

博士学位論文

内容の要旨及び審査結果の要旨

第50号

2022年9月

京 都 産 業 大 学

は し が き

本号は、学位規則（昭和28年4月1日文部省令第9号）第8条の規定による公表を目的とし、令和4年9月17日に本学において博士の学位を授与した者の論文内容の要旨及び論文審査結果の要旨を収録したものである。

学位番号に付した甲は学位規則第4条第1項によるもの（いわゆる課程博士）であり、乙は同条第2項によるもの（いわゆる論文博士）である。

目 次

課程博士

1. シヤ カタク [博士 (先端情報学)] …… 1

氏名（本籍）	シャ カタク（中華人民共和国）
学位の種類	博士（先端情報学）
学位記番号	甲先 第4号
学位授与年月日	令和4年9月17日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
論文題目	Spatial-Temporal Processing in Rasterized Map Tile based on Social Media Data with Geolocation -Applications of POIs and User Behavior Analysis based on Dynamic Feature Extraction-
論文審査委員	主 査 河合 由起子 教授 副 査 中島 伸介 教授 " 宮森 恒 教授

論文内容の要旨

携帯電話端末の普及を背景に POI と LBSN (Location-based Social Network) データは、地図上に多様かつ重要な情報として提供されており、地物の評判情報だけでなく、気象情報や渋滞情報、COVID-19 等の空間認識に有効なサービスとなっている。それら多様なデータに対する分析手法として Graph Attention Networks (GAT) が注目されている。GAT では、それら多様なデータの関係性の抽出が重要となる。

本博士論文は、COVID-19 データや購買データ、地理データとなるオープンデータおよび、SNS データやレビューデータとなるユーザ嗜好データを有機的に分析する Graph Attention Networks (GAT) に対応付けすることで、POI (Point Of Interest) をユーザ視点や嗜好に基づきダイナミックに抽出し可視化する手法を提案し、フレームワークを構築、検証し、可視化アプリケーションを開発することで提案手法の有効性を明らかにしており、学術的かつ社会的に有用で価値ある研究である。

提案手法は、ツイートデータ (SNS データ)、Open Street Map、Google geometry、Covid-19 データから各データの時間と空間要素を自然言語分析および画像分析より抽出し、マップタイトルとして空間的特性 (位置) および時間的特性に基づき有機的に対応づけることで、時間的変化やズームイン/ズームアウトのユーザ視点によりダイナミックに POI を予測抽出し、

可視化する。本提案手法による具体的成果は次の3点に集約される。

1) POI をマップタイトル上で複数のカテゴリに分類するために、空間情報によるマップラスタライズ統計手法の提案

2) POI をマップタイトル上で分類するための空間ズームグラフとして、SNS データ分析により地物の特徴を抽出し、POI の動的な変化を学習するための空間ズームグラフ注目フレームワーク (SZ-GAT) とラスタライズド競合グラフ注目フレームワーク (RC-GAT) への応用

3) 構築したフレームワークおよびアプリケーションによる有効性の評価検証

POI 特徴学習法を用いたラスタ統計は、特徴フィルタリングと非線形活性化によりフレームワークの深さを増加させ、モデルの表現能力を向上させた。ラスタライズマップタイトル統計手法により、マップズームイン/ズームアウトのユーザの視点レベルに応じて POI をダイナミックに抽出し可視化提供できる。さらに SZ-GAT のフレームワークにおけるマップタイトルの動的特性分析の問題を動機として、マップタイトルごとにグローバルアテンションメカニズムと5つのカテゴリに POI 属性を分類し、ジオタグ付きツイートのタイムスタンプとロケーション情報に基づいた、動的特性分析を実現した。これにより COVID-19 データとユーザの購買データや授業履修データを用いることで、COVID-19 によるユーザ行動も可視化提供できる (主たる発表論文: IEEE/WIC/ACM WI-IAT2020、IEEE/WIC/ACM WI-IAT2021)。

構築したフレームワークによる有効性評価として、2つの具体的なアプリケーションに適用し、有効性を検証した。一つ目は、ツイートの発信位置、発信時刻、内容から地物に対する特徴を抽出し、マップズームレベルと時間 (月単位) に応じて、POI の抽出を行った。5つの手法 3D-GCN、ASPPA、GGLR、STP-UDGAT、SZ-GAT に適用させ training model を構築し、検証した。SZ-GAT に基づく提案手法がベストスコアであった。また、GoogleMap、OSM、Bing Map、Yahoo! Map に対してマップズームレベルと時間変化に応じた POI 提供を実現した (主たる論文: IEEE ACCESS, Vol. 10, pp. 41164-41185, 2022)。

二つ目のアプリケーションでは、COVID-19 の政策や対策の影響による POI 予測精度の検証を行った。論文では、336 万件以上のツイートデータを収集し、地理情報と組み合わせて地域競争力という新たな指標として分析し、2020 年 1 月から 2021 年 12 月までの2年間の京都での COVID-19 に対する行動制限や緩和対策に基づきユーザ行動を検証した。

ラスター単位でツイートデータのアクセス頻度を5つの属性 (レストラン、ホテル、観光名所、交通機関、店舗) を用いて分類し、4つの手法 ASPPA、GGLR、SZ-GAT、RC-GAT に適用させ比較検証した結果、RC-GAT がベストスコアであった。また、政策に対する予測マップタイトルの可視化を実現した。

以上、提案手法および具体的な応用アプリケーションの有効性検証から、本研究はデータ分析やナビゲーション等の情報分野への応用だけでなく、経済や気候の多岐に渡る学術分野の支援への役割を果たすことが大いに期待できる。

論文審査結果の要旨

本博士論文は、COVID-19 データや購買データ、地理データとなるオープンデータおよび、SNS データやレビューデータとなるユーザ嗜好データを有機的に分析する Graph Attention Networks (GAT) に対応付けすることで、POI (Point Of Interest) をユーザ視点や嗜好に基づきダイナミックに抽出し可視化する手法を提案し、フレームワークを構築、検証し、可視化アプリケーションを開発することで提案手法の有効性を明らかにしており、学術的かつ社会的に有用で価値ある研究である。

携帯電話端末の普及を背景に POI と LBSN (Location-based Social Network) データは、地図上に多様かつ重要な情報として提供されており、地物の評判情報だけでなく、気象情報や渋滞情報、COVID-19 罹患者割合等の空間認識に有効なサービスとなっている。

それら多様なデータによる分析手法として Graph Attention Networks (GAT) が注目されている。GAT では、それら多様なデータの関係性の抽出が重要となるが、提案手法は、ツイートデータ (SNS データ)、Open Street Map、Google geometry、COVID-19 のデータをマップタイルとして空間的特性 (位置) および時間的特性に基づき有機的に対応づけることで、時間的変化やマップのズームイン/ズームアウトといったユーザ視点によりダイナミックに POI を予測抽出し、可視化できる。

本提案手法による具体的成果は次の 3 点に集約される。1) POI をマップタイル上で複数のカテゴリに分類するための空間情報によるマップラスタライズ統計手法の提案、2) POI をマップタイル上で分類するための空間ズームグラフとして、SNS データ分析により地物の特徴を抽出し、POI の動的な変化を学習するための空間ズームグラフ注目フレームワーク (SZ-GAT) とラスタライズド競合グラフ注目フレームワーク (RC-GAT) への応用、3) 構築したフレームワークによる有効性の評価、の 3 つである。

POI 特徴学習法を用いたラスタ統計は、特徴フィルタリングと非線形活性化によりフレームワークの深さを増し、モデルの表現能力を向上させた。提案手法となる、ラスタライズマップタイル統計手法により、マップズーム等のユーザ視点により POI をダイナミックに抽出できる。SZ-GAT のフレームワークでは、マップタイルの動的特性分析の問題を動機として、マップタイルごとにグローバルアテンションメカニズムと 5 つのカテゴリの POI 属性をズームレベルに応じて提供できる。また、ジオタグ付きツイートのタイムスタンプとロケーション情報に基づいた、異なるズームレベルでの POI の可視化を実現した。

構築したフレームワークによる有効性評価は、2 つの具体的なアプリケーションに適用し、有効性を検証している。一つ目は、ツイートの発信位置、発信時刻、内容から地物に対する特徴を抽出し、ズームレベルと時間 (月単位) に応じて、POI の抽出を行った。5 つの手法 3D-GCN、ASPPA、GGLR、STP-UDGAT、SZ-GAT に適用させ training model を構築し、検証を行っており、SZ-GAT に基づく提案手法がベストスコアであった。また、GoogleMap、OSM、Bing Map、Yahoo! Map を対象にズームレベルと時間変化に応じた POI 抽出と提供を実

現している。二つ目のアプリケーションでは、COVID-19 の政策や対策の影響による POI 予測精度の検証を行っている。論文では、336 万件以上のツイートデータを収集し、地理情報と組み合わせて地域競争力という新たな指標として分析し、2020 年 1 月から 2021 年 12 月までの 2 年間の京都での COVID-19 に対する行動制限や緩和対策に基づきユーザ行動を検証している。ラスタ単位でツイートデータのアクセス頻度を 5 つの属性（レストラン、ホテル、観光名所、交通機関、店舗）で表現し、4 つの手法 ASPPA、GGLR、SZ-GAT、RC-GAT に適用させ比較検証した結果、RC-GAT がベストスコアであった。また、政策に対して予測したマップタイトルの提供を実現している。これら提案手法による具体的な応用アプリケーションの有効性から、本手法はナビゲーション等の情報分野への応用だけでなく、経済や気候の多岐に渡る学術分野の支援への役割を果たすことが期待できる。

以上の本博士学位論文にもとづき、2022 年 6 月 27 日月曜 5 限に副査の中島教授と宮森教授による予備調査会を実施した。その後、予備調査会で頂いた複数の指摘事項に基づき博士学位論を修正し、2022 年 8 月 8 日 5 限に 14 号館 14102 教室およびオンラインにて先端情報学研究科博士学位論文公聴会を実施した。公聴会の参加者からの提案手法および検証結果に対する活発な質疑応答を通して、先端情報学分野における当該研究の新規性および有用性がより明確になり、今後の研究の発展性が検討された。また、審査として提出された学術成果より、本研究の主な学術成果は、情報処理分野として国際的に著名な学術雑誌 IEEE ACCESS の論文採録、Web マイニング、Machine Learning、時空間分析および可視化をトピックとする難関国際会議 IEEE/WIC/ACM WI-IWAT2020、WI-IWAT2021、W2GIS2020、BigComp2022、HICSS2023（2023 年 1 月発表予定）にて論文採択されており、先端情報学における国内外の専門分野査読者による客観的評価を得ており、学術成果は充分といえる。なお、研究科が定める学位審査基準「本審査を開始するまでに、学術雑誌、又は国際会議で査読付き研究論文を 2 報以上発表」を満たしている。

以上、先端情報学研究科博士学位論文公聴会および学外専門分野研究者の査読による学成果を踏まえ、博士学位論文として十分な内容を有すると判断し、審査委員全員の一致で本博士学位論文調査結果は合格と判定する。