

機関番号：13601

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20500032

研究課題名(和文) スペクトル分析を用いたソフトウェア品質要求の妥当性と継承の確認法

研究課題名(英文) A spectrum analysis method for validating software quality requirements and for confirming their inheritance

研究代表者

海谷 治彦 (KAIYA HARUHIKO)

信州大学・工学部・准教授

研究者番号：30262596

研究成果の概要(和文)：情報システムの要求定義において機能要求だけでなく、品質要求の定義の重要性も増している。しかし、機能要求に比べ、品質要求が十分に定義されているか否かを系統的に確認することは難しい。本研究では、要求仕様書や設計仕様書の文書解析を行い、言及されている品質要求項目を定量的に測定することで、品質要求が十分に定義されているか否かを確認する手法を提案し、評価した。また、要求定義段階における品質要求定義が、設計や実装の段階で正しく継承されているか否かを確認する方法も提案し評価を行った。

研究成果の概要(英文)：Defining quality requirements is important as well as defining functional requirements. However, it is not easy to confirm whether quality requirements are defined enough or not. In this research, we proposed and evaluated a method for measuring the amount of quality requirements definition in a specification based on the natural language processing techniques. We also proposed and evaluated the amount of quality requirements definition is inherited to design and implementation phases as well as requirements definition phase.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2009年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2010年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：ソフトウェア工学

科研費の分科・細目：情報学，ソフトウェア

キーワード：要求工学，ソフトウェア工学，品質要求分析，スペクトラム分析

## 1. 研究開始当初の背景

ソフトウェアはユーザーの要求する機能を実現することが第一の目的であるため、古くから機能要求を識別・定義するための手法が広く研究され一定の成果を収めている。しかし、利用容易性や信頼性等の品質要求を代表とする非機能的な要求の識別・定義についての研究は十分に行われているとは言えない。

実際、2007年10月に開催されたIEEEの要求工学国際会議(RE07)でも、非機能要求をどのように分類し、識別・分析するかの見解が、著名な研究者の間でさえ大きく分かれた。実際にソフトウェア開発を遂行する観点からは、以下の二点が問題となる。

(1) あるソフトウェアの品質要求定義が妥当か否か(すなわちユーザー等のニーズにあっているか否か)を要求分析段階で確認する方

法が無い。

(2) 定義した品質要求が最終製品に継承されることを設計段階等の開発途中で確認する方法が無い。

品質要求は単独の項目として存在するのではなく、いくつかの機能に横断的に関連している場合が多い。この横断的で分散的な特性が品質要求の定義や分析を難しくしている。機能要求の場合、仕様、設計、実装がどのように関連付いているかの関係(トレーサビリティ・リンク)を明示的に設定・管理することで、要求が開発途中で継承されていることを確認する試みが多数ある。しかし、分散の度合いが相対的に低い機能要求でさえ、このようなリンクの設定・管理の自動化は難しい。トレーサビリティ管理では要求仕様書、設計仕様書、コード等の成果物間の関係に着目するため、横断的な品質要求の場合、困難さは増す。こういった背景もあり、品質要求に関してトレーサビリティを設定・管理しようとする研究はほとんど見られない。

研究代表者は、既存の類似ソフトウェアの比較を通して、新たな類似システムを開発する際の要求定義効率化の研究を既に提案している。また、そのような類似システムの比較結果を一種の知識ベースとし、新たに定義した要求仕様書の分析(例えば妥当性や完全性等)を行なうための手法も提案済である。機能要求に関するこれらの成果に基づき、同様に品質要求の分析を行なう手法を模索した結果、以下のような品質要求に関する知見が得られた。

- ・機能要求とは異なり品質要求はカタログ的に網羅することができる。
- ・類似システム毎に重視する品質特性が異なる場合があることを実データをもとに明らかにした。

さらに、研究提案者は、モデル駆動開発(Model Driven Development, MDD)に基づき、特定の品質特性を維持させるための開発手法を提案しつつある。

## 2. 研究の目的

本研究では背景で述べた二つの問題点を解決するための手法とその支援ツールの開発を目標とする。上記の問題点にも述べたように、本研究で解決したい問題は以下の二点である。

- ・あるソフトウェア製品の品質要求定義が妥当か否かを確認する手法を確立(品質妥当性のチェック)
- ・定義した品質要求が最終製品へ継承されていることを開発途中でも確認する手法の確立(品質継承のチェック)

これらを解決するため「ソフトウェア・スペクトル分析器」をソフトウェア成果物の種類

毎に開発する。前述のように品質特性はソフトウェア成果物の中に横断的に分散して存在しており、これはちょうど、光や波形のスペクトルに概念が似ている。

品質妥当性のチェックに関しては、類似している製品であれば、類似した品質特性の重要度を持つという仮説に基づいており、この仮説は一部の事例で既に実証済である。例えば、ウェブアプリケーション等の場合、セキュリティ品質が相対的に高いと思われるが、そのような相対的な重要度が図に示すようにスペクトルとして数値的・視覚的に得られる。類似製品グループ毎に「標準的なスペクトラム」を事前にデータベースとして持ち、この標準スペクトルと新規に開発する製品で品質要求定義したスペクトルとを比較することで、新規製品の妥当性や他にない品質特性を明確化することができる。

品質継承のチェックに関しても、同様に品質スペクトル分析器を用いる。要求仕様書、設計図、ソースコード等、異なる段階の成果物間のスペクトルを比較することで、品質要求が開発途中で継承されているかを数値的・視覚的に確認することができる。本研究では特定の要求仕様記述様式(例えば IEEE830 準拠)、設計図形式(例えば UML)、プログラム言語(例えば Java)に関する分析器を実際に開発し、図に示す品質要求分析法が機能することを実証する。

## 3. 研究の方法

ソフトウェア・スペクトル分析器を用いた品質要求の妥当性チェック手法の確立とその自動化(ツール開発)が中心となる。具体的には以下のステップで研究を遂行する。

- ・要求仕様書のスペクトル分析器の設計: 報告する分析器は、手作業で要求仕様書から品質スペクトルを生成する手順書として実現されており、直接自動化することができない。実際のソフトウェア開発では大規模な自然言語による文書として要求仕様書は記述されるため、文書処理の技術を用いてスペクトル分析器の再設計を行なう。研究代表者は自然言語の文書中の文構造に着目し、概念辞書(オントロジー)を半自動生成する技術を確立している。この技術を応用して、品質スペクトルの半自動生成アルゴリズムを確立する。品質に関する記述は基本的に形容詞や副詞等の係り受けを行なう品詞に反映される。また、特定の分野(例えば組込み機器やウェブアプリケーション等)では特定の言い回しやパラメータが品質特性と関連する。これらを総合的に用いて、自然言語による要求仕様書から品質スペクトラムを生成するアルゴリズムを決定する。尚、対外発表を鑑みて対象言語は英語とするが、できるだけ言語

の種類によらないアルゴリズムとなるようにする。

・事例に基づくアルゴリズムの評価：上記の分析器の設計は事例適用と同時に進行。実際に企業等で利用されている要求仕様書の入手は困難であるが、その代替物として、オープンソースソフトウェアのTODOリスト(どのようなソフトウェアを実現するか)のリストが利用可能である。この分析作業には学生等に研究支援を依頼する。

・ツールの実装と評価：設計に基づき、要求仕様書から品質スペクトルを半自動生成し、可視化、および比較を行なうツールをJavaで開発する。開発作業には学生等の支援を依頼する。

・ツールを用いた標準スペクトルの存在確認：開発したツールを用いて、この点について、大規模な分析を行なう。

・UMLでのスペクトル分析器の設計と実装：設計段階での品質要求は単なるコメントや特性の設計パターンに対応するケースが多い。本研究では可能な限り特別な拡張(例えば品質のためのステレオタイプ等)を行わず、UML図の構造的特徴等をもとに、品質スペクトル分析器のアルゴリズム作成を試みる。精度が低い等の問題があった場合に限り、拡張表現の導入を検討する。

・Javaでのスペクトル分析器の設計と実装：設計と同様の方針で分析器のアルゴリズムを作成する。加えて、実装は実行可能であるため、実行時のデータ履歴(プロファイル)等も品質スペクトルの作成に利用する。

#### 4. 研究成果

本研究の主目的である要求仕様書、設計書、ソースコードにおける品質要求の含有量に基づき、品質要求項目それぞれの重要度をスペクトルとして算出する手法を確立することができた。この手法は完全に自動処理できるわけではなく、人間の判断を部分的に必要とするため、手法の実施を支援するツールの開発し、その評価も行った。

手法およびツールは三段階の進化を遂げた。最初の手法では、要求仕様書等を文の集合とみなし、それぞれの文がどの品質特性と関連付くかを計数することで、スペクトルを生成した。第二の手法では、文と品質特性の関連付けを、より客観的かつ自動的に行うためTerm-Characteristics Map (TCM) と呼ばれるデータベースを整備し、出力するスペクトルの品質向上および手法の実施コストの削減を行うことができた。手法の最終段階では、要求仕様書を単なる文の集合とみなすのではなく、その章構成を考慮して、重視している品質特性に関しての重み付けを行う処理を追加した。この進化によって、現実的な要

求仕様書を入力として処理することが可能となった。

主な発表論文等に示すように、研究成果の多くは国際学会で発表しており、国際的にも注目を集めていることがわかる。特に学会発表⑦の会議はヨーロッパの当該分野における最高峰の会議である。国内においても研究者の関心を集めることができた。具体的には、学会発表③で既に共同研究を開始しているが、立命館大学の教授が持つ技術との融合研究を進めている。

既に上記で述べたが、立命館大学の教授が持つ格文法の解析技術を用いて、より精密かつ自動的なスペクトル分析を行う手法の開発にとりかかりつつある。また、スペクトル分析を行うに際して、機械学習の技術を用いて完全に自動的に行う研究についても検討中である。

#### 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 8 件)

- ① 海谷 治彦, 北澤 直幸, 長田 晃, 海尻 賢二. 類似既存システムの情報を利用した要求獲得支援システムの開発と評価. 電子情報通信学会論文誌, Vol. J93-D, No. 10, pp. 1836-1850, Oct 2010. 査読有.
- ② 海谷 治彦, 長田 晃, 原 賢一郎, 海尻 賢二. 要求変更によるソースコードへのインパクトを分析するシステムの開発と評価. 電子情報通信学会論文誌, Vol. J93-D, No. 10, pp. 1822-1835, Oct 2010. 査読有.
- ③ Haruhiko Kaiya, Masaaki Tanigawa, Shunichi Suzuki, Tomonori Sato, Akira Osada, and Kenji Kaijiri. Improving Reliability of Spectrum Analysis for Software Quality Requirements using TCM. IEICE Transactions on Information and Systems, Vol. E93-D, No. 4, pp. 702-712, Apr. 2010. 査読有.
- ④ 加藤 潤三, 佐伯 元司, 大西 淳, 海谷 治彦, 山本 修一郎. シソーラスを利用した要求獲得方法 (THEOREE). 情報処理学会論文誌, Vol. 50, No. 12, pp. 3001-3017, Dec. 2009. 査読有.
- ⑤ Haruhiko Kaiya, kouta Sasai, and Kenji Kaijiri. PORTAM: policy, requirements, and threats analyzer for mobile code applications. Progress in Informatics, No. 5, pp. 7-18, Apr. 2008. 査読有.
- ⑥ Haruhiko Kaiya, Akira Osada, and Kenji

Kaijiri. Identifying Stakeholders and Their Preferences about NFR by Comparing Use Case Diagrams of Several Existing Systems. IEICE Transactions on Information and Systems, Vol. E91-D, No. 4, pp. 897-906, Apr. 2008. 査読有.

[学会発表] (計 11 件)

- ① Haruhiko Kaiya, Yuutarou Shimizu, Hiroataka Yasui, Kenji Kaijiri, and Motoshi Saeki. Enhancing Domain Knowledge for Requirements Elicitation with Web Mining. In Proceedings of 17th Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC 2010), pp. 3-12, Sydney, Australia, 30 Nov - 3 Dec 2010. 査読有.
- ② 鈴木 駿一, 梅村 真弘, 谷川 正明, 小川 享, 海谷 治彦, 海尻 賢二. スペクトラム分析の実績に基づくソフトウェア品質要求評価ツールの実現と評価. 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 110, No. 227, pp. 7-12, 14 Oct. 2010. ソフトウェアサイエンス SS2010-29, 岩手県立大学.
- ③ 海谷 治彦, 大西 淳. 要求フレームを利用した品質要求分析支援. 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 110, No. 227, pp. 1-6, 14 Oct. 2010. ソフトウェアサイエンス SS2010-28, 岩手県立大学.
- ④ Haruhiko Kaiya, Kasuhisa Amemiya, Yuutarou Shimizu, and Kenji Kaijiri. Towards an Integrated Support for Traceability of Quality Requirements using Software Spectrum Analysis. In Proceedings of the 5th International Conference on Software and Data Technologies (ICSOFT), pp. 187-194, Athens, Greece, Jul. 2010. 査読有.
- ⑤ 雨宮 和寿, 海谷 治彦, 海尻 賢二. 品質要求が開発後段で反映されていることをスペクトル分析で確認する手法. 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 109, No. 392, pp. 19-24, 25-26 Jan. 2010. 知能ソフトウェア工学研究会, KBSE2009-51, 筑波大学 東京キャンパス.
- ⑥ 海谷 治彦. ソフトウェア成果物のためのスペクトル分析. ソフトウェアエンジニアリング最前線 2009, pp. 51-52, 東京女子大学, 9 Sep. 2009. 情報処理学会ソフトウェア工学研究会, 近代科学社. ソフトウェアエンジニアリングシンポジウム 2009 (SES2009). (招待論文). Sep. 2009.

- ⑦ Haruhiko Kaiya, Masaaki Tanigawa, Shunichi Suzuki, Tomonori Sato and Kenji Kaijiri. Spectrum Analysis for Quality Requirements by using A Term-Characteristics Map. 21th International Conference Advanced Information Systems Engineering (CAISE 2009), pp. 546-560, 8-12 June 2009 Amsterdam, The Netherlands. LNCS 5565. 査読有.
- ⑧ Motoshi Saeki and Haruhiko Kaiya. Security Requirements Elicitation Using Method Weaving and Common Criteria. In MODELS 2008 Workshops, pp. 185-196. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009. LNCS 5421. 査読有.
- ⑨ Shunichi Suzuki, Tomonori Sato, Masaaki Tanigawa, Akira Osada, Haruhiko Kaiya, and Kenji Kaijiri. A Systematic Method for Generating Quality Requirements Spectrum. In Proc. of the 24th Annual ACM Symposium on Applied Computing 2009, Volume 1 of 3, pp. 399-400, Honolulu, Hawaii, Mar. 2009. ACM. Track on Requirements Engineering, 査読有.
- ⑩ 谷川 正明, 鈴木 駿一, 佐藤 知徳, 長田 晃, 北澤 直幸, 海谷 治彦, 海尻 賢二. 単語-品質特性対応表を用いた品質要求スペクトルの抽出法. 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 108, No. 384, pp. 73-78, 19-20 Jan. 2009. 知能ソフトウェア工学研究会 (KBSE) KBSE2008-49, 機械振興会館 東京.
- ⑪ Naoyuki Kitazawa, Akira Osada, Kazuyuki Kamijo, Haruhiko Kaiya, and Kenji Kaijiri. So/M: A Requirements Definition Tool using Characteristics of Existing Similar Systems. In 32nd Annual IEEE International Computer Software and Applications Conference (COMPSAC2008), pp. 255-262, Turku, Finland, 28 July - 1 Aug. 2008. 査読有.

[その他]

ホームページ等

<http://kaiya.cs.shinshu-u.ac.jp/MVSQR/>  
ホームページ (研究成果、データベース、ソフトウェア、試作システムの URL など)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

海谷 治彦 (KAIYA HARUHIKO)

信州大学・工学部・准教授

研究者番号: 30262596