

令和 2 年 6 月 12 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K00155

研究課題名(和文) マップリデュース計算におけるデータ機密性強化と時空間データベースへの応用

研究課題名(英文) Security Enhancement for MapReduce and Its Application to Spatio-Temporal Databases

研究代表者

森本 康彦 (Morimoto, Yasuhiko)

広島大学・工学研究科・教授

研究者番号：00363010

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：ビッグデータを処理するための並列大規模計算基盤として普及しているマップリデュース(MR)計算モデルの計算過程でのデータ機密性の強化方法について研究した。本研究では、MRでの主なデータマイニング機能の分散並列計算の部分で、秘密計算技術、準同形暗号技術などを利用してPC間での機密情報の送受信を行わないプロトコルを開発した。その成果として、大規模データでの計算効率をそこなわず、プライバシーにも配慮した分散計算手法を提案し実装することができた。また、提案した手法を利用した、より安全な時空間情報ビッグデータアプリケーションの開発も行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

MR計算を行う機器がローカルネットワーク内のコンピュータで構成されている現時点では、「分散計算過程におけるデータの機密性」はあまり大きな問題とならないが、今後、ビッグデータがさらに発展してゆくと、今以上に広域に分散計算を行う必要性が生じると見込まれ、分散計算における機密性強化は重要な問題となる。また、提案した方法を使用することで、プライバシーを保護したまま、他の組織のデータベースとの知識共有が可能となるため保有するデータベースの潜在的価値も高めることができる。

研究成果の概要(英文)：We have studied security enhancements for MapReduce (MR), a popular parallel distributed computation framework for processing “big data.” Many essential data mining functions have been implemented in MR and are used for analyzing big data. We proposed secure computation methods of some data mining functions by using a secure protocol. In the study, we considered the secure protocol by using secure computation techniques and homomorphic cryptography, which made it possible to analyze sensitive data more securely without losing MR’s efficiency.

研究分野：知能情報学

キーワード：マップリデュース 秘密計算 準同形暗号 スカイライン問合せ Map Reduce Secure Computation Homomorphic Cryptography Skyline Query

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。

1. 研究開始当初の背景

現在、利用されている多数のビッグデータアプリケーションは「マッピングリデュース (MR)」と呼ばれる並列分散計算モデルに基づいて開発されている。また、学会においても、様々な分野の汎用アルゴリズムを MR 上で実装し、そのスケールアップを主張する論文が数多く発表されている。

本研究は、ビッグデータの事実上の標準である MR 計算モデルでの「分散計算過程におけるデータの機密性の強化手法」を提案するものである。

データマイニング技術を利用し、蓄積されたデータベースから知見を発掘することができ、発掘された知見は様々な分野で利用されている。近年は、いわゆるビッグデータに対するデータマイニングの需要も高まっており、現在までに多くのデータマイニングアルゴリズムがビッグデータに対処するため MR 計算モデルで実装され利用されている。

MR 計算モデルでは、ローカルネットワーク内の多数のコンピュータで構成される PC クラスタを利用する。あるデータマイニングアルゴリズムを並列分散計算する過程では、PC クラスタ内のコンピュータ間でデータの送受信 (共有) が発生する。ローカルネットワーク内のコンピュータは、一般的には同じ組織内で管理運用されているため、MR 計算を行う PC クラスタがローカルネットワーク内のコンピュータのみで構成されている現時点では、「分散計算過程におけるデータの機密性」はあまり大きな問題とならない。しかし、今後、ビッグデータがさらに発展してゆくと、今以上に広域に分散計算を行う必要性が生じると見込まれる。その場合、組織をまたがる計算機資源、および組織をまたがるビッグデータに関わる MR 計算モデルを想定しなくてはならないことになる。

そのような未来のビッグデータのデータマイニング環境では分散計算における機密性強化は重要な問題となる。また、個人情報保持されるという保証があることで、データベースの共有と活用がさらに進んでゆくことが期待できる。

2. 研究の目的

本研究は、ビッグデータを処理するための並列大規模計算基盤として普及しているマッピングリデュース (MR) 計算モデルの計算過程でのデータ機密性問題の強化を行うことが目的である。具体的には、MR 計算モデルを構成する PC クラスタ内の各コンピュータが自身の保有するデータ内容を同クラスタ内の他のコンピュータに開示することなく並列分散計算を行えるようにすることが目標である。

データベース中で、他のデータよりも良い何らかの特性を含むデータのみを列挙する機能を「スカイライン問合せ」と呼ぶ。スカイライン問合せは、データを理解するための初期の段階で行われる汎用的かつ基礎的なデータマイニング機能で、活発に研究が行われており、本研究の開始前に MR 計算モデルで動作するスケラブルなアルゴリズムも発表されている。研究代表者も、スカイライン問合せのいくつかの派生問合せに対する MR 計算モデルでの計算手法を提案している。しかし、これらのアルゴリズムでは、分散計算における機密性の問題はまったく考慮されていない。

データマイニングアルゴリズムごとにデータの分散配置方法、分散計算方法が異なるため、本研究期間中にすべてのアルゴリズムでの対応を完了させることは不可能であるため、できるだけ汎用性が高く基礎的なデータマイニングアルゴリズムでの実現を優先するべく「スカイライン問合せの MR 計算モデルでの機密性強化」問題の解決を優先的に取り組んだ。

また、開発する機密性強化が行われたスカイライン問合せ機能を応用したより安全な時空間情報ビッグデータアプリケーションの開発も行う。とくに時空間情報 (地図関係の情報) は、個人のプライバシーへの配慮が必要ながため、本研究の成果を活用することがとくに意義深いと考えられたためである。

3. 研究の方法

応募時の研究計画当初は以下の手順で進めた。

- 1 a. MR 計算モデルにおけるスカイライン問合わせ機能の機密性強化
- 1 b. 集計情報のみを用いるスカイライン問合わせ機能への対応
- 2 a. スケラビリティの検証、および、計算の最適化
- 2 b. 広域に分散計算する際のボトルネック・セキュリティーホールの検証
3. スカイライン問合せ以外の機能および時空間情報処理のための機能の研究開発
4. ビッグデータアプリケーションの試作と応用

このうち 2 b は実際には、ネットワークおよび他の組織の計算設備を借りるなどして実験することができればよかったが、予算及びネットワーク資源への負荷を与えることで、第三者の業務に影響を及ぼす可能性があったため、机上の検証作業のみとした。そのため特に問題点を発見することはなかった。

それ以外の点では、順番は多少前後しているが、研究はほぼこの計画通りに進行し、次節のような成果に結びついた。

4. 研究成果

本研究の掲げる目標のもとで主に以下のような成果を上げることができた。2019年9月には、本研究活動の概要を含む、個人情報保護の研究成果を、“Privacy-Aware Set-based Information Analysis”というタイトルで国際会議 SIET 2019 の基調講演（招待講演）で発表した。その講演をまとめた同タイトルの単著論文を IEEE Xplore に公表した（文献9）。

（1）検索効率の低下が少ない数値データベースの暗号化手法

ビッグデータは複数の計算機に分散して記録するため、そこに個人情報が含まれる場合、暗号化して保存する必要がある。

暗号化して記録すると一般的には検索効率が大きく低下する。これはデータマイニングアプリケーションにとっては致命的な欠点であるため、本研究の中で、検索効率の低下が少ない暗号化手法の開発に取り組んだ。

既存研究に、順序を維持した暗号化を行うことにより検索効率の低下を防ぐ手法があるが、その手法では順序が開示されてしまうという、プライバシー面での問題が指摘されている。本手法では、秘密計算のアイデアを利用し、第3者にはわからない仮想の桁を定義し、桁ごとの順序を維持するが全体の順序は隠ぺいするという手法を取り、その効率的な実装を行った。

この研究は国際会議 CANDAR2017（文献1）にて発表し、同会議において本論文は「Outstanding Paper Award」を受賞した。また、学術雑誌（International Journal of Networking and Computing（文献4））にも公表した。

（2）マッピングデュース（MR）計算モデルに基づく機密性の高いスカイライン問合せ計算

「スカイライン問合せ」を、問合せ対象の値を他の計算機に開示することなく MR 計算モデルに基づき分散計算する手法を開発した。この成果により、MR 計算モデルが本来持っているスケラビリティを維持したまま、計算過程の機密性の強化を実現することができた。この成果は学術雑誌（MDPI Information 誌、MDPI Algorithms 誌、および Information Sciences 誌）に公表した（文献6,7,10）。

上述の研究と並行して、完全準同形暗号を利用したスカイライン問い合わせの秘密計算手法について研究を進め、その成果は学術雑誌（MDPI Information 誌および IEEE Access 誌）に公表した（文献5,8）。この研究は前述の手法より強い暗号に基づいているため、機密性はより強い、その一方で、MR 計算モデルには対応していない。MR 計算モデル上では計算できないが、並列分散計算に基づく手法であるため大規模データベースに対しても適用できる。

これらの成果により、ある計算機内のデータに含まれる機密情報を、他の計算機に開示することなく、スカイライン問い合わせの計算や結果の開示が可能となるため、データベースを所有する各組織が、その共有や連携に消極的になることが少なくなるため、データベースのユーザビリティの向上にも貢献できることが期待される。

（3）個人情報に配慮した時空間情報ビッグデータアプリケーションの開発

時空間情報ビッグデータアプリケーションの研究として、エリアスカイライン問合せを MR 計算モデルで効率的に計算する手法を開発した。この成果は IEEE Big Data 2017 国際会議で発表し（文献2）、その後、実装の効率化を行ったうえで学術雑誌（MDPI Algorithms 誌）に公表した（文献3）。

「エリアスカイライン問合せ」とは、地図上の地域の中で、他の地域よりも良い何らかの特性を含むものを列挙する機能で、様々なデータ分析に必要な重要機能である。この機能は、もともと本研究者の研究グループで、考案されていたが、問題の本質的な難しさからビッグデータでの計算時間の大きさが問題であった。本成果により、この計算時間の問題を解消することができた。

<引用文献>

- [1] Saleh Ahmed, Annisa, Asif Zaman, Zhan Zhang, Kazi Md. Rokibul Alam, Yasuhiko Morimoto, “Semi-Order Preserving Encryption Technique for Numeric Data to Enhance Privacy,” Proceedings of the International Symposium on Computing and Networking (CANDAR), pp. 68-74, 2017. DOI: 10.1109/CANDAR.2017.39
- [2] Chen Li, Annisa Annisa, Asif Zaman, Yasuhiko Morimoto, “MapReduce-Based Computation of Area Skyline Query for Selecting Good Locations in a Map,”

Proceedings of the IEEE International Conference on Big Data (IEEE BigData), pp. 4779-4782, 2017. DOI: 10.1109/BigData.2017.8258540

- [3] Chen Li, Annisa Annisa, Asif Zaman, Mahboob Qaosar, Saleh Ahmed, Yasuhiko Morimoto, "MapReduce Algorithm for Location Recommendation by Using Area Skyline Query," MDPI Algorithms, Vol. 11, Issue 12, Article No. 191, 2018. DOI: 10.3390/a11120191
- [4] Saleh Ahmed, Annisa, Asif Zaman, Zhan Zhang, Kazi Md. Rokibul Alam, Yasuhiko Morimoto, "Semi-Order Preserving Encryption Technique for Numeric Database," International Journal of Networking and Computing, Vol. 9, No. 1, pp. 111-129, 2019. DOI: 10.15803/ijnc.9.1_111
- [5] Mahboob Qaosar, Asif Zaman, M. Anisuzzaman Siddique, Annisa, Yasuhiko Morimoto, "Privacy Preserving Secure Computation of Skyline Query in Distributed Multi-party Databases," MDPI Information, Vol. 10, Issue 3, Article No. 119, March 2019. doi:10.3390/info10030119
- [6] Saleh Ahmed, Mahboob Qaosar, Asif Zaman, M. Anisuzzaman Siddique, Chen Li, Kazi Md. Rokibul Alam, Yasuhiko Morimoto, "Privacy Aware MapReduce based Multi-party Secure Skyline Computation," MDPI Information, Vol. 10, Issue 6, Article No. 207, 2019. doi: 10.3390/info10060207
- [7] Md. Anisuzzaman Siddique, Hao Tian, Mahboob Qaosar, Yasuhiko Morimoto, "MapReduce Algorithm for Variants of Skyline Queries: Skyband and Dominating Queries," MDPI Algorithms, Vol. 12, Issue 8, Article No. 166, 2019. DOI:10.3390/a12080166
- [8] Mahboob Qaosar, Kazi Md. Rokibul Alam, Asif Zaman, Chen Li, Saleh Ahmed, Md. Anisuzzaman Siddique, Yasuhiko Morimoto, "Privacy-Preserving Multi-party Skyline Computation Frameworks based on Homomorphic Encryption," IEEE Access, Vol. 7, pp. 167481-167496, 2019. DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2954156
- [9] Yasuhiko Morimoto, "Privacy-Aware Set-based Information Analysis," Proceedings of IEEE International Conference on Sustainable Information Engineering and Technology (SIET), pp. 1-4, 2019. DOI: 10.1109/SIET48054.2019.8986065
- [10] Mahboob Qaosar, Asif Zaman, M. Anisuzzaman Siddique, Chen Li, Yasuhiko Morimoto, "Secure k-Skyband Computation Framework in Distributed Multi-party Databases," Information Sciences, Vol. 515, pp. 388-403, Elsevier, 2020. DOI: 10.1016/j.ins.2019.12.027

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 14件 / うち国際共著 4件 / うちオープンアクセス 13件）

1. 著者名 Ahmed Saleh, Qaasar Mahboob, Zaman Asif, Siddique Md. Anisuzzaman, Li Chen, Alam Kazi Md. Rokibul, Morimoto Yasuhiko	4. 巻 10
2. 論文標題 Privacy-Aware MapReduce Based Multi-Party Secure Skyline Computation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Information	6. 最初と最後の頁 Article No. 207
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/info10060207	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Siddique Md. Anisuzzaman, Tian Hao, Qaasar Mahboob, Morimoto Yasuhiko	4. 巻 12
2. 論文標題 MapReduce Algorithm for Variants of Skyline Queries: Skyband and Dominating Queries	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Algorithms	6. 最初と最後の頁 Article No. 166
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/a12080166	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Qaasar Mahboob, Alam Kazi Md. Rokibul, Zaman Asif, Li Chen, Ahmed Saleh, Siddique Md. Anisuzzaman, Morimoto Yasuhiko	4. 巻 7
2. 論文標題 A Framework for Privacy-Preserving Multi-Party Skyline Query Based on Homomorphic Encryption	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 167481 ~ 167496
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ACCESS.2019.2954156	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Mahboob Qaasar, Asif Zaman, M. Anisuzzaman Siddique, Chen Li, Yasuhiko Morimoto	4. 巻 515
2. 論文標題 Secure k-Skyband Computation Framework in Distributed Multi-party Databases	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Information Sciences	6. 最初と最後の頁 388-403
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ins.2019.12.027	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Md. Anisuzzaman Siddique, Asif Zaman, Yasuhiko Morimoto	4. 巻 9
2. 論文標題 Selection of Important Sets by Using K-Skyband Query for Sets	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Journal of Advanced Computer Science and Applications	6. 最初と最後の頁 304-313
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14569/IJACSA.2018.090444	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kazi Md. Rokibul Alam, Adnan Maruf, Md. Rezaur Rahman Rakib, G. G. Md. Nawaz Ali, Peter Han Joo Chong, Yasuhiko Morimoto	4. 巻 20
2. 論文標題 An Untraceable Voting Scheme Based on Pairs of Signatures	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Journal of Network Security	6. 最初と最後の頁 774-787
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.6633/IJNS.201807.20(4).20	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Asif Zaman, Md. Anisuzzaman Siddique, Annisa, Yasuhiko Morimoto	4. 巻 16
2. 論文標題 Secure k-objects Selection for a Keyword Query based on MapReduce Skyline Algorithm	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Journal of Computational Science and Engineering	6. 最初と最後の頁 378-389
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1504/IJCSE.2018.093779	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 Chen Li, Annisa Annisa, Asif Zaman, Mahboob Qaosar, Saleh Ahmed, Yasuhiko Morimoto	4. 巻 11
2. 論文標題 MapReduce Algorithm for Location Recommendation by Using Area Skyline Query	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Algorithms	6. 最初と最後の頁 Article No. 191
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/a11120191	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Saleh Ahmed, Annisa, Asif Zaman, Zhan Zhang, Kazu Md. Rokibul Alam, Yasuhiko Morimoto	4. 巻 9
2. 論文標題 Semi-Order Preserving Encryption Technique for Numeric Database	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Networking and Computing	6. 最初と最後の頁 111-129
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15803/ijnc.9.1_111	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Mahboob Qaosar, Asif Zaman, M. Anisuzzaman Siddique, Annisa, Yasuhiko Morimoto	4. 巻 10
2. 論文標題 Privacy Preserving Secure Computation of Skyline Query in Distributed Multi-party Databases	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Information	6. 最初と最後の頁 Article No. 119
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/info10030119	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Saleh Ahmed, Annisa, Asif Zaman, Zhan Zhang, Kazi Md. Rokibul Alam, Yasuhiko Morimoto	4. 巻 -
2. 論文標題 Semi-Order Preserving Encryption Technique for Numeric Data to Enhance Privacy	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 International Symposium on Computing and Networking (CANDAR)	6. 最初と最後の頁 68-74
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/CANDAR.2017.39	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Chen Li, Annisa Annisa, Asif Zaman, Yasuhiko Morimoto	4. 巻 -
2. 論文標題 MapReduce-Based Computation of Area Skyline Query for Selecting Good Locations in a Map	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 IEEE International Conference on Big Data (IEEE BigData)	6. 最初と最後の頁 4779-4782
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/BigData.2017.8258540	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Asif Zaman, Md. Anisuzzaman Siddique, Annisa, Yasuhiko Morimoto	4. 巻 7
2. 論文標題 Finding Key Persons on Social Media by Using MapReduce Skyline	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 International Journal of Networking and Computing	6. 最初と最後の頁 86-104
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Annisa, Asif Zaman, Yasuhiko Morimoto	4. 巻 8
2. 論文標題 Reverse Area Skyline in a Map	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 International Journal of Advanced Computer Science and Applications	6. 最初と最後の頁 333-343
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14569/IJACSA.2017.080244	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計13件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 12件)

1. 発表者名 Yasuhiko Morimoto
2. 発表標題 Privacy-Aware Set-based Information Analysis
3. 学会等名 International Conference on Sustainable Information Engineering and Technology (SIET) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mahboob Qaosar, Kazi Md. Rokibul Alam, Chen Li, Yasuhiko Morimoto
2. 発表標題 Privacy-preserving Top-k Dominating Queries in Distributed Multi-party Databases
3. 学会等名 IEEE International Conference on Big Data (IEEE Big Data) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Chen Li, Xu Zhang, Mahboob Qaosar, Saleh Ahmed, Kazi Md. Rokibul Alam, Yasuhiko Morimoto
2 . 発表標題 Multi-factor Based Stock Price Prediction Using Hybrid Neural Networks with Attention Mechanism
3 . 学会等名 IEEE International Conference on Cloud and Big Data Computing (CBDCOM 2019) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Chen Li, Minjia He, Mahboob Qaosar, Saleh Ahmed, Yasuhiko Morimoto
2 . 発表標題 Capturing Temporal Dynamics of Users' Preferences from Purchase History Big Data for Recommendation System
3 . 学会等名 IEEE International Conference on Big Data (IEEE BigData) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Md. Amdadul Haque, Rezaul Karim, Mohammad Shamsul Arefin, Yasuhiko Morimoto
2 . 発表標題 Developing a Method for Detecting Serial and Parallel Components in Programs
3 . 学会等名 IEEE International Conference on Informatics, Electronics and Vision & the 7th International Symposium in Computational Medical and Health Technology (ICIEV-ISCMT) (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Chondrima Chowdhury, Mohammad Shamsul Arefin, Yasuhiko Morimoto
2 . 発表標題 Developing a Framework for Recommending TV Shows
3 . 学会等名 IEEE International Conference on Informatics, Electronics and Vision & the 7th International Symposium in Computational Medical and Health Technology (ICIEV-ISCMT) (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Saleh Ahmed, Annisa, Asif Zaman, Zhan Zhang, Kazi Md. Rokibul Alam, Yasuhiko Morimoto
2 . 発表標題 Semi-Order Preserving Encryption Technique for Numeric Data to Enhance Privacy
3 . 学会等名 International Symposium on Computing and Networking (CANDAR) (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Minjia He, Yasuhiko Morimoto
2 . 発表標題 Capturing Temporal Dynamics of Implicit Feedbacks for Collaborative Filtering by Using Deep Recurrent Neural Networks
3 . 学会等名 Bulletin of Networking, Computing, Systems, and Software (NCSS) (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Chen Li, Annisa Annisa, Asif Zaman, Yasuhiko Morimoto
2 . 発表標題 MapReduce-Based Computation of Area Skyline Query for Selecting Good Locations in a Map
3 . 学会等名 IEEE International Conference on Big Data (IEEE BigData) (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Saleh Ahmed, Mahboob Qaosar, Rizka Wakhidatus Sholikah, Yasuhiko Morimoto
2 . 発表標題 Early Dementia Detection through Conversations to Virtual Personal Assistant
3 . 学会等名 AAAI Spring Symposium Series Technical Report on Beyond Machine Intelligence: Understanding Cognitive Bias and Humanity for Well-Being AI (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1. 発表者名 Mahboob Qaosar, Saleh Ahmed, Chen Li, Yasuhiko Morimoto
2. 発表標題 Hybrid Sensing andWearable Smart Device for Health Monitoring and Medication: Opportunities and Challenges
3. 学会等名 AAAI Spring Symposium Series Technical Report on Beyond Machine Intelligence: Understanding Cognitive Bias and Humanity for Well-Being AI (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Chen LI, Annisa, Asif ZAMAN, Yasuhiko MORIMOTO
2. 発表標題 MapReduce-Based Computation of Area Skyline Query for Selecting Good Locations in a Map
3. 学会等名 データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム(DEIM)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Asif Zaman, Md. Anisuzzaman Siddique, Annisa, Yasuhiko Morimoto
2. 発表標題 Secure Computation of Skyline Query in MapReduce
3. 学会等名 International Conference on Advanced Data Mining and Applications (ADMA) (国際学会)
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

Dr. Kazi Md. Rokibul Alam http://www.kuet.ac.bd/cse/rokib/ http://www.morimo.com/morimo-ken/

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
--	---------------------------	-----------------------	----