

平成 30 年 6 月 4 日現在

機関番号：32702

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K00109

研究課題名(和文) ゴール依存モデルとメトリクスを用いた要求獲得支援システムの構築

研究課題名(英文) System development for the requirements elicitation using goal dependency models and metrics

研究代表者

海谷 治彦 (Kaiya, Haruhiko)

神奈川大学・理学部・教授

研究者番号：30262596

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：情報システムを構築する際には、単にシステムだけではなく、そのシステムを導入する業務や生活を包括的に分析し、システムが真に有益であるかを判断する必要がある。本研究では、そのような分析を行なうためのモデリング言語とモデリングツールを開発した。また、同言語でモデル化された業務や生活が、システム導入によって、利用者視点で改善しているか否かを定量的に評価するための分析法も提案し評価を行なった。利用者の視点は、システム導入による利点の増減と、負担の増減の二つに注目した。これらの視点それぞれについて、定量的な評価(例えば増加した利点の数)と定性的な評価(例えば、ある利点の性能向上)も可能とした。

研究成果の概要(英文)：When we develop an information system, we have to take business or life activities where the system is embedded into account as well as the system itself. We can then examine whether the system is really useful for the business or the life activities. We have developed a modeling language and its CASE tool to examine such an issue. We have also proposed and evaluated an analysis method on the language with respect to users' perspectives. We focused on the following two perspectives: the changes of users' gain and the changes of users' effort or responsibility. For each perspective, we can apply quantitative and qualitative analyses. For example, we can analyze the number of users' goals which are achieved by introduced system in the quantitative analysis. We can also analyze quality of achievement about each goal in the qualitative analysis.

研究分野：要求工学

キーワード：ゴール志向要求モデリング メトリクス モデル変換 ケースツール

1. 研究開始当初の背景

(1) 情報システムの要求を適切に定義し、有効な情報システムを構築するためには、システムのステークホルダからシステムへの要求を洩れなく正しく獲得する必要がある。そのような要求獲得に加え、システムが導入される業務や生活を大局的に見て、ステークホルダの要望が真に対象とする業務や生活全体に有益であるか否かを吟味する必要がある。

(2) このような大局的な視点から業務や生活全体の変化をモデル化し、分析する手法は既に存在している。しかし、既存の手法では以下のような問題点がある。(I) 既存の業務や活動を改善するために、どのようなシステムを導入すべきかの指針は分析者の力量に委ねられている。(II) システム導入による改善を客観的に評価する指標が無い。(III) システム導入によって、それぞれの関係者(利用者)が、どのような恩恵を得て、どのような負担を負わされるかを客観的に予想できない。

2. 研究の目的

(1) 既存のモデリング言語を拡張し、システム開発者が業務や生活全体のモデル化を行なうことを可能とすることが研究の目的である。特に背景(2)で述べた3つの問題点を解決可能となるようにモデリング言語を設計する。問題点(I)については、モデルの構造的な特徴に基づき、モデルの一部を変換し、システム導入の可能性を示唆するパターンを整備する。問題点(II)と(III)については、モデルの構造的な特徴に基づき関係者(利用者)にとってのシステムの利点や負担を定量的に評価するための分析法を提案する。

(2) モデリング作業の支援を行なうためのモデリングツールを開発し、分析の自動化を目的とする。

(3) モデリング言語と手法が背景で述べた3つの問題点を解決しているか否かの評価を行なうことを目的とする。また、モデリングツールがモデリング作業を効率的に支援できるか否かの評価も目的とする。

3. 研究の方法

(1) 本研究で開発するモデリング言語はi*(アイスターと読む)をベースにして開発する。アイスターは1997年に提案されたモデリング言語であるため、既に多数の拡張言語が存在する。既存のアイスターとその派生言語の調査比較を最初に行なう。特に本研究では、システム導入による改善や人間にとっての良さに注目している。よって、そのような観点からの拡張言語の有無を重点的に調査する。この調査を通して、モデリング言語の文法を確定する。

(2) システム導入における業務の改善を定式化するための概念や手法の調査を行なう。品質特性および非機能要求の標準規格を起点とし、その内容およびモデル化手法についての調査を行なう。この調査は(1)と並行して行い、結果はモデリング言語設計に反映させる。

(3) モデリング言語における定量的な評価の定式化手法についての調査を行う。伝統的にソフトウェアメトリクスと呼ばれる手法があり、その手法は既存のモデリング言語(UML等)にも適用されている。それらの適用法を参考に、(1)、(2)を通して構築したモデリング言語上のメトリクスを定義する。

(4) モデリングツール構築のための既存技術の比較検討を行い、最適な技術を用いてモデリングツールを構築する。

(5) 評価を行なうための実際のシステム導入事例を調査する。本研究の性質上、全く新規の開発を行い評価することは困難である。そこで、過去にシステム導入が行なわれ、成功したケースおよび失敗したケースを文献等から探し出し、それらのケースが開発するモデリング言語および分析法を通して説明可能か否かで評価を行なう。

4. 研究成果

(1) 既存のゴール志向要求分析モデリング言語アイスターを拡張し、システム導入後に業務全体が改善されているか否かを判定可能とした。拡張されたモデリング言語をGDMAと命名した。図1にモデルの例を示す。図に示すようにアイスターの文法は踏襲している。あるゴールの達成を望むアクターの期待と、そのゴールを達成する他のアクター(システムを含む)の能力のギャップを定量的に記述する点が拡張点の一つである。これによって質的な改善のモデル化を可能とした。さらに、使いやすさ、セキュリティ、効率性等の異なる複数の質的な視点を分けてモデルに記述する。これによって、互いに矛盾する質的な良さ(例えばセキュリティと利用性等)を無理なくモデル化することが可能となった。例えば図1では、それぞれのゴールに対して、その達成の程度を表す品質特性(quicklyやaccurately等)を付記している。これによって、システム導入による量的な改善と質的な改善の双方を分析することが可能となった。

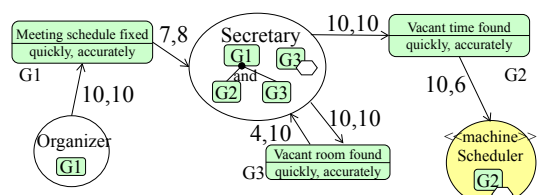


図1 GDMAモデルの例

(2) GDMA で記述された業務モデルを入力として、当該業務が人間にとって量的に有益か、質的に有益かを計算するためのアルゴリズムを考案した。有益性の数値(メトリクス)は、業務中で人間が行なわなければならない作業の量および質と、人間のために行なってもらえる作業の量および質の4つの異なる数値で表現する。この有益性を示すメトリクスが実際の業務変化を反映していることを、過去にシステム導入が行なわれ、改善した例と、改悪した例の双方で確認した。結果として、メトリクスは実情を反映しているものであることが確認できた。

(3)GDMA のモデリングをガイドし、前述のメトリクスを自動計算するためのモデリングツールを開発し評価した。図2にツールの画面例を示す。当初の計画では、全く新規のツールを開発する予定であったが、既存のUMLモデリングツール *astah* のプラグインとして開発した。これによって、評価実験におけるツール利用の導入障壁を大きく低減させることができた。ツール上では、GDMA をクラス図として記述するため、図1を直接に記述することはできない。よって、アイスター流のGDMA 記述様式(図1)をクラス図で記述するための文法も定義した。

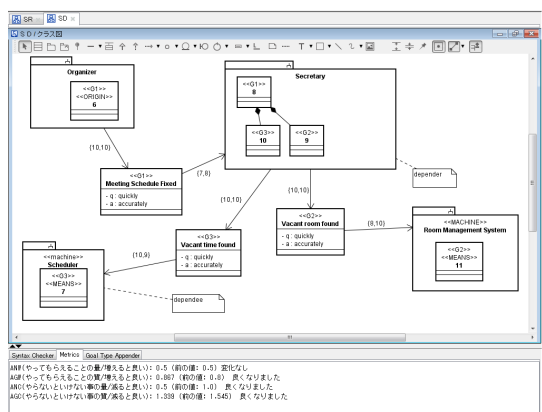


図2 ツールの画面例

(4) GDMA モデル上でシステム導入をすべき箇所に対して、どのようなシステム導入をすべきかをガイドするパターン集を整備した。当初は人間が行なう作業をシステムがよりよく遂行できる箇所のパターンを探すことに注視していた。しかし、研究遂行過程において、人間の操作ミスや悪意等によって、業務改善が妨げられることにも注目し、人間が期待される動作から逸脱した場合の回復に関するパターンも整備した。

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 3 件)

- ① Yijun Yu, Haruhiko Kaiya, Nobukazu

Yoshioka, Zhenjiang Hu, Hironori Washizaki, Yingfei Xiong, Amin Hosseinian-Far. **Goal Modeling for Security Problem Matching and Pattern Enforcement**. International Journal of Secure Software Engineering (IJSSE), Vol. 8, Issue. 3, Pages 42-57, 2017. 査読有。

- ② 加藤 潤三, 佐伯 元司, 大西 淳, 海谷 治彦, 林 晋平, 山本 修一郎. **要求獲得のためのシソーラス構築支援**. 情報処理学会論文誌. Vol. 57, No. 7, pp. 1576 - 1589, Jul. 2016. 査読有。
- ③ Masatoshi Yoshizawa, Hironori Washizaki, Yoshiaki Fukazawa, Takao Okubo, Haruhiko Kaiya and Nobukazu Yoshioka. **Implementation Support of Security Design Patterns Using Test Templates**. information 2016, 7(2), 34; doi:10.3390/info7020034 査読有。

[学会発表] (計 18 件)

- ① Tian Xia, Hironori Washizaki, Takehisa Kato, Haruhiko Kaiya, Shinpei Ogata, Eduardo B. Fernandez, Hideyuki Kanuka, Masayuki Yoshino, Dan Yamamoto, Takao Okubo, Nobukazu Yoshioka and Atsuo Hazeyama. **Cloud Security and Privacy Metamodel - Metamodel for Security and Privacy Knowledge in Cloud Services**. Proceedings of the 6th International Conference on Model-Driven Engineering and Software Development (MODELSWARD 2018), 22-24 Jan. 2018, Funchal, Madeira, Portugal, pp. 379-386. 査読有。
- ② Haruhiko Kaiya, Nobukazu Yoshioka, Hironori Washizaki, Takao Okubo, Atsuo Hazeyama, Shinpei Ogata and Takafumi Tanaka. **Eliciting requirements for improving users' behavior using transparency**. 4th Asia Pacific Requirements Engineering Symposium (APRES 2017), 9-10 Nov. 2017, Malaka, Malaysia, Springer CCIS Vol 809, Pages 41-56. 査読有。
- ③ Haruhiko Kaiya, Kazuto Haga. **A CASE tool for Goal Dependency Model with Attributes based on An Existing UML Editor**. KES 2017, Marseille, France. 6-8 Sep. 2017. pp. 1196-1205. 査読有。
- ④ Haruhiko Kaiya, Ryohei Sato, Atsuo Hazeyama, Shinpei Ogata, Takao Okubo, Takafumi Tanaka, Nobukazu Yoshioka, Hironori Washizaki. **Preliminary Systematic Literature Review of Software and Systems Traceability**. KES 2017, Marseille, France. 6-8 Sep. 2017. pp. 1141-1150. 査読有。

- ⑤ Yoshihide Chubachi and Haruhiko Kaiya. **Generalizing and Composing Goals and Objects in a Scenario Together for Requirements Analysis**. The 8th International Conference on Information Intelligence Systems Applications (IISA 2017). 28-30 Aug. 2017. Larnaca, Cyprus. pp. 1-6. DOI: 10.1109/IISA.2017.8316365 査読有.
- ⑥ Shinpei Ogata, Yukiya Yazawa, Koza Okano, Haruhiko Kaiya, Hironori Washizaki. **Traceability Link Mining – Focusing on Usability –**. COMPSAC 2017, Torino, Italy, 4-8 Jul. 2017. pages 286-287. DOI 10.1109/COMPSAC.2017.254 査読有.
- ⑦ Yoshihide Chubachi, Haruhiko Kaiya. **Identifying fundamental goals from objects in a scenario to facilitate system introduction**. COMPSAC 2017, Torino, Italy, 4-8 Jul. 2017. pages 276-277. DOI 10.1109/COMPSAC.2017.143 査読有.
- ⑧ Atsuo Hazeyama, Hironori Washizaki, Nobukazu Yoshioka, Haruhiko Kaiya and Takao Okubo. **Literature Survey on Technologies for Developing Privacy-aware Software**. 2016 IEEE 24th International Requirements Engineering Conference Workshops, ESPRE, Sep. 2016, pp. 86-91, DOI 10.1109/REW.2016.27 査読有.
- ⑨ Haruhiko Kaiya, Shinpei Ogata, Shinpei Hayashi, Motoshi Saeki. **Early Requirements Analysis for a Socio-Technical System based on Goal Dependencies**. The 15th International Conference on Intelligent Software Methodologies, Tools and Techniques (SOMET 2016), 12-14 Sep. 2016, Larnaca, Cyprus, New Trends in Software Methodologies, Tools and Techniques, IOS Press, 2016, pp. 125-138, doi:10.3233/978-1-61499-674-3-125 査読有.
- ⑩ Haruhiko Kaiya, Nobukazu Yoshioka, Takao Okubo, Hironori Washizaki and Atsuo Hazeyama. **Requirements Analysis for Privacy Protection and Third Party Awareness using Logging Models**. (SOMET 2016), 12-14 Sep. 2016, Larnaca, Cyprus, New Trends in Software Methodologies, Tools and Techniques, IOS Press, 2016, pp. 155-166, doi:10.3233/978-1-61499-674-3-155 査読有.
- ⑪ Haruhiko Kaiya. **Modelling Goal Dependencies and Domain Model Together**, KES-2016, York, UK. 5-6 Sep. 2016, Procedia Computer Science, Volume 96, 2016, Pages 791 – 800. 査読有.
- ⑫ Hironori Washizaki, Sota Fukumoto, Misato Yamamoto, Masatoshi Yoshizawa, Yoshiaki Fukazawa, Shinpei Ogata, Eduardo B. Fernandez, Nobukazu Yoshioka, Takehisa Kato, Haruhiko Kaiya, Hideyuki Kanuka, Yuki Kondo, Takao Okubo, Atsuo Hazeyama. **A Metamodel for Security and Privacy Knowledge in Cloud Services**. IEEE Services 2016, pp. 142-143. 27 June – 2 July 2016, San Francisco, USA. DOI 10.1109/SERVICES.2016.30 査読有.
- ⑬ Shinpei Hayashi, Wataru Inoue, Haruhiko Kaiya, and Motoshi Saeki. **Annotating Goals with Concerns in Goal-Oriented Requirements Engineering**. Communications in Computer and Information Science (CCIS), Volume 586, Software Technologies, 10th International Joint Conference, ICSOFT 2015, Colmar, France, July 20-22, 2015, Revised Selected Papers. pp. 269-286, 2016. DOI: 10.1007/978-3-319-30142-6_15 査読有.
- ⑭ Haruhiko Kaiya, Shinpei Ogata, Shinpei Hayashi, Motoshi Saeki, Takao Okubo, Nobukazu Yoshioka, Hironori Washizaki, and Atsuo Hazeyama. **Finding Potential Threats in Several Security Targets for Eliciting Security Requirements**. In InfoWare 2015, ICCGI 2015: The 10th International Multi-Conference on Computing in the Global Information Technology, pp.83-92, St. Julians, Malta, 11-16 Oct. 2015. 査読有.
- ⑮ Masahito Saito, Atsuo Hazeyama, Nobukazu Yoshioka, Takanori Kobashi, Hironori Washizaki, Haruhiko Kaiya, Takao Okubo. **A Case-based Management System for Secure Software Development Using Software Security Knowledge**. 19th International Conference on Knowledge Based and Intelligent Information and Engineering Systems (KES 2015), Singapore, pp. 1092-1100, 7-9 Sep. 2015, <http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2015.08.155> 査読有.
- ⑯ Wataru Inoue, Shinpei Hayashi, Haruhiko Kaiya, and Motoshi Saeki. **Multi-Dimensional Goal Refinement in Goal-Oriented Requirements Engineering**. In ICSOFT-EA 2015, 10th International Conference on Software Engineering and Applications

Proceedings, pp. 185-195, INSTICC. Colmar, Alsace, France, 20-22 July 2015. 査読有.

- ⑰ Atsuo Hazeyama, Masahito Saito, Nobukazu Yoshioka, Azusa Kumagai, Takanori Kobashi, Hironori Washizaki, Haruhiko Kaiya, Takao Okubo. **Case Base for Secure Software Development Using Software Security Knowledge Base.** COMPSAC 2015: The 39th Annual International Computers, Software & Applications Conference, Workshop (STPSA 2015), pp. 97-103, IEEE Computer Society. Taichung, Taiwan, 1-5 July 2015. DOI 10.1109/COMPSAC.2015.86 査読有.
- ⑱ Takanori Kobashi, Masatoshi Yoshizawa, Hironori Washizaki, Yoshiaki Fukazawa, Nobukazu Yoshioka, Takao Okubo, and Haruhiko Kaiya. **TESEM: A tool for verifying security design pattern applications by model testing.** In 8th IEEE International Conference on Software Testing, Verification and Validation, ICST 2015, Graz, Austria, April 13-17, 2015, pp. 1-8, 2015. DOI 10.1109/ICST.2015.7102633 査読有.

[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：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

[その他]

ホームページ等
<http://www.sci.kanagawa-u.ac.jp/info/kaiya/GDMA/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

海谷 治彦 (KAIYA, Haruhiko)

神奈川大学・理学部・教授
研究者番号：30262596