evidence from taiwan," *American Journal of Agricultural Economics*, vol.103, no.2, pp.448–465, 2021.
- [3] Z. Fayyaz, M. Ebrahimian, D. Nawara, A. Ibrahim, and R. Kashef, "Recommendation systems: Algorithms, challenges, metrics, and business opportunities," *Applied Sciences*, vol.10, no.21, p.7748, 2020.
- [4] Y. Zhang and X. Chen, "Explainable recommendation: A survey and new perspectives," *Foundations and Trends® in Information Retrieval*, vol.14, no.1, pp.1–101, 2020.
- [5] T. Nakata, S. Chen, S. Saiki, and M. Nakamura, "Dialogue-based user needs extraction for effective service personalization," *HIMI 2023, Held as Part of the 25th HCI International Conference, HCII 2023*, vol.LNCS 14016, pp.139–153, July 2023.
- [6] 亀岡秋男, サービスサイエンス - 新時代を拓くイノベーション経営を目指して, サービスサイエンス・イノベーション LLP 北陸先端科学技術大学院大学 MOT コース編集委員会 (編), エヌ・ディー・エス, 2007.
- [7] B.V. Looy, R. vanDierdonck, and P. Gemmel, *Services management: An integrated approach*, Pearson Education Limited, 2003.
- [8] 青木利晴, Web サービスコンピューティング, 電子情報通信学会, 2005.
- [9] W.W.S.C.W. Group, "Web services glossary," <http://www.w3.org/TR/2004/NOTE-ws-gloss-20040211/>, Feb. 2004. (Accessed on 10/25/2023).
- [10] D. Gunning and D. Aha, "Darpa's explainable artificial intelligence (xai) program," *AI magazine*, vol.40, no.2, pp.44–58, 2019.