

令和元年5月13日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2014～2017

課題番号：26240007

研究課題名（和文）不確かさを包容するモデル駆動開発機構に関する研究

研究課題名（英文）A Study on Model-Driven Development Embracing Uncertainty

研究代表者

鵜林 尚靖（Ubayashi, Naoyasu）

九州大学・システム情報科学研究所・教授

研究者番号：80372762

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 32,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は「不確かさ」を包容する新たなソフトウェア工学の確立を狙って実施した。プログラミング言語理論や形式手法の中で「不確かさ」を扱えるようにすることにより、不確かさを含んだ設計モデルの整合性検証、設計モデルとコードのトレーサビリティ検証、設計モデルやコードからの「不確かさ」の着脱などが可能となった。具体的には、インタフェース機構Archface-Uを提案し、不確かさが存在しても設計・実装が継続できるモデル駆動開発機構を提供することができた。また、「不確かさを包容するソフトウェア開発環境 iArch-U」をオープンソースソフトウェアとしてGitHubより公開した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

昨今のシステム開発では「不確かさ」が生まれやすくなっている。20世紀型のシステム開発は効率化（企業における定型業務の機械化など）が主目的であったが、昨今のシステムはインターネットを通じた価値創造を形成する方向に発展しており、システムの利用が新たなニーズを生む。システムに対する要求仕様や設計方針をある時点で決定したとしても、すぐにその前提が成り立たなくなる。従来のソフトウェア工学では、「不確かさ」に対するサポートはリスク管理などの方法論に留まっており、設計や実装・テスト技術の中では明示的に扱われて来なかった。本研究は「不確かさ」を包容する新たなソフトウェア工学の確立を狙ったものである。

研究成果の概要（英文）：This research aimed to propose a new software engineering method embracing uncertainty. By introducing uncertainty in the world of programming language theory and formal methods, a developer can verify the integrity of design models containing uncertainty, check the traceability between the design models and code, and attach/remove the uncertainty to/from the design models or code. We proposed Archface-U, an interface mechanism for dealing with uncertainty. Using Archface-U, we can provide a model-driven development in which a developer can continue design or implementation even in the presence of uncertainty. We released iArch-U, an uncertainty-aware software development environment, as open source software from GitHub.

研究分野：ソフトウェア工学

キーワード：ソフトウェア開発効率化・安定化 モデル駆動開発 不確かさ インタフェース機構

1. 研究開始当初の背景

ソフトウェア開発は「不確かさ」(Uncertainty)との闘いである。従来、技術者は、「要求仕様の曖昧さは早い段階で解消すること」「設計には曖昧さを含めないこと」などを開発の拠り所にして来た。しかし、これらを完璧に実施することは現実的には難しい。これは開発者に非があるのであろうか？我々はそのようには思わない。現在のソフトウェア工学が不十分だからである。従来のソフトウェア工学は「不確かさ」を避けるべきものとし、技術的にきちんと扱って来なかった。

昨今のシステム開発では従来以上に「不確かさ」が生まれやすくなっている。20世紀型のシステム開発は効率化(企業における定型業務の機械化など)が主目的であったが、SNSに代表される昨今のシステムは多様な価値創造を目的としている。インターネットを通じたエコシステムを形成する方向に発展しており、システムの利用が新たなニーズを生む。システムに対する要求仕様や設計方針をある時点で決定したとしても、すぐにその前提が成り立たなくなる。方針決定もいくつかの選択肢の中から選ぶことが多く、決定までは「不確かさ」として存在することになる。従来のソフトウェア工学では、「不確かさ」に対するサポートはリスク管理などの方法論に留まっており、設計や実装・テスト技術の中では明示的に扱われて来なかった。

2. 研究の目的

本研究は、第1章で述べた背景の下、「不確かさ」を取り込んだモデル駆動開発支援系、プログラミング言語処理系、検証系を提供することを目的に実施した。言語理論や形式手法の中で「不確かさ」を扱えるようにすることにより、不確かさを含んだ設計モデルの整合性検証、設計とコードのトレーサビリティ検証、「不確かさ」の着脱が可能な開発環境を提供することが可能となる。「不確かさ」を包容する新たなソフトウェア工学の確立を狙った研究テーマである。

3. 研究の方法

第1章でも述べたように、ソフトウェア開発において、「不確かさ」は、絶えず変動し続けるビジネス環境や、ユーザの要求、システム運用などによって発生する。こうした不確かさは要求分析、設計、実装、テストといった様々なソフトウェア開発工程で発生しうる。従来、開発者はこのようなソフトウェア開発における不確かさをリスク管理の一つとして扱い、リスク管理表や、仕様書などにメモとして記載するなどの対処をしてきた。しかし、このような対処による記述は自然言語に依存するため、記述している不確かさが実装やテストのソースコードや設計モデルのどの箇所に存在しているのかが分からなくなることが多い。

本研究では、このような問題を解決するため、不確かさを適切に記述するためのインタフェース機構 Archface-U を提案した。設計や実装が Archface-U に従っていることを型検査することにより、不確かさがモデルやコード上のどこに存在するか、その不確かさは許容できるか(不確かさが存在しても重要な性質は保証されるか)等を形式的に検証することが可能となる。本研究では、Archface-U に基づいた不確かさを含む「設計(UMLモデリング)支援」「実装(Javaプログラミング)支援」「テスト支援」「検証(モデル検査)支援」「バージョン管理システムGitと連動したマネジメント支援(いつどこで不確かさが発生し、解消されたのかを追跡)」を実現するための理論と技術を開発した。更に、これらを統合開発環境 iArch-U としてツール化しオープンソースソフトウェア(OSS)としてGitHubから公開した。

(1) 不確かさの記述

設計、実装、テストを通じて一貫した不確かさの支援を行うためには、これらの工程で作成される成果物に共通して利用できる「不確かさの記述手段」が必要となる。それが Archface-U である。図1に示すように、Archface-U は、設計段階においてはUML図(クラス図とシーケンス図)に対するインタフェース、実装段階においてはJavaコードに対するインタフェースとして機能する。モデル、コード、Archface-U の間で型検査(トレーサビリティ検証)を行うことにより、モデルとコードの間で一貫した不確かさの記述が可能となる。すなわち、どのような不確かさが存在し、モデルおよびコード上のどのロケーションに関わっているかを正確に捕捉することが可能となる。

ArchfaceとはArchitectural Interfaceの略語であり、元々はソフトウェアアーキテクチャを記載するために我々が開発したインタフェース機構である(ソフトウェア工学における最高峰の国際会議ICSE 2010で発表)本研究では、このArchfaceを拡張しKnown-Unknownsタイプの不確かさ(既知の不確かさ)をインタフェースとして記述可能とした。拡張したイン

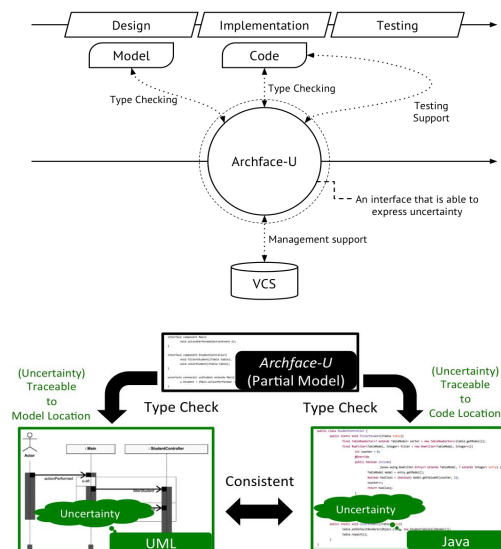


図1. Archface-U と工程成果物

terfaceとして記述可能とした。拡張したイン

タフェースを Archface-U と命名した .Archface-U は Component-and-Connector アーキテクチャに基づいている .Component はクラスおよびメソッド (構造的な側面) を宣言し , Connector は Component 間の相互作用 (振る舞いの側面) を記述する .前者は Java のインタフェースを , 後者は FSP (Finite State Process) をベースにしている . Archface-U には , 1) いくつかの Component / Connector の候補があるが , その中でどれを実際にシステムに組み込むかがわからないという不確かさ , 2) ある Component / Connector について , 実際にシステムに組み込むかがわからないという不確かさ の 2 つが記述できる .前者を Alternative 後者を Optional と呼ぶ . Archface-U の記述を追加 (不確かさが発生) あるいは削除 (不確かさが解消) することにより , 不確かさをモジュラーにモデルまたはコードから着脱することが可能となる .

(2) 不確かさのマネジメント

Archface-U と Git を用い , 不確かさを記録 , 追跡する . 不確かさがモデルやコードに見つかった場合 , あるいはすでに把握していた不確かさが解消された場合 , その旨を Archface-U に記述することによって記録する . 具体的には , 不確かさの該当箇所である Archface-U の Component や Connector を Optional や Alternative に変更することによって表現する . これにより図 2 に示す情報を追跡することが可能となる .




ツール	情報	方法
	不確かさの発生/解決日時(When)	コミット日時
	不確かさの発見/解決者(Who)	コミッター
	不確かさの発生/解決理由(Why)	コミットメッセージ
	不確かさが存在するメソッド, クラス (Where, How)	Archface-Uのdiff(不確かさの発生/解決も示す)
	不確かさの種類 (What)	Optional, Alternative
	アーキテクチャの整合性検査	Archface-Uの型検査

図 2. 追跡可能な不確かさの情報

(3) 不確かさに対する判断の先送り

設計時あるいは実装時に発生した不確かさはいずれ解消する必要がある . しかし , できるだけその判断を先送りしたい場合が多い . iArch-U では , モデル検査と連動し , 不確かさがある場合に「ある重要な性質」がモデルまたはコードとして保証されるか否かを形式的に検証できる . もし重要な性質が不確かさの有無に関わらず成立するのであれば , その不確かさを直ぐには解消せず (不確かさを包容し) , 先の工程に進めることができる . 逆に重要な性質が不確かさの存在により成立しないのであれば , モデルまたはコードからその不確かさを除く必要がある .

(4) 不確かさに関する実証的分析

本研究では , 上述の技術開発だけでなく , 実際のソフトウェア開発における不確かさの実態を OSS プロジェクトのリポジトリデータを分析することに調査した . 結果として , OSS プロジェクトに存在する不確かさは , 例外的な内容の不確かさ , バグと関連した不確かさ , 将来的な変更についての不確かさ , 変更内容に対する不確かさ , コードの内容に関わる不確かさの 5 つに分類することができた . また , 最も多い不確かさはバグについての不確かさであることが分かった . 解決すべき優先度が高い不確かさとして , バグの原因が曖昧な不確かさと不適切な例外処理に関わる不確かさが多く存在していることが分かった .

4 . 研究成果

本研究は「不確かさ」を包容する新たなソフトウェア工学の確立を狙って実施した . 言語理論や形式手法の中で「不確かさ」を扱えるようにすることにより , 不確かさを含んだ設計モデルの整合性検証 , 設計とコードのトレーサビリティ検証 , 設計モデルからの「不確かさ」の着脱などが可能となった . 具体的には , インタフェース機構 Archface-U を提案し , 不確かさが存在しても設計・実装が継続できるモデル駆動開発機構を提供することができた .

本研究の集大成となる「不確かさを包容するソフトウェア開発環境 iArch-U」を OSS として GitHub より公開すると共に , 英語版の公式 Web サイトを開設し , 研究成果を世界に向けて発信した . また , iArch-U のプロモーションビデオを Youtube より公開した . iArch-U のツールとしての完成度は高く , ソフトウェア工学分野における最高峰の国際会議である ICSE 2019 のツールデモ論文として採録された .

研究論文についてはいくつか賞を受賞した . 発表論文番号 20 は 2016 年度情報処理学会コンピュータサイエンス領域奨励賞を , 発表論文番号 14 と発表論文番号 22 は情報処理学会ソフトウェア工学研究会学生研究賞を受賞した . ICSoft 2018 で発表した論文 (雑誌論文番号 4) は Selected Paper として推薦された (雑誌論文番号 1) .

5 . 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 15 件)

Naoyasu Ubayashi, Yasutaka Kamei, and Ryosuke Sato, Modular Programming and Reasoning for Living with Uncertainty (Extended Version) (Selected Paper from ICSoft 2018), Communications in Computer and Information Science (CCIS), Springer, 査読有, 2019, to appear [の拡張版]

Naoyasu Ubayashi, Watanabe Takuya, Yasutaka Kamei, and Ryosuke Sato, Git-based Integrated Uncertainty Manager, Proceedings of the 41st International Conference on Software Engineering (ICSE 2019), Demonstration, 査読有, 2019, to appear (Companion Volume)

Lionel Montrieux, Naoyasu Ubayashi, Tianqi Zhao, Zhi Jin, and Zhenjiang Hu, Bidirectional Transformations for Self-Adaptive Systems, Engineering Adaptive Software Systems 2019, 査読有, 2019, pp.95-114

Naoyasu Ubayashi, Yasutaka Kamei, and Ryosuke Sato, iArch-U/MC: An Uncertainty-Aware Model Checker for Embracing Known Unknowns, Proceedings of the 13th International Conference on Software Technologies (ICSOFTE 2018), 査読有, 2018, pp.176-184 [Selected Paper として推薦]

Naoyasu Ubayashi, Hokuto Muraoka, Daiki Muramoto, Yasutaka Kamei, and Ryosuke Sato, Exploring Uncertainty in GitHub OSS Projects -When and How Do Developers Face Uncertainty?-, Proceedings of the 40th International Conference on Software Engineering (ICSE 2018), Poster, 査読有, 2018, pp.272-273 (Companion Volume)

村本 大起, 江 冠達, 村岡 北斗, 深町 拓也, 鶴林 尚靖, 亀井 靖高, 佐藤 亮介, ソフトウェア開発における不確かさに着目した OSS コミットログ解析, 情報処理学会 ソフトウェアエンジニアリングシンポジウム 2017 (SES 2017), 査読有, 2017, pp.122-129

Keisuke Watanabe, Takuya Fukamachi, Naoyasu Ubayashi, and Yasutaka Kamei, Automated A/B Testing with Declarative Variability Expressions, Proceedings of the 10th IEEE International Conference on Software Testing, Verification, and Validation (ICST 2017), Poster, 査読有, 2017, pp.387-388 (Workshop Proceedings)

Keisuke Watanabe, Naoyasu Ubayashi, Takuya Fukamachi, Shunya Nakamura, Hokuto Muraoka, and Yasutaka Kamei, iArch-U: Interface-Centric Integrated Uncertainty-aware Development Environment, Proceedings of the 9th International Workshop on Modelling in Software Engineering (MiSE 2017) (Workshop at ICSE 2017), 査読有, 2017, pp.40-46

渡辺 啓介, 深町 拓也, 鶴林 尚靖, 細合 晋太郎, 亀井 靖高, 宣言的な可変性記述による A/B テストの自動化, 査読有, 2017, 日本ソフトウェア科学会誌 コンピュータソフトウェア, vol.34, no.4, pp.61-67 [FOSE2016 推薦レター論文, の拡張版]

渡辺 啓介, 深町 拓也, 鶴林 尚靖, 細合 晋太郎, 亀井 靖高, 宣言的な可変性記述による A/B テストの自動化, 日本ソフトウェア科学会 第 23 回ソフトウェア工学の基礎ワークショップ (FOSE 2016), 査読有, 2016, pp.93-102

深町 拓也, 鶴林 尚靖, 細合 晋太郎, 亀井 靖高, Git 連携による不確かさマネジメントシステム, 情報処理学会 ソフトウェアエンジニアリングシンポジウム 2016 (SES 2016), 査読有, 2016, pp.70-77

深町 拓也, 鶴林 尚靖, 細合 晋太郎, 亀井 靖高, 不確かさを包容するソフトウェア開発プロセス, 日本ソフトウェア科学会 第 22 回ソフトウェア工学の基礎ワークショップ (FOSE 2015), 査読有, 2015, pp.47-52

Takuya Fukamachi, Naoyasu Ubayashi, Shintaro Hosoai, and Yasutaka Kamei, Conquering Uncertainty in Java Programming, Proceedings of the 37th International Conference on Software Engineering (ICSE 2015), Poster, 査読有, 2015, pp.823-824 (Companion Volume)

Takuya Fukamachi, Naoyasu Ubayashi, Shintaro Hosoai, and Yasutaka Kamei, Modularity for Uncertainty, Proceedings of the 7th International Workshop on Modelling in Software Engineering (MiSE 2015) (Workshop at ICSE 2015), 査読有, 2015, pp. 7-12

Naoyasu Ubayashi, Di Ai, Peiyuan Li, Yu Ning Li, Shintaro Hosoai, and Yasutaka Kamei, Uncertainty-aware Architectural Interface, Proceedings of the 9th International Workshop on Advanced Modularization Techniques (AOAsia/Pacific 2014) (Workshop at FSE 2014), 査読有, 2014, pp.4-6

[学会発表](計 26 件)

村岡 北斗, 亀井 靖高, 佐藤 亮介, 鶴林 尚靖, OSS プロジェクトにおける不確かさの内容分類, 情報処理学会 第 81 回全国大会, 2019 年 03 月 14 日 ~ 2019 年 03 月 16 日, 福岡

村岡 北斗, 亀井 靖高, 佐藤 亮介, 鶴林 尚靖, 不確かさに着目した revert コミット分析, 情報処理学会ソフトウェア工学研究会(第 199 回), 2018 年 07 月 18 日 ~ 2018 年 07 月 20 日, 帯広

村岡 北斗, 亀井 靖高, 佐藤 亮介, 鶴林 尚靖, 不確かさ分析用公開データベースの作成に向けて, 情報処理学会ソフトウェア工学研究会 ウィンターワークショップ 2018・イン・宮島, 2018 年 01 月 18 日 ~ 2018 年 01 月 19 日, 宮島

中村 隼也, 渡辺 啓介, 佐藤 亮介, 鶴林 尚靖, 亀井 靖高, 確率的プログラムの AOP による生成, 日本ソフトウェア科学会 第 34 回大会, 2017 年 09 月 19 日 ~ 2017 年 09 月 21 日, 横浜

- 中村 隼也, 渡辺 啓介, 鶴林 尚靖, 佐藤 亮介, 亀井 靖高, 検証付き確率的プログラムの自動生成, 情報処理学会 ソフトウェアエンジニアリングシンポジウム 2017 (SES 2017) ワークショップ, 討論テーマ (2) ソフトウェアと不確かさ, 2017年08月30日~2017年09月01日, 東京
- 村岡 北斗, 村本 大起, 鶴林 尚靖, 亀井 靖高, 佐藤 亮介, Git 開発履歴情報に基づく不確かさの可視化, 情報処理学会ソフトウェア工学研究会(第196回), 2017年07月19日~2017年07月21日, 函館
- Naoyasu Ubayashi, Modular Software Development for Dealing with Uncertainty, 6th Asian Workshop of Advanced Software Engineering (AWASE 2017), 2017年05月04日~2017年05月08日, Chongqing
- 村岡 北斗, 深町 拓也, 山下一寛, 鶴林 尚靖, 亀井 靖高, OSS プロジェクトにおける不確かさに関する実証分析 ~ なぜ不確かさは生まれ, いつ解消されるのか? ~, 電子情報通信学会ソフトウェアサイエンス研究会, 2017年03月09日~2017年03月10日, 那覇
- 村岡 北斗, 深町 拓也, 山下一寛, 鶴林 尚靖, 亀井 靖高, 不確かさの発生過程に関する実証分析, 情報処理学会ソフトウェア工学研究会 ウィンターワークショップ 2017・イン・飛騨高山, 2017年01月19日~2017年01月20日, 飛騨高山
- Shunya Nakamura, Takuya Fukamachi, Naoyasu Ubayashi, Yasutaka Kamei, and Shintaro Hosoi, An Uncertainty-Aware Model Checker Embracing Known Unknowns, 35th International Conference on Conceptual Modeling (ER 2016), Poster(原稿なし), 2016年11月14日~2016年11月17日, 岐阜
- 中村 隼也, 渡辺 啓介, 深町 拓也, 鶴林 尚靖, 細合 晋太郎, 亀井 靖高, 不確かさを包容する統合開発環境 iArch-U, 情報処理学会ソフトウェア工学研究会(第193回), 2016年07月13日~2016年07月15日, 札幌
- Naoyasu Ubayashi, Modular Programming and Reasoning for Dealing with Uncertainty in CPS, NII Shonan Meeting on Architecture-Centric Modeling, Analysis, and Verification of Cyber-Physical Systems, 2016年03月20日~2016年03月24日, 湘南
- Kazuhiro Yamashita, Guanda Jiang, Takuya Fukamachi, Yasutaka Kamei, and Naoyasu Ubayashi, An Empirical Study of Uncertainty in OSS Projects, 23rd IEEE International Conference on Software Analysis, Evolution, and Reengineering (SANER 2016), Poster(原稿なし), 2016年03月14日~2016年03月18日, 大阪
- 中村 隼也, 深町 拓也, 鶴林 尚靖, 細合 晋太郎, 亀井 靖高, LTSA 連携による不確かさを包容した自動モデル検査, 情報処理学会ソフトウェア工学研究会(第191回), 2016年03月14日~2016年03月15日, 大阪 [ソフトウェア工学研究会 学生研究賞]
- 深町 拓也, 鶴林 尚靖, 細合 晋太郎, 亀井 靖高, Git を用いた不確かさのマネジメント, 電子情報通信学会知能ソフトウェア工学研究会, 2016年03月03日~2016年03月04日, 由布
- 渡辺 啓介, 深町 拓也, 鶴林 尚靖, 細合 晋太郎, 亀井 靖高, AspectJ による不確かさを包容した単体テスト環境, 電子情報通信学会知能ソフトウェア工学研究会, 2016年03月03日~2016年03月04日, 由布
- 鶴林 尚靖, 不確かさを抱擁するモデル駆動開発, 電子情報通信学会知能ソフトウェア工学研究会, 2016年03月03日~2016年03月04日, 由布 [招待講演]
- 渡辺 啓介, 深町 拓也, 鶴林 尚靖, 細合 晋太郎, 亀井 靖高, 渡邊 卓也, 不確かさを包容するテスト支援, 情報処理学会ソフトウェア工学研究会 ウィンターワークショップ 2016・イン・逗子, 2016年02月04日~2016年02月05日, 逗子
- Naoyasu Ubayashi, Modularity for Uncertainties in Adaptive Software Systems, 2015 Shonan Workshop on Engineering Adaptive Software Systems (EASSY 2015), 2015年09月07日~2015年09月10日, 湘南
- 深町 拓也, 鶴林 尚靖, 細合 晋太郎, 亀井 靖高, 不確かさを包容した開発プロセスとその支援環境 iArch-U, 情報処理学会ソフトウェア工学研究会(第189回), 2015年07月22日~2015年07月24日, 札幌 [2016年度 情報処理学会 コンピュータサイエンス領域奨励賞]
- 21 鶴林 尚靖, 不確かさを包容するソフトウェア工学, 電子情報通信学会ソフトウェアサイエンス研究会, 2015年05月11日~2015年05月12日, 熊本 [依頼講演]
 - 22 深町 拓也, 鶴林 尚靖, 細合 晋太郎, 亀井 靖高, 不確かさを包容する Java プログラミング環境, 情報処理学会ソフトウェア工学研究会(第187回), 2015年03月12日~2015年03月13日 [ソフトウェア工学研究会 学生研究賞]
 - 23 Takuya Fukamachi, Naoyasu Ubayashi, Shintaro Hosoi, and Yasutaka Kamei, Uncertainty-Aware Programming, 3rd International Workshop on Open and Original Problems in Software Language Engineering (OOPSLE 2015) (Workshop at SANER 2015), 2015年03月02日~2015年03月06日, Montreal
 - 24 深町 拓也, 鶴林 尚靖, 細合 晋太郎, 亀井 靖高, 不確かさを抱擁するソフトウェア開

- 発, 情報処理学会ソフトウェア工学研究会 ウィンターワークショップ 2015・イン・宜野湾, 2015年01月22日~2015年01月23日, 宜野湾
- 25 深町 拓也, 鵜林 尚靖, 亀井 靖高, 不確かさを包容するJavaプログラミング・テスト環境, 日本ソフトウェア科学会 第21回ソフトウェア工学の基礎ワークショップ (FOSE 2014), ポスター(原稿なし), 2014年12月11日~2014年12月13日, 霧島
- 26 鵜林 尚靖, 不確かさを包容するモデル駆動開発機構, 情報処理学会 ソフトウェアエンジニアリングシンポジウム 2014 (SES 2014) ワークショップ「モデル駆動で開発しよう -実適用における課題と先端技術」, 2014年09月01日~2014年09月02日, 東京

〔図書〕(計 1 件)

平山 雅之, 鵜林 尚靖, ソフトウェア工学, オーム社, 2017, 214 頁

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

研究室ホームページ(九州大学 鵜林研究室)

<http://posl.ait.kyushu-u.ac.jp/>

iArch-U 公式 Web サイト (GitHub)

<http://posl.github.io/iArch/>

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名: 亀井 靖高

ローマ字氏名: Kamei Yasutaka

所属研究機関名: 九州大学

部局名: システム情報科学研究所

職名: 准教授

研究者番号(8桁): 10610222

研究分担者氏名: 福田 晃

ローマ字氏名: Fukuda Akira

所属研究機関名: 九州大学

部局名: システム情報科学研究所

職名: 教授

研究者番号(8桁): 80165282

研究分担者氏名: 久住 憲嗣

ローマ字氏名: Hisazumi Kenji

所属研究機関名: 九州大学

部局名: システム L S I 研究センター

職名: 准教授

研究者番号(8桁): 10380685

(2) 研究協力者

研究協力者氏名: 岸 知二

ローマ字氏名: Kishi Tomoji

研究協力者氏名: 松浦 佐江子

ローマ字氏名: Matsuura Saeko

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。