

令和 5 年 6 月 12 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K12114

研究課題名（和文）「逆」情報推薦による供給側の情報品質向上を支援する推薦システムの研究開発

研究課題名（英文）Research on improving information quality on the supply side by "reverse" information recommendation

研究代表者

陳 漢雄（Chen, Hanxiong）

筑波大学・システム情報系・准教授

研究者番号：60251047

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,000,000円

研究成果の概要（和文）：情報推薦はユーザに効率よく意思決定支援を行う。今までの研究は「ユーザ＝消費者」ということが前提で、例えば顧客に商品・情報を薦めることが主要目標である。本研究は逆に、情報供給者・生産者をユーザと捉え情報利用者・消費者との合致度から供給者に品質向上に即時に有益な情報（商品・サービス・発信情報・etc.）を提供する。本研究はさまざまな近傍・類似検索アルゴリズムを開発し、NP困難である本問題にアプローチした。さらに、高次元ベクトルに対し空間索引が有効ではないという問題を解決すべく独自の索引方法を考案した。また、供給者側への情報推薦による商品の改良をシミュレートするモバイルアプリケーションを試作した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

商用データ、クラウド(crowd)コンピューティングで正当な評価データ生成を期待する一方、スパムデータの大量生成によって妨害も可能である。近年、SNSで“いいね”を買う政治家や自動生成アカウントで敵味方の発信にリクス・反応し、世論操作するような行為が多く見られた。「逆」情報推薦による供給側の情報品質向上を目的とする本研究で開発されたアルゴリズムはこのような場面に迅速に対応して発信情報を推薦するができ、本研究成果の波及効果の1つにあげたい。また、迷惑メールデータ、ネットワーク侵入検知データを利用して脆弱要件を検出し、改良アドバイスの作成への応用が期待される。

研究成果の概要（英文）：Information recommendation provides users with efficient decision-making support. The research so far has been based on the premise that "users = consumers", and the main goal has been, for example, to recommend products and information to customers. This research regards information suppliers and producers as users, and based on the degree of matching with information users and consumers, provides information (products, services, information, etc.) that is immediately useful for quality improvement to suppliers. In this research, we developed various neighborhood/similarity search algorithms to approach this NP-hard problem. Furthermore, we devised a unique indexing method to solve the problem that spatial indexing is not effective for high-dimensional vectors. We also developed a prototype mobile application that simulates product improvement by recommending information to suppliers.

研究分野：情報学

キーワード：情報推薦 クエリ属性改良 逆ランク 近傍検索 検索アルゴリズム

1. 研究開始当初の背景

情報推薦はユーザに効率よく意思決定支援を行う。今までの研究は「ユーザ＝消費者」ということが前提で、例えば顧客に商品・情報を薦めることが主要目標である。本研究は逆に、情報供給者・生産者をユーザと捉え情報利用者・消費者との合致度から供給者に品質向上に即時に有益な情報（商品・サービス・発信情報・etc.）を提供するということを目標とする。これは、NP 困難な問題に帰結するため、しばしば高次元ベクトルとして表現され、多くの性質を持つ実世界の情報に対応できない。

2. 研究の目的

本研究は一定の制約条件のもと NP 困難である原始問題はについて単調性を解明し、さらに、高次元ベクトルに対し空間索引が有効でない問題を解決して、現実時間内計算可能なアルゴリズムを開発する。また、供給者側への情報推薦による商品の改良への応用を検証する。本課題の研究期間内では特に様々な制約条件や集約化によって現実的に計算可能な近傍検索問題への転化を考案し、性質を解明する。

3. 研究の方法

理論的支持を持つ「逆」推薦アルゴリズムを開発・実装する。さらに、次のように問題拡張を検討する

- ・ 属性値の増減を考慮した時に最大限の改良ができるアルゴリズムを考案することや、ランクの定義の変更 (e. g. 集約ランク、ランクの最大値だけを用いる)
- ・ 平均ランクの下降を許すような最大限のコスト削減問題 (e. g. 廉価版商品に無用情報を除去) や、ユーザをグループ分けし、どのような属性改良をしたほうが有益であるかを考えるようなアダプティブな改良法

システムの実現・応用について次のことを行う。

- ・ アルゴリズムを実装し、統計的な性質などについて事前に把握できる合成データを用いて理論的分析の結果と照合する。そして提案したアルゴリズムの改良と実データをを用いた実験を行い、有用性を検証する。

4. 研究成果

本研究で扱う情報はベクトルモデルとして表現され、ベクトルの要素に商品の様々な特徴やスペック、迷惑メールの固有な表現、観光地のセールスポイントなどが考えられる。また、消費者の嗜好も同じくベクトルで表現される。推薦は類似（近傍）検索に基づいて類似度のランキングにより行われるが、従来の研究では消費者に高品質な商品・情報を提供することが最大の目標である。これに対して、「逆」情報推薦は情報とその消費者の嗜好との合致度から利用可能性が高い人の集団を検出し、供給者に推薦する。

逆情報推薦に応用するため、合成データを用いて予算内で最大の改良効果が望める商品をクエリ集合内から選択し、その商品の改良を提案し、手法の実験、検証を行った。これらの成果をまとめた論文は 2019～2022 各年の国内会議 DEIM（データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム（日本データベース学会年次大会））において発表した。

原始問題はNP困難であるため、クエリ点から最も近いオブジェクトを検索するという最近傍検索問題の中にNNH (Nearest Neighborhood) 問題からアプローチした。これは、指定個数のオブジェクトのグループ(i. e. クラスタ) のコンパクト性, クエリ点との距離を合わせて比較、判断し、最適なグループを検索する問題である。データの個数を指定しない最近傍検索アルゴリズムを提案し、成果をまとめた論文を下記の国際会議において発表した。

“Dense Nearest Neighborhood Query”, Int. Conf. INTAP 2021.

逆情報推薦ではあるシステムの利用者の評価情報を汲み取りシステムの構成などの改良を行った。興味のある利用者を動的にモニタリングする、成果をまとめた論文を次の国際会議において発表した。

“Unifying Spatial Keyword Indexing in Continuous Search on Dynamic Objects”, Int. Conf. FICC 2021.

有効な情報推薦をするため、趣味が近似する利用者のグループを効率的に検索するという課題に取り掛かり、集約最近傍という問合せ問題に対し検索手法を提案した。この問い合わせは複数の問い合わせ点からの集約距離が最小であるデータのグループを見つけることが目的である。成果をまとめた論文を次の国際会議において発表した。

“Aggregate Nearest Neighborhood Queries”, Int. Conf. FICC 2021.

逆情報推薦ではあるシステムの利用者の評価情報を汲み取りシステムの構成などの改良を行う。このため、利用者からの情報を正確に抽出することが重要である。興味のある利用者(オブジェクト)を動的にモニタリングするという課題に取り掛かり、位置情報とキーワード情報を持つ動的オブジェクトを継続的にモニタリングするクエリ問題に関して研究成果をまとめて次の国際ジャーナルにおいて論文を発表した。

“Continuous top-k spatial-keyword search on dynamic objects”, The Very Large Data Bases (VLDB) Journal.

本研究の研究成果を論文発表したVLDBは本分野のトップジャーナルである。また、国際会議FICC21において最優秀論文1位のBest Paper Award, 国際会議INTAP21においてBest Student Paper Award, 国内会議DEIM2022において優秀論文賞をそれぞれ受賞した。

また、実際の逆情報推薦のプロトコルシステムとしてモバイルアプリケーション「ポケット献立」を実装した。このアプリケーションは健康に良いレシピを提供することを可能にするだけでなく、本研究の研究成果を適用し、利用者からの「逆」ランキングによりレシピの属性改良を支援できる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Yuyang Dong, Chuan Xiao, Hanxiong Chen, Jeffrey Xu Yu, Kunihiro Takeoka, Masafumi Oyamada and Hiroyuki Kitagawa	4. 巻 30
2. 論文標題 Continuous top-k spatial-keyword search on dynamic objects	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 VLDBJ	6. 最初と最後の頁 141-161
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Hayata Takagi, Hanxiong Chen, Kazutaka Furuse and Hiroyuki Kitagawa	4. 巻 1364
2. 論文標題 Aggregate Nearest Neighborhood Queries	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Advances in Intelligent Systems and Computing	6. 最初と最後の頁 396-414
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yasuyuki Kato, Hanxiong Chen, Kazutaka Furuse and Hiroyuki Kitagawa	4. 巻 1364
2. 論文標題 Unifying Spatial Keyword Indexing in Continuous Search on Dynamic Objects	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Advances in Intelligent Systems and Computing	6. 最初と最後の頁 415-430
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hina Suzuki, Hanxiong Chen, Kazutaka Furuse and Toshiyuki Amagasa	4. 巻 1616
2. 論文標題 Dense Nearest Neighborhood Query	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 INTAP 2021 (CCIS)	6. 最初と最後の頁 3-16
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計8件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 此島魁二, 陳漢雄, 天笠俊之, 古瀬一隆
2. 発表標題 属性改良問題の高速化に対する検討
3. 学会等名 DEIM
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hina Suzuki, Hanxiong Chen, Kazutaka Furuse and Toshiyuki Amagasa
2. 発表標題 A Study on Dense Nearest Neighborhood Query
3. 学会等名 DEIM
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yasuyuki Kato, Hanxiong Chen, Kazutaka Furuse, Hiroyuki Kitagawa
2. 発表標題 Unifying Spatial Keyword Indexing in Continuous Search on Dynamic Objects
3. 学会等名 Future of Information and Communication Conference (FICC2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hayata Takagi, Hanxiong Chen, Kazutaka Furuse, Hiroyuki Kitagawa
2. 発表標題 Aggregate Nearest Neighborhood Queries
3. 学会等名 Future of Information and Communication Conference (FICC2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木日奈, 陳漢雄, 古瀬一隆
2. 発表標題 Dense Nearest Neighborhood問題の検索手法
3. 学会等名 DEIM2020 (第12回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 此島魁二, 陳漢雄, 古瀬一隆
2. 発表標題 クエリ集合における属性改良問題
3. 学会等名 DEIM2020 (第12回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 加藤靖之, 北川博之, 陳漢雄, 古瀬一隆
2. 発表標題 動的オブジェクトの継続モニタリングにおける効率化の提案
3. 学会等名 DEIM2020 (第12回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高木颯汰, 陳漢雄, 古瀬一隆, 北川博之
2. 発表標題 Aggregate Nearest Neighborhood Queries
3. 学会等名 DEIM2020 (第12回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	古瀬 一隆 (Furuse Kazutaka) (10291288)	白鷗大学・経営学部・教授 (32204)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------