

# 商品レビューグラフを用いた利用目的を達成可能な代替商品の検索

平野 司<sup>†</sup> 莊司 慶行<sup>†</sup> 山本 岳洋<sup>††</sup> Martin J. Dürst<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 青山学院大学 理工学部 〒252-5258 神奈川県 相模原市 中央区 淵野辺

<sup>††</sup> 兵庫県立大学 社会情報科学部 〒651-2197 兵庫県 神戸市 西区 学園西町

E-mail: †hirano@sw.it.aoyama.ac.jp, ††{shoji,duerst}@it.aoyama.ac.jp, †††t.yamamoto@sis.u-hyogo.ac.jp

**あらまし** 本稿では、商品レビューを分析することで、その商品の使用目的を達成できる別の商品を発見する方法を提案する。「朝、早く起きる」という目的を達成したいと考えた際に、一般的には「目覚まし時計」だけを探しがちである。一方で、「スマートカーテン」のように直接目的を達成できる商品や、「睡眠薬」のように「朝、早く起きる」という目的を「夜、早く眠る」と置き換えて間接的に達成できる商品が、無数に存在する。そこで、本研究では、商品レビューデータから、商品情報と使用目的からなる2部グラフを作成した。Random Walk with Restart に基づく計算により、入力された商品の使用目的を達成可能な別の商品をランキング可能にした。実際に、ある目的をその商品が解決可能であるかを判定する被験者評価を通して、提案手法の精度と有用性を示した。

**キーワード** 情報検索, 代替達成案, レビュー, 商品推薦

## 1 はじめに

誰しも一度は、視野狭窄に陥って、要らないものを衝動買いしたことがあると思われる。例えば、寝坊して遅刻して怒られて、あわてて「朝早くに起きよう」という目的で、「目覚まし時計」を買うことは、一般的である。この時、従来の推薦アルゴリズムでは、「目覚まし時計」を探し始めた時点で、さまざまな「目覚まし時計」を推薦し始める。この場合、利用者は「目覚まし時計」を吟味して、最も「朝早くに起きる」という目的に適した目覚まし時計を探すことができる。

一方で、寝坊して遅刻をして、怒られないための解決策は、「目覚まし時計」に限らない。例えば、前日の夜に睡眠薬を飲んで早く寝れば、翌日寝過ぎす危険性は減るだろうし、ぐっすり眠れる枕を買えば、短い睡眠時間でも、翌朝すっきり目覚められるかもしれない。このように、「目覚まし時計」という商品だけに執着した場合、「目覚まし時計」という商品以外の情報を取り入れずに商品を購入してしまう。一つの目的に対して視野狭窄に陥り、本当に必要な商品を購入が目に入らなくなる局面は、少なくない。

近年では、インターネットやスマートフォンの普及に伴い、Amazon や楽天ショッピング、フリーマーケットアプリなど、様々なオンラインショッピングサービスが普及してきている。それに伴って、多くの年齢層の人々が目当ての商品を容易に購入するようになってきている。総務省の調査によると、現代人のうち73.4パーセントは、オンラインショッピングサイトでの購入経験があるとされている。年齢別にみても、20代で69.5パーセント、60歳以上でも78.0パーセントと、老若男女問わず、誰もがECサイトを利用していると言える<sup>1</sup>。

こうして誰もが気軽に Web 上で買い物をした際に起こりうる問題の一つとして、視野狭窄に陥ったことによる衝動的な買い物が挙げられる。多種多様な商品を購入することが容易になった一方で、インターネットに不慣れな利用者が、目的に最も適した商品を選択することが困難になっている。実際に Zhang ら [1] は、オンラインショッピングでは視覚的魅力や、従来の推薦手法によって、衝動的な購買意欲を生み出すというデータを示している。これを防ぐためには、商品を探している人に対して論理的な思考を促すことのできる情報を示し、一度本当に解決したい目的と必要な商品を考えさせる必要がある。

一般的に従来の商品推薦システム [2] では、協調フィルタリングが利用されてきている。協調フィルタリングでは、最初に選択した商品と商品と同じ種類のものや、その商品を購入した利用者が他に購入したもの、併用して使うものなどが推薦される。そのため、例えばユーザが「目覚まし時計」を選択した場合、推薦案として別種類の目覚まし時計、バッテリー用の電池が提示される。ここで、このユーザが「朝早くに起きる」という目的を持って目覚まし時計を検索している場合を考える。実際には「光時計」や「スマートカーテン」、「スマートウォッチ」など、同じ目的を達成可能な商品が多く存在する。しかし、従来の推薦システムでは、別種類の目覚まし時計などが推薦され、目的を達成する方法として、目覚まし時計を購入すること以外の方法を見付けることが出来ない。そのため、ユーザは他の適した選択肢がある場合でも、「目覚まし時計」を選択してしまう。この問題は、「朝早くに起きる」といった、購入目的をクエリとして商品が推薦されることで解決する。

本研究では、商品から用途として考えられる目的を選択すると、その目的を代替的に達成可能な商品をランキングとして出力する商品推薦アルゴリズムを提案する。例えば、「目覚まし時計」が対象の商品の場合、「朝早くに目覚める」「遅刻を防ぐ」

1: インターネットショッピング及びオークションフリマの利用状況: 令和4年版情報通信白書, 第1部, 第1章, 第1節:

<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r03/pdf/>

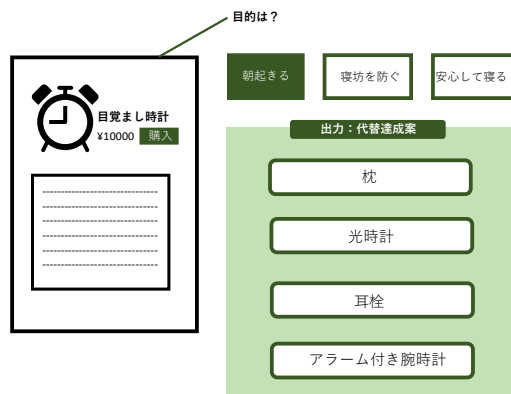


図1 提案アルゴリズムを用いたアプリケーションの例。ある商品に対して目的を選択すると、その目的について代替可能な商品がランキングされて出力される。

「大きい音を鳴らす」といった購入目的が提示される。利用者が「朝早くに目覚める」という目的を選択した場合、「光時計」「枕」「サプリメント」など、具体的な商品を順位付けして出力する。このような、代替達成案を出力する商品推薦アルゴリズムがあれば、利用者が本当に必要な商品について考える情報を与えることができる。

そのために、購入目的をクエリとした商品推薦システムを実現するため、商品のレビュー情報に着目した。Amazon や楽天ショッピングなどのオンラインショッピングサービスでは、ユーザが商品に対してレビューを投稿できる。これらの商品に対するレビューには、ユーザが商品をどのような用途で利用したか、という情報を含む場合がある。

商品のレビュー情報に含まれる目的をそのまま用いて、他に同じ目的を持つ商品を見つけ、それを代替達成案とすることを考える。具体的には、「朝早く起きる」という語を直接レビューに含む商品を推薦するアルゴリズムがあったとする。このアルゴリズムでは、本研究で目指すような、代替解決策を提示するには、不十分である。一つ目の問題点として、レビュー情報に表記揺れがあり、明確に同じ目的同士をまとめることができない点が挙げられる。また、二つ目の問題点として、直接的な検索を行う場合、代替達成案として当たり前のもの、また同様な商品が出力される可能性がある。例えば、「目覚まし時計」を対象とし、「遅刻を防ぐ」という目的をクエリとした場合、多くの別の種類の「目覚まし時計」が結果として出力されることは明らかであり、よくて「光時計」や「アラーム付き腕時計」などが出力されるだけである。しかし、これらの代替達成案だけでは、ユーザの視野は広がることはなく、目覚まし時計が遅刻を防止する最善の商品であるという思考は変化させられない。

そこで本研究では、商品と分割された目的の単語グループをノードとした二部グラフを作成し、Random Walk with Restart (RWR) による計算を行った。二部グラフと RWR を用いることにより、単純な検索では求められない、幅広い代替達成案の

発見を可能とする。先の例の「目覚まし時計」の場合、「遅刻を防ぐ」というクエリに対して、リンクの遷移を行うことにより、「睡眠の質を上げる」などの間接的な目的を発見し、「枕」や「アイマスク」などの商品を生産する。

提案手法の有効性を示すために、実データを用いた評価実験を行った。提案手法による計算により、入力された目的に対して代替達成が可能な商品をランキングとして出力する。出力された商品が目的に対してどのように達成可能か、購入判断の役に立ったのかというラベル付けと、ランキングとしての全体の精度についてのラベル付けを被験者に行わせた。ランキングと商品のそれぞれを評価することで、手法の有用性を明らかにした。

本論文の構成は以下の通りである。第2節では、関連研究を紹介し、本研究の位置づけを示す。第3節では、本研究における提案手法について説明し、第4で提案手法とベースライン手法を比較する被験者実験について述べ、第5でその結果を考察する。

## 2 関連研究

本研究は、代替達成案を利用した商品推薦アルゴリズムの研究である。そのために、商品に関連する目的から代替達成案を探索する。よって本研究は、商品推薦アルゴリズムについての研究や、代替達成案の研究と深く関連する。

### 2.1 目的に応じた商品の推薦や検索

本研究は、商品の目的から新たな商品を発見することを目的としており、商品間の推薦の研究と関連する。商品間の関係を利用した研究として、Ruining ら [3] は、商品間の関連性を単一の概念としてではなく、複数の概念として扱うことで、カテゴリや対称性に縛られない推薦が可能で、Monomer を提案している。本研究では、商品間の関連性をレビュー間の関係を利用した、単一の概念として扱っている点で異なる。

本研究では商品のレビュー情報から購入目的を収集することを目的としている。商品のレビュー情報を利用した研究として、Lei ら [4] は、レビューをユーザの行動に対してのものと、商品に対してのもの2種類に分割し、それぞれのレビューを学習した層を共有するニューラルネットワークを利用した、商品推薦アルゴリズムを提案している。Sopheaktra ら [5] は、製品の特徴を入力とし、特徴に関係のある目的を LDA や Word2Vec を用いてレビューから抽出し、特徴と目的の関係から製品を出力する推薦システムを提案している。本研究では、製品の特徴は利用せず、目的と製品の関係から製品を求めるという点で異なる。

利用目的に注目した商品推薦アルゴリズムの研究もおこなわれている。McAuley ら [6] は、購入した商品の推薦として出す商品を、代わりに互換可能な代替品と、商品に追加して購入する補完品の2種類に分割し、商品データを利用した推薦システムを提案している。本研究では、代替品をある目的を達成可能な別の商品と定義している点で異なる。

## 2.2 セレンディピティ (Serendipity)

本研究は通常の推薦と異なり、選んだ商品から別の視点を持つことができる商品を推薦することを目的としており、予期せぬ商品を推薦する研究 [7] と関連する。Kotkov らは、予想外な商品の推薦において重要な要素は「関連性」、「新規性」、「意外性」の3つであり、これらの要素が揃った商品推薦を、セレンディピティな商品推薦と定義している。

セレンディピティな商品推薦の例として、Kensuke ら [8] はユーザとアイテムを二部グラフの関係に表し、ノード間の関連度と、ノードの異常度を表すブリッジングスコアをマージした値を用いた推薦手法を提案している。Akiyama ら [9] は、実際にユーザからセレンディピティに関するデータをアンケートで集め、セレンディピティの人間嗜好モデルを構築し、項目距離の長さによってランキングした推薦手法を提案している。

## 2.3 代替達成案

本研究は商品の目的に対して、代替可能な目的を求めることで代替案である商品を出力するアルゴリズムである。代替可能な目的の抽出について、Pothirattanachaikul ら [10] はCQA サイトから、目的を達成出来る代替案を抽出する手法を提案している。例として、「睡眠問題の解決」という目的に対し、「睡眠薬を飲む」という行動に注目した場合、「就寝前に散歩する」という代替行動を提示する。そのために、行動と目的の関係をCQA サイトの質問と解答情報を2部グラフ化し、類似度を順位付けすることで、代替行動を発見している。

また、Yamamoto ら [11] と Yang ら [12] は主目的と副目的の関係から、代替案を求める手法についての研究を行っている。Yamamoto らは、「体重を減らす」という主目標を達成するための、「運動をする」、「ダイエット薬を飲む」などを副目標と定義し、スポンサーデータを利用することで、副目標をクエリに合わせたクラスタリングを行う手法を提案している。Yang らは、「会議を開催する」という主タスクの達成に向けて行う必要がある、「ホテルの選択」、「ボランティアの募集」などを副タスクと定義し、クエリと wikiHow で述べられているタスクとの関係を結ぶ手法を提案している。本研究では、これらの代替案の定義に基づき、代替達成案を求める計算を行う。

## 3 手 法

商品とその目的を選択すると、その目的に対して代替的に達成可能な目的を持つ商品を順位付けて出力する手法について述べる。本研究では、このようなアルゴリズムを実現するため、商品のレビューデータから利用する目的に該当する文章を抽出する。ここで、同じ目的を持つ商品同士は類似しており、代替可能であるという仮説を立てる。この仮説から、グラフを利用した計算が適しているとし、商品と目的の関係を表したグラフを作成することで、代替可能な商品を見出す。

### 3.1 言語パターンによるレビュー文からの目的抽出

本研究では、商品を利用する目的を得られるデータとして、商品のレビュー情報を利用する。しかし、長々と書かれたレ

ビュー文章において、目的に該当する箇所はごく一部である。そのため、レビュー文そのものを目的として扱うことはできない。そこで本研究では、言語パターンを用いて、レビュー文から目的を切り出して、計算に利用する。そのために、正規表現を用いた構文パターンによる抽出と、形態素解析による文章の選別の二段階の処理を行う。また、事前にレビュー中のクレンジングも行う。具体的には、「送料 無料 配送 注文」などの目的に関係のない単語については除外する。

目的の抽出方法の全体図を、図2に示す。始めに、正規表現による目的の抽出を行う。通常の構文パターンを用いて抽出を行う場合、文章が冗長になる可能性がある。冗長な文章には目的に関する単語以外の単語が多く含まれるため、グラフ処理に基づくアルゴリズムでは、ノード数の肥大化を招く。そこで、必要な単語だけを抽出しそれらを用いることで、本当に処理に必要な部分グラフを作成する必要がある。

そのため、前方と後方の構文パターンによる挟み込みを用いることで、目的として重要な部分を抽出する。前方のパターンとして、「とき、時、際、で、を、に、との」を用い、後方のパターンとして、「ために、のに、用に」を用いる。購入理由が存在する文章は、文の後ろに「購入、便利、使用、利用、適、良い、よい」といった単語が来る場合である場合が多いため、これらの単語が一致した文の後ろにある場合に抽出を行う。また、挟み込みを行った場合でも冗長な文章が抽出される場合があるため、一定の長さを超えた文章については除外している。

次に、形態素解析による処理について説明する。前方のパターンのうち、「ために、のに」は文末が動詞の場合にのみ抽出を行う。「用に」の場合は「走る用に」や「ランニング用に」など、目的を示す単語が動詞だけでなく名詞である場合もあるため、文末が動詞か名詞の場合にのみ抽出を行う。その中で特に「する」という動詞に関しては特別な処理を行う必要がある。例えば「走る」や「眠る」といった動詞は単語そのものに意味があるが、「する」という動詞はその直前の名詞に動作の意味がある場合がほとんどである。そのため、「する」の直前に名詞以外がある場合、その文章は除外する。また、「ある いる できる なる わかる 食べる」などの目的と捉えられない動詞や、一般的過ぎる動詞については除外している。

形態素解析には、MeCab<sup>2</sup>という形態素解析ライブラリを利用した。また、解析にしようする辞書は新語や専門用語、固有名詞を含む Mecab-ipadic-NEologd<sup>3</sup>を使用した。

### 3.2 目的語の組み合わせからなるノードの作成

次に、抽出した目的を使い、二部グラフを作成する。そのために、切り出してきた目的から、グラフ中でのノードを作成する。目的をノードにするにあたり、そのままの形で目的を利用すると、同じ目的としての意味を持っていても、異なるノードとして定義されてしまう場合がある。例として「朝に早起する」と「朝早起する」という文章は、同じ意味であるが、文

2: 「MeCab」: <https://taku910.github.io/mecab/>

3: 「Mecab-ipadic-Neologd」:

<https://github.com/neologd/mecab-ipadic-neologd>

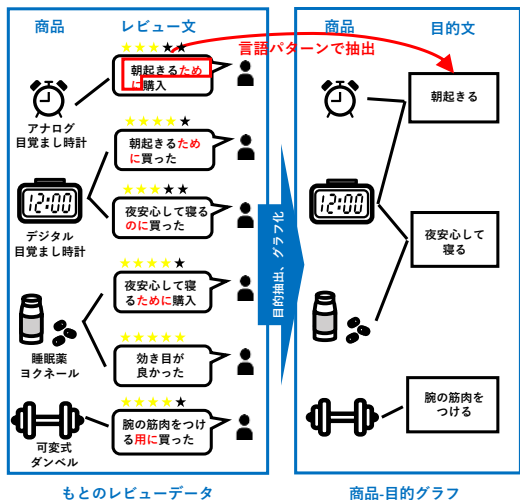


図2 言語パターンによる抽出を利用した商品-目的グラフの構築

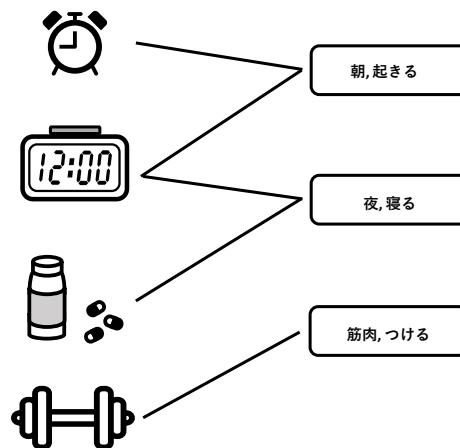


図3 目的の分割によって作成されるノードの例

章としては異なるため別のノードになってしまい、二部グラフのノード数が増大し計算に影響が出る。そのため、前処理として目的を単語に分割した。この時、目的として意味のある単語を抽出するため、ノードに利用する単語を絞った。例として「は」、「が」などの助詞、「させる」、「ます」などの助動詞、「とても」、「ずっと」などの副詞は、目的として必要な情報ではない。そのため、本研究では使用する単語を名詞、形容詞、動詞の3つに絞った。

また、動詞については活用形が存在する。例として、「行く」という動詞は、「行き」「行か」といった活用形に変化する。これらの活用形には、意味としての大きな違いは無いにもかかわらず、形態素解析による処理を行った場合、それぞれ異なる単語として扱われてしまう。そのまま単語を利用すると、二部グラフのノード数が増大し、計算に影響が出ると考えられるため、動詞は標準形に統一した。

分割した単語をノードにする際、単語一つのみをノードにした場合、ほとんど関係を持たない商品との強い関係を持つ可能性がある。例えば、スピーカーが「風呂で音楽を聴く」という目的を持ち、イヤホンが「ラジオで放送を聴く」という目的を持っている際に、単語一つをノードにすると、「聴く」という単語に対して二つの商品は共通のリンクを持ち、本来全く共通していない商品同士に関係性が生じる。そのため、本研究では二つの単語グループをノードとした。例として、「風呂で音楽を聴く」という文章は、「風呂」「音楽」「聴く」「風呂, 音楽」「風呂, 聴く」「音楽, 聴く」というノードになる。

また、単語グループとして適さないものの削除を行った。1人称や「父, 母」などの人を指す名詞、「する, 使用」などの登場頻度が多い単語、ほとんどの目的に登場しない単語は、目的を表す単語としての意味を持たない場合が多く、使用する単語グループから除外した。作成されるノードの例を図3に示す。

### 3.3 商品と目的からなる二部グラフの作成

次に、作成したノードを利用し、二部グラフを作成する。手法の概要を図4に示す。本研究のアルゴリズムは、ある二つの

商品が同じ目的を持っている場合、その二つの商品は類似しているという仮説に基づいている。そこで、こうした商品と目的の関係を二部グラフとして表すことで、グラフ処理に基づいて、目的を代替可能な類似商品を発見する。そのために、レビューされた商品と、目的に含まれる単語グループをノードとし、それらをエッジで繋いだグラフを作成する。グラフの作成は

- ある商品が持つ目的の一つを選択し、目的に含まれる単語ノードとリンクを持つ商品を探査し、
- 次に、探索によって得られた全ての商品について、それぞれの目的に含まれる単語ノードとリンクを持つ商品を探査し、
- 最後に、上の処理によって得られた商品と、探索に利用した目的の単語グループをノードとし、グラフを作成する。

という手順によって行う。

本手法では、商品と目的のノードを全て利用したグラフを作成せず、特定の商品が持つ目的を選択し、2回の探索によって得られた商品と目的ノードのみを利用した、部分的なグラフを作成する。この手法を選択した理由は次の二つである。一つは全てのノードを利用した場合、グラフとして表される行列のサイズが、計算が不可能な状態にまで増大するためである。もう一つは、リンクを辿るごとに関連性が薄くなることを防ぐためである。全てのノードを利用すると、直接関連が無いにもかかわらず、ある商品と数十リンク離れていても関連していると計算される恐れがあり、本研究が定義する代替性とは異なるものとなる。以上の理由から、特定の商品をもとに部分的に探索したノードを利用した、部分的なグラフを作成する。

また、ノードを探索する際、そのまま探索を行うと、最初の商品が持つ別の目的に関係した目的の推薦が行われてしまう。例えば、枕が「夜の睡眠の質を上げる」と「肩こりを治す」という目的を持っており、「夜の睡眠の質を上げる」を選択した探索を行い、候補としてアイマスクを発見した場合、アイマスクの持つ目的は枕を候補として発見し、「肩こりを治す」という目的に関しても結果的に探索を行ってしまう。そのため、2回目

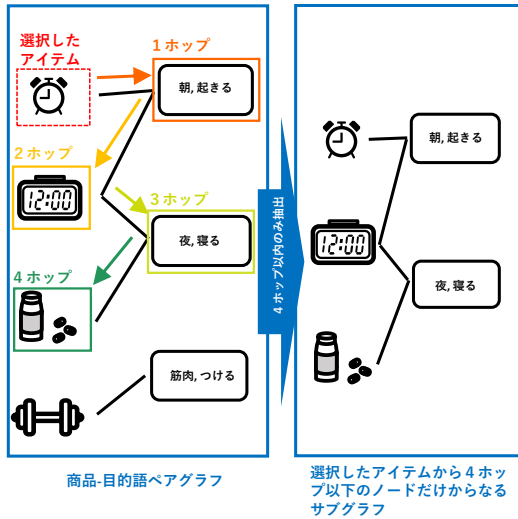


図4 探索を用いた部分二部グラフの作成

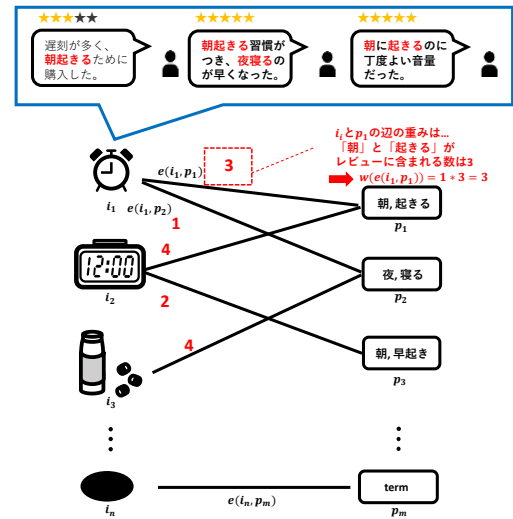


図5 レビューを利用した重要な単語を持つリンクへの重み付け

以降の探索時には最初の商品へのリンクを削除する。

ここで、作成したサブグラフを隣接行列  $A$  とする。抽出されたノードのうち、商品ノードの集合を  $I$ 、目的ノードの集合を  $P$  とすると、 $A$  は  $(|I| + |P|) \times (|I| + |P|)$  の次元からなる行列となり、行列の右上が商品から目的への関係、左下が目的から商品への関係を示す。また、 $i_n$  とリンクを持つ  $P$  の集合を  $L_p(i_n)$ 、 $p_n$  とリンクを持つ  $I$  の集合を  $L_i(p_m)$  とする。行列の右上の場合、 $i_n$  が  $L_i(p_m)$  に含まれる場合、 $A_{nm}$  の値は 1 となり、それ以外は 0 となる。左下の場合も、 $p_n$  が  $L_p(i_m)$  に含まれる場合、 $A_{nm}$  の値は 1 となり、それ以外は 0 となる。このように、ノード間のエッジが繋がっているかどうかという関係をもとに、二部グラフを隣接行列として定義した。

### 3.4 リンクの重み付け

グラフによる計算を行う前に、各リンクに重み付けを行う。重み付けの方法について、図5に示す。重み付けを行う理由として、商品に関係する重要な単語に注目するためである。例えば「目覚まし時計」が「朝早く起きる」、「ランニングに使う」という二つの目的を持つ場合、後者は明確に適さない目的であると分かるが、同じ重みを持つためそれぞれの目的を持つ単語へ同じ確率で遷移してしまう。そこで、レビューに含まれる単語の出現頻度を利用した重み付けを行った。レビューの中には目的として抽出されなかったが、抽出された目的と同じ単語を含む場合がある。そのため、目的を持つ単語の登場頻度を利用することで、どの単語が重要であるかということを計算できる。商品  $i_n$  が持つレビューに単語  $p_m$  が登場する頻度を  $|F_{nm}|$  とするとリンクの重みは、

$$w(e(i_n, p_m)) = |F_{nm}| \quad (1)$$

となる。

### 3.5 Random Walk with Restart による計算

3.4節までで、商品と目的に含まれる単語をエッジによって結んだ部分的なグラフを作成した。本手法は、このグラフのノード間の関連度を計算することで、商品の目的を代替的に達成可

能な商品をランキングとして出力する。ノード間の関連度の計算には多くのアルゴリズムが存在するが、本手法では Random Walk with Restasrt (RWR) を採用している。RWRを採用した理由は、本研究の代替性とは似た目的を持つ商品同士であるという仮説と、ある商品が持つ目的の同士は何かの関係を持つという仮説に基づいているからである。例えば、「食器洗剤」は風呂や車などの汚れを取るのには向かないが、ガラスに使うことが出来る。つまり、ガラスに使うことのできる別の洗剤は、食器に使うことが出来るという推論が成り立つ。さらに、ガラスに使うという目的を持つ「ガラスクリーナー」が靴に使うという目的も持っていた場合、「食器洗剤」は靴の洗浄に使える何かの商品とも関係を持つと推測できる。これらの関係性を RWR の計算を用いることにより、値として求めることが可能となる。

次に、RWR による関連度計算の方法について説明する。はじめに、3.4節までに作成した、商品と目的の単語グループからなるグラフを表す隣接行列  $A$  を、遷移確率行列に変換する。遷移確率行列の変換は、ノードから出発するエッジの重みの和で各列を割る正規化によって行った。 $A$  を正規化した遷移確率行列を  $A'$  とすると、正規化の式は、

$$A'_{ij} = \frac{A_{ij}}{\sum_{k=1}^{|I|+|P|} A_{kj}} \quad (2)$$

で定義される。

$q$  を問い合わせノードを 1 としたベクトル、 $c$  をジャンプ率、 $p$  を最終的に求める類似度のベクトルとすると、提案するアルゴリズムである RWR は

$$p = (1 - c)Ap + cq \quad (3)$$

で定義される。 $p$  の初期値は  $q$  であり、結果が収束するまでこの式を繰り返す。求められた  $p$  を使い、すべてのアイテム集合  $I$  について順位付けを行い、ランキングとして出力する。

## 4 評価

楽天市場の商品データを用いた被験者実験により、手法の有

用性を評価した。実験はランキング上位の代替商品についての評価と、ランキング全体についての評価の二つを行った。代替商品の評価は、あらかじめ用意した 40 個の目的クエリについて、提案手法を含めた 6 手法で商品を求め、それぞれの代替商品について 3 つの項目の評価を行った。ランキング全体の評価は、提案手法のうちランキング化が可能な手法の結果を用いて、4 つの項目の評価を行った。

#### 4.1 データセット

実験には、楽天市場の商品レビューデータを利用した。レビューデータにはレビュー文章以外に、商品名やカテゴリーデータなどが含まれており、これらのデータを元にグラフを作成することが可能である。しかし、レビューデータの中には本研究に適さないデータが存在するため、レビューデータの絞り込みを行った。

まず、カテゴリーデータを利用した除外を行った。楽天市場のデータには全 39 種類のカテゴリーデータが存在し、商品はそれぞれ「ファッション」、「家電」、「スポーツ」など大きなグループに分かれている。これらのデータを利用し、こちらで指定したカテゴリーを持つ商品のレビューデータを除外した。除外したカテゴリーの例として、「ファッション」、「靴」、「食品」、「ソフトドリンク」などの、それ自体が代替案にしかならないものや、「不動産」、「チケット」、「CD」などの代替することが不可能なものがある。なお、カテゴリーが存在しないデータについては、一律除外を行っている。

次に、全く同じレビュー文章が複数の商品に付いている場合の除外を行った。同じレビューを持つ商品は強い関係を持ってしまい、グラフ計算の質に影響が出るため、同じレビューが一度でもあった場合、そのレビューは除外した。以上の二つの処理によって最終的に 44,834,987 件のレビューデータを得た。また、この時レビューデータを持つ商品の数は 180,910 件となった。

#### 4.2 実装

獲得した楽天市場の件数のレビューデータについて、3.1 で説明した正規表現と MeCab を用いた目的抽出を行った。この時、「送料、無料、配送」などの目的に関係のない名詞や、「ある、いる、わかる」などの目的に関係のない動詞は全て除外している。最終的に、339,515 件の目的を得た。

次に、ノードに利用する単語グループを作るため、MeCab による単語の分割を行った。この時、利用する品詞は名詞、動詞、形容詞のみとし、動詞に関しては標準形に統一している。分割した単語は、二つの単語を組み合わせたグループをノードとする。また、登場回数一回のみのグループや「私、父」などの人を指す名詞、「する、使用」などの一般的で登場頻度の多い単語、「ある、いる」などの目的と関係ない動詞を含むグループに関しては除外している。最終的に 132,015 件の目的ノードを得た。

次に、計算に利用するグラフの作成を行った。事前に用意した目的クエリを形態素解析によって単語に分割し、各単語グ

表 1 実験に利用する商品名と目的クエリ

商品名	目的クエリ
ステンレス製野菜干しバスケット	野菜を干す
両面テープNW-SF	壁に絵を飾る
スポンジ耳栓	自宅で勉強に集中する
アルインココードレス肩マッサージャー	肩こりを解消する
安眠睡眠アイマスク	睡眠の質を上げる
小林製薬命の母化粧水	肌の乾燥による肌荒れを防ぐ
サンバイザー	体への直射日光を防ぐ
クリップ文具	資料やメモなどの紙をまとめる
イヤホンホルダー SJC	イヤホンのケーブルが絡まるのを防ぐ
ダンベル可変式	自宅で筋トレをする
座椅子あぐら座椅子	デスクワーク中の姿勢を改善する
業務用台車	重い荷物を運ぶ
懐中電灯防災 led ライト	暗い夜道を散歩する
TheDRY アイロン	服のしわをのばす
キーホルダー革	鍵や財布などの貴重品を無くさないようにする
レザー手袋	外出時の冬の寒さを防ぐ
マスクカラーマスク	風邪を予防する
ダイエットサプリメントフット	ダイエットを成功させる
箱マッチマッチ	キャンプで火を起こす
激落ちシート液晶テレビ用	パソコンやテレビなどの液晶を綺麗にする
おでかけウエットティッシュ	汚れた子供の手を拭く
ぬれマスク	寝ているときの喉の痛みを防ぐ
バランスボール	体幹を鍛えバランス感覚をつける
infistDesign 簡易吸音ルーム	自宅での音漏れを防ぐ
ゴムパッキン用カビキラー	風呂やキッチンの汚れやカビを掃除する

ループに一致する目的ノードを獲得する。なお、用意した目的クエリは全ての単語が最低 1 つ以上目的ノードに含まれているものとした。得られた単語グループに関連する商品を獲得し、その商品と関連する単語グループを使ってもう一度商品を探索する。これらの処理で得られた商品と目的に含まれる単語を使い、グラフ関係を表す行列を作成した。

最後に、Random Walk ith Restart による計算を行い、商品と目的の関連度を計算した。クエリによって次元数が多くなる場合があるため、Python のライブラリである SciPy を用いて行列の計算を行った。また、問い合わせノードにランダムジャンプする確率を 0.8 とし、再帰の計算は結果が収束するまで行った。

#### 4.3 実験方法

##### 4.3.1 比較手法

提案手法の有用性を評価するために、

- (1) **提案手法**：本研究で提案する、RWR を用いた重み付き商品-目的グラフの関連度計算を行う手法、
- (2) **リンクへの重み付けなしのグラフ計算**：提案手法の目的へのリンクの重みづけを除いた手法、
- (3) **商品説明文の類似度計算**：レビューを持つ商品の商品説明文の類似度を Doc2Vec を用いて計算する手法、
- (4) **分割した目的クエリの一致**：目的クエリを「肩こり 解消」のように検索クエリに似た形に分割し、分割された全ての単語をレビュー中に含む商品を見つける手法、
- (5) **ランダム**：レビューを持つ商品をランダムに抽出する手法、

の5つの手法を使い商品推薦の結果を作成した。なお、実装予定だった目的クエリの一致した商品とその目的を直接ノードとしたグラフ計算については、目的が完全一致しなければ同じノードとならず、1つの目的が1つの商品のみとしかリンクを持たない場合がほとんどであったため、実装を見送った。

#### 4.3.2 代替商品の評価

用意した目的文章をクエリとし、出力された上位5件の商品に対してラベル付けを行った。評価項目として、

- 直接的な解決かどうか、
- 間接的な解決がどうか、
- 購入判断の役に立ったか、

の3つを用意し、それぞれ4段階による評価を行った。最も当てはまる場合は4とし、当てはまらない場合は1とする。

直接的な解決とは商品の利用目的を同じ方法で解決可能であることを指し、間接的な解決とは商品の本来の利用目的を別の方法で解決可能であることを指す。

#### 4.3.3 ランキングの評価

5つの比較手法のうち、ランキング化が可能な提案手法、リンクへの重み付けなしのグラフ計算、商品説明文の類似度計算の3つの手法を用いる。この時、3つの手法それぞれでカテゴリによる商品の絞り込みを行う場合と行わない場合に分け、用意した目的クエリを利用し、計6種類の手法によって出力されたランキングに対してラベル付けを行った。評価項目として、

- 視野が広がったか、
- 多様性はあるか、
- 提案された商品を購入する気は起きたか、
- 総合評価、

の4つを用意し、それぞれ4段階による評価を行った。最も当てはまる場合は4とし、当てはまらない場合は1とする。

#### 4.4 実験結果

本実験結果において、被験者2名の回答の平均値を、実際の評価値として用いる。この際、被験者間の意見の一致度について各実験全ての項目について cohen's kappa の値 [13] が 0.2 を上回っており、結果の信頼性があると言える。

表2に代替商品の評価実験によって得られた適合率の平均値を示す。各クエリの適合率は、評価値の平均が3を上回っている場合に1と見なし、上位5件の平均とする。なお、目的クエリ一致の全体の結果について、検索結果が得られなかった5件のクエリがあったため、得られなかったクエリ数を除いた20件で平均をとった。発見数は全てのクエリの発見数の平均とし、提案手法と重みづけなしの手法の発見数は計算に利用したノード数としている。また、全ての発見数はカテゴリによる重複分の削除を行っている。全クエリの平均結果として、重み付けなしのグラフ計算がすべての項目において高い評価となった。提案手法は直接解決が可能かという項目以外の適合率において、目的クエリの一致を上回った。

表3にランキングの評価実験によって得られた平均評点を示す。全クエリの平均結果として、視野が広がったかの項目において絞り込みを行った提案手法が高い評価となり、多様性につ

表2 手法、項目ごとの適合率。ベースライン（商品説明）と比較し  
\*\* :  $p < 0.01$ , \* :  $p < 0.05$

手法名	直接的な解決	間接的な解決	購入判断	発見数
提案手法	**0.44	<b>0.05</b>	**0.50	759
重み付けなし	<b>**0.46</b>	<b>0.06</b>	<b>**0.53</b>	759
商品説明	0.34	0.04	0.14	-
目的クエリ一致	**0.43	0.04	**0.41	24
ランダム	**0.02	0.00	**0.03	-

表3 手法、項目ごとの平均評点（4段階中）。ベースライン（商品説明+カテゴリによる絞り込み）と比較して \*\* :  $p < 0.01$ , \* :  $p < 0.05$

手法名	カテゴリによる絞り込み	視野が広がったか	多様性	購入する気が起きたか	総合評価
提案手法	あり	<b>**3.14</b>	**3.44	**3.10	**3.14
重み付けなし	あり	**3.12	<b>**3.50</b>	**3.24	**3.28
商品説明	あり	1.72	2.56	2.40	1.78
提案手法	なし	**3.02	**3.30	**3.30	**3.12
重みづけなし	なし	**3.04	**3.08	<b>**3.60</b>	<b>**3.36</b>
商品説明	なし	1.98	2.64	2.48	1.96

いては絞り込みを行った重みづけなしのグラフ計算が高い評価となった。また、購入する気が起きたかと総合評価において、絞り込みを行わない重みづけなしのグラフ計算が高い評価となった。提案手法は全ての項目において、ベースラインである商品説明を用いた検索の結果を上回った。

## 5 考察

まず、代替商品の評価について提案手法の全体的な評価を行う。全ての項目において、提案手法はベースライン手法と目的クエリの一致を上回ったが、手法として最も有効なのは、重み付け無しのグラフ計算であった。しかし、クエリによっては重みづけ無しの手法の適合率を上回るものがあり、提案手法に有用性がある場合が見られた。

提案手法が有効に働いたクエリとして、「服のしわをのばす」などがあった。適合率が高くなった理由として、「アイロン」「ミシン」などの目的に関する単語の出現回数が多いためだと考えられる。このクエリのように、単語数が少なく、かつ「服、しわ」「しわ、のばす」で探索できる商品はある程度種類が絞られるため、レビューに関する単語が出現しやすい。他に、「キャンプで火を起こす」のクエリにおいても、提案手法も適合率が最も高くなった。このクエリも同様に、単語の組み合わせでできる目的を満たす商品の種類は、ある程度限定されるため、目的に関する単語が出現しやすいためだと考えられる。

提案手法が重み付き計算の結果を下回ったクエリとして、「体を鍛えバランス感覚をつける」などがあった。適合率が低くなった理由として、「自宅」や「家」という単語の出現回数が多く、それらのレビューを持つ全ての商品の重みが強くなってしまい、元の目的として重要な単語の重みが相対的に小さくなってしまったためであると考えられる。もう一つの理由として、極端にレビューの多い商品に重みが偏っていることが考えられる。これらの問題の解決には、元の全体の単語の出現回数から削除しきれなかった一般的な単語と、レビューの数によって重みを調整するなどの工夫が必要となる。

提案手法が重み付き計算と結果がほぼ変わらなかったクエリとして、「壁に絵を飾る」などがあった。適合率が変わらなかった理由として、抽出した商品に対するレビュー数が少ないことが挙げられる。提案手法は、出現した単語の回数を重みとしていたため、レビュー数が少ない場合は結果への影響がほぼなくなってしまう。この問題の解決として、レビュー数と出現回数の割合を考慮する必要があると考えられる。

## 6 まとめと今後の課題

本論文では、視野狭窄に陥っての衝動買いを防ぐために、その商品の利用目的を達成可能な代替案を発見する方法を提案した。そのために、商品レビューから言語パターンで目的を切り出し、商品と目的からなる2部グラフを作成した。そして、計算用のサブグラフを切り出したうえでエッジの重みを調整した。Random Walk with Restart アルゴリズムで、選択された商品からグラフ上で値を伝播させることにより、実際にその商品の購入目的を達成できる間接的な別の目的や、別の商品を計算可能にした。

提案手法と比較手法によって出力された代替商品の出力について、2つの実験による評価を行った結果、一般的な検索方法と比較して高精度でより多くの多様な商品を発見可能であることを示した。

今後の課題として、目的を表す単語の取り漏らしを減らす必要がある。現状の検索では、クエリに含まれる単語の組み合わせが無い場合があり、こちらで検索結果を吟味しなくてはならない。目的の抽出についても改善が必要である。本研究では複数言語パターンによる抽出を行ったが、表現が一致した場合でもその商品が目的を解決しているとは限らない。例えば、早く寝るというレビューを持つ目覚まし時計のレビュー評価が低い時、その商品が目的を解決可能であるとは考えにくい。そのため、レビューの点数によって抽出する目的を絞り込む処理を今後実装しようと考えている。また、重み付けの方法を工夫する必要がある。現状の重み付けの方法は、重み付けをしない手法と比較して多様性は増えているものの、精度は低下してしまっている。今後、より効果的な重み付けの方法について調べていく必要がある。

## 謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 21H03775, 21H03774, 22H03905 による助成、ならびに 2022 年度国立情報学研究所共同研究 22S1001 の助成を受けたものです。本研究では、楽天グループ株式会社が国立情報学研究所情報学研究データリポジトリを通じて提供している楽天市場データ [14] を使用しています。ここに記して謝意を表します。

## 文献

[1] Wei Zhang, Xuemei Leng, and Siyu Liu. Research on mobile impulse purchase intention in the perspective of system users during covid-19. *Personal and Ubiquitous Computing*,

pp. 1–9, 2020.

[2] Greg. Linden, Brent. Smith, and Jeremy. York. Amazon.com recommendations: item-to-item collaborative filtering. *IEEE Internet Computing*, Vol. 7, No. 1, pp. 76–80, 2003.

[3] Ruining He, Charles Packer, and Julian J. McAuley. Monomer: Non-metric mixtures-of-embeddings for learning visual compatibility across categories. *arxiv*, Vol. abs/1603.09473, , 2016.

[4] Lei Zheng, Vahid Noroozi, and Philip S. Yu. Joint deep modeling of users and items using reviews for recommendation. In *Proceedings of the Tenth ACM International Conference on Web Search and Data Mining*, pp. 425–434, 2017.

[5] Sopheaktra Yong and Yasuhito Asano. Purpose-feature relationship mining from online reviews towards purpose-oriented recommendation. *IEICE Transactions on Information and Systems*, Vol. E101.D, No. 4, pp. 1021–1029, 2018.

[6] Julian McAuley, Rahul Pandey, and Jure Leskovec. Inferring networks of substitutable and complementary products. *Knowledge Discovery in Databases '15*, p. 785–794, New York, NY, USA, 2015. Association for Computing Machinery.

[7] Denis Kotkov, Shuaiqiang Wang, and Jari Veijalainen. A survey of serendipity in recommender systems. *Knowledge-Based Systems*, Vol. 111, pp. 180–192, 2016.

[8] Kensuke Onuma, Hanghang Tong, and Christos Faloutsos. Tangent: A novel, 'surprise me', recommendation algorithm. In *Proceedings of the 15th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, Knowledge Discovery in Databases '09, p. 657–666, New York, NY, USA, 2009. Association for Computing Machinery.

[9] Takayuki Akiyama, Kiyohiro Obara, and Masaaki Tanizaki. Proposal and evaluation of serendipitous recommendation method using general unexpectedness. In *PRSAT@ RecSys*, pp. 3–10, 2010.

[10] Suppanut Pothirattanachaiikul, Takehiro Yamamoto, Sumio Fujita, Akira Tajima, and Katsumi Tanaka. Mining alternative actions from community q&a corpus for task-oriented web search. *Web Intelligence'17*, p. 607–614, New York, NY, USA, 2017. Association for Computing Machinery.

[11] Takehiro Yamamoto, Tetsuya Sakai, Mayu Iwata, Chen Yu, Ji-Rong Wen, and Katsumi Tanaka. The wisdom of advertisers: Mining subgoals via query clustering. In *Proceedings of the 21st ACM International Conference on Information and Knowledge Management*, CIKM '12, p. 505–514, New York, NY, USA, 2012. Association for Computing Machinery.

[12] Zi Yang and Eric Nyberg. Leveraging procedural knowledge for task-oriented search. In *Proceedings of the 38th International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*, SIGIR '15, p. 513–522, New York, NY, USA, 2015. Association for Computing Machinery.

[13] J. Richard Landis and Gary G. Koch. An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers. *Biometrics*, pp. 363–374, 1977.

[14] 楽天グループ株式会社. 楽天市場データ, 2020. <https://doi.org/10.32130/idr.2.1>, <https://rit.rakuten.com/data.release/>.