

令和元年5月31日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K00088

研究課題名(和文) 融合化ゴール指向要求分析法の研究

研究課題名(英文) Research on Integrated Goal Oriented Requirements Analysis

研究代表者

佐伯 元司 (Saeki, Motoshi)

東京工業大学・情報理工学院・教授

研究者番号：80162254

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、情報システムの要求獲得で用いられているゴール指向要求分析法の弱点であるゴール詳細化プロセスを強化するために、他の方法論であるプロブレムフレーム法、ユースケース法、発想法と融合し、それらの手法を活用することにより、全体の共詳細化を支援する手法とツールを開発した。融合法の支援として、共詳細化のパターンや各手法での対応付けや変換パターンを開発した。また、融合法を適用することによって得られた情報システムの要求モデルでの使用者から見た品質を測定するメトリックスを開発し、システムで改善すべき点を見つけ出し、修正する手法も開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

従来からゴール指向要求分析法と他の手法との連結は、ユースケース法との融合を中心に行われていた。しかしながら、これらの目的はゴール指向法でシステムの動作を記述できないという記述力の欠点を補うものであり、詳細化を支援するという目的ではない。また、ゴールグラフの詳細化だけでなく、融合したプロブレムフレーム法の問題図、ユースケースモデルの詳細化支援まで同時に行う、「共詳細化」まで行ったのは学術的意義が高い。

研究成果の概要(英文)：In this research project, in order to overcome a weak point of Goal-oriented Requirements Analysis (GORA), insufficient support of goal refinement, we propose an approach where Problem Frame approach, use case modeling and an idea generation method are integrated with GORA and develop a methodology and its support tool based on the proposed approach. The essential point of our approach is that the other integrated approaches assist goal refinement from their intrinsic views and they can be also refined together with goal refinement, so called co-refinement. For automated support, we develop refinement patterns of co-refinement and transformation patterns between GORA and the other approaches. Furthermore, we develop metrics to measure the quality of the requirements models obtained by our approach from user view, and the technique of improving the parts of lower quality.

研究分野：ソフトウェア工学

キーワード：要求工学 ゴール指向要求分析法 プロブレムフレーム 発想法

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

従来の情報システム開発では、要求分析は、最初の作業であるため、この段階での作業の質が最終成果物の質や開発コストに大きな影響を及ぼす。獲得した要求が低品質であると、後段までその影響が及び、顧客の真の要求を満たさないものになってしまうばかりか、最悪、開発をやり直す事態になりかねない。要求獲得プロセスにおいて、従来からゴール指向要求分析法がよく使用されてきたが、その本質的な部分であるゴール詳細化の支援が貧弱であり、十分に効果を発揮してはいなかった。本研究でのアプローチである他の手法との融合については、ゴール指向要求分析法とユースケース法との融合を中心に行われてきたが、両者の詳細化手法の強化という目的ではなく、記述内容をカバーするという目的が主であった。

2. 研究の目的

本研究では、1 であげた問題点を解決するために、ゴール指向要求分析法と、プロブレムフレーム法、ユースケース法、発想法との融合を行い、融合した他の手法での記述およびゴール指向とは異なる観点での詳細化を活用し、ゴールの導出、ゴール詳細化を行うだけでなく、融合した他の手法でのモデル（例えば、プロブレムフレーム法では問題図、ユースケース法ではユースケース図など）の詳細化も同時に行う、いわゆる共詳細化の手法を開発する。さらに共詳細化のためのパターンを収集し、詳細化をガイドする支援ツールの開発も目指す。

3. 研究の方法

ゴール指向要求分析法でのゴール詳細化の問題点を分析するために、実際のゴール指向要求分析法の成果物であるゴールグラフから、不適切な詳細化がなされている事例を収集し、その原因を分析することにより分類を行った。分類に従って、1) ゴール詳細化の観点を明確にし、誘導することで対処できるもの、2) ゴール指向法の詳細化にはない、他の手法が持っているような異なる視点での詳細化を行うことで対処できるもの、の2つを考え、各々の対処法を考案していった。1)については、ゴール詳細化の観点を1つに限定したゴールグラフを複数ある観点ごとに要求分析者に構築させ、それを融合させる「多次元ゴール指向要求分析法」を開発した。2)については、不適切な詳細化の分類事例をもとに、プロブレムフレーム法、ユースケース法、発想法をどのようにゴール指向要求分析法と融合させるのが効果的かを検討していった。1)、2)で開発した方法論を支援するためのツールの開発を行い、事例によってその有用性を評価した。また、2)の融合法の利点の一つとして、得られた情報システムの要求モデル上でシステム使用者の観点からの品質メトリックスを考え、そのメトリックスを使って現状の要求モデル(as-is モデル)を改善し、新しいモデル(to-be モデル)を導出する手法も合わせて開発した。

4. 研究成果

(1) 不適切なゴール詳細化の分析

不適切なゴール詳細化を行っている箇所を含むゴールグラフを収集し、これを分析することにより不適切な詳細化の分類を行った。この分析では、被験者による不適切なゴール詳細化の検出実験を行い、不適切な詳細化を行っている箇所とその判断理由を収集した。この結果をもとに不適切なゴール詳細化を1) 詳細化時の必要な子ゴールの欠落、2) ゴール記述中の必要な情報の欠落、3) 親ゴールとその詳細化の結果である子ゴールの論理的な関係の不明確さに分類した。この結果をもとに、1)、2)のゴールの欠落や記述中の情報の欠落については、他の観点からの詳細化手法を導入し欠落を補うことが解決策と判断し、プロブレムフレーム法、ユースケース法との融合手法を開発した。3)については、親ゴール、子ゴールの種々の観点に基づく論理的な関係の明確化を行いつつ詳細化を進めなければならないため、発想法によるゴールグラフの初期導出と、単一観点からの論理的関係による詳細化に限定する多次元ゴール指向要求分析法を考案するに至った。

(2) 多次元ゴール指向要求分析法

ゴール指向要求分析法のゴール詳細化は、ゴール（親ゴール）を達成するためにはどんなサブゴール（子ゴール）が必要かという抽象的な観点でのみ行われ、より具体的な様々な観点で子ゴールが導出され、1つの詳細化にも異なる観点が混在してしまい、それが親ゴールと子ゴールの論理的関係の不明確さを生み出す要因ともなっている。本研究では、詳細化の観点をより具体的に1つに限定しゴール詳細化を進め、観点ごとに詳細化が進められた複数のゴールグラフを融合する方法論と支援ツールを開発した。詳細化の軸が異なるということで各ゴールグラフは異なる平面上に載っており、詳細化が多次元でなされるという概念モデルを考案し、多次元ゴール指向要求分析法と名づけた。支援ツールは、要求分析者が観点と観点間の関係を定義する機能、定義した観点ごとに詳細化を行うエディタ機能、観点ごとのゴールや詳細化を表示する機能、観点の詳細化が進んだゴールグラフを半自動で融合する機能を備えている。観念の例としては、ステークホルダ、{機能、非機能、戦略}、情報システムでは制御できない外部環境（文脈）、{機能、制約}、{通常機能、モニタリングテスト機能}などである。図1に多次元ゴール指向要求分析法の概念と支援ツールの画面例を示す。

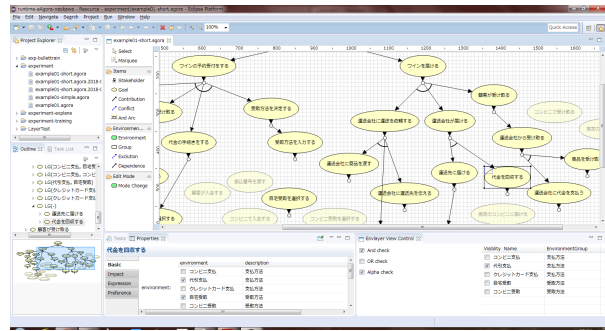
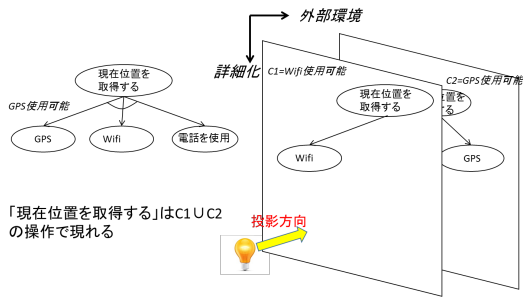
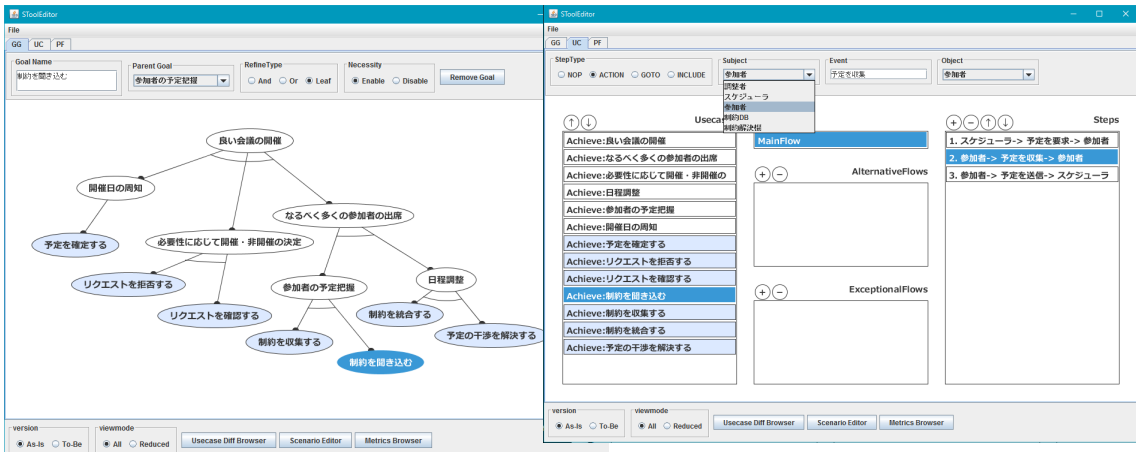


図1 多次元ゴール指向要求分析法の概念(図左)と支援ツール(図右)

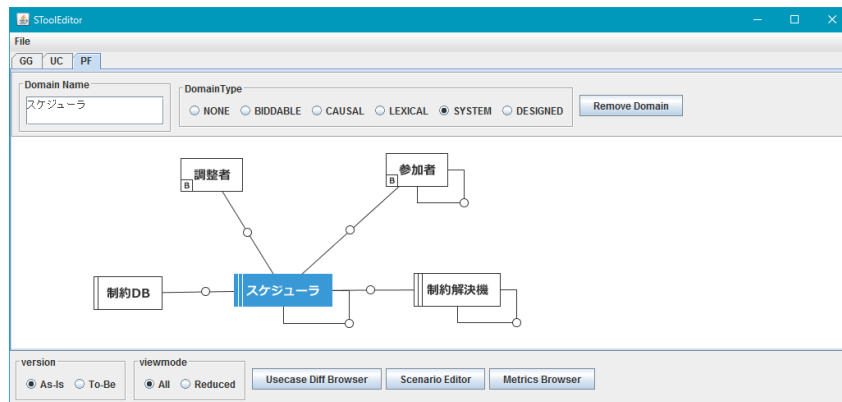
(3) プロブレムフレーム法、ユースケース法、発想法との融合

ゴール指向とプロブレムフレームを、目的達成のための具体的動作を記述する分析法である、ユースケース記述を用いて接続することによって融合した。それぞれの分析法が持っているゴール、ドメイン、インタラクション、動作ステップ、アクタなどの概念で、類似する概念を接続し、これを融合ゴール指向要求分析法として定義した。これにより融合ゴールモデルで、外界の構造とゴールを達成するための動作という観点で、ゴールの詳細化や構造化が行え、システムと外界とそれらの動作を明確に理解できるようになった。また、ゴールの詳細化とあわせて、プロブレムフレーム法の問題図のドメイン、インタラクション、ユースケース法のユースケース図やユースケース記述も詳細化するためのパターンを開発した。これらのパターンを結合し、片方のモデルがあるパターンを使って詳細化されたときに、他のモデルも結合されたパターンを使って詳細化が進む。これにより、各モデルの共詳細化が支援される。図2に融合ゴール指向要求分析法の支援ツール(エディタ機能)を示す。融合した3つの手法に対し、個々のウィンドウが開き、入力・編集できるようになっている。各モデルの要素には論理的なつながりがあり、片方のモデル上での操作がつながりのあるモデル要素と連携し反映される。



(a) ゴールグラフ

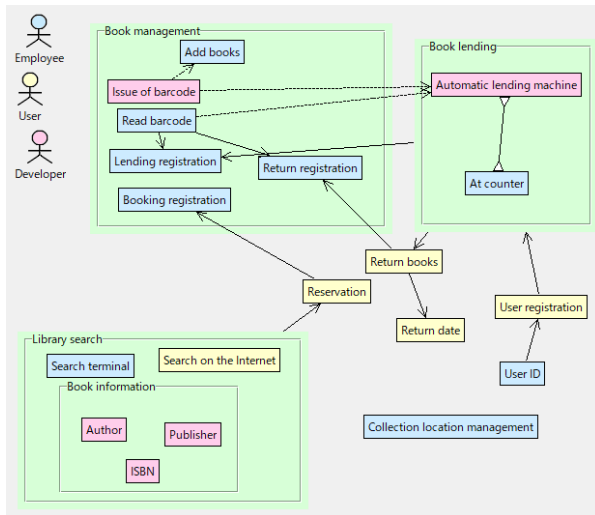
(b) ユースケース記述



(c) 問題図(プロブレムフレーム法)

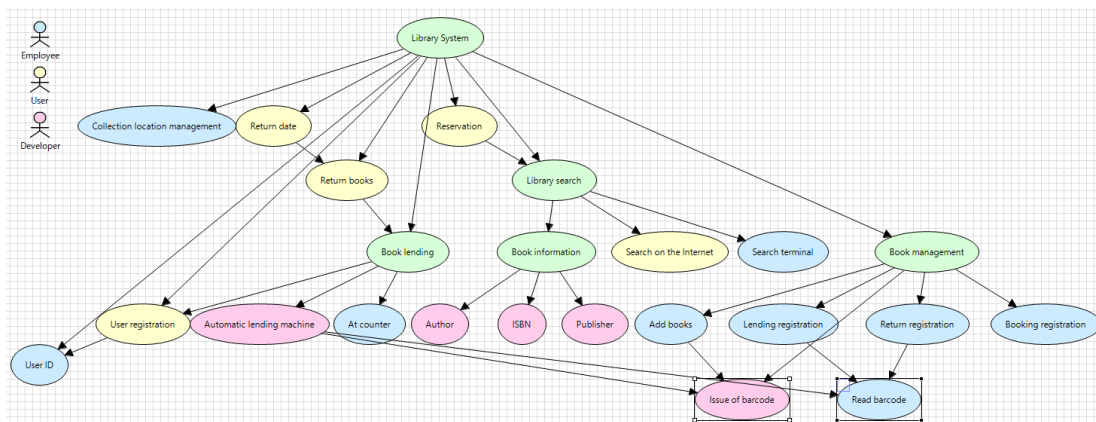
図2 融合ゴール指向要求分析法支援ツール

発想法については、アイデアをゴールに、アイデア間の関係をもとにゴールグラフの構造を半自動で導出する手法を開発し、支援ツールもあわせて開発した。図3は、(a)の affinity 図（発想法で得られたアイデアとアイデア間の関係を記述した図）をゴールグラフへと自動で変換し、人間が修正を加えたものである。



(a) Affinity Diagram

図書館業務の支援システムの例であり、発想法で得られた(a) Affinity Diagram 中のアイデア Add Books が(b)中でゴールへと変換され、関連したアイデア（例えば Issue of barcode など）もゴール Add Books とリンクされたゴールへと変換されているのがわかる



(b) 得られたゴールグラフ

図3 発想法との融合

(4) as-is モデルから to-be モデルの導出

融合ゴール指向要求分析法は、業務プロセスや情報システムの改善にも応用できることを示した。この手法では、まず現状 (as-is) の融合モデルを記述し、ステークホルダの観点からの品質メトリックスを用いて、開発対象である業務プロセスや情報システムの問題点を検出する。メトリックスは GQM 法を用いて開発し、主にシステム導入により自動化・省力化が行える箇所を検出するように設計した。融合モデルの要素を使って算出したメトリックス値により、問題点を解決する to-be システムの融合モデルを誘導する。as-is システムと to-be システムのマトリックス値の差によりその効果を確認する。2つの事例に適用しその効果があったことを確認した。特にメトリックスにおいては、ゴールグラフ単独では測れないような観点もユースケースや問題図があることにより測れるようになり、融合した利点も合わせて確認できた。図4はモデルの各要素についてメトリックス値を計算した結果を支援ツールが表示したもので、会議開催調整業務の例である。図4では、プロブレムフレーム法のドメインごとの算出結果が表示されており、スケジュールドメインのあるメトリックス値が高く、負荷が高いという兆候があることがわかる。これらのメトリックスは、問題図だけでなく、ユースケースモデルやゴールモデルの情報も使って計算されている。

MetricsBrowser	
NE(As-Is)	
SPG(AsIs-ToBe)	B:調整者 2
ASPG(As-Is)	D:制約DB 3
ASPG(To-Be)	S:制約解決機 3
ASPG Diff(AsIs-ToBe)	B:参加者 4
CE(As-Is)	S:スケジュール 13
CE(To-Be)	
CE Diff(AsIs-ToBe)	
NE(As-Is)	

図4 as-is システムのメトリックス計算

5 . 主な発表論文等

[雑誌論文](計5件)

林晋平, 有賀顕, 佐伯元司. reqchecker : IEEE 830 の品質特性に基づく日本語要求仕様書の問題点検出ツール. 電子情報通信学会論文誌, vol. J101-D, no. 1, pp. 57-67, 2018, 査読有.

<http://dx.doi.org/10.14923/transinfj.2017SKP0036>

Tomoo Kinoshita, Shinpei Hayashi, Motoshi Saeki. Goal-Oriented Requirements Analysis Meets a Creativity Technique, Lecture Notes in Computer Science (ER2017 Workshops), Vol.10651, 101-110, 2017, 査読有.

http://doi.org/10.1007/978-3-319-70625-2_10

Keisuke Asano, Shinpei Hayashi, Motoshi Saeki. Detecting Bad Smells of Refinement in Goal-Oriented Requirements Analysis, Lecture Notes in Computer Science (ER2017 Workshops), Vol.10651, 122-132, 2017, 査読有.

http://doi.org/10.1007/978-3-319-70625-2_12

Shoichiro Ito, Shinpei Hayashi, Motoshi Saeki. How Can You Improve Your As-is Models? Requirements Analysis Methods Meet GQM, Lecture Notes in Computer Science (REFSQ 2017), pp. 95-111, 2017, 査読有

https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-54045-0_8

Shinpei Hayashi, Wataru Inoue, Haruhiko Kaiya, Motoshi Saeki. Annotating Goals with Concerns in Goal-Oriented Requirements Engineering, Selected Paper of 10th ICSoft, Communications in Computer and Information Science, Vol. 586, 269-286, 2016, 査読有.

http://doi.org/10.1007/978-3-319-30142-6_15

[学会発表](計10件)

佐伯元司 . 融合ゴール指向法 : ゴール指向 + プロブレムフレーム = ? , 情報処理学会ソフトウェア工学研究会ワーキンググループ, 2019.

佐伯元司 . ゴール詳細化の支援法, 情報処理学会ソフトウェア工学研究会要求工学ワーキンググループ, 2018.

佐伯元司 . 融合化ゴール指向法 : ゴール詳細化の支援, 情報処理学会ソフトウェア工学研究会要求工学ワーキンググループ, 2018.

佐伯元司 . 融合化ゴール指向法 : 多平面ゴールグラフによる要求獲得, 情報処理学会ソフトウェア工学研究会要求工学ワーキンググループ, 2017.

平澤一晃, 林晋平, 佐伯元司 . ゴール指向要求分析における語彙間の格関係によるゴール推薦, 情報処理学会ソフトウェア工学研究会, 2017.

<http://id.nii.ac.jp/1001/00178299/>

浅野圭亮, 林晋平, 佐伯元司 . ゴール指向要求分析法における不適切なゴール詳細化の検出, 電子情報通信学会ソフトウェアサイエンス研究会, 2017.

<https://www.ieice.org/ken/paper/20170310wbRr/>

佐伯元司 . 融合化ゴール指向法 : 多次元ゴールグラフによるゴール分解, 情報処理学会ソフトウェア工学研究会要求工学ワーキンググループ, 2016.

佐伯元司 . 融合化ゴール指向法 : 格フレームによるゴール分解のチェック, 情報処理学会ソフトウェア工学研究会要求工学ワーキンググループ, 2016.

伊藤翔一郎, 林晋平, 佐伯元司 . 融合ゴール指向要求分析におけるメトリックスを用いたAs-Isモデルの問題点発見手法, 電子情報通信学会ソフトウェアサイエンス研究会, 2015.

<https://www.ieice.org/ken/paper/201507241bbM/>

佐伯元司 . 融合ゴール指向要求分析法, 情報処理学会ソフトウェア工学研究会要求工学ワ

ーキンググループ, 2015.

〔その他〕
ホームページ等
<http://www.se.cs.titech.ac.jp/research/agora/>

6 . 研究組織

(1)研究分担者

(2)研究協力者

研究協力者氏名：林 晋平

ローマ字氏名：HAYASHI SHINPEI

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。