

令和元年6月13日現在

機関番号：32613

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00105

研究課題名（和文）要求定義の高品質化のためのシナリオの一貫性検証・シナリオ生成手法

研究課題名（英文）A method of scenario consistency verification and scenario generation to increase the quality of requirements definition

研究代表者

位野木 万里（Inoki, Mari）

工学院大学・情報学部（情報工学部）・教授

研究者番号：10739634

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）：本研究では、情報システムの開発範囲や機能仕様を合意するための技術文書である要求仕様書に着目し、設計要素の定義漏れや、表記ゆれ等のあいまいな記述を自動指摘するシナリオの一貫性検証支援ツールを実現した。開発したツールには、システムの振る舞いを記述したシナリオの網羅性を検証し、網羅されていないシナリオを自動生成する機能も組み込んだ。本ツールを実システムの要求仕様書に適用し技術者による評価を行い本ツールの有効性を確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高品質な情報システム等の開発と維持管理には要求仕様書の品質は極めて重要である。現状、初級の技術者が要求定義を実施することは失敗のリスクが高く、効率的な要求定義の実施は困難な状況にある。要求定義に関わる様々なステークホルダが、本研究で開発したシナリオの一貫性検証支援ツールを用いて、検証レポートやシナリオを自動生成し、開発やレビューに利用することで、高品質な要求仕様書を効率的に作成することが可能になる。また、要求定義作業の効率化によりリソースを付加価値業務の創出へとシフトさせ、業務改革を加速することへの貢献が期待できる。

研究成果の概要（英文）：The principal investigator focused on requirements specifications documents, and realized a support tool for scenario consistency verification. Requirements specifications documents are technical documents for creating agreement on the scope of development and functional specifications for information systems. The support tool for scenario consistency verification automatically flags missing definitions in design elements, or ambiguous descriptions such as a orthographical variants. The tool incorporates a function that verifies the comprehensiveness of scenarios that describe system behavior, and a function that automatically generates scenarios that are not covered. The principal investigator applied this tool to the requirements specifications documents of real systems, conducted evaluations through actual engineers, and confirmed the effectiveness of the tool.

研究分野：ソフトウェア工学

キーワード：要求仕様検証 一貫性検証自動化 シナリオ自動生成 分類網羅検証 同義語抽出

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

製品ソフトウェア開発において、真の顧客要求に応えるためには、上流工程からの品質の作り込みが必至であり、対象ソフトウェアの機能や非機能の範囲を定める要求定義工程は極めて重要である。要求定義に関する標準や知識体系が策定され、各企業はそのような標準や知識体系に基づき要求定義を実践しつつある。しかし、実際の要求定義は開発対象となる領域、組織が直面する課題、必要となる技術等の条件に応じて工夫が必要となり、標準等の示す一般化されたやり方のみでは対応が困難である。現状では、各検証は各組織のベテラン技術者が、各自の属人的な方法により実施している。初級の技術者が要求定義を実施することは失敗のリスクが高く、要求定義はベテラン技術者のみが従事することとなり、効率的な要求定義の実施は困難な状況にある。

近年、アジャイル型やユーザエクスペリエンスに基づく開発に注目が集まっている。これらの開発においても、対象システムのユースケースを定義し、使われ方のシーンを自然言語で記述したシナリオを用いることは、ステークホルダ間での理解の齟齬の防止や、ステークホルダ間でのスムーズな合意形成のために、合理的かつ有効な手段と考えられている。ウォーターフォール型、アジャイル型、ユーザエクスペリエンス型のいずれの開発においても、要求仕様の高品質化は重要であるが、ウォーターフォール型の問題点と同様、要求仕様の検証は属人的な方法で行われる傾向にあり、とくに、自然言語で記述されたシナリオを対象とした一貫性の検証の具体的な手法やツール支援の具現化には至っていなかった。

研究代表者はソフトウェア開発企業において、高品質な要求定義を実施可能とするための手法や支援技術の研究開発に取り組んできた。その中には要求仕様の検証知識の形式知化とその知識を組み込んだ支援ツールによる一貫性検証の成功事例も存在する。そのような成功例は、特定企業内での成果であり、他の企業での適用可能性は確認されておらず、検証支援ツールも一般公開していなかった。そこで、情報処理推進機構の2015年度受託研究ソフトウェア工学分野の先導的研究支援事業において、研究代表者らは「要求定義の高品質化のための要求仕様の整合性の検証知識の形式知化と一貫性検証支援ツールの開発」のテーマ（以降[RISE2015-RE]と略す）で、本成果を産業界全体で共有可能な形式に一般化することに取り組み、2016年2月末に一定の成果を得られた。しかしながら、各企業でのヒアリングの過程で、さらに充実した仕様検証をするには、用語の定義漏れや表記ゆれなどの検証に加えて、本来存在すべきシナリオの特定と補完、検証に対する新しい知識の開発者自身による形式知化が重要であることを認識した。従って、これまでの研究成果をさらに拡張し、様々な検証知識を盛り込むことに加え、新しい検証知識を蓄積できる仕組みを構築することが重要であると考え、本研究の取り組みに至った。

2. 研究の目的

本研究では、要求仕様の構成要素であるシナリオをとりあげ、要求仕様の品質特性である「一貫性」に着目し、ベテラン技術者が経験的に得たシナリオの整合性の検証知識を形式知化し、それら知識に基づくシナリオの一貫性検証支援ツールを実現する。開発するシナリオの一貫性検証支援ツールは、シナリオ内で言及されている、「アクター」、「データ」、「画面」、「振る舞い」の記述が要求仕様書中の記述と整合していることを検証するとともにシナリオの是正を支援する。本研究では、組織の特性に応じたシナリオの一貫性の検証知識の拡張と継続的な改善の仕組みを開発し、シナリオの検証手法、検証知識の形式知化・共有化手法を確立することを目的とする。

3. 研究の方法

本研究では、高品質な要求仕様を効率的に定義するために、シナリオの一貫性を検証し是正する手法および検証支援ツールを開発した。具体的には、以下に示す[実施項目1]、[実施項目2]、[実施項目3]を実施した。

(1) [実施項目1] シナリオの一貫性検証知識の形式知化と支援ツールの開発の研究課題の解決に取り組んだ。具体的には(1-1)有識者の備える検証ノウハウを検証ルールと辞書として形式知化し、(1-2)シナリオの一貫性検証支援ツールを開発した。シナリオの一貫性検証知識の形式知化と支援ツールの開発により、既存の研究に対して、辞書とルールの拡張と構造化を行い、分類網羅検証を追加し、シナリオの一貫性検証支援ツールを拡張した。

(2) [実施項目2] シナリオの一貫性検証支援ツールの評価およびシナリオ自動生成機能の追加の研究課題の解決に取り組んだ。具体的には、(2-1)シナリオの一貫性検証支援ツールの適用評価を行い、(2-2)シナリオを自動生成する機能を開発した。シナリオの一貫性検証支援ツールの評価で得られた知見に基づき、不足するシナリオを自動生成するための分類網羅シナリオ生成機能を追加し、シナリオの一貫性検証支援ツールを拡張した。

(3) [実施項目3] 実業務で使われた要求仕様書中のシナリオを対象にシナリオの一貫性検証支援ツールを適用し、有効性、妥当性等の観点から評価し、評価結果に基づき、検証知識および本ツールを更新した。

なお、当初研究計画では、[実施項目 1]、[実施項目 2]、[実施項目 3] をそれぞれ、2016、2017、2018 年度に実施する予定であった。2016 年度は [実施項目 1] の研究課題を解決する予定で、(1-1) シナリオの分類網羅に関する検証知識のルール化を試みた。その結果、実際の仕様書には同一分類を網羅する仕様の記述は少なく、同一分類を網羅するシナリオ自動生成支援がより重要であることが明らかになった。そこで、有識者インタビューと実要求仕様書の分析を通して、同一分類を網羅するシナリオの生成ノウハウを抽出し、シナリオ生成の機能を開発した。本作業は、2017 年度に予定していた [実施項目 2] の (2-2) を前倒して実施したことに相当する。2017 年度は、[実施項目 1] の (1-2)、[実施項目 2] の (2-1) に取り組み、2018 年度は予定通り [実施項目 3] に対応した。

4. 研究成果

図 1 にシナリオの一貫性検証支援ツールの全体像を示す。図 1 の太枠青色部分が本研究により開発した成果に相当する。本研究では、[RISE2015-RE]により開発した、辞書とルール、検証エンジンと形態素解析エンジン等を包含し、さらに高度な要求仕様の検証とシナリオ生成をサポートするために、辞書とルール、シナリオ生成エンジン、F6～F10 の各種機能を開発した。

「3. 研究の方法」との対応としては、[実施項目 1] の成果が同一分類用語辞書、分類網羅検証ルールならびに F6、[実施項目 2] の成果がシナリオ生成ルール、シナリオ生成エンジンおよび F7、[実施項目 3] の成果がツール全体の評価と改善である。当初予定の実施項目に加えて、同義語辞書、同義語抽出ルール、派生形用語検証ルール、F8、F9、F10 の開発と適用評価を行った。

本研究に取り組む過程で、各企業において、デジタルビジネス創出のための取り組みが強化されてきた。そして、デザイン思考による要求獲得や、アジャイル型開発がさかんに取り組みられるようになった。このような開発スタイルでも、獲得した要求は自然言語によるシナリオ等で記述されるため、要求仕様書の作成や検証の効率化や高品質化への期待はさらに高まってきた。本研究により、各組織のベテラン技術者の検証ノウハウを形式知化し、共有化し、それらを組み込んだツールを提供することで、シナリオの検証と継続的改善の支援に貢献できると期待できる。

グローバルな要求工学研究の分野でも、進化が著しい AI に基づく自然言語処理技術の活用が注目され、2018 年 3 月に第 1 回の国際ワークショップが実施された (NLP4RE 18; <http://fmt.isti.cnr.it/nlp4re>, Fabiano Dalpiaz, Alessio Ferrari, Xavier Franch, and Cristina Palomares, Natural Language Processing for Requirements Engineering, The best Is Yet to Come, IEEE Software September/October, pp.115-119, 2018.)。現在、自然言語処理技術を用いて、要求仕様書の記述、検証、要求の分類、翻訳等の研究が取り組まれており、要求工学への活用が開始された状況にある。本研究においても、要求仕様書の中で複数の解釈を誘発する同義語の自動学習を試行した (学会発表①、雑誌論文①)。情報システムの要求仕様書に固有の表現の特性を考慮したこのような同義語の自動抽出はグローバルな視点でも新規性の高い成果であると期待できる。

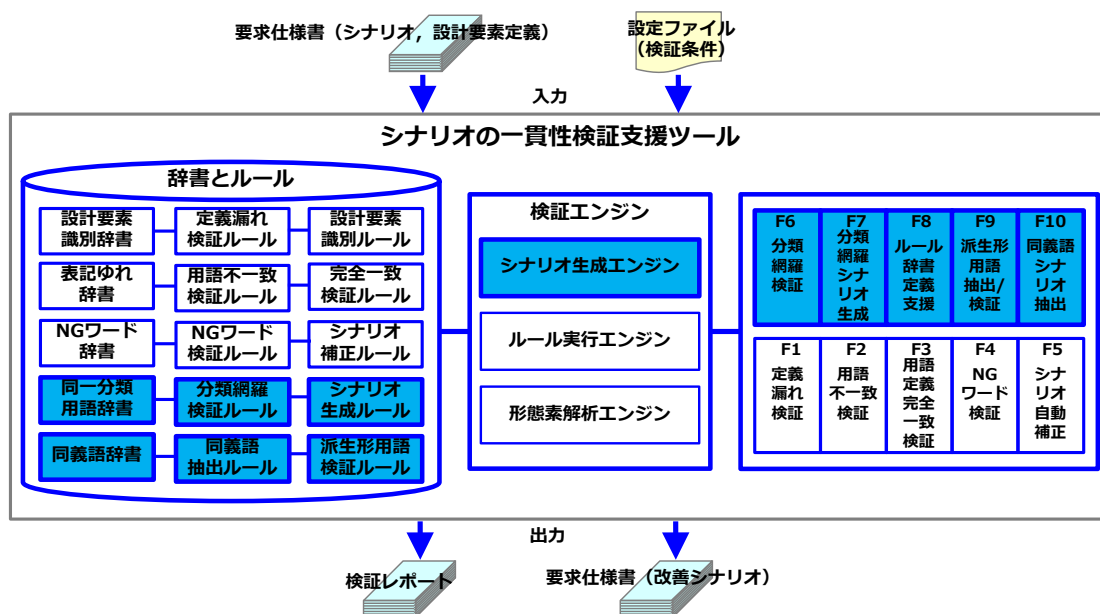


図 1 本研究成果の概要：シナリオの一貫性検証支援ツール

以下、本研究の主な成果について実施項目と図1を対応づけて説明する。

(1) [実施項目1]の成果「F6 分類網羅検証」機能：有識者へのヒアリングと成功事例の要求仕様書の分析から、網羅的にシナリオを記述するための知見を整理し、同一分類に相当する派生用語を抽出し、検証ノウハウのルール化を行った(雑誌論文③)。同一分類に相当する派生用語としては、「アクター」、「振る舞い」の設計要素を中心として、同一分類に相当する設計要素用語の辞書である同一分類用語辞書を作成した。また、有識者による分類網羅に関する検証ノウハウを図1の分類網羅検証ルールとして形式知化し、本ルールを用いて分類網羅状態を検証するための分類網羅シナリオ検証機能(図1のF6)を開発し、シナリオの一貫性検証支援ツールを拡張した(学会発表④, 特願2018-88630)。

図2に分類網羅検証の仕組みを示す。本検証はシナリオ入力、形態素解析、設計要素抽出、センテンスグリッド生成、分類網羅検証の5つのステップで構成する。本例では、ツールに3つのシナリオを入力すると仮定している。これらは、マスタ管理者の顧客情報について、登録、修正、検索を実施することが記述されているが、マスタ管理者による顧客情報を「削除」する業務が記述されておらず、シナリオの定義漏れがある状態である。本ツールは、そのようなシナリオの定義漏れを自動指摘することが可能になる。本機能の技術的ポイントは、各シナリオ中の1つのセンテンスを、「アクター」、「データ」、「画面」、「振る舞い」のグリッド(格子)に分けて格納するとともに、同一分類用語を基点として、他の設計要素が一致するものを集めて、センテンスグリッドを生成する点である。センテンスグリッドを活用することで、入力したシナリオ1~3は、振る舞い用語以外の設計要素が一致する、同一のセンテンスグリッドとしてみなされる。同一分類用語辞書と、センテンスグリッドを比較して、同一のセンテンスの網羅度を検証することで、「振る舞い用語」として、登録、修正、検索は、シナリオとして記述されているが、「削除」に関するシナリオが定義されていないことを自動指摘する。

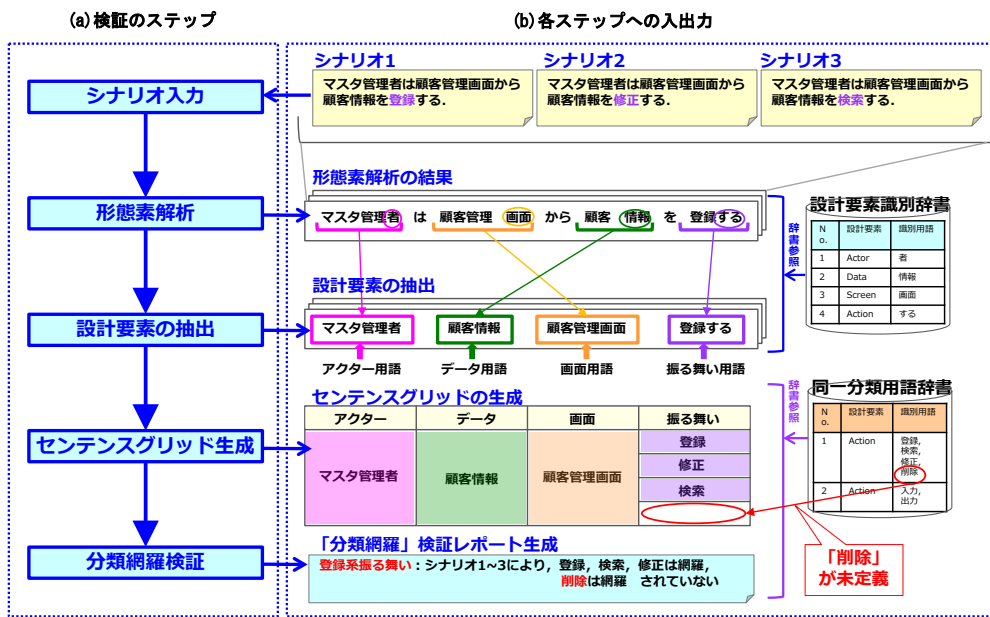


図2 分類網羅検証の仕組み

(2) [実施項目2]の成果「F7 分類網羅シナリオ生成」機能：実案件の要求仕様書に記載のシナリオを分析し、情報システムの要求仕様書を分析し、業務シナリオを生成する知識を明らかにした(雑誌論文④)。これら知識を、「アクター」、「データ」、「画面」、「振る舞い」の設計要素の識別ルールと業務シナリオの生成ルールとして定義した。抽出した知識に基づき、高品質な要求仕様書の生成のために、分類網羅用語辞書とルートシナリオ要素定義表からシナリオを派生させる仕組みを考案し、一件の業務シナリオから同一の概念に分類される業務シナリオを自動生成するツールを、シナリオの一貫性検証支援ツールを拡張する形で、図1のシナリオ生成エンジンと、F7の分類網羅シナリオ生成機能として開発した(学会発表⑤)。これにより、例えば「担当者が顧客情報を登録する」というシナリオから、顧客情報の修正、削除、検索の4つのシナリオの自動生成が可能になる。高品質な要求定義の生産性向上が期待できる。

分類網羅シナリオの生成機能と、分類網羅シナリオ検証機能を組み合わせれば、開発者はシナリオの分類網羅検証を自動実施し、網羅の度合いを把握した上で、不足しているシナリオを自動生成することが可能になり、高品質な要求定義の効率化がさらに期待できる。

(3) [実施項目 3]の成果「F8 ルール辞書定義支援」「F9 派生形用語抽出検証」「F10 同義語シナリオ抽出」機能：F7 の分類網羅シナリオ生成機能、F6 の分類網羅シナリオ検証機能を組み込んだシナリオの一貫性検証支援ツールの適用評価を行い、得られたフィードバックに基づき、検証ルールと辞書を定義し、表記ゆれをきめ細かく指摘する F9 派生形用語検証機能（雑誌論文②、学会発表③）、同様の意味で表現が異なる同義語を含むシナリオを抽出する F10 同義語シナリオ抽出機能を開発した（雑誌論文①、学会発表②）。シナリオの一貫性検証支援ツールは、「アクター」、「データ」、「画面」、「振る舞い」からなる設計要素が要求仕様書のシナリオ内で一貫している状態を検証することから、派生型の表記ゆれや同一分類に所属するシナリオの網羅状況の指摘、非網羅シナリオの生成等の要求定義工程のタスクの自動化ができるようになった。加えて、実案件シナリオの手作業による検証結果と本ツールによる検証結果を比較し、技術者による評価結果へのフィードバックを得て、同ツールの有効性を確認した。

情報システムを対象とした振る舞い用語の同義語辞書を構築した。さらに、対象分野が異なれば、同義語辞書のカスタマイズが必要になることから、用語の出現頻度による類似度を用いた同義語辞書自動生成手法を考案し、「F8 ルール辞書定義支援」を開発した（雑誌論文①、学会発表①）。

要求定義に関わる様々なステークホルダが、シナリオの一貫性検証支援ツールが生成した検証レポートやシナリオを、技術文書のレビューや作成に活用し文書作成業務の効率化を図ることで、付加価値業務の創出へとリソースを集中させ業務改革を加速することへの貢献が期待できる。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 6 件)

- ① 高橋 宏季, 井上 昇, 伴 凌太, 位野木 万里, 要求仕様をあいまいにする同義語の特性分析と同義語辞書の自動作成手法の提案, 情報処理学会, ソフトウェア工学研究会, 研究報告ソフトウェア工学 (SE), 査読無, 2019-SE-201 1 pp. 1-7, 2019 年
- ② 高橋 宏季, 野村 典文, 近藤 公久, 位野木 万里, 要求仕様書における派生形アクター自動抽出手法: 組織変更による影響対応への効果, ソフトウェアエンジニアリングシンポジウム 2018 論文集, 査読有, 2018 pp. 121-129, 2018 年
- ③ 位野木 万里, 近藤 公久, 省略と修飾パターンを用いた用語不一致検証による要求仕様の一貫性検証支援ツールの実現と適用評価, コンピュータソフトウェア, 査読有, 35 3, pp. 109-127, 2018 年
- ④ 位野木 万里, 近藤 公久, 野村 典文, 情報システム開発における要求仕様書の一貫性検証手法の提案とドキュメント品質の改善に関して得られた教訓, 査読有, ソフトウェアエンジニアリングシンポジウム 2017 (SES2017) 論文集, 2017 pp. 212-215, 2017 年

[学会発表] (計 14 件)

- ① 伴 凌太, 高橋 宏季, 位野木 万里, word2vec を用いた同義語辞書自動作成手法の提案と適用評価, 情報処理学会 第 81 回全国大会 5N-04, 2019 年
- ② 井上 昇, 高橋 宏季, 位野木 万里, 振る舞い用語の同義語に着目したあいまいな要求仕様の検証手法の提案, 情報処理学会 第 81 回全国大会 5N-03, 2019 年
- ③ Hiroki Takahashi, Norifumi Nomura, Tadahisa Kondou and Mari Inoki, Automatic Extraction of Reorganization Impact Focusing on Derivation Relationship of Analogous Actor Terms in Requirements Specification, 25th Asia-Pacific Software Engineering Conference, 2018
- ④ 位野木 万里, 技術文書に出現するステークホルダと振る舞いの抽出と網羅性検証自動化ツールの提案, イノベーション・ジャパン 2018, 2018
- ⑤ 位野木 万里, 要求仕様の一貫性検証知識に基づく技術文書の品質チェックとシナリオ生成の自動化, イノベーション・ジャパン 2017, 2017

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 1 件)

名称: 検証装置、方法、及びプログラム

発明者: 位野木 万里

権利者: 学校法人工学院大学

種類: 特許

番号: 特願 2018-88630

出願年: 2018

国内外の別: 国内

○取得状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

シナリオ（要求仕様）の一貫性検証支援ツール <http://www.ns.kogakuin.ac.jp/~wwa1076/>

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号（8 桁）：

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：近藤 公久

ローマ字氏名：Kondou Tadahisa

研究協力者氏名：野村 典文

ローマ字氏名：Nomura Norifumi

研究協力者氏名：高橋 宏季

ローマ字氏名：Takahashi Hiroki

※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。