

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 9 月 7 日現在

機関番号：32644

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2021

課題番号：17K00084

研究課題名(和文)工場ロボット等のIoT化を支援する教育指向の「つながる」開発・実行フレームワーク

研究課題名(英文)Evolutionary IoT/Robot system development methodology and platform in DX Era

研究代表者

渡辺 晴美(Watanabe, Harumi)

東海大学・情報通信学部・教授

研究者番号：40333190

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：IoT等の次世代システムには、「複雑な環境に応じてサービスの切り替え」が必要であるという課題に着目し、コンテキスト指向プログラミング(COP)のパラダイムを基盤に総合開発環境を提案することを目指した。特徴は、導入のための教育面と信頼性を考慮し、サービスの切り替え部分とサービス部分を分離したアーキテクチャを有する点にある。本研究期間に、組み込みシステムのためのCOP、同期機構、モデル駆動開発、複合現実空間での教育環境を実現、FPGAへの適応を提案した。これらにより、実行時に発生する横断的関心事に関する基礎機構、COPレイヤモデルからのコード生成、ハードウェアとの関連、応用事例で貢献した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

学術的意義は、COPの同期機構の提案、COPのパラダイムを取り入れたモデル駆動開発、FPGAの適用である。同期機構は、実行時に発生する横断的関心事に本質的な解決が可能である。モデル駆動開発では、COPのレイヤをモデル可能にした。FPGAの適用ではハードウェア再構成とレイヤの活性・不活性とのタイミングや性能の違いについて明らかにすることができた。社会的な意義は、COPパラダイムを適用した汎用的な開発環境の実現と教育への適用である。プログラミング言語、モデル駆動開発ともに汎用的な言語・開発環境を応用した。教育に関しては、開発した環境を学生の教育に適用することができた。

研究成果の概要(英文)：This study contributes to the issue of the changing services reflecting on complicated environments towards the next generation of the IoT era. To solve this issue, we focus on a paradigm of Context-Oriented Programming (COP) and provide a development framework based on the paradigm of COP. The feature of this framework is to divide a services part and a services management because of reliability and education for applying to industries.

During this research period, we have provided five outcomes:(1) COP for embedded systems, (2) Synchronization mechanism for COP layers, (3) Model-Driven Development based on COP, (4) Mixed Reality System for IoT robot education, and (5) Applying COP to FPGA.

By these outcomes, we have provided the fundamental mechanism to solve the problem of cross-cutting concerns that occur at runtime, code generation from COP layer models, hardware relevance, and educational applications.

研究分野：ソフトウェア工学

キーワード：コンテキスト指向プログラミング IoT モデル駆動開発 FPGA アスペクト指向開発 オブジェクト指向開発 組み込みシステム ソフトウェア開発

### 1. 研究開始当初の背景

IoTなどの次世代システムは、周囲の環境に応じて多様なサービスを適切に提供することが期待されている。こうしたサービスの提供は、横断的関心事と呼ばれるシステム全体の振る舞い変更する問題が、実行時に起きる可能性が高い。横断的関心事はソフトウェアを複雑化し、開発を困難にする問題として知られている。実行時に発生する横断的関心事を解決する方法としてコンテキスト指向プログラミング(COP: Context-Oriented Programming)[1]がある。これまで、COPのパラダイムを持つ様々なプログラミング言語が提案されてきた[2]。一方で、一般の開発者へ普及しているとはいえない状況であった。そこで、一般開発者への導入障壁の緩和を考慮しつつCOPへの学術的貢献を目指した。

本研究の準備段階として、この実行時に発生する横断的関心事を扱う部分を、サービス部分とサービス切り替え部分を分離するアーキテクチャを提案した[3]。サービス切り替え部分は、設計実装の専門性が高いことから、分離することにより汎用性が向上すると考えた。さらに、このアーキテクチャを提案することにより、同期機構の重要性を明らかにすることができた。また、COPの応用として、災害ロボット[3]、掃除機ロボット[4]への適応を考察した。以上の背景をもとに、より汎用的にCOPを利用できるようにするために、以下の課題に着目した。

- (1) サービス切り替えのための同期機構を有しない
- (2) モデリング言語や開発方法論の支援がない
- (3) 事例が多くない

### 2. 研究の目的

本研究では、上記で述べた3つの問題を解決するために、総合的な開発環境を「つながるフレームワーク」として提案することを目的とした。具体的には以下の通りである。

- (1) 同期機構: IoT ロボットをテーマとしており、組込みプログラミング言語にCOPを導入し、同期機構を実現すること。
- (2) モデリング言語・開発方法論: UMLをCOPに対応するように拡張し、COPをコード生成できるようにする
- (3) 事例: 複合現実空間上につながる掃除機ロボットにCOPを適用する。さらに、サービスとサービス切り替え部分を分離し、学生がサービス部分だけをプログラミング可能な教材を開発し、背景に記した導入障壁の問題を具体的に解決する。

### 3. 研究の方法

研究の方法と関連し、基礎となるアーキテクチャおよび構想を図1と図2に示す。本研究は、この図1に示すアーキテクチャを軸に、図2の構想に従い主に実施した。これらは、準備段階として、[3]および[4]で提案した。

図1のアーキテクチャにより、サービス部分とサービス切り替え部分をLayersとLayer Managerで分離することができる。COPには複数の種類[2]があるが、本研究では参考文献[1]に代表されるレイヤと呼ばれる機構を有するプログラミング言語に着目し、サービスとレイヤを対応づけた。このアーキテクチャを軸に、図2に示すIoTシステム開発を総合的に支援する環境に関する構想を提案した。

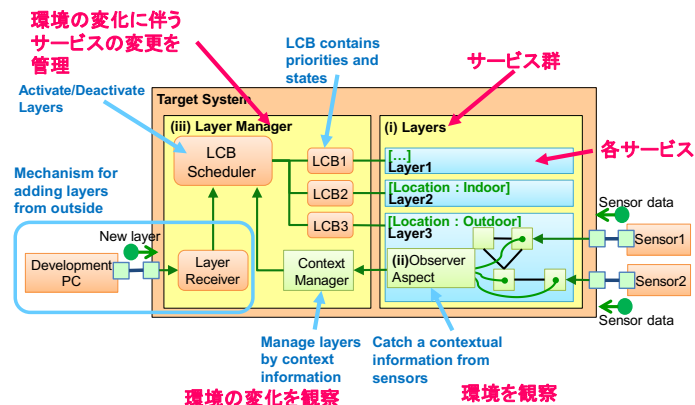


図1 サービス切り替えとサービス提供を「分離」したアーキテクチャ

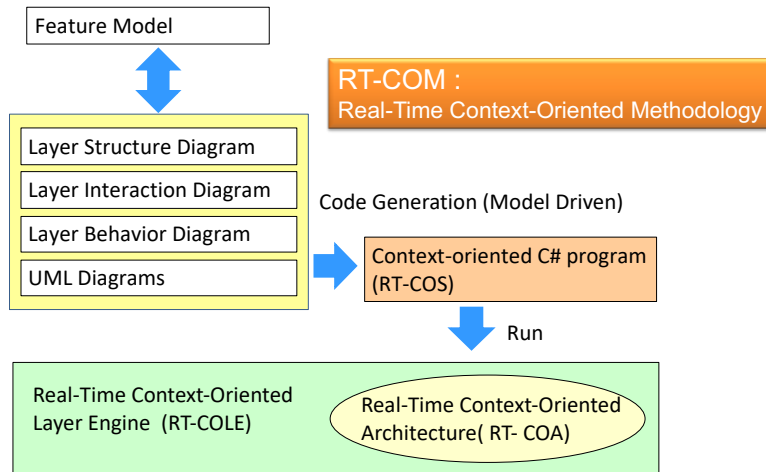


図 2 構想の図

#### 4. 研究成果

本研究の主要な成果は以下である。

##### (1) 組込みシステムのためのプログラミング言語

C++とC#の両方に、COPのパラダイムを取り入れた組込みシステムのためのプログラミング言語を提案した。C++版では組込みに必要なリアクティブ性を確保するために、COPのレイヤ切り替え時に発生する遅延問題を解決する提案を行い、レイヤ切り替えに要する性能評価を行った。その結果、組込みシステムに利用できる範囲の性能を得ることができた。

##### (2) 同期機構

COP提唱者のRobert Hirschfeldらと共同研究を行い、JavaScriptに基づいたContextJSにZoneと呼ばれる同期機構を実現した。

##### (3) モデル駆動開発

UMLモデルのパッケージを拡張し、レイヤモデルを提案、レイヤモデルと通常のUMLからCOPのプログラムを自動生成する方法を提案し、汎用ツールBridgePoint上にその機構を実現した。図3にその概要を示す。図3の左側にモデルからコードを生成するプロセス、右側に各プロセスの産物を記す。パッケージをレイヤに拡張したモデルから、モデルデータを拡張し、コード生成のルールを追加し、COPのプログラムが生成されている様子を示している。

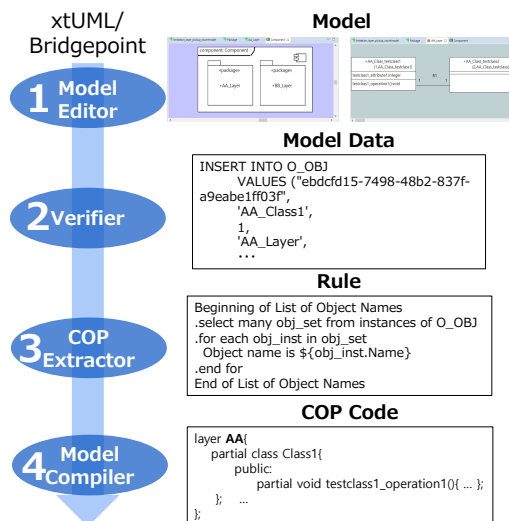


図 3 モデル駆動開発の例

##### (4) 複合現実空間での教育環境の実現

サービス部分とサービス切り替え部分を分離した「つながるフレームワーク」を複合現実空間で動作するロボットに教材として適用した。図4にその様子を示す。写真の壁面には、現在動作しているプログラムが投影されている。図の床の柄に従って、掃除機ロボットが動作する。図5はその応用事例であり、学生がフレームワークを利用してプログラムを作成した様子である。

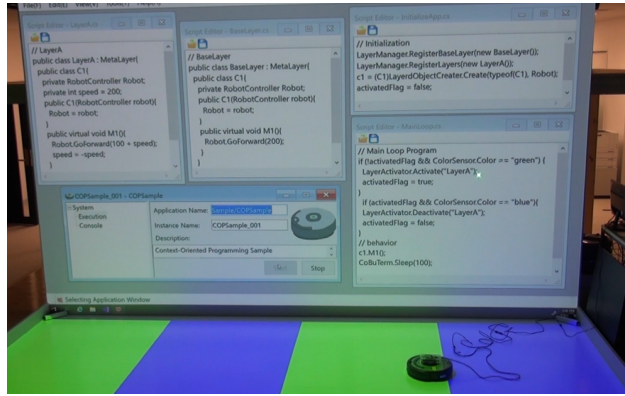


図4 複合現実空間での教育環境の実現



図5 応用例

#### (5)FPGA の適用

COP の概念を FPGA に適用し、COP のレイヤ切り替えと FPGA の再構成について、同期のタイミングの違いや性能の違いなどを明らかにした。尚、COP を FPGA に適用した事例は海外においても過去にない。

#### 参考文献

- [1] R. Hirschfeld, P. Costanza, and O. Nierstrasz: Context-oriented Programming, Journal of Object Technology, Vol. 7, No. 3, pp. 125-151, (2008).
- [2] G. Salvaneschia, C. Ghezzi, M. Pradella: Context-oriented Programming: A Software Engineering Perspective, Journal of Systems and Software archive, Vol. 85 Issue 8, pp. 1801-1817, (2012).
- [3] H. Watanabe, M. Sugaya, I. Tanigawa, N. Ogura, K. Hisazumi: A Study of Context-Oriented Programming for Applying to Robot Development, COP'15 Proceedings of the 7th International Workshop on Context-Oriented Programming Article No. 4. ACM, 2015.
- [4] H. Watanabe, I. Tanigawa, M. Sugaya, N. Ogura, and K. Hisazumi: A layer-structure diagram and a layer-interaction diagram towards a context-oriented development methodology for embedded systems. In Companion Proceedings of the 15th International Conference on Modularity (MODULARITY Companion 2016). ACM, 2016.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Ramson Stefan, Lincke Jens, Watanabe Harumi, Hirschfeld Robert	4. 巻 Article No.4
2. 論文標題 Zone-based Layer Activation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the 12th International Workshop on Context-Oriented Programming and Advanced Modularity (COP '20)	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3422584.3422764	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 Liu Zihan, Tanigawa Ikuta, Watanabe Harumi, Hisazumi Kenji	4. 巻 Article No.4
2. 論文標題 PLAM	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the 12th International Workshop on Context-Oriented Programming and Advanced Modularity (COP '20)	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3422584.3422766	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 Yamamoto Chinatsu, Tanigawa Ikuta, Hisazumi Kenji, Sato Mikiko, Ohkawa Takeshi, Ogura Nobuhiko, Watanabe Harumi	4. 巻 Volume 1
2. 論文標題 Layer Modeling and Its Code Generation based on Context-oriented Programming	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 In Proceedings of the 9th International Conference on Model-Driven Engineering and Software Development	6. 最初と最後の頁 330-336
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5220/0010328303300336	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 谷川 郁太, 久住 憲嗣, 小倉 信彦, 菅谷 みどり, 渡辺 晴美, 福田 晃	4. 巻 60
2. 論文標題 RTCOP: 組み込みソフトウェア開発への適用を考慮したC++ベースのコンテキスト指向プログラミングフレームワーク	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌	6. 最初と最後の頁 1338-1349
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 Ohkawa Takeshi, Tayama Shotaro, Mori Hayato, Lee Dohyung, Amano Hayato, Hirakawa Itsuki, Sato Mikiko, Watanabe Harumi	4. 巻 -
2. 論文標題 Design and Development of Networked Multiple FPGA Components for Autonomous Tiny Robot Car	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 2019 International Conference on Field-Programmable Technology (ICFPT)	6. 最初と最後の頁 473-475
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICFPT47387.2019.00096	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 Ohkawa Takeshi, Tanigawa Ikuta, Sato Mikiko, Hisazumi Kenji, Ogura Nobuhiko, Watanabe Harumi	4. 巻 -
2. 論文標題 Prototype of FPGA Dynamic Reconfiguration Based-on Context-Oriented Programming	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 2019 IEEE 13th International Symposium on Embedded Multicore/Many-core Systems-on-Chip (MCSoc)	6. 最初と最後の頁 116-122
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/MCSoc.2019.00024	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 Ohkawa Takeshi, Sugata Yuhei, Watanabe Harumi, Ogura Nobuhiko, Ootsu Kanemitsu, Yokota Takashi	4. 巻 -
2. 論文標題 High Level Synthesis of ROS Protocol Interpretation and Communication Circuit for FPGA	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 2019 IEEE/ACM 2nd International Workshop on Robotics Software Engineering (RoSE)	6. 最初と最後の頁 33-36
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/RoSE.2019.00014	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 渡辺 晴美	4. 巻 20
2. 論文標題 IoT時代の組込みソフトウェアに向けたコンテキスト指向技術	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 ZIPC WATCHERS	6. 最初と最後の頁 pp.60-63
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 無
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32件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 20件）

1. 発表者名 Yamamoto Chinatsu, Tanigawa Ikuta, Hisazumi Kenji, Sato Mikiko, Ohkawa Takeshi, Ogura Nobuhiko, Watanabe Harumi
2. 発表標題 Layer Expression of Context-Oriented Programming and its Model-Driven Development on xtUML
3. 学会等名 APRIS2020: Asia Pacific Conference on Robot IoT System Development and Platform 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hiroki Hashimoto, Harumi Watanabe and Takeshi Ohkawa
2. 発表標題 MDD2FPGA: ROS-BASED EXPERIMENTAL ENVIRONMENT TOWARDS MODEL-DRIVEN-DEVELOPMENT WITH FPGA
3. 学会等名 DATE'21 : Design, Automation and Test in Europe Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Harumi Watanabe
2. 発表標題 The Industry Forum in the era of Society 5.0
3. 学会等名 Faculty of Engineering from the Universidad de los Andes (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shotaro Tayama, Takeshi Ohkawa, Mikiko Sato, Nobuhiro Ohe, Harumi Watanabe
2. 発表標題 Simple Algorithm of Lane Detection for Tiny Robot Car by Single Horizontal Line Search of Camera Image
3. 学会等名 Asia Pacific Conference on Robot IoT System Development and Platform 2019 (APRIS2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Chinatsu Yamamoto, Ikuta Tanigawa, Takeshi Ohkawa, Mikiko Sato, Harumi Watanabe
2 . 発表標題 An Experiment of Mixed Reality Environments for Layer Interaction Diagram Based on Context-Oriented Programming
3 . 学会等名 Asia Pacific Conference on Robot IoT System Development and Platform 2019 (APRIS2019) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Mana Tabei, Mikiko Sato, Takeshi Ohkawa, Harumi Watanabe, Ikuta Tanigawa
2 . 発表標題 An Experimental Mixed Reality System for IoT Testing
3 . 学会等名 Asia Pacific Conference on Robot IoT System Development and Platform 2019 (APRIS2019) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Ikuta Tanigawa, Harumi Watanabe, Nobuhiro Ohe, Mikiko Sato, Nobuhiko Ogura, Takeshi Ohkawa, Kenji Hisazumi, Akira Fukuda
2 . 発表標題 IoT Educational System on Mixed Reality Environments with Context-Oriented Programming
3 . 学会等名 Asia Pacific Conference on Robot IoT System Development and Platform 2019 (APRIS2019) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Ikuta Tanigawa, Harumi Watanabe, Nobuhiro Ohe, Mikiko Sato, Nobuhiko Ogura, Takeshi Ohkawa, Kenji Hisazumi, Akira Fukuda
2 . 発表標題 Context-Oriented Live Programming Environments with Mixed Reality System for IoT Education
3 . 学会等名 LIVE 2019 Workshop within The ACM SIGPLAN conference on Systems, Programming, Languages, and Applications: Software for Humanity (国際学会)
4 . 発表年 2019年



1. 発表者名 田部井 真那, 谷川 郁太, 佐藤 未来子, 大川 猛, 渡辺 晴美
2. 発表標題 コンテキスト指向プログラミングのための仮想環境の試作
3. 学会等名 情報処理学会組込みシステム研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山本 千夏, 谷川 郁太, 佐藤 未来子, 大川 猛, 渡辺 晴美
2. 発表標題 コンテキスト指向モデリングを適用した環境対応ロボットの考察
3. 学会等名 情報処理学会組込みシステム研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田部井 真那, 佐藤 未来子, 大川 猛, 渡辺 晴美
2. 発表標題 コンテキスト指向プログラミングに基づいた環境対応ロボットの試作
3. 学会等名 情報処理学会組込みシステム研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山本 千夏, 佐藤 未来子, 大川 猛, 渡辺 晴美
2. 発表標題 コンテキスト指向モデリングの環境対応ロボットへの適用
3. 学会等名 情報処理学会組込みシステム研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mariya Kawamura, Mikiko Sato, Takeshi Ohkawa, Harumi Watanabe
2. 発表標題 Requirements for Dynamic Partial Reconfiguration of R-CORP
3. 学会等名 Asia Pacific Conference on Robot IoT System Development and Platform 2018 (APRIS2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Harumi Watanabe, Mikiko Sato, Ikuta Tanigawa, Mariya Kawamura, Nobuhiko Ogura, Takeshi Ohkawa
2. 発表標題 An Experimental Platform for Cooperative Work with Context-Oriented Programming and Hardware Reconfiguration for Industry IoT
3. 学会等名 2nd International Workshop on Embedded Software for the Industrial IoT (ESIIT 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kotaro Mogi, Harumi Watanabe Nobuhiko Ogura
2. 発表標題 A Framework for Finding out Environmental Information based on Context-Oriented Programming
3. 学会等名 The 9th International Conference on Software and Computer Applications (ICSCA 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Harumi Watanabe, Nobuhiko Ogura
2. 発表標題 Intelligent Computing and Applications
3. 学会等名 The 11th International Conference on Computer Modeling and Simulation (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 茂木 康太郎, 渡辺 晴美
2. 発表標題 コンテキスト指向プログラミング言語のためのコンテキスト生成ツールの提案
3. 学会等名 組込みシステムシンポジウムESS2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 河村 まりや, 佐藤 未来, 渡辺 晴美, 大川 猛
2. 発表標題 コンテキスト指向プログラミングによるFPGA動的部分再構成制御の検討
3. 学会等名 情報処理学会第48回組込みシステム研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Harumi Watanabe, Nobuhiko Ogura
2. 発表標題 Towards a Testable Context-Oriented Software Framework for IoT Robot Systems
3. 学会等名 The 10th International Conference on Computer Modeling and Simulation (ICCMS 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Harumi Watanabe, Takeshi Ohkawa, Mikiko Sato, Nobuhiko Ogura, Makoto Imamura
2. 発表標題 Towards Context-Dependent Robot Platform for Industrial Automation
3. 学会等名 W06 Embedded Software for Industrial IoTs (ESIIT 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ikuta Tanigawa, Harumi Watanabe, Nobuhiko Ogura, Kenji Hisazumi, Akira Fukuda
2. 発表標題 IoT Robot Simulator for Context-Sensitive and Live-Adaptive Software Developments
3. 学会等名 2nd Workshop on Live Adaptation of Software SYstems (LASSY) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ikuta Tanigawa, Harumi Watanabe, Nobuhiko Ogura, Kenji Hisazumi, Akira Fukuda
2. 発表標題 IoT Robot Simulator and Framework for Context-Oriented Programming
3. 学会等名 9th International Workshop on Context-Oriented Programming co-located with ECOOP (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Harumi Watanabe, Nobuhiko Ogura
2. 発表標題 Petri-Net Based Testing Environment for Context-Oriented Programming
3. 学会等名 9th International Workshop on Context-Oriented Programming co-located with ECOOP (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 渡辺 晴美, 谷川 郁太, 折田 亮
2. 発表標題 Requirements for IoT-Robot Simulator based on Context-Oriented Programming
3. 学会等名 第61回システム制御情報学会研究発表講演会 (SCI ' 17)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 渡辺 晴美
2. 発表標題 イベントに着目したカラーベトリネットによるコンテキスト指向ソフトウェアの分析
3. 学会等名 第45回組込みシステム研究発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 海老原 秀亮, 渡辺 晴美
2. 発表標題 コンテキスト指向技術のためのフィーチャモデルを用いたベトリネットの考察
3. 学会等名 第45回組込みシステム研究発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 茂木 康太郎, 渡辺 晴美
2. 発表標題 協調掃除機ロボットのための外部環境モデリングの考察
3. 学会等名 第45回組込みシステム研究発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Mariya Kawamura, Mikiko Sato, Harumi Watanabe
2. 発表標題 Applying Feature Models to the Dynamic Partial Reconfiguration Process
3. 学会等名 Bridge Workshop on Embedded System between Thailand and Japan (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kotaro Mogi, Harumi Watanabe
2. 発表標題 Towards Contextual Layer Generation From Environmental Modeling
3. 学会等名 Bridge Workshop on Embedded System between Thailand and Japan (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shusuke Ebihara, Harumi Watanabe
2. 発表標題 Towards Test Case Generation for Context-Oriented Software via Colored Petri-Nets
3. 学会等名 Bridge Workshop on Embedded System between Thailand and Japan (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 河村 まりや, 佐藤 未来子, 大川 猛, 渡辺 晴美
2. 発表標題 ROSシステム開発要件解析のためのFPGAコンポーネントを用いた評価用ロボット
3. 学会等名 組込みシステムシンポジウムESS2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 渡辺 晴美, 今村 誠, 海老原 秀亮, 小倉 信彦, 久住憲嗣, 菅谷 みどり
2. 発表標題 コンテキスト指向ソフトウェア開発方法論RT-COM構想の概要
3. 学会等名 組込みシステムシンポジウムESS2017
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<https://www.hpi.uni-potsdam.de/hirschfeld/people/watanabe/index.html>  
Prof. Dr. Harumi Watanabe

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	今村 誠  (Imamura Makoto)  (30780291)	東海大学・情報通信学部・教授    (32644)	
研究分担者	島崎 みどり(菅谷みどり)  (Sugaya Midori)  (50434288)	芝浦工業大学・工学部・教授    (32619)	

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		
ドイツ	Hasso Plattner Institute	Software Architecture Group	