

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 12 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15H02783

研究課題名(和文) 個人のコンテキスト情報に基づく適応的サービス再構成アーキテクチャの研究

研究課題名(英文) Adaptive Service Reconfigurable Architecture based on Context Information

研究代表者

佐藤 周行 (SATO, Hiroyuki)

東京大学・情報基盤センター・准教授

研究者番号：20225999

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,500,000円

研究成果の概要(和文)：IoTデバイスの利用により活動コンテキストを理解した高度なサービス構築の可能性が議論されるようになってきている。そこで、コンテキスト収集によりサービスポリシー、セキュリティポリシーとのマッチングを取り、ネットサービスを動的に再構成し、社会活動の支援を最適化するサービスアーキテクチャの構築を目指した。

成果として、コンテキストの取得構築・パーソナライズ・組織化によるワークフロー再構成、その際に問題になるセキュリティ、プライバシー、トラストのリスク評価の新たな方法論を構築した。特に、災害対応や高齢者見守りソフトウェアにおいて、IoTからのコンテキスト情報により、対応を高度化させることに成功した。

研究成果の概要(英文)：IoT devices are widely used to build intelligent services adaptive to the context of activities. This research aims at building a service architecture that adaptively reconfigures netservices by collecting and evaluating context in terms of service and security policies, and consequently that is capable of optimizing support of social activities.

We have achieved that personalization, reorganization, and adaptive reconfiguration of service workflow by being triggered by collection of context. Furthermore, we have built new frameworks of security, privacy, and trust assessment. We have tested this framework in a particular software system of disaster recovering and that of nursing elderly people.

研究分野：計算機科学

キーワード：サービス科学 サービスアーキテクチャ サービス再構成 コンテキスト IoT スマートデバイス リスク評価 トラスト

1. 研究開始当初の背景

SOA (Service Oriented Architecture) によって、Web サービスの構築法にある程度の指針が示されているが、それを人間の社会活動をサポートするサービス構築に適用するには、その本質的な静的ワークフロー、ユーザインタラクション処理が十分でないため、柔軟性に欠けるものしか構築できないという問題があった。一般に、SOA によるサービス構築の方法論では、サービスコンポーネントを定義実装し、コンポーネント間のインタラクションによりより大きなサービスを構築するものが主流であるが、現実には、それらはモノリシックなパッケージの中の部品として働く従来型のパッケージ構築法が取られてきた。その間、タブレットやスマートフォンなどのスマートデバイスの利用がごく普通のものになり、デバイスによる活動コンテキストの規定、デバイス間の連携による高度なサービス構築の可能性が議論されるようになってきていた。しかし、これらは、行動履歴の解析や位置情報の取得によるレコメンド機能の高度化の方向を向き、履歴解析によるレコメンドの最適化、レコメンドを環境に応じて適応的に行うサービスモデルの構築を可能にした。しかしサービスワークフローへのスマートデバイスへの組み込みという点では未だ初歩的な段階にとどまっていた。

さらに、サービスワークフローの組み替えに際しては、サービスポリシーやサービス仕様、セキュリティポリシーのマッチングを取ることが必要である。この意味ではソフトウェア工学のリファクタリングをオンラインで適用することにも通じる。ここでは従来研究されてきたサービスコンポーネントの取り換えという従来の枠組みにとどまらず、トポロジーも含めてワークフローを適応的に構築することが本質的に必要であるが、サービスワークフローを動的に組み替えることでサービスの最適化を図る研究は始まったばかりであった。

2. 研究の目的

本研究の目的は個人のあらゆる活動場面でクラウドからのサービスを楽しむようになったことを前提とし、さらに活動のコンテキスト(コンテンツ、時間、位置、使用デバイス)を適応的に評価してネットサービスを必要に応じて再構成し、人間の社会活動の支援を常に最適化するサービスアーキテクチャの構築を目指すものであった。従来のアーキテクチャでは、サービスをユビキタスに提供することが重視されてきたが、本研究は、それにとどまらず、使用デバイスや行動履歴を評価パラメータに加え、本人が、今その環境(ディスプレイやデバイスの状況など)で、そこで必要とするコンテンツをピンポイント

かつタイムリーに提供するサービスワークフローを適応的に構築するものであった。

3. 研究の方法

本研究では、1)スマートデバイスをワークフロー内のサービスの一つとして高度化すること、2)サービスワークフローをコンテキスト情報に基づき適応的に組み替える技術の2つにフォーカスし、以下のサブテーマを追求し、最後に統合することを計画した。具体的に以下のサブテーマを設定し、研究組織内での研究を行うことにした。

1. スマートデバイスのワークフロー内での高度利用

1- 1. コンテキストの取得構築・パーソナライズ・組織化(担当:小林(リーダー)、谷本、金井)
スマートデバイスから収集した情報に基づいて利用者プレファランスの最適化を図るとともにスマートデバイスのコンテキストに応じた利用法の最適化を図る。

1- 2. スマートデバイスとサービスのマッチング(担当:谷本(リーダー)、佐藤、金井、小林)
スマートデバイスの提供するコンテキスト取得・提供機能をサービスコンポーネントとし、一般的なクラウドサービスコンポーネント内と連携を取るエージェント機能を研究する。

2. ワークフローの適応的構築アーキテクチャ

2- 1. コンテキストアウェアなワークフローの適応的再構成(適応可能ワークフロー言語の研究)(担当:佐藤(リーダー)、谷本、金井)

スマートデバイスから提供されるコンテキスト情報をトリガーとし、サービスポリシー、サービス仕様、セキュリティポリシーの制約条件を満たす最適ワークフローの動的構築が可能なシステムをワークフロー言語とともに研究する。

2- 2. 新しいサービスコンポーネントの創出と組み込みによるワークフローの再構成

(担当:金井(リーダー)、佐藤、小林、谷本)

新しいサービス要素を、サービスの組み替え、集積、分割等を通じて、最適化することで適応的に構成する。リファクタリング技術を適用する。これら相互に関係するサブテーマを連携させることで、標題の「適応的サービス再構成アーキテクチャ」を構築する。本研究の対象は、図1に示すように3層に分かれる。コンテキストを自律的に生成できるパーソナルコンテキスト層、コンテキストの変化に

応じてワークフローを適応的に構成・創成するワークフロー層、そしてクラウドによるサービス提供層である。今回の研究対象は、上位の2層について上記2つのテーマ、4つのサブテーマを設定して研究することにした。

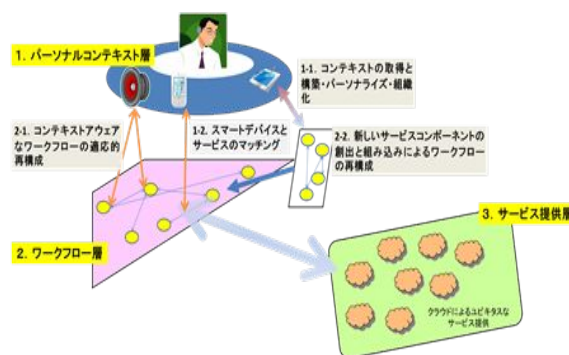


図1 適応的サービス再構成アーキテクチャの位置づけ

4. 研究成果

1. スマートデバイスのワークフロー内での高度利用

スマートフォン、ドローンをはじめとするIoTデバイスの高度利用の研究を行った。ここでは特に、IoTデバイスとクラウドとの連携がキーになることが明らかになった。2つのサブテーマは相互に関係する。さらに、関係する要素技術としてそれらのリスク評価が含まれる。

1.1 コンテキストの取得構築・パーソナライズ・組織化

IoTデバイスの運用によるコンテキスト取得と、サービス構築への応用を行った。実世界でのサービス構築が大きなインパクトを持つことを実証することができた(文献[2015-C5, 2016-C2, C3, 2017-C3, J2, C6, C8, J5, C9, C10, J6])。

1.2

スマートデバイスとサービスのマッチング IoTデバイスからの情報取得によるサービス再構築の際に問題になるセキュリティリスクとプライバシーリスクの評価を行った。従来の組織内ガバナンスでは把握できない場面にリスク評価を適用することができた(文献[2015-C6, C7, C8, 2016-C8, 2017-J3, J4])。

2. ワークフローの適応的構築アーキテクチャ

1. の技術を用いたアプリケーション、サービスの構築を行った。具体的なサービス構築にあたり、ポリシーの動的評価とトラスト再構築、プライバシー評価が必要であり、関係する要素技術として暗号化技術を利用したアクセス制御、クラウドでの秘密分散の研究を行った。

2.1 コンテキストアウェアなワークフローの適応的再構成

ワークフロー再構成に必要なとなるポリシー

評価、および再構成がトラストに与える影響を様々なシナリオについて解析した。さらにセキュリティレベルやトラストを維持するための要素技術としての秘密分散、暗号技術の研究を行った(文献[2015-C3, C4, 2016-C5, C6, C11, 2017-C1, B1, C2, C4, C5, J2, C8, C11, C12])。

2.2

新しいサービスコンポーネントの創出と組み込みによるワークフローの再構成

IoTデバイスからのコンテキストを利用した、アプリケーション、サービス構築を具体的な形で行った。特に、クラウドとの連携技術の研究を行った。(文献[2015-C1, C2, C9, 2016-J1, C1, J2, C4, C7, C11, 2017-C6, C7])

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 10 件)

2017年度分

[J1] Toru KOBAYASHI, Kenichi ARAI, Hiroyuki SATO, Shigeaki TANIMOTO, Atsushi KANAI: An Application Framework for Smart Education System based on Mobile and Cloud Systems, IEICE Transactions Vol. E100-D, no. 10, 2399--2410, 2017.

[J2] SATO Hiroyuki: Authorization by Documents, Journal of Information Processing vol. 25, 766--774, 2017.

[J3] Hiroyuki Sato, Yasuo Okabe, Motonori Nakamura: Answering SP's Request for User Identification of Pseudonyms without Identity Information Exposure -- A Scenario in Access Federations, Journal of Information Processing, 25, 788-795, 2017.

[J4] Shigeaki Tanimoto, Shun Totsuka, Motoi Iwashita, Yoshiaki Seki, Hiroyuki Sato and Atsushi Kanai: 'Risk Assessment for Privacy Protection of Information Literacy Beginners in Big Data Era, Proc. Advances in Network-based Information Systems, Lecture Notes on Data Engineering and Communication Technologies 7, Springer, August, 737--749, Toronto, 2017.

[J5] Somchart Fugkeaw, Hiroyuki Sato: Scalable and Secure Access Control Policy Update for Outsourced Big Data, Future Generation Computer Systems, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.future.2017.06.014>

[J6] Somchart Fugkeaw, Hiroyuki Sato: Achieving Scalable and Optimized Attribute Revocation in Cloud Computing, IEICE Transactions on Information and Systems, vol. E100-D, No. 5, 973--983, 2017.

[J7] 谷本茂明、小幡大輔、前田彩花、佐藤周行、金井敦、BCP/DR導入促進に資するクラウド活用に関する一考察、プロジェクトマネジメント学会誌、Vol.19, No.2, pp.47-52

2016年度分

[J1] 米田翔一、畑健一郎、下村道夫、谷本茂明、佐藤周行、金井敦: センサ活用に基づく情報セキュリティエコノミクス: ISMSにおける費用対効果の効率化に関する検討、情報処理学会論文誌、Dec. 2016.

[J2] 米田翔一、大角地涼介、谷本茂明、佐藤周行、金井敦: TPO条件に基づく複数クラウドにおける動的クラウド選択手法の提案電子情報通信学会論文誌Vol. J99-D, No.10, pp.1045-1049, Oct. 2016.

[J3] Somchart Fugkeaw, Hiroyuki Sato: Embedding Lightweight Proxy Re-Encryption for Efficient Attribute Revocation in Cloud Computing, Int'l J. High Performance Computing and Networking, Vol. 9 No. 4, 2016, 299--309.

〔学会発表〕(計 65 件)

2017年度分 (総数19件)

[C1] Hiroyuki Sato, Shigeaki Tanimoto, Toru Kobayashi, Atsushi Kanai: Adaptive Policy Evaluation Framework for Flexible Service Provision, to appear in Proc. Service Oriented Software Engineering 2018, pp. 124--131, Bamberg, March, 2018.

[C2] Hayato OHBA, Shigeaki TANIMOTO, Takashi HATASHIMA, Teruo ENDOU, Hiroyuki SATO, Atsushi KANAI: A Study of Efficient Team Management Configuration for CSIRT Deployment, Proc. 11th int'l Conf. Project Management (ProMAC 2017), 613--620, 2017.

[C3] Kazuki TAKAHASHI, Toshitaka MAKI, Toshihiko WAKAHARA, Toru KOBAYASHI, Akihisa KODATE: LOD Conversion System for generating

Large Knowledge Base from Web Contents, IEEE 6th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2017), pp.155-158

[C4] Yuya Kato, Atsushi Kanai, Shigeaki Tanimoto and Takashi Hatashima: Dynamic Security Level Analysis Method Using Attack Tree, IEEE 6th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE2017), 152--154, Oct. 2017

[C5] Koichi Ozaki, Atsushi Kanai and Shigeaki Tanimoto: A Method for Preventing Slow HTTP DoS attacks, The Eleventh International Conference on Emerging Security Information, Systems and Technologies (SECURWARE2017), pp.72-76, Sep. 2017

[C6] Toru Kobayashi, Yuta Isono, Kenichi Arai, Takeshi Yamauchi, Hidetoshi Kobayashi: Bio-TRIZ Database for Sustainable Lifestyle -Technology transfer from nature to engineering-, Proc. International Electronics Symposium on Knowledge Creation and Intelligent Computing, pp.284-288, 2017.

[C7] Yamato Miura, Naoki Wakabayashi, Shohei Ueno, Atsushi Kanai, Shigeaki Tanimoto, and Hiroyuki Sato: A Performance Evaluation of Data Storage Approach for High Availability and Confidentiality on Multi-cloud, The 8th International Workshop on Trustworthy Computing and Security (TwCSec-2017), Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, Vol.7, pp. 888-900, Aug.2017

[C8] Lei Ma, Bing Yu, Cheng Zhang, Hiroyuki Sato: Collaborative Computation Offloading in Heterogeneous Asynchronous Cloud Environment, Proc. COMPSAC 2017 vol. 1, July 7, 929--934, 2017.

[C9] T. Kobayashi, K. Katsuragi, T. Miyazaki, and K. Arai: SNS Agency Robot for Elderly People using External Cloud-based Services, the IEEE Computers, the IEEE Computer Society Signature Conference on Computers, Software and Applications, pp.908-913 (2017).

[C10] K. Arai, and T. Kobayashi: On-Demand Barrier-Free Street View System Using Sensor Information from General-Purpose Wheelchair Users, the IEEE Computers, the IEEE Computer Society Signature Conf. on Computers, Software and Applications, pp.348-353 (2017).

[C11] Prajak Chertchom, Shigeaki Tanimoto, Hayato Ohba, Tsutomu Konosu, Toru Kobayashi, Hiroyuki Sato, and Atsushi Kanai: A lifelog data portfolio for privacy protection based on dynamic data attributes in a lifelog service, IEEE/ACIS Int'l Conf. Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing, (SNPD2017), Springer SCI vol. 721, 107--120, Kanazawa, Kinrosha Plaza, June 26--28, 2017.

[C12] Toru KOBAYASHI, Kazushige KATSURAGI, Taishi MIYAZAKI, and Kenichi ARAI: Social Media Intermediation Robot for Elderly People using External Cloud-based Services, 2017 5th IEEE International Conference on Mobile Cloud Computing, Services, and Engineering, pp.31-38(2017.4) (San Francisco, USA)

2016 年度分 (総数 26 件)

[C1] Shigeaki TANIMOTO, Yuuya ADACHI, Kazuhiko KATO, Tsutomu KONOSU, Masao TOYAMA, Noriaki SAITO, Teruo ENDOU, A Study of Dynamic Phase Decision Flow in EAC Prediction Method in Software Development Processes, Proceedings of the 10th International Conference on Project Management (ProMAC2016), B05, pp.28-34

[C2] Shunsuke Kan, Atsushi Kanai, Shigeaki Tanimoto, Hiroyuki Sato, Toru Kobayashi, Temporary Grouping Method Using Smartphones, 2016 IEEE 5th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE), pp.509-510, 2016

[C3] Toru Kobayashi, Hiroaki Matsuoka, Shouta Betsumiya: Flying Communication Server in case of a Large-scale Disaster, Proc. 2016 IEEE 40th Annual Computer Software and Application Conference (COMPSAC 2016), pp.571-576 (2016.6)

[C4] Shigeaki Tanimoto, Shunsuke Shiraki, Motoi Iwashita, Toru Kobayashi, Hiroyuki Sato and Atsushi Kanai: Risk Assessment Based on User's Viewpoint for Mobile Ad Hoc Network, 10-th International Workshop on Advanced Distributed and Parallel Network Applications (ADPNA-2016), Ostrava, September, 2016

[C5] Somchart Fugkeaw, Hiroyuki Sato: Improved Lightweight Proxy Re-Encryption for Flexible and Scalable Mobile Revocation Management in Cloud Computing, Proc. IEEE CLOUD, San Francisco, July, 2016.

[C6] Somchart Fugkeaw, Hiroyuki Sato: Key Update As A Service (KAAS): An Agent-based Modeling for Cloud-based Access Control, Proc. IEEE BigData Congress, San Francisco, July, 2016.

[C7] Shigeaki Tanimoto, Rei Kinno, Motoi Iwashita, Toru Kobayashi, Yoshiaki Seki, Hiroyuki Sato, Atsushi Kanai: Risk Assessment of Home Gateway/Smart Meter in Smart Grid Service, IIAI Int'l Conf. Advanced Applied Informatics, Kumamoto, June, 2016, 1126--1131.

[C8] Toru Kobayashi, Kazushige Katsuragi, Kenichi Arai, Tomoya Sakai, Makoto Fujimura: Social Media Mediation System for Closing Inter-generational Communication Gap, Proc. 2016 IEEE 40th Annual Computer Software and Application Conference (COMPSAC 2016), pp.288-293 (2016.6)

[C9] SATO Hiroyuki, OKABE Yasuo, NAKAMURA Motonori: User Identification of Pseudonyms without Identity Information Exposure in Access Federation, IEEE COMPSAC 2016, 487—492, Atlanta, 2016.

[C10] SATO Hiroyuki, KANAI Atsushi, TANIMOTO Shigeaki, KOBAYASHI Toru: Establishing Trust in the Emerging Era of IoT, Proc. IEEE Int'l Conf. Service-Oriented System Engineering 2016 398--406 (Invited), Oxford, 2016.

[C11] Shohei Ueno, Atsushi Kanai, Shigeaki Tanimoto, Hiroyuki Sato: Evaluation of Selecting Cloud Services

Approach for Data Storage using Secret Sharing Scheme, 6th Int'l Conf. on Performance, Safety and Robustness in Complex Systems and Applications (PESARO 2016), 1—6, Lisbon, 2016.

[C12] Kanai, A., Tanimoto, S., Sato, H.: Performance Evaluation on Secure Data Management Approach for Multiple Clouds Using Secret Sharing Scheme, Proc. Int'l Conf. Consumer Electronics 2016, 471-473, Jan. Las Vegas, 2016.

2015 年度分 (総数 20 件)

[C1] Toru Kobayashi: An Application Framework for Smart Education System on Mobile and Cloud Systems, Proc. 2016 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON TEACHING AND LEARNING IN EDUCATION (ICTLE'16), pp.278-683 (2016.3)

[C2] Toru Kobayashi, Kazushige Katsuragi: Social Media Mediation System for Elderly People, Proc. IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE), pp.212-213 (2016.1)

[C3] Fugkeaw, S. and Sato, H.: Enabling Constraints and Dynamic Preventive Access Control Policy Enforcement in the Cloud, Proc. Int'l 2015 Workshop on Cloud Security and Forensics, Toulouse, August. 576--583, 2015.

[C4] Shohei Ueno, Atsushi Kanai, Shigeaki Tanimoto, Hiroyuki Sato, Secure Protocol with Variable Security Level Using Secret Sharing Scheme, 2015 IEEE 4th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2015), pp. 626-627

[C5] Hiroaki Matsuoka, Toru Kobayashi: Flying Cloud Server on Disaster Situation, Proc. the 4th IEEE Global Conference on Consumer Electronics, Services (IEEE GCCE 2015), pp.632-633 (2015.10)
(COMPSACW), July, 73--78, 2015.

[C6] 佐藤周行, 岡部寿男, 中村素典: 認証連携における仮名性を担保したユーザ同一性の確認, Proc. DICO 2015, July, 890--895, 2015. (優秀論文賞)

[C7] Shigeaki Tanimoto, Takayuki Kakuta, Hiroyuki Sato, Atsushi Kanai: A Study of Cost Structure

Visualization for Digital Forensics Deployment, Proc. 4th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics, July 13. 428--431, 2015.

[C8] Shigeaki Tanimoto, Toshihiko Moriya, Hiroyuki Sato, Atsushi Kanai, Improvement of Multiple CP/CPS based on Level of Assurance for Campus PKI Deployment, SNPD 2015, 16th IEEE/ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, pp.571-576, 2015

[C9] Atsushi KANAI, Shigeaki TANIMOTO, and Hiroyuki SATO, Performance Evaluation on Data Management Approach for Multiple Clouds using Secret Sharing Scheme, ICCE2016 (International Conference on Consumer Electronics)

〔 図書 〕 (計 1 件)

[B1] Shigeaki Tanimoto, Tsutomu Konosu, Motoi Iwashita, Shinsuke Matsui, Yoshiaki Seki, Hiroyuki Sato, Atsushi Kanai: Risk Assessment Considering Configuration of Hybrid Cloud Computing, Chap6 of Advances in Networks, Security and Communications: Reviews, Vol. 1, 171--185, 2017.

〔 産業財産権 〕

なし

〔 その他 〕
ホームページ等

<http://www-sato.cc.u-tokyo.ac.jp/KAKEN/>

6 . 研究組織

(1) 研究代表者 佐藤 周行 (SATO, Hiroyuki)
東京大学・情報基盤センター・准教授
研究者番号 : 20225999

(2) 研究分担者 金井 敦 (KANAI, Atsushi)
法政大学・理工学部・教授
研究者番号 : 40524054

(3) 研究分担者 谷本 茂明 (TANIMOTO, Shigeaki)
千葉工業大学・社会システム科学部・教授
研究者番号 : 90425398

(4) 研究分担者 小林 透 (KOBAYASHI, Toru)
長崎大学・工学研究科・教授
研究者番号 : 90425398