

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 19 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26330393

研究課題名(和文)形式概念分析とグラフマイニングによる効果的なオンライン学習百科事典の構築

研究課題名(英文)Construction of on-line encyclopaedia based on formal concept analysis and graph-mining

研究代表者

延原 肇 (NOBUHARA, Hajime)

筑波大学・システム情報系・准教授

研究者番号：80359687

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、当初、オンライン百科事典(約18,000語収録。申請者と共同で研究開発)に対して、形式概念分析とグラフマイニングを適用する予定であったが、諸事情により利用が難しくなったため、本質的に同じグラフ構造および目的を有する、ライフログアプリケーションにおけるスポット情報推薦を取り扱った。ユーザの嗜好に合わせた高精度な推薦を実現するため、テキストではなく画像を中心としたプロファイリングおよびユーザの移動履歴のグラフマイニング手法を提案し、さらに形式概念分析に基づくユーザの嗜好の抽象度を取り扱うための手法を提案し、それぞれの有効性を主観評価実験を通して示した。

研究成果の概要(英文)：To achieve local location recommendation based on user's current position obtained by smart phone GPS and various locations (such as stores, tourist site, and venues) on social service, an extension of location information is proposed by using images submitted to the locations. In the location recommendation, it is quite difficult to characterize the location and users profile, because the posted texts in the social services are small in general. This paper presents the translation of images to Bag of visual words to use them instead of text information of each location. The number of images submitted to location is enough for characterize the feature of location and profile of users. Through the evaluation experiments, it is confirmed the effectiveness of the proposed method, especially, increase the coverage of recommendation.

研究分野：計算知能

キーワード：学習百科事典 情報推薦 形式概念分析 グラフ理論

1. 研究開始当初の背景

文部科学省による学校 ICT 環境整備事業 (2009 年～)、関係各省庁による小中学校を対象とした ICT 整備のための事業展開、さらに、これらに連動した全国各地の自治体等の活動により、小中学校の ICT 環境が急速に整備されつつある。一方で、タブレット端末等の機能を本質的に活用したデジタルコンテンツが不足する問題が深刻になっている。例えば、紙媒体の教科書を単に電子化して閲覧するだけ、あるいは映像や音声情報を単に閲覧するだけなどのコンテンツが多く、現場の教育関係者からも、本質的な意味で ICT を活用できていない、との意見も多い。このような背景から、本研究では、ICT を本質的に活用した次世代学習支援に着目した。

2. 研究の目的

本研究では、ICT を本質的に活用した学習コンテンツおよび環境を実現するために、学習教材を専門に扱う企業が提供するオンライン百科事典 (約 18,000 語収録。申請者と共同で研究開発) に着目する。これを、形式概念分析とグラフマイニングを用いて、できるだけユーザ (生徒) に理解し易く、直観的に操作できるシステムを提案することを目的とする。さらに、ユーザ (生徒) の膨大な利用履歴 (ビッグデータ) を遷移確率付有向グラフに変換し、これにグラフマイニングを適用することでユーザの潜在的な学習動向を明らかにする。この情報に基づき、学習コンテンツを情報推薦することで、調べ学習を苦手とする生徒にも、適切なタイミングで調べる手順をレコメンドし、学習効果を高める。

3. 研究の方法

当初ターゲットとして予定していたオンライン百科辞典に関して、個々の生徒の学習状況を把握するためのパーソナライゼーションの機能および構造を新規追加することが難しくなったため、データの構造、ユーザの履歴、プロファイリング、および推薦といった研究の本質的な部分を変更することなく利用可能な応用対象を変更することとなった。具体的には、応用対象を、ライフログアプリケーションに切り替えた。当初の学習百科事典とは異なるが、双方ともにグラフ構造をベースにしていること、また、学習百科事典における閲覧履歴が、スポット訪問履歴に対応することで、同様の情報推薦アルゴリズムが展開できた。

研究開始初年度は、変更後の応用対象にあわせて、研究環境整備を重点的に実施した。本研究でターゲットとするライフログアプリケーションは図 1 に示すような概要となっており、サーバ環境の構築、データベースの管理方式などについて重点的に調整を行った。

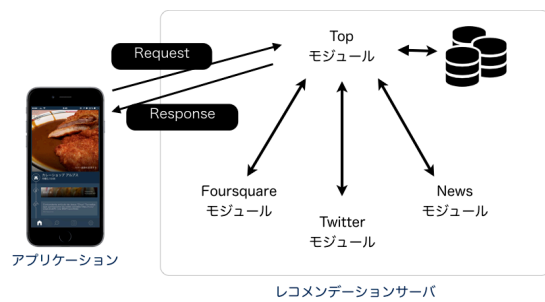


図 1: ライフログアプリケーションのシステム概要

本研究が中核として機能するライフログアプリケーションは、スマートフォンの GPS を利用することで、ユーザの移動などのふるまいを計測し、ユーザが一定時間移動しなくなった場合に、当該箇所でイベントが発生したと推測し、ライフログにスポットの記録を行う。このスポットの記録の際に、周辺のニュースや Twitter を追加し記録することで、密度の高いライフログを構成するアプリケーションとなっている。

このアプリケーションのデータ構造としては、各スポットをノード、それらの間の移動をエッジとして表現すれば、グラフとして取り扱うことができ、ユーザの履歴は、そのグラフの上の遷移行列として表現することができる。この遷移行列を利用することで、まず利用ユーザへ高精度なスポット推薦を行うことができるようになっている。

研究期間の 2 年目は、ユーザのプロファイリング方式の再検討を行った。具体的には、東京都内の約 13 万カ所のスポットを調査した結果、各スポットに投稿されているテキスト情報は非常に少なく、一方、画像情報は豊富に投稿されていることが判明した。

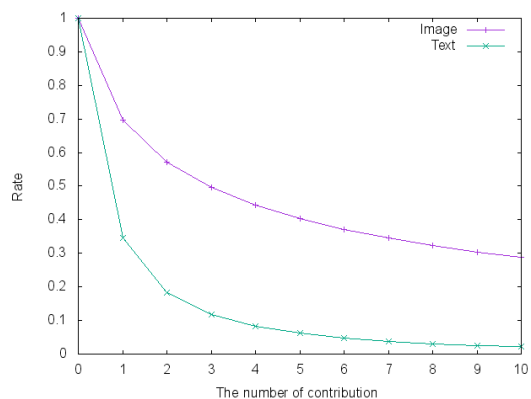


図 2: スポットに投稿されている画像とテキストの割合の比較

すなわち、多くのユーザは、基本的に、何かイベントが発生、あるいはスポットに到着した際に、それらに対するテキストを残すことはせず、画像として思い出を記録することを好むため、図 2 に示すような調査結果となっ

ている。これらの調査結果から、スポット情報推薦の場合、ユーザのプロファイリングには、テキスト情報ではなく画像情報が適していると判断し、本研究の推薦のプロファイリングでは画像情報を中核とした枠組みを提案した(図4)。具体的には、スポットに投稿されている画像から、局所画像特徴量であるSIFTを抽出し、それをVisual Words (VW)として定義する(図3)。現段階で獲得することのできる全ての画像から得られるVWに関してクラスタリングを行い、1,000個のVWボキャブラリとして定義する。この1,000個のVWボキャブラリが、ユーザのプロファイリングを行うための空間基底となる。

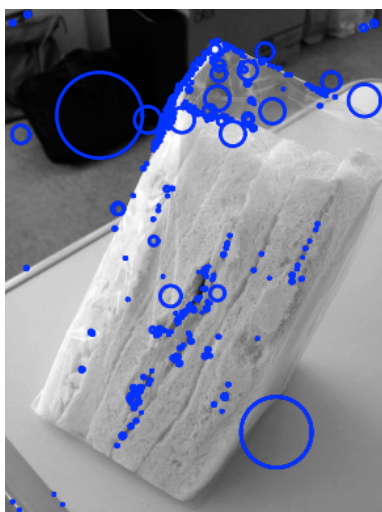


図3: SIFT 画像特徴量の抽出例

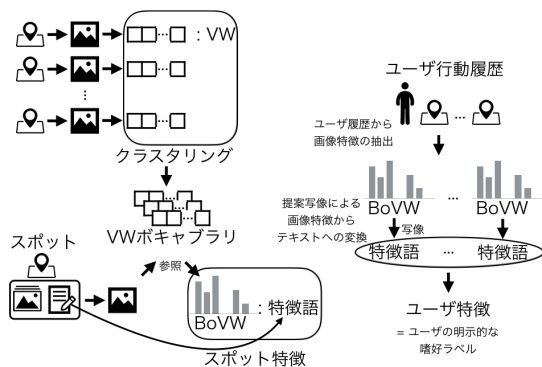


図4: 画像特徴を利用したスポット表現およびユーザプロファイリングの概要

このようにして構成した空間に基づき、ユーザが、スポットを訪れる度に、当該スポットにひも付けられた画像と、それに対応するVWが算出され、それにもっとも近いクラスタ(VWボキャブラリ)の要素が増加する、という仕組みでプロファイリングが進められることになる。さらに画像とテキスト間写像を自に構成することで、ユーザが訪問したスポット履歴から画像を集約し、それらから当該

ユーザの嗜好をテキストに変換することで、明示的なフィードバックを行う枠組みも提案した。つまり、テキストが存在しないスポットを訪問した場合にも、そのスポットに画像が投稿されていれば、その画像から嗜好を抽出することができることになる。

3年目は、各ユーザの嗜好をプロファイルするにあたり、抽象度の観点からのプロファイルする技術を再検討した。具体的には、ユーザの嗜好を階層構造によって表現し、この階層構造を適切に利用することで、ユーザの嗜好の抽象度を適切に利用した推薦を実現する。この階層構造の実現には、形式概念分析という手法を導入した。具体的には、ユーザのスポット訪問履歴から集約される画像に対して、深層学習を利用することで、何が写っているのかを判定し、画像とそれに含まれるオブジェクトの二項関係から、階層構造を構成する手法を提案した(図5)。

この階層構造を利用することで、例えば、あるユーザが訪問したスポット画像から、サンドイッチ、コーヒーといった細かな情報粒度のキーワードが抽出された場合に、それらの上位概念として、カフェ、食べ物、といったキーワードを、当該ユーザにプロファイルすることができるようになる。

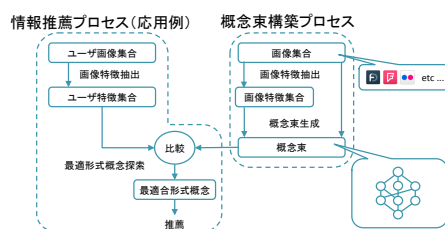


図5: 形式概念分析による提案手法の拡張

このような情報粒度、あるいは概念の広狭といった観点を考慮したスポット推薦アルゴリズムは前例がなく、本研究の成果をそのパイオニア的な事例として示すことができると言える。

4. 研究成果

当初ターゲットとしていた学習百科事典が利用できなくなるという状況であったが、迅速かつ研究の本質的なエッセンスを保存したまま応用対象の切り替えを行うことで、問題を解決することができた。変更後は、当初目標としていた形式概念分析の導入およびグラフマイニングを実装することができ、その結果、本研究を中核としたライフログアプリケーションをリリースすることができた(図6)。



図 6: 提案アルゴリズムのターゲットライフログアプリ

特に、本研究で明らかになったスポット情報におけるテキスト不足、また画像が豊富に投稿されている点を最大限に活用した、ユーザプロファイリングの枠組み、またそれに基づくスポット推薦のアルゴリズムは、学術面においても高い評価を受け、Web に関する国内のトップカンファレンスにおいて受賞することもできた。これは、本研究が当初の目標を十分に達成できたことを示していると言える。

発表論文等については、学会発表が中心の成果となっているが、現在、雑誌論文に投稿中のものもいくつかあり、今後、それらが採録されれば、学術的な成果としても十分なものが得られたと言える。

5. 主な発表論文等

[学会発表] (計 6 件)

[1] 下平勇斗, 延原 肇, 形式概念分析を用いた画像内容の抽象度変化を取り扱うことのできる深層学習, 電子情報通信学会 パターン認識・メディア理解研究会, 北海道大学 (北海道札幌市), 2017 年 2 月 18 日-19 日

[2] 有山 俊一郎, 延原 肇, 単語間類似度を考慮した画像-テキスト間写像構成手法の検討とその位置情報サービスへの応用, ARG 第 9 回 Web インテリジェンスとインタラクション研究会, 東京 リクルート本社 (東京都千代田), 2016 年 12 月 2 日-3 日

[3] 延原肇, ‘ビッグデータにおける計算知能の展開’, 電子情報通信学会東北支部学術講演会, 山形大学 (山形県山形市), 2016. 11

[4] 望月佑樹, 延原肇, 横石圭介, ライフログ利用履歴とユーザ群クラスタリングを用いた非 Twitter ユーザのプロファイリング, 2016 年度 人工知能学会全国大会, 北九

州国際会議場(福岡県北九州市), 2016 年 6 月 6 日-9 日

[5] 井源, 大東佑太, 延原肇, 横石圭介, 画像特徴量を利用したユーザプロファイルの拡張とローカルショップ推薦への応用, 2016 年度 人工知能学会全国大会, 北九州国際会議場(福岡県北九州市), 2016 年 6 月 6 日-9 日

[6] 大東 祐太, 延原 肇, 横石 圭介, 位置ソーシャルサービス上の画像-テキスト間写像を利用したスポット情報拡張と推薦被覆率向上, 第 8 回 Web とデータベースに関するフォーラム, 芝浦工業大学・豊洲キャンパス (東京都江東区), 2015 年 11 月 24 日-25 日

[図書] (計 1 件)

[1] 延原肇, 応用事例とイラストでわかる離散数学, 共立出版, 2015 年 2 月 10 日出版

[その他]

ホームページ等

[1] 本研究を中核としたライフログアプリケーション [FourDiary]

<https://www.fourdiary.com>

[2] プレスリリース一例

「iPhone を持ち歩くだけで自動的に趣味日記が出来るライフログアプリ「FourDiary」(フォーダイアリー) 配信開始」

<http://www.sankei.com/economy/news/150520/pr11505200097-n1.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

延原 肇 (NOBUHARA, Hajime)

筑波大学・システム情報系・准教授

研究者番号: 80359687