

令和元年6月6日現在

機関番号：12612

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2018

課題番号：16K12411

研究課題名（和文）緊急度に応じたデータ処理のためのビッグデータ虫眼鏡の研究

研究課題名（英文）Research on big data magnifying glasses for data processing considering urgency

研究代表者

大須賀 昭彦（Akihiko, Ohsuga）

電気通信大学・大学院情報理工学研究科・教授

研究者番号：90393842

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,600,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、あたかも虫眼鏡を上下左右に移動してデータを見るかのように、自動的に判定した局所的な緊急度に応じて、データの抽象度と範囲やプライバシーの保護の度合いを変えることにより、緊急度の変化に適応するシステムの構築を可能とする、ビッグデータ処理ミドルウェアを開発した。そのために、データ抽象度調整手法とプライバシー保護度合い調整手法を確立し、これらを階層化して緊急度に応じて階層を切り替えるアーキテクチャを構成し、虫眼鏡の操作を模倣して緊急度の変化を扱うアプリケーションインタフェースを備えたミドルウェアとして統合し、ビッグデータ活用アプリケーション例を開発して実験評価を行い成果を公表した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果は、広範囲なビッグデータ活用において、緊急度に応じて適切な処理が人手を介することなく可能となるため、各種のアプリケーションやサービスの構築と運用のコストを抑えながら、付加価値を大いに高めることにより、多大な社会的インパクトをもたらすものと考えられる。

研究成果の概要（英文）：In this research, we developed a big data processing middleware that enables the construction of systems that adapt to changing urgency levels by changing the degree of abstraction of the data and the degree of protection of the privacy according to the local degree of urgency determined automatically, as if you moved the magnifying glass up and down and left and right to look at the data. For this purpose, we established data abstraction level adjustment method and privacy protection degree adjustment method, constructed an architecture to switch these layers according to the level of urgency, integrated it as middleware with an interface that imitates the operation of the magnifying glass to handle the change of level of urgency, developed a big data application example, evaluated it experimentally, and published the results.

研究分野：エージェント技術，ソフトウェア工学

キーワード：ソフトウェア工学 ビッグデータ ソーシャルメディア プライバシ保護 クラウドコンピューティング
自己適応システム 機械学習 差分プライバシー

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年たとえばソーシャルメディアへの投稿や無数にある物理センサがリアルタイムに生成するデータ等のビッグデータの活用が注目されている。たとえば災害時に得られる位置情報などのデータから対策行動を推薦するアプリケーションなどが提案されている。ここでの主な課題としては、次の3点が挙げられる：(1) 扱うデータの抽象度や範囲と計算コストとのトレードオフ、(2) 扱うデータの抽象度とプライバシー情報漏洩リスクとのトレードオフ、および(3) 緊急度に応じた(1)と(2)への要求のリアルタイムな変化である。しかしこのような変化に対しリアルタイムに適応可能なシステムの開発は容易ではない。

このような問題に対し本研究では、そのような適応を実現する手法を、虫眼鏡でデータを見ることに例える。すなわち虫眼鏡を上下左右に移動したを開発するために、虫眼鏡の操作を模倣して緊急度の変化を扱うアプリケーションインタフェース(API)を持つミドルウェアを構築する。

2. 研究の目的

近年注目されているビッグデータのリアルタイムな活用においては、データの抽象度・範囲と計算コストとのトレードオフ、あるいはプライバシー情報漏洩リスクとのトレードオフの扱いが重要な課題であるが、これらへの要求は状況の緊急度によって刻一刻と変化するため、変化に対し処理を即座に適応させる必要がある。本研究では、そのような適応を実現する手法を、虫眼鏡でデータを見ることに倣って実現する。すなわち通常はデータやプライバシー情報の詳細は見ずに広範囲を見ることができる状態で処理を行い、緊急度が高まった場面ではあたかも虫眼鏡で拡大したかのように、狭い範囲に対してデータやプライバシー情報の詳細を見て処理できるようにする。これにより前述のトレードオフに対するバランス調整が容易に可能となる。本研究ではこの手法をビッグデータ虫眼鏡と呼び、そのような適応を可能とするメカニズムを明らかにし、ミドルウェアとして利用可能とすることを旨とする。

3. 研究の方法

あたかも虫眼鏡を上下左右に移動してデータを見るかのように、自動的に判定した局所的な緊急度に応じて、データの抽象度と範囲やプライバシーの保護の度合いを変えることにより、緊急度の変化に適応するシステムの構築を可能とする、ビッグデータ処理ミドルウェアを開発する。そのために、(1) データから自動的に判定した緊急度に応じてデータの抽象度を調整して処理を行う手法、および(2) 緊急度に応じてプライバシー保護の度合いを調整する手法を確立し、(3) (1)と(2)で確立した各手法を、緊急度の高い処理を行う部分から順に階層化し、緊急度に応じて階層を切り替えるアーキテクチャを構成し、虫眼鏡の操作を模倣して緊急度の変化を扱うアプリケーションインタフェースを備えたミドルウェアとして統合し、(4) 虫眼鏡の操作を模倣したデータ可視化などのビッグデータ活用アプリケーション例を、ミドルウェア上に開発して実験評価を行い成果を公表する。

4. 研究成果

- (1) ソーシャルメディア投稿やセンサデータから機械学習手法により構築したモデルを用いて自動判定した緊急度に応じて、緊急性の低い状況では統計値などの抽象化したデータを利用し、緊急時には多くの計算資源を使用して高精度なデータを利用して処理を高速に行うなど、自己適応システム構築技術を用いて、データの抽象度を調整して処理を行う機能を開発した。
- (2) 計算コストの低減やセンサデータの誤差といった問題を解決することにより、リアルタイム性が高い差分プライバシー手法を効果的に適用した、緊急度に応じてプライバシー保護の度合いを調整する機能を開発した。
- (3) (1)と(2)の各機能、および高い緊急度における処理を行うモジュールから順に階層を構成し、緊急度を自動判定した上でその緊急度に応じて階層を切り替える機能を持つ、階層化アーキテクチャへの統合方式の設計と緊急度に応じて各階層の振舞いを制御する機能のミドルウェアを開発した。
- (4) 本研究の枠組みの実適用可能性を実験により評価できるような、虫眼鏡の操作を模倣したデータ可視化アプリケーションや、災害対策や感染症対策など、緊急度に応じたビッグデータ処理が求められるアプリケーション例題の実装と実験・評価を行い、ミドルウェアとアプリケーションの実装と評価結果を公開した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計52件)

- [1] Shusaku Egami, Takahiro Kawamura, Kouji Kozaki, Akihiko Ohsuga: Detecting Vicious Cycles in Urban Problem Knowledge Graph using Inference Rules. International Journal on Semantic Web and Information Systems, 査読有, 2019, to appear

- [2] Masayuki Ashikawa, Takahiro Kawamura, and Akihiko Ohsuga: Proposal of Grade Training Method for Quality Improvement in Microtask Crowdsourcing, *Web Intelligence Journal*, 査読有, 2019, IOS Press, (to appear)
- [3] 芦川将之, 川村隆浩, 大須賀昭彦: 東芝クラウドソーシングの構築と活用, *情報処理学会デジタルプラクティス*, 査読有, 2018, Vol.9, No.4, pp.823-841, https://uec.repo.nii.ac.jp/?action=repository_uri&item_id=9060&file_id=22&file_no=1
- [4] 小泉昂也, 折原良平, 清雄一, 田原康之, 大須賀昭彦: サッカーPK 戦におけるゲーム理論上の最適戦略とプロの戦略との差異に関する考察, *電子情報通信学会論文誌*, 査読有, Vol.J101-D, No.9, 2018, pp.1363-1371, DOI:10.14923/transinfj.2017SAP0013
- [5] 加藤秀紀, 清雄一, 田原康之, 大須賀昭彦: パーチェス法を用いたエージェントシミュレーションによる金融機関の合併に関するシステミックリスクへの影響分析, *電子情報通信学会論文誌*, 査読有, Vol.J101-D, No.9, 2018, pp.1343-1353, DOI:10.14923/transinfj.2017SAP0006
- [6] 堀田大貴, 平山秀昭, 早瀬健夫, 田原康之, 大須賀昭彦: 決定木学習を利用したビジネスプロセス実行ログ検証のための論理式の生成, *電子情報通信学会論文誌*, 査読有, Vol.J101-D, No.3, 2018, pp.530-538, DOI:10.14923/transinfj.2017PDP0020
- [7] 天野和洋, 前田宗宏, 中村泰広, 清雄一, 大須賀昭彦: 1.5 車線の道路における待避区間の最適配置に向けた遺伝的アルゴリズム及び多目的最適化の適用, 査読有, *土木学会論文集 F3 (土木情報学)*, Vol.73, No.2, 2018, pp.109-117, DOI:10.2208/jscejcei.73.I_109
- [8] Shusaku Egami, Takahiro Kawamura, Akihiko Ohsuga: Temporal and Spatial Expansion of Urban LOD for Solving Illegally Parked Bicycles in Tokyo, *IEICE Transactions on Information and Systems*, 査読有, Vol.E101-D, No.1, 2018, pp.116-129, 10.1587/transinf.2017SWP0010
- [9] 榎木光治, 清雄一, 大川富雄, 齋藤潔: 人工知能の深層学習による円形微細流路内水平流の沸騰熱伝達の予測, *混相流*, 査読有, Vol.31, No.4, 2017, pp.412-421, DOI:10.3811/jjmf.31.412
- [10] Yuichi Sei and Akihiko Ohsuga: Location Anonymization with Considering Errors and Existence Probability, *IEEE Transactions on System, Man, and Cybernetics: Systems*, 査読有, Vol.47, No.12, 2017, pp.3207-3218, DOI:10.1109/TSMC.2016.2564928
- [11] 鈴木もとも, 清雄一, 田原康之, 大須賀昭彦: 家庭におけるペット-ロボットインタラクション~ロボットのふるまいに対する犬の行動調査~, *情報処理学会論文誌*, 査読有, Vol.58, No.11, 2017, pp.1799-1807, https://uec.repo.nii.ac.jp/?action=repository_uri&item_id=8921&file_id=22&file_no=1
- [12] Shusaku Egami, Takahiro Kawamura, Akihiko Ohsuga: Designing and Publishing Illegally Parked Bicycle LOD, 査読有, *International Journal of Smart Computing and Artificial Intelligence*, 2017, Vol.1, No.2, pp.77-93, <http://www.iaiai.org/journals/index.php/IJSCAI/article/download/99/121>
- [13] Yuichi Sei, Hiroshi Okumura, Takao Takenouchi, Akihiko Ohsuga: Anonymization of Sensitive Quasi-Identifiers for l-diversity and t-closeness, 査読有, *IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing*, 2017, DOI: 10.1109/TDSC.2017.2698472
- [14] 天野和洋, 前田宗宏, 中村泰広, 清雄一, 大須賀昭彦: 1.5 車線の道路整備における待避区間の最適配置に向けた評価手法の検討, 査読有, *土木学会論文集 D3(土木計画学)*, Vol.73, No.2, 2017, pp.124-134, DOI:10.2208/jscejipm.73.124
- [15] 芦川将之, 川村隆浩, 大須賀昭彦: クラウドソーシングワーカーの段階的育成方法の提案, 査読有, *人工知能学会論文誌*, Vol.32, No.3, 2017, pp.B-G81_1-13, DOI:10.1527/tjsai.BG81
- [16] Yuichi Sei and Akihiko Ohsuga: Differential Private Data Collection and Analysis Based on Randomized Multiple Dummies for Untrusted Mobile Crowdsensing, 査読有, *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, Vol.12, No.4, 2017, pp.926-939, DOI:10.1109/TIFS.2016.2632069
- [17] 江上周作, 川村隆浩, 清雄一, 田原康之, 大須賀昭彦: 放置自転車問題解決に向けた循環型 LOD 構築システムの提案, 査読有, *人工知能学会論文誌*, vol.31, no.6, 2017, pp.AI30-K_1-12, DOI:10.1527/tjsai.AI30_K
- [18] Ryohei Yoko, Takahiro Kawamura, Akihiko Ohsuga: Semantics-based news delivering service, *International Journal of Semantic Computing*, 10th Anniversary Special Issue, 査読有, Vol.10, No.4, 2016, pp.445-459, DOI:10.1142/S1793351X1640016X
- [19] Takahiro Kawamura, Akihiko Ohsuga: Development of Web Service for Japanese Text Triplification, *New Generation Computing*, 査読有, Vol.34, No.4, 2016, pp 307-321, DOI:10.1007/s00354_016_0401_0
- [20] Shusaku Egami, Takahiro Kawamura, Yuichi Sei, Yasuyuki Tahara and Akihiko Ohsuga: A Solution to Visualize Open Urban Data for Illegally Parked Bicycles, *Transactions on Large-Scale Data and Knowledge-Centered Systems XXVII*, 査読有,

Lecture Notes in Computer Science, Springer, Vol.9860, 2016, pp.129-141, DOI:10.1007/978 3 662 53416 8_8

- [21] Teruyuki Iijima, Takahiro Kawamura, Yuichi Sei, Yasuyuki Tahara and Akihiko Ohsuga: Sake Selection Support Application for Countryside Tourism, Transactions on Large-Scale Data and Knowledge-Centered Systems XXVII, 査読有, Lecture Notes in Computer Science, Springer, Vol.9860, 2016, pp.19-30, DOI:10.1007/978 3 662 53416 8_2
- [22] Masayuki Ashikawa, Takahiro Kawamura and Akihiko Ohsuga: Quality Improvement by Worker Filtering and Development in Crowdsourcing, Web Intelligence Journal, 査読有, Vol.14, No.3, 2016, pp.229-244, DOI:10.3233/WEB 160341
- [23] Yuichi Sei and Akihiko Ohsuga: Location Anonymization with Considering Errors and Existence Probability, 査読有, IEEE Transactions on System, Man, and Cybernetics: Systems, Volume: PP, Issue: 99, 2016, pp.1-12, DOI:10.1109/TSMC.2016.2564928

〔学会発表〕(計 60 件)

- [1] 清雄一: AI 技術の概観と熱交換器への応用, 日本冷凍空調学会「環境変化に対応するための先進熱交換技術に関する調査研究」委員会(招待講演), 2019
- [2] Hiroki Horita, Hideaki Hirayama, Takeo Hayase, Yasuyuki Tahara and Akihiko Ohsuga: A Method for Goal Model Repair Based on Process Mining, 20th IEEE/ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing (SNPD) (2019.7)
- [3] Masatoshi Kanbata, Ryohei Orihara, Yuichi Sei, Yasuyuki Tahara and Akihiko Ohsuga: New Indicator for Centrality Measurements in Passing-network Analysis of Soccer, The 11th International Conference on Agents and Artificial Intelligence (ICAART2019), Volume 2, pp.616-623 (2019.2)
- [4] Kenji Yasuda, Ryohei Orihara, Yuichi Sei, Yasuyuki Tahara and Akihiko Ohsuga: Transforming the Emotion in Speech using a Generative Adversarial Network, The 11th International Conference on Agents and Artificial Intelligence (ICAART2019), Volume 2, pp.427-434 (2019.2)
- [5] Fumika Okuhara, Yuichi Sei, Yasuyuki Tahara and Akihiko Ohsuga: Generation of Multiple Choice Questions Including Panoramic Information using Linked Data, The 11th International Conference on Agents and Artificial Intelligence (ICAART2019), Volume 1, pp.110-120 (2019.2)
- [6] Yuto Tsukagoshi, Takahiro Kawamura, Akihiko Ohsuga: Knowledge Graph on University Campus Issues. The 8th Joint International Semantic Technology Conference (JIST2018), pp.118-121, 2018.11
- [7] Shusaku Egami, Takahiro Kawamura, Akihiko Ohsuga: Predicting Urban Problems: A Comparison of Graph-based and Image-based Methods. The 8th Joint International Semantic Technology Conference (JIST2018), pp.114-117, 2018.11
- [8] Yuki Ina, Yuichi Sei, Yasuyuki Tahara, Akihiko Ohsuga: Anonymization and Analysis of Horizontally and Vertically Divided User Profile Databases with Multiple Sensitive Attributes, 13th IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics (SOLI), pp.262-267 (2018.8)
- [9] Minato Sato, Ryohei Orihara, Yuichi Sei, Yasuyuki Tahara and Akihiko Ohsuga: Text Classification and Transfer Learning Based on Character-Level Deep Convolutional Neural Networks, in book “Agents and Artificial Intelligence” (Revised selected papers from ICAART 2017), Springer, pp.62-81 (2018.6)
- [10] Kazuhiro Amano, Munehiro Maeda, Yasuhiro Nakamura, Yuichi Sei, and Akihiko Ohsuga: An Optimizing Placement of Passing Places in Mountainous Areas with Evolutionary Computing, 17th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering (ICCCBE), pp.393-400 (2018.6)
- [11] Yuichi Sei and Akihiko Ohsuga: International Conference for Top and Emerging Computer Scientists (IC TECS) (招待講演), 2017
- [12] Yuichi Sei and Akihiko Ohsuga: Anonymized Data Collection Based on Randomized Multiple Values, 第 7 回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム (SBRA)(招待講演), 2017

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称:

発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

取得状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.ohsuga.lab.uec.ac.jp/>

6 . 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：田原 康之

ローマ字氏名：Tahara, Yasuyuki

所属研究機関名：電気通信大学

部局名：大学院情報理工学研究科

職名：准教授

研究者番号（8桁）：30390602

研究分担者氏名：清 雄一

ローマ字氏名：Sei, Yuichi

所属研究機関名：電気通信大学

部局名：大学院情報理工学研究科

職名：准教授

研究者番号（8桁）：20700157

(2)研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。