

ニーズに基づくサービス開発の効率化に向けた ソフトウェアアップサイクル手法の検討

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.eeddept.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 Society5.0 の実現に向けて、本研究では、個々のユーザーニーズに応じたサービスの効率的な開発手法を探求する。デジタルデバイスの進化とユーザー層の多様化により、サービスニーズは急速に変化し、それに伴う個人適応の必要性が高まっている。本研究では、ユーザーの具体的なニーズを理解し、それに基づいたサービス開発を可能にする技術の開発に注力する。先行研究で開発されたヴァーチャルエージェント（VA）を用いた対話型ニーズ抽出システムと、ソフトウェアアップサイクル事例システム（SUCCEED）の活用により、ユーザーニーズの自動抽出と開発者への知見提供を実現する。新規未開発サービスに対する対話型ニーズ抽出手法とニーズに基づく開発事例取得手法を提案し、これにより、サービス個人適応の開発型アプローチの効率化に貢献することを目指す。

キーワード ソフトウェア開発、ソフトウェアアップサイクル、要求工学、サービス、LLM, VA

Exploring Software Upcycling Methods to Support Effective Need Fullfillment Service Development

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.eeddept.kobe-u.ac.jp, ^{††}chensinan@gold.kobe-u.ac.jp, ^{†††}saiki.sachio@kochi-tech.ac.jp,
^{††††}masa-n@cmds.kobe-u.ac.jp

Abstract To advance the realization of Society 5.0, this research explores efficient methodologies for developing services tailored to individual user needs amidst the rapid evolution of digital devices and diversification of user demographics. This study focuses on creating technologies that enable service development based on a deep understanding of specific user needs. Utilizing a conversational needs extraction system developed from previous research with a virtual agent and leveraging the Sharing Upcycling Cases with Context and Evaluation for Efficient Software Development System (SUCCEED System), this work proposes methods for the automatic extraction of user needs and the acquisition of development cases for newly undeveloped services. By introducing a dialogue-based approach to identify user needs and retrieve relevant development insights, the study aims to contribute to the efficiency of adaptive service development approaches.

Key words software development, software upcycling, requirement engineering, service, LLM, virtual agent

1. はじめに

内閣府が提唱する Society5.0 では、必要なモノやサービスを必要な人に、必要な時に、必要なだけ提供し、あらゆる人が活

き活きと快適に暮らせる社会を目指している [1]。近年、デジタルデバイスの進化やユーザー層の多様化に伴ってサービスの利用シーンが非常に多彩になり、各ユーザーが求めるサービスが急速に多様化している。単身世帯の高齢者が求めるスマート家電

サービスだけを例にとっても、介護サービスをどれだけ利用しているか、要介護度や健康状態はどうか、こだわりのある家電は何か、どれくらいの金額が望ましいか、など、ユーザごとにサービスに求める条件は全く異なる。**サービス個人適応**は、個人の好みに合わせてサービスを推薦・提供する技術であり、多様化するユーザニーズにきめ細やかに対応した高い利用満足度でのサービス提供が期待される [2], [3]。スマートフォンのアプリケーションストアに代表されるサービス市場には膨大なサービスが存在しており、ユーザのサービス利用履歴等をもとにおすすめのサービスを提示することができる [4], [5]。一方で、各ニーズが既存サービスで完全に満たされるとは限らず、ユーザの要求を満たすサービスを新規に開発するアプローチも存在する。しかしながら、きめ細やかなサービス開発は開発コストが増大するだけでなく、そもそもユーザのニーズを正しく汲み取ることが困難である。そこで、サービス個人適応を開発型アプローチで実現するために解決すべき課題として、ユーザが求めるサービス概要の把握と、抽出したニーズに基づく効率的な開発手法の発見の2つの課題に着目する。

本研究では、ユーザニーズを満たすサービスを効率的に開発する手法の構築に取り組む。ユーザが求めるサービスの概要とその開発に役立つ技術を発見し、開発者に提示することでユーザが求めるサービスのきめ細やかで効率的な開発を実現する。我々の研究グループが先行研究で行った、ヴァーチャルエージェント（VA）を用いた対話型ニーズ抽出システムと、ソフトウェアアップサイクル事例システム（SUCCEED）を活用する [6], [7]。様々なユーザのサービスニーズを取得するために、先行研究では実現できていなかった、新規の未開発サービスについての対話型ニーズ抽出手法を新たに提案・実装する。また、抽出したニーズをもとに SUCCEED システムからソフトウェア開発の知見を検索する手法を開発する。ケーススタディとして、対話によるユーザニーズの自動抽出から開発者への開発知見の提供までの動作フローを実行する。本研究を通じて、サービス個人適応の開発型アプローチの効率化に貢献する。

2. 準備

2.1 サービスの多様化

近年、ユーザが求めるサービスの多様化が急速に進行している。要因として、サービス利用形態の多様化が挙げられる。まず、現代のサービスの利用に必須となったデジタルデバイスの多様化が進んでいる。自宅やオフィスなどで使用する固定型のデスクトップパソコンや、出張先や会議室などで持ち運んで利用するノートパソコン、場所を問わずどこでも利用できタッチパネルを搭載した小型のスマートフォン、スマートフォンよりも大きな画面を搭載したタブレット、両手が使えない状態でも音声で操作できるスマートスピーカー、腕時計のように持ち運べて心拍数が測定できるスマートウォッチに代表されるウェアラブルデバイスなど、利用シーンや用途の異なるデバイスが非常に多く存在する [8]。同じデジタルデバイスであっても、Webカメラやインターネット環境の有無などで利用できるサービスが大きく変化する。また、サービスを利用するユーザ層の多様

化も進んでいる [9]。タッチパネルの普及により高齢者や子どもがデジタルデバイス进行操作しやすくなっている。また、読み上げ機能・音声入力・字幕などのアクセシビリティを向上させる機能が搭載されるサービスも増えている。

サービスの多様化に伴ってサービス個人適応への期待が高まっている [10]。サービス個人適応とは、個人の好みに合わせてサービスを推薦・提供する技術である。ユーザのサービス利用満足度の向上やそれに伴う利益が見込めるほか、計算機資源や電力などの限られたリソースを適切なユーザに分配する効果も期待できる。サービス個人適応には2種類のアプローチが存在する。発掘型アプローチでは、市場に存在する膨大な既存サービスの中から各ユーザに適切なサービスを発掘して提供する。推薦システムを用いたサービス推薦などの手法が存在する。開発型アプローチでは、ユーザニーズに合わせたサービスを開発によって新たに生み出して提供する。しかしながら、ユーザが求めるきめ細やかなサービスを開発することは容易ではない。また、多くのユーザの要求を個別に満たすには、多くのサービスや機能を開発する必要があり、莫大な開発コストがかかるため現実的ではない。

2.2 ユーザニーズ抽出

ソフトウェアの開発はエンドユーザ・システム管理者・開発会社などのステークホルダーの要求に基づいて行われる。特に、ユーザに合ったサービスの開発では、ユーザが重要なステークホルダーであり、ユーザニーズが重要となる。しかしながら、多くのエンドユーザに直接ニーズのヒアリングを行うことは困難である。

先行研究では、対話に基づくユーザニーズの自動抽出に取り組んだ [7]。従来は専門家が行っている要求のヒアリングをヴァーチャルエージェント（VA）が行う。ユーザの自由発話からユーザがいつ、どこで、誰が、誰を、どうして、どのように、何をしたいかを 6W1H（when, where, who, whom, why, how, what）の形式でニーズの要旨を抽出する。VA はニーズに不足がないか問いかける形で潜在的なニーズを引き出す対話を行う。how（どのように）要素はユーザが利用したいサービス名を直接示す。VA がユーザの日常に寄り添うことで、ニーズの時系列データを抽出する。先行研究の限界として、サービス名が既知であるような既存サービスに関するニーズしか抽出できず、新規サービスや未知サービスのニーズの抽出ができないことが上げられる。また、抽出したニーズに基づいて開発型アプローチでサービス個人適応に取り組むためには、抽出したニーズをどのようにサービスの開発に繋げればよいかが自明でないという問題がある。

2.3 ソフトウェアアップサイクル

ソフトウェアアップサイクルとは、既存のソフトウェア開発の知見を発掘し、新たな開発に役立てる技術である [11]。ソースコードだけでなく、より抽象的な設計・概要なども広く活用する。知見を活かした開発の効率化が期待できる。

先行研究では、ソフトウェアアップサイクル事例共有システム（SUCCEED）を開発した [7]。アップサイクル事例とは、過去に行った何らかの開発の中で役立ったソフトウェア素材（ソー

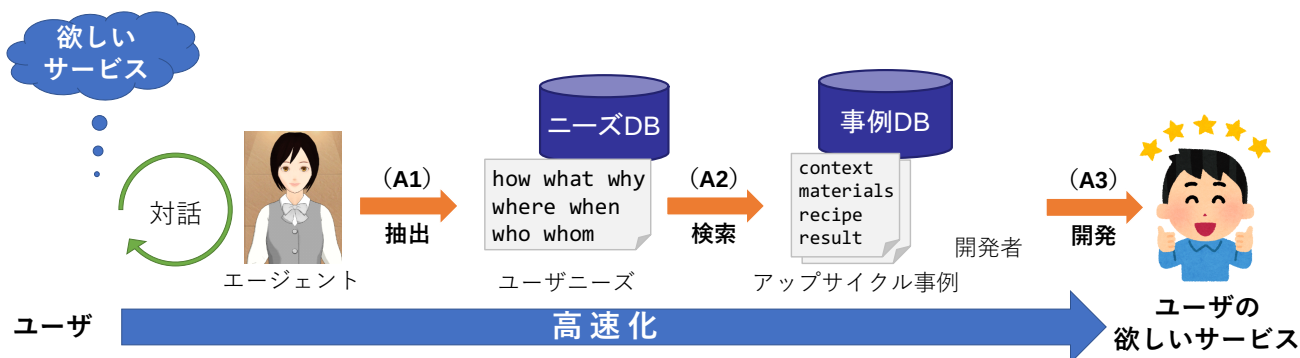


図1 ユーザーニーズとアップサイクル事例によるサービス効率開発

スコード・設計図など)を、その開発に至った背景と製品の事後評価を付加情報として含めたものである。各事例は、開発背景を表す context, 開発に用いた素材を表す materials, 具体的な開発手法を表す recipe, 開発の評価を表す result の4つの要素を持つ。SUCCEED システムは、アップサイクル事例を登録・閲覧できるシステムである。過去の事例を参考にして素材の活用方法を学び、類似の背景を持つ開発や技術的に近い開発を効率的に進めることが期待できる。検索機能があり、キーワードを用いた事例の検索が可能である。SUCCEED システムの問題として、閲覧者がどのようなサービスを開発したいかのアイデアを事前に持っていない場合には、SUCCEED システムでアップサイクル事例だけを閲覧しても、各事例が具体的にどのようなサービス開発に役立つかが分かりにくい点が挙げられる。

2.4 課題

以上の問題を踏まえて、サービス個人適応を開発型アプローチで実現するために解決すべき課題として以下の2点に着目する。

(P1) ユーザーが求めるサービス概要の把握

(P2) 抽出したニーズに基づく開発手法の発見

(P1) では、どのようなサービスを開発すべきかを明らかにするために、各エンドユーザーが具体的にどのようなサービスを求めているかを把握することが必要となる。特に、どのようにユーザーからサービスニーズを引き出すかが要点である。(P2) では、目標のサービス開発が楽なのか困難なのか、具体的にどのような実現方法があるのかを明らかにするために、抽出したサービスニーズの実現に関連する開発手法を発見することが必要となる。特に、ユーザーが使いたいサービス・機能がどんな技術で実現できるかが重要である。

3. 提案手法

3.1 目的とキーアイデア

本研究の目的は、ユーザーニーズを満たすサービスを効率的に開発する手法を検討することである。キーアイデアは、ユーザーが求めるサービスの概要とその開発に役立つ技術を発見することである。開発すべきサービスの概要とその開発に役立つ技術を開発者が同時に取得することで、ニーズを満たすサービス開発を効率化し、開発型アプローチによるきめ細やかなサービス

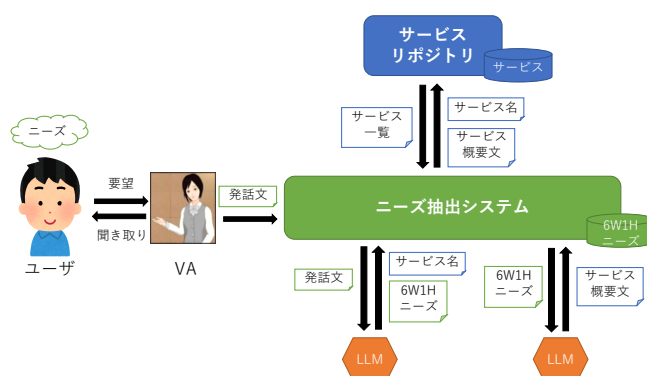


図2 (A1) 新規サービスニーズの抽出手法

個人適応の実現に近づく。サービス概要の発見に当たっては、未知のサービスへのユーザーニーズの抽出を可能とすることで実現する。開発に役立つ技術の発見に当たっては、ニーズに基づいたアップサイクル事例の検索を可能とすることで実現する。図1は本研究のコンセプトをまとめたものである。本研究は以下の3つのアプローチで行う。

(A1) 新規サービスニーズの抽出

(A2) ニーズの充足に役立つアップサイクル事例の取得

(A3) ニーズと開発アプローチの提示

3.2 (A1) 新規サービスニーズの抽出

先行研究の対話型ニーズ抽出システムを発展させ、未開発サービスに関するユーザーニーズの抽出を実現する。図2に抽出の流れを示す。未開発サービスニーズの抽出は次の3ステップで行う。

Step 1-1. ユーザーの発言からサービスを抽出

Step 1-2. ユーザーの発言からニーズを抽出

Step 1-3. 未知のサービスであれば新規サービスの概要を登録

本研究では、サービスを管理するためにサービスリポジトリを新たに用意する。サービスリポジトリは、少なくとも以下の3要素を持つサービスデータモデルを定義し、これらのサービスの登録・取得機能を提供する。

要素1 サービス名

要素2 サービス概要文

要素3 開発フラグ(開発済み, または未開発)

Step 1-1. では、ユーザーの発言からサービスの抽出を行う。サー

サービス名はサービスの最も核心的な内容を表現した要素であるため、サービスの抽出に当たって必須な要素である。そのため、本ステップではユーザの発言からサービス名と推測される単語を全て抽出する。例えば、「動画サイトで文書作成ツールの使い方を閲覧したい」というユーザの発言があった場合、「動画サイト」や「文書作成ツール」といった複数の単語がサービス名と推測でき、これらを全て抽出する。発言で意図したサービス名がどれであるか絞り込む作業は Step 1-2. で行う。先行研究では、発言の文章からサービスリポジトリに登録されたサービス名で文字列検索を行うことでサービスの抽出を行った。本研究では、サービスリポジトリに未登録のサービスを抽出するために、発言からサービス名を自動生成する。サービス名の自動生成には大規模言語モデル（LLM）を活用する [12], [13]。LLM の入力としてユーザの発言を与え、サービス名の生成を命令することで、サービス名の自動生成が実現できる。先行研究の文字列検索で抽出したサービス名と本研究で新たに自動生成したサービス名を合わせて、サービス名候補文字列リストとする。

Step 1-2. では、ユーザの発言からニーズ抽出を行う。先行研究では、LLM を用いて抽出を行った。LLM の入力にはユーザの発言と文字列検索のみで抽出したサービス名候補文字列リストである。LLM の出力は 6W1H 形式のニーズである。6W1H 形式においては how 要素が利用したいサービス名をそのまま表現し、必ずサービス名候補文字列リストの中から選ばれる。本研究では、LLM に入力として与えるサービス名候補文字列リストに Step 1-1. で自動生成したサービス名を新たに加える。これにより、how 要素にサービスリポジトリに登録済みの既存サービスだけでなく、未知のサービスを選ぶことができるようになる。また、how 要素を抽出することで利用したいサービス名の抽出ができるため、Step 1-2. を行うことでサービス名候補文字列リストからユーザが真に望むサービス名を特定することができる。

Step 1-3. では、新規サービスの概要を登録する。先行研究では、サービスリポジトリに手作業で開発済みサービスを登録していた。本研究では、自動で新規サービスを登録する。まず、Step 1-2. で特定したサービス名でサービスリポジトリを検索し、サービスが既存か新規かを判定する。サービスが新規の場合のみサービスリポジトリに登録を行う。サービスデータモデルで必須項目としたサービス概要文は、LLM を活用して生成する。すなわち、LLM の入力に 6W1H 形式のニーズを与え、出力として自然な言語を得る。LLM を用いてニーズの概要文を得る処理は先行研究でも行われており、この技術をサービス概要文の生成に応用した。これにより、新規サービスのサービスリポジトリへの登録が可能となる。

(A1) では、以上の 3 ステップによって、新規サービスに関するユーザニーズの抽出とサービス概要の取得が実現できる。

3.3 (A2) ニーズの充足に役立つアップサイクル事例の取得

先行研究の SUCCEED システムを活用し、(A1) で抽出したニーズを実現するサービスの開発に役立つ知見を取得する。図 3 に知見を取得する流れを示す。次の 2 ステップで行う。

Step 2-1. ニーズを表現するキーワードを抽出

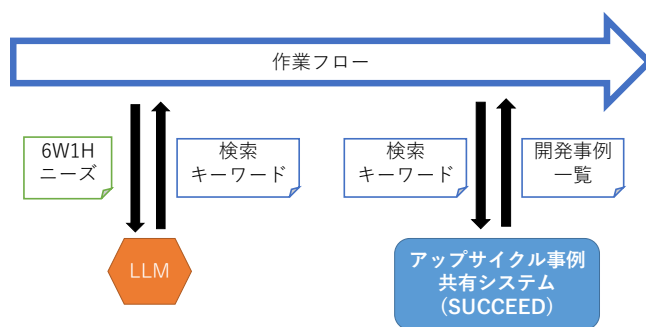


図3 (A2) ニーズ充足に役立つ事例の取得手法

Step 2-2. キーワードでアップサイクル事例を検索

Step 2-1. では、ユーザニーズを的確に表現するキーワードを抽出する。6W1H ニーズデータモデルでは、6W1H の各要素が単語ではなく文で表現されている。そのため、SUCCEED システムの検索機能をそのまま利用することができない。特徴的なキーワードを単語としていくつか抽出する必要がある。キーワードの抽出は LLM を用いて実現できる。LLM の入力に 6W1H ニーズを与え、出力としてサービスの特徴を表現するキーワードのリストを得る。また、6W1H の各要素には役割があることから、要求の核を抽出したければ what 要素を、サービススコープを抽出したければ how 要素を、技術的制約を抽出したければ why 要素を特に注目することで、目的別にキーワードを取得できる。抽出の例として、what 要素が「音楽をかけてほしい」である場合を考えると、キーワードとして「音楽」が抽出される可能性が高い。

Step 2-2. では、アップサイクル事例の検索を行う。Step 2-1. で抽出したキーワードで SUCCEED システムを検索する。各キーワードごとに文中にキーワードを含む事例のリストを取得することができる。ただし、キーワードを含む事例が存在しない場合は事例を取得することができない。本ステップで得られた事例のうち開発に役立つ事例がどれであるかは不明であるため、取得した全ての事例を開発を支援する可能性がある知見とする。

(A2) では、以上の 2 ステップによって、ニーズの実現に役立つ可能性があるアップサイクル事例の取得が実現できる。

3.4 (A3) ニーズと開発アプローチの提示

ユーザニーズと開発アプローチを提示することでサービス開発者を支援する。ユーザニーズの提示では、(A1) で取得したユーザの 6W1H ニーズを提示する。ユーザがサービスを具体的にどんなユースケースで利用したいかを知ることができる。開発アプローチの提示では、(A2) で取得したアップサイクル事例のリストを提示する。これらの事例は同時に提示するユーザニーズの実現に役立つ可能性がある知見である。開発者は、開発目標サービスの実装に役立つ可能性がある知見を得ることができる。

開発者にとってのメリットは 2 つある。第一のメリットとして、開発する価値があるサービスを知ることができる。各ユーザが求めるサービスを VA を介して間接的にヒアリングすることができる。第二のメリットとして、サービスの仕様および開



図4 対話型ニーズ抽出システムによるニーズ抽出画面

発手法の一部を同時に知ることができる。これにより、得た知見を活かしてサービス全体やサービスの一部機能を効率的に開発することができる可能性がある。また、LLM に仕様と開発手法を入力として与えることで、サービスの自動開発を試みることもできる。具体的な開発を決断しなかった場合でも、ユーザが望むサービスを実際に開発するかどうかを見積もる材料としてニーズと事例を活用することができる。

4. 実装

LLM を用いた API を新たに 2 つ実装した。API とは、外部プログラムから処理を呼び出すインターフェースである。サービス名生成 API では、LLM の入力としてユーザの発話文を与える。LLM の出力として、ユーザが求めるサービス名のリストが得られる。プロンプトには「ユーザが欲しいサービスについて要望を発言しています。発言から具体的なサービス名を抽出してください。発言中に具体的なサービス名が含まれていない場合は、サービスを簡潔に表現する適切な文字列をサービス名として生成してください。」という命令を含めた。キーワード抽出 API では、LLM の入力として抽出した 6W1H ニーズを与える。LLM の出力として、サービスの特徴を表現する 3 つのキーワードがリストとして得られる。プロンプトには「このユーザニーズの定義に従った JSON から、サービスを表現する代表的なキーワードの名詞を 3 つ抽出してください。」という命令を含めた。

API の設定詳細を述べる。使用した LLM モデルは、gpt-3.5-turbo である。ユーザの意図しない結果が出力されにくくなるようにサンプリング温度は 0.0 とした。プロンプトには Few-shot Prompting を活用し、各 API に 2 件の入出力を与えた。API の実装言語は Python である。

5. ケーススタディ

ケーススタディとして、ニーズの抽出から事例の取得までの全体の流れを実行した。ノートパソコン上で対話型ニーズ抽出システムを実行した画面を図 4 に示す。音声で「私は日記をつけるといつも 3 日坊主になってしまうんですね。それを何とかしたいとおもっています。」というユーザ発言を入力し、VA

```
[{
  "where": "自分の部屋で",
  "when": "毎晩寝る前に",
  "who": "自分",
  "whom": "",
  "why": "日記を続けるため",
  "what": "日記をつける",
  "how": "日記管理サービス"
}]
```

図5 対話によって抽出した 6W1H ニーズ

```
{
  "service_name": "日記管理サービス",
  "description": "ニーズ抽出で発見した新規サービス。要望は、日記を続けるため、日記管理サービスを利用して日記をつけたい。",
  "is_released": 0
}
```

図6 対話によって抽出した新規サービス

との対話で不足要素を補った。対話の結果、図 5 に示す 6W1H ニーズと図 6 に示す新規サービスが抽出された。6W1H ニーズをキーワード抽出 API に入力したところ、「日記」「続ける」「日記管理サービス」という 3 つのキーワードを取得した。これらのキーワードを用いて SUCCEED システムで事例検索を行ったところ図 7 に示す 1 件の事例が見つかった。

6. 考察

ケーススタディを通じて、提案手法を用いてユーザが VA と対話をするだけで、開発者がニーズとサービス概要と開発事例を取得することができることが分かった。また、ユーザの視点に立つと、提案手法は対話をするだけで開発してほしいサービスの概要を開発者に伝える手法であると言える。

提案手法の細かな改善点を述べる。まず、現状では、サービスリポジトリ上でサービス名が衝突すると、後に抽出したニーズの内容がサービスリポジトリに反映されない。そのため、1 つのサービス名に対してユースケースを複数個紐づけるなどして抽出したニーズ情報を欠落なく開発者に伝える構造に改善する必要がある。また、「日記管理サービス」のようにキーワードの文字数が多すぎると SUCCEED システムで検索しても事例がヒットしない場合がある。改善案としては、キーワード抽出 API の出力において文字数や熟語に含まれる単語数を制限することが挙げられる。SUCCEED システムを改良して曖昧一致検索を実装することでも改善できる。

提案手法の限界を述べる。まず、LLM を利用することでシステムの品質が不安定になっている。また、複数のニーズから横断的にサービス仕様を決めることができない。複数のユーザが支持するサービスほど開発価値が高いため、個人のニーズにとどまらない情報の提示が必要である。

7. まとめ

本研究では、ユーザニーズを満たすサービスを効率的に開発

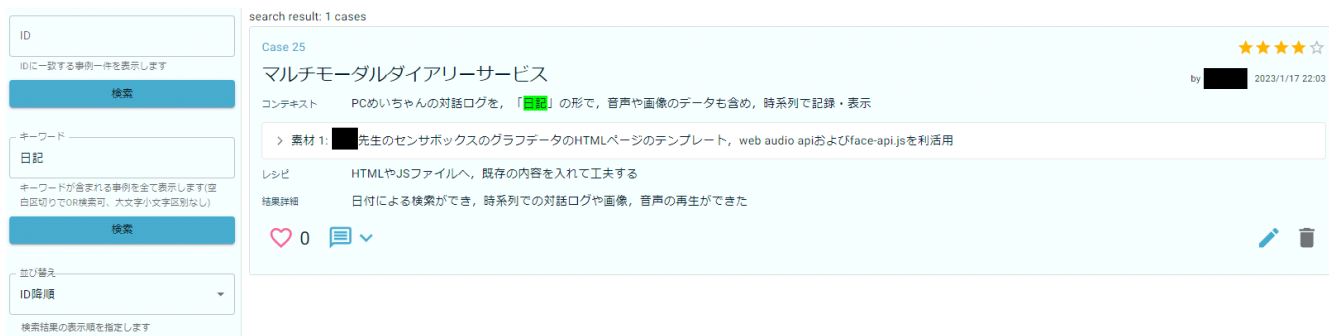


図7 SUCCEED システムによる事例の検索結果

する手法を検討することを目的として、ユーザが求めるサービスの概要とその開発に役立つ技術を発見するシステムの構築に取り組んだ。先行研究を改善することで、未知のサービスへのユーザニーズの抽出によってサービス概要の発見を実現し、アップサイクル事例のニーズに基づくキーワード検索によって開発に役立つ技術の発見を実現した。今後の展望として、SUCCEED システムへの十分な事例の蓄積によってシステムの質が高まるため、事例の自動蓄積を試みたいと考えている。また、ニーズと事例に基づく LLM を用いた自動開発に取り組むことで、ニーズ蓄積から開発までの全自動化を目指したい。

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] 内閣府, “資料1 超スマート社会の姿と超スマート社会に向けた取組について,” <https://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/kiban/3kai/siry01.pdf>, Oct. 2015. (Accessed on 02/14/2024).
- [2] H. Fan and M.S. Poole, “What is personalization? perspectives on the design and implementation of personalization in information systems,” *Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce*, vol.16, no.3-4, pp.179–202, 2006.
- [3] S. Pahlevanynejad, S.R. Niakan Kalhori, M.R. Katigari, and R.H. Eshpala, “Personalized mobile health for elderly home care: A systematic review of benefits and challenges,” *International Journal of Telemedicine and Applications*, vol.2023, p.5390712, Jan. 2023. <https://doi.org/10.1155/2023/5390712>
- [4] S. Sadiq, M. Umer, S. Ullah, S. Mirjalili, V. Rupapara, and M. Nappi, “Discrepancy detection between actual user reviews and numeric ratings of google app store using deep learning,” *Expert Systems with Applications*, vol.181, p.115111, 2021.
- [5] B. Davazdahemami, P. Kalgotra, H.M. Zolbanin, and D. Delen, “A developer-oriented recommender model for the app store: A predictive network analytics approach,” *Journal of Business Research*, vol.158, p.113649, 2023.
- [6] T. Nakata, S. Chen, S. Saiki, and M. Nakamura, “Employing large language models for dialogue-based personalized needs extraction in smart services,” *Computer Science & Information Technology (CS & IT)*, vol.13, pp.21–33, Dec. 2023. Sydney, Australia.
- [7] T. Nakata, S. Chen, S. Saiki, and M. Nakamura, “Succeed: Sharing upcycling cases with context and evaluation for efficient software development,” *Information*, vol.14, no.9: 518, Sept. 2023.
- [8] W. Lin, M. Bachman, and G.P. Li, “ヘルス&ウェルネスウェアラブルの現状とその将来展望,” *Journal of the Surface Finishing Society of Japan*, vol.74, no.1, pp.2–8, 2023.
- [9] 舟木紳介, 塚本利幸, 橋本直子, 永井裕子他, “高齢者のインターネット利用とボランティア活動: 福井市で実施したアンケート調査のデータ分析から 3,” *Journal of Fukui Prefectural University*,

vol.59, pp.1–14, 2023.

- [10] J. Blümel, M. Zaki, and T. Bohné, “Personal touch in digital customer service: a conceptual framework of relational personalization for conversational ai,” *Journal of Service Theory and Practice*, vol.34, Oct. 2023.
- [11] K. Terakawa, S. Chen, S. Saiki, and M. Nakamura, “A study of project description inference using method name elements for software upcycling,” *6th International Conference on Signal Processing and Information Security (ICSPIS)*, pp.46–51, Nov. 2023. Dubai.
- [12] M. Cascella, J. Montomoli, V. Bellini, and E. Bignami, “Evaluating the feasibility of chatgpt in healthcare: An analysis of multiple clinical and research scenarios,” *Journal of Medical Systems*, vol.47, no.1, p.33, March 2023. <https://doi.org/10.1007/s10916-023-01925-4>
- [13] S. Bubeck, V. Chandrasekaran, R. Eldan, J. Gehrke, E. Horvitz, E. Kamar, P. Lee, Y.T. Lee, Y. Li, S. Lundberg, H. Nori, H. Palangi, M.T. Ribeiro, and Y. Zhang, “Sparks of artificial general intelligence: Early experiments with gpt-4,” 2023.