

「寄り忘れ」防止のための Web 閲覧履歴からの興味推定と 興味と関連する地物の位置情報にもとづく通知

的場 未奈[†] 莊司 慶行[†] 大島 裕明^{††}

[†] 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

^{††} 兵庫県立大学 大学院 情報科学研究科 〒651-2197 兵庫県 神戸市 西区 学園西町

E-mail: [†]mina@sw.it.aoyama.ac.jp, ^{††}shoji@it.aoyama.ac.jp, ^{†††}ohshima@ai.u-hyogo.ac.jp

あらまし 本稿では、個人のウェブ閲覧履歴からその人の興味を推定し、その興味と関連する地物に近づいた際にスマートフォンに通知を表示することで、「寄り忘れ」を防止するアプリケーションを提案する。現代人は日常的に多くのウェブページを閲覧するが、その内容をすべて覚えることは困難である。そのため、ブラウジングをしている際には「つぎに街に出た際に、ついでに、これも見ておきたい」と感じて、いざ街に出た際には、そのことを忘れている場合がある。そこで、個人のブラウザに蓄積されたウェブ閲覧履歴（History ファイル）を分析し、個人にとって忘れられがちだが重要だと考えられるトピックを抽出する。そして、地物レビューサイトの情報をもとに、Transformer に基づく言語モデルを用いて、各地物とそのトピックと関連するかを推定する。こうすることで、例えば、ある特定の商品について調べていた個人が、その商品を取り扱っている施設に近づいた際に、「昨日調べていたあの製品、この近くの店で取り扱いがあるから、寄って、見ていったらどうですか?」と、スマートフォンに通知メッセージを表示可能になる。検証のために、Google Maps のレビューデータと、実際のウェブ閲覧履歴を用いた被験者実験を行い、提案アプリケーションの精度と有用性を評価した。実験結果から、Transformer を用いることで間接的な推論（すなわち、レビューに直接「ヨドバシカメラでは HG のガンダムのプラモデルを売っている」という記述がなくても、「ピクカメラで MG のザクのプラモデルを買った」という記述から、「ヨドバシカメラに寄ってみませんか? HG のガンダムを見られるかも!」と通知する）が可能であることが分かった。

キーワード 通知, POI 推薦, 記憶, GPT-2, ジオタグ

1 はじめに

個人的な感覚として、帰宅して一息ついてから「あ、あれを買うのを忘れた!」、「ついでに、あれも見てくればよかった!」と、些細な忘れ物に気付いて後悔することは、もはや日常の一部である。現代人は、ウェブやソーシャルメディアの閲覧を通して、多くの情報に晒されながら生活している。こうした中で、そのために出かけるほどではないが、出かけた際にはついでに見ておきたいような製品やイベントに関する、細かな情報に触れる機会は少なくない。例えば、ソーシャルメディアで変わったレシピを見つけた際には、「今度スーパーに行ったら、ついでに食材を買って試してみよう」と思うが、実際にスーパーに行くと、そんなレシピを見たことは忘れていた。同様に、ウェブニュースで見かけた新商品の実物を、店頭で確認したいと感じても、実際にそれを扱っている店の近くを通った際には、その店の存在に気付かないことが多い。こういった、ウェブを起点にした「外出の主目的ではないにしろ、外出したからには、ついでに見ておきたい」というような、些細な行動目標を持つことは、一般的であると言える。

こうした些細な情報一つ一つを常に頭の片隅に覚えておいて、実際に行動に移すことは、困難である。そもそも、たまたま見た情報のすべてを覚えることは現実的ではない。そのため、こ

れまでも様々な支援やツールが提案されてきている。最も古典的には、些細な情報を覚えておくために、メモが使われてきた。しかしながら、ウェブブラウジング中に気になったことを一つ一つ、手帳や手の甲に書き記すことは、煩雑である。近年では、これを解決するツールとして、ブラウザ連動型の TODO リストなども実用化されてきている。TODO リストを管理するソフトのうちいくつかは、PC でウェブ閲覧時に気になった情報を登録すると、スマートフォンでも閲覧可能になる、端末間連携機能を有している。こうしたソフトでは、ウェブ閲覧中に必要な情報をコピーアンドペーストするだけであるべきことを記録できるため、人手でメモを取る手間は軽減される。一方で、いざ自分が外出しているときに、今いる場所に、リストのうちどれが関連するかを手で判断する必要がある。商業施設に近づいた際や街中を歩いている際に、そこで何が実現可能かを、いちいち候補を上から順に見て行って確認することは、現実的ではない。

こうした、些細な物忘れを防止するうえで、さらに発展した支援の仕組みとして、近年ではリマインダが普及しつつある。近年のスマートフォンでは、標準で OS にリマインダ機能が搭載されている。例として、Google の提供する通知アプリである「Google Keep」¹ や、iOS に標準搭載されている「リマイ

1: Google 「Google Keep」:

ンダー」² 機能では、「毎日この時間に菓を飲むことをリマインダーする」など、条件をあらかじめ登録しておく、その条件に合致した際に通知メッセージがスマートフォン上に表示される。こうしたリマインダ機能を持つスマートフォン用アプリは数多くリリースされており、メモを拡張して通知を表示できる「ReMemo」³や、細かな条件を他のアプリと連携して設定できる「IFTTT」⁴などが広く使われてきている。

一方で、このような些細な物忘れ対策であるリマインダでも、自分で条件を指定する煩雑さは変わらない。第一に、日常的に接したすべての情報を、いちいちリマインダに登録することは、多くの手間を要する。具体例として、日常的なリマインド要素として「今はネギが旬」という情報をウェブ上で得て、次にどこか「ネギ」を取り扱っている施設に近づいた際に通知を出す場合を考える。「ネギ」は、日常生活圏内の、様々なところで提供されている。この際に、あらかじめ自分で、「ネギ」の取り扱いのありそうな場所を調べ上げて、位置情報に基づくリマインダを手動で設定することは困難である。この場合、日常生活圏のスーパー、八百屋、コンビニすべてに「ねぎを買う」というリマインダを手動で設定する必要が生じる。ウェブ上で少し気になったすべての要素について、該当する条件をいちいち手動でリマインダに入力することは、現実的ではない。

そこで本研究では、ウェブアクセス履歴から利用者の興味のありそうなトピックを推定し、関連する地物に近づいた際に「ついでに、寄ってみたらどうですか？」と通知を行う、リマインダの自動化手法を提案する。この手法では、個人のウェブブラウザ履歴に含まれるウェブページ中の語や、検索に用いたキーワードクエリに含まれる興味のありそうなトピックを抽出する。そして、ある地域内のそれぞれの地物に対して、抽出された単語とその地物が関連を持つかを推定する。そして、実際にその地物に近づいた際に、テンプレートを利用して、興味のありそうなトピック名と地物名を含む通知文を表示する。実際に街中で表示された通知の具体例を図1に示す。この例では、ヨドバシカメラマルチメディア町田店に近づいた際に、「ヨドバシカメラに寄ってみませんか？」と通知が表示される。この通知には、「ガンダムのプラモデルがあるかも。この前、『ガンダムプラモデル 新作』って調べてたよね！」という、詳細情報も併せて表示されている。

このような機能を実現するために、本研究では、事前学習された大規模言語モデルであるBERTを用いて、個人の興味と地物が関連するかを計算する方法を提案する。そのために、まず、地物や行動に関する文をWebから言語パターンを用いて大量に収集し、モデルの追加学習を行った。これにより、モデルに店名や施設名の情報を学習させた。次に、地物データを収集し、



図1 実際にヨドバシカメラの近くを通りかかった際に表示される通知の例。そこで何ができるかを表すメッセージと、なぜそれが通知されたかの理由が表示される。

BERTのファインチューニングタスクを通して、どこで何ができるかをモデルに学習させた。具体的には、地物レビューサイト内に表れる「～を買いました」などの記述に注目し、地物とそこでとった行動からなるコーパスを作成した。そして、「ヨドバシカメラ町田店では、ガンダムのプラモデルを買うことが[MASK]」という文の[MASK]の部分に入る語を当てさせるとい、BERTのMasked Language Modelingに基づく追加学習タスクで、実際にモデルに分類結果を覚え込ませた。こうすることで、任意のトピックと施設名が与えられた際に、その地物がそのトピックに関連するかを2値分類できるようになった。

このようにして作成した分類機を使うことで、検索履歴に含まれた興味のありそうな任意のキーワードと、その人の行動圏内にある地物について、総当たり形式で関連度を計算可能になる。今回の実験に用いた実装では、ブラウザの履歴ファイルを入力すると、そこに含まれるキーワードを含むURLを抽出することで、興味のあるキーワードを抽出するようにした。そして、エリア内のすべての地物と、抽出されたキーワードの関連度をあらかじめ判定した。こうして、関連があると推定された地物について、そのカテゴリに合わせて「○○を売っているかも?」や「○○が食べられるかも?」など、テンプレートを用いて通知文を生成した。

この際、この研究ではあくまでも「寄り忘れ」の防止を目的とするため、適合率を高めて確実にそこでできることを通知することを目的としない。むしろ、通知を利用者がいる程度は無視することを前提として、不確かでもよいので多めに通知を出すようにしている。そのため、実際の通知文も、「○○かも?」

<https://keep.google.com/>
2: Apple サポート「iPhone, iPad, iPod touch でリマインダーを使う」:
<https://support.apple.com/ja-jp/HT205890>
3: App Store「ReMemo - リマインダー付き簡単メモアプリ」:
<https://apps.apple.com/jp/app/id1306936114>
4: IFTTT 公式サイト「IFTTT - Connect Your Apps」:
<https://ifttt.com/>

などの不確かさを強調するものにしてある。このような通知を、実際に、街中を歩いている際に iPhone 上で表示できるよう、iOS アプリを実装した。

このような通知アプリケーションの有効性を明らかにするために、被験者実験を行った。実際の実験では、最初に、利用者の興味のあるキーワードと地物の関連付けが正しく計算されているかを評価した。次に、被験者にブラウザの履歴ファイルをシステムに登録してもらい、実際に街中を歩き回って通知を受け取らせる実地評価を行った。これらの実験を通して、実際に作成した通知アプリケーションがどの程度の精度と有用性を持つかを明らかにした。

本稿の構成として、本節では本研究が必要とされる背景と、実際の提案について説明した。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 節で実際のアルゴリズムの詳細を説明する。最後に、第 6 節で本研究の総括を行い、今後の展望について述べる。

2 関連研究

本研究は、ブラウザ履歴を分析することで、些細な物忘れを防ぐために、位置情報に基づくスマートフォン通知を送る。そのために、地物レビューデータを利用して、その場所で何ができるかを推定している。そのため、連する研究として、ブラウザ履歴の分析と興味推定について 2.1 節、リマインダ物忘れ防止支援について 2.2 節で、通知によるタスク補助について 2.3 節でそれぞれ説明し、本研究の位置づけを示す。

2.1 ブラウザ履歴分析と興味推定

Web 閲覧履歴を分析することで利用者の興味を推定し、Web ブラウジングや現実世界での行動を助ける試みは古くから行われてきている。古典的な例として Lieberman [1] は利用者のブラウザ履歴をその場で分析し、その場で Web 閲覧を助けるエージェントである Letizia を提案している。Letizia は、ユーザの興味のある内容を自動で検索し、コンテンツを推薦する。このような、Web アクセス履歴に基づく Web 閲覧支援の研究として、Papadakis ら [2] は、次に再訪問しそうなページを推定するアルゴリズムを提案している。

別のアプローチとして、ブラウザ履歴を可視化することで個人の知識定着を促す研究も行われている。例として Yu ら [3] は閲覧履歴を可視化し、振り返り可能にしている。同様に、Carrasco ら [4] は、閲覧履歴をアニメーション付きのグラフとして表現している。このように、履歴を見やすくして振り返ることで、自分が何を調べたのかを記憶に定着しやすくしている。これらの研究は本研究と同じように、物忘れを予防するものであるが、本研究では「覚えやすくする」アプローチではなく、「覚えなくてもよい」アプローチをとっている。

Deane ら [5] はウェブ閲覧履歴を分析することで個人の興味を推定し、興味に合った広告を表示するためのアルゴリズムを提案している。この際、実際のウェブ閲覧履歴に含まれる単語と、広告の分野を紐づけるために、オントロジに基づく手法を

用いている。本研究でも同様にウェブ閲覧履歴と地物を紐づけているが、大規模言語モデルに基づくアプローチを採用している。これは、ある施設でどのような商品が扱われているか、何ができるかといった情報を含むオントロジが存在しないためである。

2.2 物忘れ防止と記憶支援

リマインダに代表される情報機器によって、物忘れを防止したり、Web 上で獲得した情報を忘れにくくする研究が広く行われてきている。例として、Brewer ら [6] は、様々なスケジュールや知識について、時間や場所に基づくリマインダの有効性を示している。

本研究で扱うような、どこに行ったら何をするという情報は、Personal Information の一部であると言える。Elsweiler [7,8] は PIM (Personal Information Management) の分野において、過去に読んだメールや見たウェブサイトにも容易に再発見できるような、再アクセス、再検索支援の研究を行っている。本研究では、自分の手で Personal Information を整理し、記憶に残したり、再発見しやすくするというよりは、それを自動化し、覚えたり再発見しなくてもよくすることを目指している。

より深刻な物忘れ対策への情報技術の活用の研究として、Hartin ら [9] は、認知症患者に向けたスマートフォン向けのリマインダを開発し、使用状況を分析している。ほかに、Wang ら [10] は、医療分野において、薬の服用し忘れや投薬ミスを減らすためのリマインダを提案している。本研究で行う「寄り忘れ」は、これらの医療分野の研究と比べて、緊急性を伴わないものである。そのため、精度を高めたり確実性を高めるというよりは、的外れな通知でもよいので、より多くの通知を出すアプローチをとっている。

2.3 モバイル通知を用いたタスク実現補助

近年では、スマートフォンなどのモバイル機器の普及を受けて、日常の些細な忘れやすいタスクをモバイル通知で解決する手法も提案されてきている。古典的な例として、Sohn らは、[11] スマートフォン登場前に、従来の携帯電話上でのリマインダ通知を提案している。近年ではスマートフォンを用いたリマインダが一般的になってきており、Tu ら [12] は、スマートフォンの GPS 情報から現在位置を割り出して、あらかじめ登録したリマインダを表示する iReminder を提案している。

このような位置情報に基づくリマインダを、より高精度にしたり、便利にする研究も盛んである。例として Lin ら [13] は GPS に加えて Wi-Fi を使うことで、屋内で死角なく通知可能にしている。ほかにも、Battin ら [14] はリマインダシステムを Google Maps と連動させることによって利便性を上げる試みを行っている。本研究でもこれらの研究と同様に、リマインダを用いて個人がタスクを実現することを目的としている。しかし、これらの研究では、人が入力したリマインダを、より正しく通知することを目的としている。本研究で行うような、どこでリマインダを出すべきかを推定するアプローチは、新規性が高い。

このような応用的な位置情報に基づくリマインダの例として、Shoji ら [15] は、博物館で見た展示物と関連する地物に近づいた際にスマートフォンに通知を送る学習用リマインダシステムを提案している。このシステムでは、本研究と同様に、閲覧履歴から興味を推定し、場所に基づく通知を行っている。一方で、博物館観賞体験を経験記憶化して知識に定着させるという学習目的の通知と、実際に寄り忘れを防止するという実用目的の通知では、求められる性質が異なる。

また、本研究のように曖昧な興味と具体的な地物の関連性を研究として、その地物で何ができるかを推定する課題がある。例として、Bauer ら [16] は、地物と商品の関連性を、ベクトルの類似度に基づく手法で計算する方法を提案している。同様に、Maekawa ら [17] は、地物と商品の関連性を、レビュー情報からグラフ処理によって計算している。本研究で扱う Web 閲覧時のキーワードは、ユーザの直接入力する目的と比べて、具体性が高い可能性が高い。例えば「マルゲリータ」という検索キーワードから、ピザ屋やイタリアンレストランで通知を出す必要がある。そのため、大規模言語モデルを用いて推論を行う必要があり、これらのアルゴリズムを用いた既存研究とは異なる。

3 手 法

本節では、ユーザのブラウザの履歴ファイルを入力すると、それに関連する地物の一覧を推定し、それを実際にスマートフォン上に通知する手法について述べる。本研究では、はじめにユーザのブラウザ履歴を分析し、その人の持つ興味のあるトピックを抽出する。そして、地物レビューデータを用いて作成した学習データを用いて、大規模言語モデル (BERT) によってそれぞれの地物が興味と関連するかを推定する。

3.1 ブラウザ履歴からの興味推定

はじめに、ブラウザ履歴からその人が閲覧したウェブページ中に含まれる単語から、その人の興味のあるトピックを抽出する。Web ブラウザに蓄積された閲覧履歴には、日時と、Web サイトのタイトルと、実際の URL が含まれる。本手法では、実際に履歴中の URL にアクセスし、そのページ本文の HTML の中身を収集した。収集したページ本文を形態素解析し、単語の頻度を取った。こうして、実際に閲覧した Web ページに多く含まれていた単語を、興味のあるトピックとして抽出した。

注意事項として、本論文における実際の被験者の閲覧履歴データを使った実験では、URL やタイトル中に含まれるキーワード (すなわち、検索エンジンや、ショッピングサイトの検索キーワード) だけを抽出して利用者の興味として用いた。一部の Web サイトでは、リクエストパラメータを受け取って Web ページの内容を破壊的に書き換える場合がある。また、ログインを要するサイトでは、非ログイン状態で内部ページに連続してアクセスし、不審なアクセスだと見なされる可能性もある。このような場合、被験者に害が及ぶ可能性があるため、倫理規定に則り、検索キーワードに限定して実験を行った。

地物レビューサイト



データセット

施設名	座標	行為文
カフェ山田珈琲	35.5, 139.4	メロンパンを食べました
世界一ビデオ	35.4, 139.5	トトロの BD を買った!
ヤマモト楽器	35.3, 139.3	ジャズベをゲット!
定食屋 まる	35.0, 139.5	さんま定食を食べました

学習用正例データ

カフェ山田珈琲でメロンパンは食べられる
世界一ビデオでトトロの BD は買える
ヤマモト楽器でジャズベは買える
定食屋 まるでさんま定食は食べられる

図 2 地物レビューからの学習用データ抽出の概要。言語パターンで切り出した文を BERT の学習に使える形に整形する。

3.2 地物とそこで取れる行動データの作成

次に、地物のオンラインレビューサイトから、地物とそこにつくレビューの一覧を収集した。図 2 に示すように、Google Maps に代表される地物レビューサイトでは、それぞれの地物の名前やメタデータと、その地物について投稿されたレビューが収集できる。

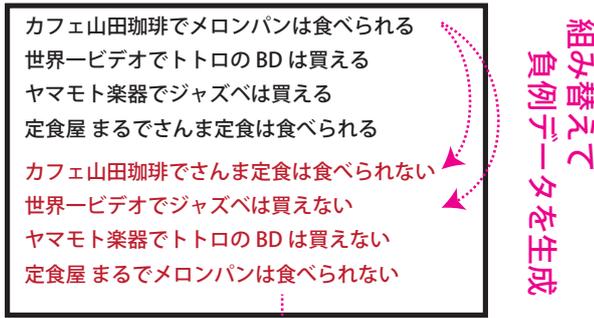
こうして収集した地物レビューデータから、言語パターンを用いて、そこで何が実行可能かどうかを抽出した。具体的には、まず、レビュー文中から、「を買」や、「を食」を含む行為文を抽出した。そして、これらの言語パターンの直前に来る名詞を切り出した。

こうして切り出した名詞について、テンプレートに当てはめて学習用データセットを作成した。具体的には、「カフェ山田珈琲でメロンパンは食べられる」などの、「【地物名】で【名詞】は【行動名】できる」という形式である。こうして作られたデータセットには、「できる」という可能な情報しか含まれていないので、このデータセットを組み替えて、「できない」という不可能性に関する不例データを作成した。

3.3 言語モデルを用いた関連度推定

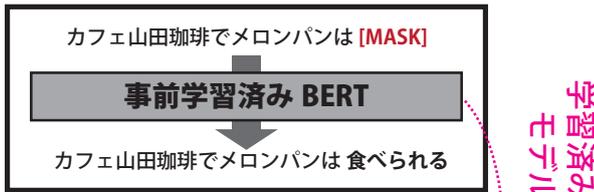
本研究では、任意の場所が任意の商品やイベントと関連するかを判定するために、事前学習済みの言語モデルである BERT を用いた。手法の概要を、図 3 に示す。BERT では、事前に大規模なコーパスで学習した事前学習済みモデルに、追加学習や、

学習用データ

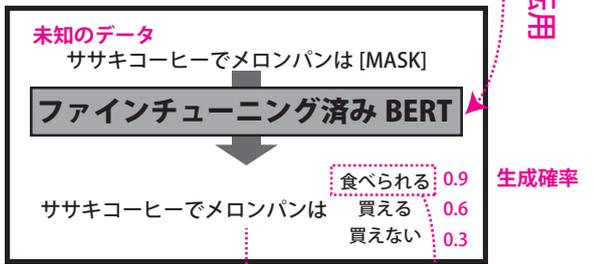


一部を隠して当てさせる
(Masked Language Model)

ファインチューニング



実際の推論



通知を送信

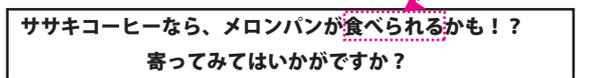


図 3 ファインチューニングと実際の推論の流れ。BERT 言語モデルを Masked Language Model のタスクでファインチューニングする。その後、そのモデルで未知データに対し同様のタスクを解かせて推論させる。

ファインチューニングを施すことで、様々なタスクを解くことができる。今回の場合は、任意の地物 l_i と任意のトピック t_j について、「 l_i で t_j 」は買うことができますか？」などの形式の自然言語での質問に対して、BERT に回答を推論させることで通知するかを決定する。

3.4 Geo fence を用いた現在位置に基づく通知通知

実際に場所に基づいた通知を行うために、地物の緯度経度情報と、そこで出すべき通知文を作成する。テンプレートは、不確実な情報を多めに与えるため、あえてフランクで不勝賞であることを強調するようにした。実際の通知は、タイトルと本文に分かれて表示される。タイトルでは、「施設名に寄ってみませんか？」と表示した。通知の根拠を示すために、本文では、「昨日調べてた【品名】、【施設名】で【行動名】かも？」と表示するようにした。

表 1 予備実験における 5 つの手法の、人手で付けた正解に対する一致度の平均の比較 (5 段階評価)。

手法	関連度	適切度
2 値分類	2.29	2.10
マスク言語モデル	1.38	1.29
個別に類似度	1.61	1.55
比較手法：ベクトル類似度	1.28	1.52
比較手法 2：直接レビュー中に含む	2.74	2.68

4 評価実験

提案手法の有効性を示すために、2 段階の評価実験を行った。1 つ目の実験は、予備実験で、どのような学習で通知を作成するとよいかを、人手でラベル付けて検証した。2 つ目の実験は、本番実験で、実際に被験者 3 名を街中に連れ出し、前日の Web 閲覧履歴をもとに通知を受け取らせた。

4.1 関連度計算に関する予備実験

はじめに、第 3 節で提案した BERT を用いた地物と行動名の紐づけについて、実際の学習では複数の方法が考えられる。そこで、

- BERT で 2 値分類タスクとして地物名と行動名の関連性を推定するモデル、
- BERT でマスク言語モデルで地物名と行動名の関連性を推定するモデル、
- 行動名と関連する行動名と、地物名と関連する地物名をそれぞれ BERT で推定するモデル、
- 単純に BERT でレビューをベクトル化し、類似度を判定するモデル、
- レビューに直接行動名が登場する場合のみ通知を送るモデル

の 5 種類のモデルを作成した。

これらのモデルに、あらかじめ用意した行動名 50 件に対し、上位 5 件の地物名を各モデルで出力させた。人手でラベル付けた正解と比較し、どのモデルが最も精度が高いかを確認し、本実験で用いることにした。

4.2 予備実験の結果

表 1 に、実際の予備実験の結果を示す。この実験では、100 個の地物と目的のペアについて、被験者が 5 段階評価で「この行動名と地物名は関連する」、「この地物でこの行動について通知が来たらうれしい」という 2 つの観点で評価した。実験結果から、最も精度が高かったのは 2 値分類によるモデルであったので、本実験では 2 値分類問題として関連度を計算する BERT モデルを用いる。

4.3 現地での本実験

次に、被験者 3 名を実際に街中に連れ出し、実際の Web 閲覧履歴から通知を生成して通知する実験を行った。実験は、町田駅周辺 1km 四方の中で行った。あらかじめ町田駅周辺の地

表 2 街中で通知を受け取る実験における、各被験者ごとに受け取った通知の総数と、通知が受け入れられた割合.

	被験者 1	被験者 2	被験者 3	平均
通知を受けた件数	40	32	29	33.67
通知の妥当性	20.0%	6.3%	27.6%	17.9%
行動名との関連性	7.5%	15.6%	20.7%	14.6%
実際に解決可能か	2.5%	9.4%	10.3%	7.4%
通知が来て嬉しいか	2.5%	3.1%	17.2%	7.6%

物名を、GoogleMaps から収集した.

Web からの興味抽出として、今回の実験では、検索キーワードに限定して用いた. 具体的には、検索エンジンと、ショッピングサイトにおいて、タイトルまたは URL 内にキーワードが含まれているログだけを対象とした. これは、実験時に、値の更新を伴うような URL に実験中にアクセスする危険性を防ぐための処置である.

はじめに、大学の研究室内で各自の iPhone にアプリと行動ログをインストールした. そして、アプリの使い方について説明を行った. そこから、電車で 2 駅離れた町田駅に移動した. ここで、一度解散し、被験者には 1 時間、町田駅周辺を自由に歩き回ってもらった. 1 時間後に再集合し、喫茶店内でインタビュー調査を行い、実際にそれぞれの通知が良かったかや、ユーザビリティについて聞いた. そして、翌日、実際に出た通知の一覧をまとめたものについて、それぞれの通知の関連性と適切性について評価した.

被験者は、この研究内容について全く知らない、別研究室と別大学の大学生 3 名である. また、実際の Web 閲覧履歴を扱う研究であるので、当日、実験内容について同意書を提出させた.

4.4 実験結果

表 2 に、実際の実験結果を示す. 各被験者は、1 時間で平均して 33 件程度の通知を受け取った. 通知の妥当性や、うれしいかどうかという値は、低い値を撮った.

5 考 察

実験結果をもとに、本手法の性質や有効性について議論する. まず、全体を通して、地物と行動名の関連度計算の精度が低く、そのため正しい通知が来なかったため、現地実験での評価項目の値がすべて低かった.

このようなことが起きた原因として、今回のモデルでは、施設名と行動名だけから、関連性を推定しようとしている点が挙げられる. BERT の言語モデル内に蓄えられた知識は、一般常識にとどまり、具体的な施設名などの固有名詞は含まれない傾向にある. そのため、店名と商品名だけを与えた場合、BERT に基づくモデルでは、その店名に使われている単語や、商品名に含まれる単語から、その関連性を推定する必要がある. 例えば「山本屋 町田店」などの店名が与えられた際に、この店名だけから、この店が何をできる店化を推定することは人間でも不可能である. そのため、全体の精度が低くなったことが考えら

れる.

実際に研究を今後続けるためには、地物名や行動名から、それが何を意味するか、外部リソースを用いて情報を補填する必要がある. 具体的には「ネットレビューに『この鯖の干物は絶品です』と書かれている山本屋 町田店」で、「『激レア体験！消化できない魚』と Web で書かれているバラムツを食べる」ことが可能かというように、BERT に与える情報を補う必要があると考えられる. 今後、地物名や行動名について Web リソースで補いながら正しく関連度を計算できるよう、手法を改善する予定である.

予備実験で福簿のモデルを比較した際に、1 つの BERT で単純に 2 値分類を行うモデルが、最も高精度だと判定された. これは、マスク言語モデルによるプロンプトベースの学習の意図が、BERT にうまく伝わらなかったことが原因である. このタスクにおいては、「ヨドバシカメラで、プラモデルは [MASK][MASK]」のような形式で推論が必要になるが、BERT は「買う」か「売る」かというようなジャンルを当てることに注力し、逆に否定形や肯定形であるかを軽視する傾向がみられた.

また、被験者からの意見として、精度が低くても許容され、システムとしては便利かもしれないという意見が得られた. そもそも、別に地物と関連していなくても、昨日調べたことを忘れていた頃に通知されるので、それだけで思いかえしが発生し、寄り忘れは防げる. 精度の低さについても言及されたが、「この調子で半分も当たれば十分実用的」というような意見もあった.

最後に、キーワードや地物について、フィルタリングが必要であることが分かった. 特に、現実の行動と関連しないキーワードに関する通知は、無駄であることが指摘された. 具体的には、プログラミング言語内での概念である「リスト」について調べていて、翌日街中でリストに関連する地物を推薦されても、満足につながらない.

地物についても同様に、通知してほしくない地物があるという意見が得られた. 具体的には、ある被験者がガールズバーに近づいた際に通知が発生したが、そもそも気まずいし、そこにガールズバーがあるということを知りたくなかったというような意見が得られた. そのため、対象トピック、対象地物、通知そのもののランキングやフィルタリングが必要であることが考えられる.

6 ま と め

本研究では、ユーザのアクセス履歴から興味を抽出することで、興味と関連する地物に近づいた際に通知を出す「寄り忘れ」防止システムを提案した. 本研究の貢献は、

- 位置情報通知に基づく「寄り忘れ」支援システムを提案したこと、および、
- 地物と興味の関連性の計算に大規模言語モデルが使えることを示したこと

の 2 点である.

今後の課題として、関連度計算の精度を向上させ、通知のランキングを行うことが必要であることが分かった.

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。ここに記して謝意を表します。

文 献

- [1] Henry Lieberman, et al. Letizia: An agent that assists web browsing. *IJCAI (1)*, Vol. 1995, pp. 924–929, 1995.
- [2] George Papadakis, Ricardo Kawase, Eelco Herder, and Wolfgang Nejdl. Methods for web revisitation prediction: survey and experimentation. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, Vol. 25, No. 4, pp. 331–369, 2015.
- [3] Wenhui Yu and Todd Ingalls. Trails—an interactive web history visualization and tagging tool. In *International Conference of Design, User Experience, and Usability*, pp. 77–86. Springer, 2011.
- [4] Matthew Carrasco, Eunye Koh, and Sana Malik. pophistory: Animated visualization of personal web browsing history. In *Proceedings of the 2017 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, pp. 2429–2436, 2017.
- [5] Jason Deane and Praveen Pathak. Ontological analysis of web surf history to maximize the click-through probability of web advertisements. *Decision Support Systems*, Vol. 47, No. 4, pp. 364–373, 2009. Smart Business Networks: Concepts and Empirical Evidence.
- [6] R. N. Brewer, M. R. Morris, and S. E. Lindley. How to remember what to remember: Exploring possibilities for digital reminder systems. Vol. 1, No. 3, sep 2017.
- [7] David Elweiler. Supporting human memory in personal information management. *SIGIR Forum*, Vol. 42, No. 1, p. 75–76, jun 2008.
- [8] David Elweiler, Ian Ruthven, and Christopher Jones. Towards memory supporting personal information management tools. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, Vol. 58, No. 7, pp. 924–946, 2007.
- [9] Phillip J. Hartin, Chris D. Nugent, Sally I. McClean, Ian Cleland, Maria C. Norton, Chelsea Sanders, and JoAnn T. Tschanz. A smartphone application to evaluate technology adoption and usage in persons with dementia. In *2014 36th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, pp. 5389–5392, 2014.
- [10] Mei-Ying Wang, P.H. Tsai, J.W.S. Liu, and John K. Zao. Wedjat: A mobile phone based medicine in-take reminder and monitor. In *2009 Ninth IEEE International Conference on Bioinformatics and BioEngineering*, pp. 423–430, 2009.
- [11] Timothy Sohn, Kevin A Li, Gunny Lee, Ian Smith, James Scott, and William G Griswold. Place-its: A study of location-based reminders on mobile phones. In *International Conference on Ubiquitous Computing*, pp. 232–250. Springer, 2005.
- [12] You Tu, Ling Chen, Mingqi Lv, Youbiao Ye, Weikai Huang, and Gencai Chen. ireminder: An intuitive location-based reminder that knows where you are going. *International Journal of Human-Computer Interaction*, Vol. 29, No. 12, pp. 838–850, 2013.
- [13] Chi-Yi Lin and Ming-Tze Hung. A location-based personal task reminder for mobile users. *Personal and ubiquitous computing*, Vol. 18, No. 2, pp. 303–314, 2014.
- [14] Pradnya Battin and S.D. Markande. Location based reminder android application using google maps api. In *2016 International Conference on Automatic Control and Dynamic Optimization Techniques (ICACDOT)*, pp. 649–652, 2016.
- [15] Yoshiyuki Shoji, Kenro Aihara, Martin J Dürst, Noriko Kando, Takuya Nakaya, Hiroaki Ohshima, Takehiro Yamamoto, and Yusuke Yamamoto. Location-based reminder for memorizing what visitors learn at a museum. In *Proc. of Bridging the Gap between Information Science, Information Retrieval and Data Science (BIRDS 2021) + Workshop on Evaluation of Personalisation in Information Retrieval (WEPIR 2021)*, pp. 79–87, 2021.
- [16] Sandro Bauer, Filip Radlinski, and Ryan W White. Where can i buy a boulder?: Searching for offline retail locations. In *Proceedings of the 25th International Conference on World Wide Web*, pp. 1225–1235. International World Wide Web Conferences Steering Committee, 2016.
- [17] Yui Maekawa, Yoshiyuki Shoji, and Martin J. Dürst. How to find a place suitable for “guitar practice”: Purpose-oriented geographic entity retrieval by using online review graph analysis. In *The 23rd International Conference on Information Integration and Web Intelligence, iiWAS2021*, p. 115–122, New York, NY, USA, 2022. Association for Computing Machinery.