

波及効果解析を用いた ソフトウェア要求仕様の変更支援手法

杉本 英昭, 大西 淳

立命館大学大学院 理工学研究科 総合理工学専攻

525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1

e-mail: {sugi,ohnishi}@selab.cs.ritsumeai.ac.jp

ソフトウェア開発工程においてソフトウェア要求仕様はしばしば変更されるが、変更要求を元に該当箇所のみを変更してもその変更に伴って、同一仕様書中の他の個所に影響を及ぼし、結果として誤りを含んだソフトウェア要求仕様になってしまうことがある。本研究では要求仕様を変更することによって起こりうる波及効果を解析してユーザに提示することにより、ソフトウェア要求仕様の変更を誤りなく、正確に行なえる手法を提案する。

A Supporting Method for Changing SRS based on Ripple Effects Analysis

Hideaki SUGIMOTO, Atsushi OHNISHI

Department of Computer Science, Ritsumeikan University

1-1-1 Noji-Higashi, Kusatsu, Shiga 525-8577, Japan

The software requirements specification is often changed in the software development process. Even if an applicable part is changed, other parts of the specification may be influenced. As a result, it becomes an incorrect software requirements specification. We propose a supporting method for changing a software requirements specification by analyzing the ripple effects in the requirements modification.

1 はじめに

ソフトウェア要求仕様 (SRS : Software Requirements Specification) はソフトウェア開発工程において最初に作成されるドキュメントであり、後の工程でも頻繁に参照される。そのため、SRS は開発対象となるソフトウェアのユーザの要求を正確に反映したものでなければならない。しかしソフトウェア開発工程においてユーザの要求はしばしば変化し、またコンピュータ技術の進歩など様々な要因によっても開発対象となるソフトウェアに対する要求は変化する。そのため、SRS はユーザの要求が変更されるたびに、その都度ユーザの要求と SRS の間で整合性がとれているかを検証し、常にユーザの要求を正確に反映しているものにしておかなければならない。本研究ではこの問題を解決するために、SRS の変更要求があったときに、その変更を施すことによって、どのような波及効果が起こり得るのかを解析し、変更前に SRS の記述者に知らせることによって誤った SRS が作成されることを事前に防ぐことができる手法を提案する。本研究で扱う SRS は、波及効果解析を行なうために日本語要求記述言語 (X-JRDL) [4] で記述されている。SRS を記述するのは開発対象となるシステムの開発者であると仮定している。システム開発者が、顧客の望むシステムへの要望や変更要求を引き出し、それらを分析した上で X-JRDL によって仕様化する。

設計仕様とプログラム間の関連に基づいた変更支援法の研究 [3] はこれまでもなされているが SRS 変更時における波及効果については取り扱っていない。また、自然言語記述により SRS の記述・定義をシステムの開発者だけでなく顧客自身もその工程に参加することによって開発者・顧客双方のソフトウェア要求に対する理解を深めることができるシステム [5] においても仕様変更における波及効果については取り扱っていない。SRS の変更を取り扱う製品として Rational Software Corporation の変更依頼管理システム「Rational ClearQuest」があるが、ソフトウェア

開発プロジェクトにおける変更依頼の「管理」についてのシステムであり、SRS そのものの変更についての機能は有していない。

本研究で提案する手法により、要求を変更する際に事前に発生するであろう誤りを知ることができ、それを踏まえた上で SRS を記述することができるので SRS に誤りが含まれることを防ぐことができ、正確な SRS を作成することが可能となる。ソフトウェア開発工程においてソフトウェアに対する要求が変更されても、常に誤りのない SRS を用意することができることで、手戻りをなくすことができ、ソフトウェア開発をスムーズに行なうことができるようになる。

2 SRS の変更

この章では本研究で取り扱う SRS の変更の定義を行ない、それぞれについて具体例を用いて説明する。

2.1 変更の定義

本研究では、SRS の変更を、

変更 $\left\{ \begin{array}{l} \text{追加} \\ \text{削除} \\ \text{更新} \end{array} \right.$

と分類、定義する。以下ではそれぞれについて具体例を用いて説明する。

2.1.1 追加

以下のような要求文を考える。

要求文 R_1 :

顧客データは顧客名と顧客種別と住所と電話番号と FAX 番号と E-mail アドレスからなる。

いま、開発対象のシステムのユーザから、

変更要求 c_1 :

「顧客の過去の商品購入履歴を記録できるようにしてほしい」

という変更要求があったとする。まずシステム開発者は c_1 から顧客データの定義に「商品購入履歴」という項目を追加すればいいと判断する。しかし単に要求文 R_1 に「商品購入履歴」を追加すればいいというわけではない。もし R_1 で使用されている「顧客データ」が同一 SRS 内で他の部分で使用されている場合は「商品購入履歴」の追加によって他の部分にも波及効果が及ぶことがある。たとえば顧客データを格納しておくデータベースの構造を変更したりしなければならぬかもしれない。また、システムのユーザの要求は「商品購入履歴を記録できるようにしてほしい」ということなので、記録したものを利用することが考えられる。すなわち、商品購入履歴を記録する機能や参照する機能の追加も考慮しなければならない。

2.1.2 削除

前述の追加の場合と同様、以下の要求文を考える。

要求文 R_2 :

顧客データは顧客名と顧客種別と住所と電話番号と FAX 番号と E-mail アドレスからなる。

いま、開発対象のシステムのユーザから、

変更要求 c_2 :

「顧客とのやり取りは電話か E-mail を利用するので顧客の FAX 番号は不要である」

という変更要求があった場合を考える。システム開発者は c_2 の情報で顧客データの定義から「FAX 番号」という項目を削除すればいいと判断する。しかし単に要求文 R_2 から「FAX 番号」を削除すればいいというわけではない。もし R_2 で使用されている「FAX 番号」が同一 SRS 内の他の部分で使用されている場合は「FAX 番号」の削除によって他の部分にも波及効果が及ぶことがある。すなわち、同一 SRS 内に要求文

R_2 で使われている「FAX 番号」を使用している要求があればそれを削除しなければならない。また、FAX 番号が不要ということは FAX を使用することはないということなので、FAX でデータのやりとりを行なっているような機能は削除する必要がある。

2.1.3 更新

以下のような要求文を考える。

要求文 R_3 :

在庫検索部はオンライン受付部から注文データを受け取る。

いま、開発対象のシステムのユーザから、

変更要求 c_3 :

「在庫検索部が受けとるのは注文データではなく、見積内訳データにしてほしい」

という変更要求があったとする。この場合は c_3 から「注文データ」を「見積内訳データ」に更新すればよいことがわかる。この更新の場合、まず「見積内訳データ」に関する定義が必要になる。すなわち「見積内訳データ」がいくつかの項目を持つデータならば、それらを定義する要求文が必要になる。また「注文データ」の各データ項目が以下のように定義されている場合、

要求文 R_4 :

注文データは住所と電話番号と都道府県名と商品見積り番号からなる。

「住所」「電話番号」などの各データ項目が SRS 内で使用されている部分を検索し、「注文データ」が「見積内訳データ」に更新された場合にどのような波及効果が起こるのか解析した上で更新しなければならない。「注文データ」に定義されていた項目がそのまま「見積内訳データ」で利用できる場合はそのままよいが、「見積内訳データ」には存在しないデータ項目は削除

しなければならないし、「注文データ」には存在しないが「見積内訳データ」には存在するデータ項目については追加しなければならない。

3 変更支援手法

3.1 変更要求の記述法

ユーザからの変更要求の記述は開発対象となるシステムの開発者が行なう。開発者がユーザから変更要求を聞き、それを分析して X-JRDL で仕様化する。ユーザからの要求は文書で依頼される場合や口頭で述べられる場合が考えられる。特に口頭で述べられた場合は SRS で使用されていない用語が使用される場合がある。そのような場合は要求仕様データベース (SRS-DB)[1] を、質問言語を使用して検索することによって該当する用語を特定することができる。

X-JRDL で記述された要求文は一つの動詞しか含まない単文に分割され、内部表現に変換される。この内部表現を、動詞を関係とする関係スキーマと見ることによってデータベースと見なすことができる。

3.2 変更支援手法の手順

本研究における変更支援手法の手順は、まず開発対象システムのユーザから変更要求が起これるとその変更要求から元の SRS の変更該当箇所を特定する。その後、変更該当箇所を変更する場合に起こり得る波及効果を解析し、その結果を SRS の記述者に提示し、変更するか否かを判断させる。

具体的な処理手順は以下の通りである。

1. ユーザからの変更要求発生

開発対象システムのユーザからの変更要求は文書で伝えられたり、時には口頭で述べられる場合もある。ユーザはシステムの内部設計や SRS についてはまったく知識がないと考えられ、変更要求の内容はあいまいなものになることが多いと考えられる。

2. システム開発者が変更要求を分析して変更該当箇所を特定し、相当する要求を X-JRDL で記述

ユーザの変更要求を聞いたシステム開発者は、最初にその変更要求を分析して既存の SRS の中でどの部分が変更該当箇所なのであるか特定する。変更該当箇所が特定できるとその箇所の要求文を元に変更要求に合うように変更要求文を X-JRDL を用いて記述する。

3. 変更によって起こり得る波及効果を解析

手順 2 で特定した変更該当箇所の要求文をもとに波及効果解析を行なう。変更の種類（追加、削除、更新）によって解析の方法を変える。例えばある機能やファイル、データの定義がなくなることによってそれらを利用している他の要求に波及効果が及び、SRS に誤りが生じる恐れがある。また、ある部分の変更によってその影響がシステムのデータの流れや、機能やデータの構造に波及する場合もある。

以下では、システムのデータの流れに着目して、機能の変更に伴うデータの流れの波及効果を解析する手法について説明する。

図 1 において、 \bigcirc は機能を、矢印はデータの流れを表す。 I_1, I_2, \dots, I_n は機能 F_x の入力データを、 O_1, O_2, \dots, O_m は機能 F_x の出力データを表している。

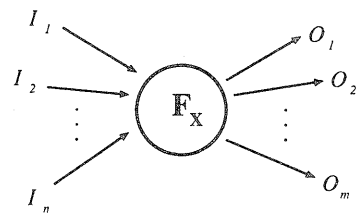


図 1: 機能とデータの入出力

(a) 機能の追加

機能 F_x の入力データは他の機能で使われていない入力集合 $\{I_i\}$ と、他の機能で使われている入力集合 $\{I_j\}$ に区別することができる。図 1 の機能 F_x を追加する場合は、他の機能で使われていない新規の入力集合 $\{I_i\}$ については $\{I_i\}$ のサブセットのみを出力する機能の場合は追加する必要が生じる。 $\{I_i\}$ のサブセットとそれ以外の既存データを出力する機能の場合は変更する必要がある。

他の機能で使われる既存の入力集合 $\{I_j\}$ に対しては、それらを生成する機能から追加機能 F_x へのデータフロー要求のみを追加する必要がある。

出力集合 $O = \{O_1, O_2, \dots, O_m\}$ は一般に全て新規で、かつ他の機能への入力と仮定できるので、集合 $\{O_i\}$ のサブセットのみを入力とする機能の場合は、その機能を追加する必要があり、 $\{O_i\}$ のサブセット以外にも既存のデータを入力する機能は、既存のデータを入力とする既存機能を更新する必要がある。

(b) 機能の削除

図 1 の機能 F_x を削除する場合は、入力集合 $I = \{I_1, I_2, \dots, I_n\}$ のサブセット I_{sub} の要素のみを作成している機能で、かつ I_{sub} の全ての要素が他の機能の入力となっていない場合には波及効果が及び、 I_{sub} の要素のみを作成する機能を削除する必要がある。

入力集合 $I = \{I_1, I_2, \dots, I_n\}$ のサブセット I_{sub} の要素のみを作成している機能で、かつサブセット I_{sub} の 1 つ以上の要素が他の機能の入力となっている場合には波及効果が及び、他の機能の入力となっている要素のみを作成する機能に更新する必要がある。

入力集合 $I = \{I_1, I_2, \dots, I_n\}$ のサ

ブセット I_{sub} の要素だけでなく、他のデータも作成している機能で、かつ作成している I_{sub} の 1 つ以上の要素が他の機能の入力となっている場合には波及効果が及び、その機能を他の機能の入力となっているデータだけを作成する機能に更新する必要がある。

出力集合 $O = \{O_1, O_2, \dots, O_m\}$ のサブセットのみを入力とする機能には波及効果が及ぶので削除する必要がある。

$\{O_i\}$ のサブセットおよび他のデータを入力とする機能は他のデータのみを入力とする機能に更新する必要がある。

(c) 機能の更新

機能 F_x が更新されたことによって機能 F_x' になったとする。機能 F_x の入力集合を I 、機能 F_x' の入力集合を I' とすると、 I は削除される入力集合 I_A と変化しない入力集合 I_B の和集合となり、 I' は機能 F_x の更新によって、新規に作成される入力集合 I_C と、変化しない入力集合 I_B の和集合となると考えられる。

$\{I_C\}$ のサブセットのみを出力する機能の場合は追加する必要が生じる。 $\{I_C\}$ のサブセットとそれ以外の既存データを出力する機能の場合は変更する必要がある。

入力集合 I_A のサブセット I_{sub} の要素のみを作成している機能で、かつ I_{sub} の全ての要素が他の機能の入力となっていない場合には波及効果が及び、 I_{sub} の要素のみを作成する機能を削除する必要がある。

入力集合 I_A のサブセット I_{sub} の要素のみを作成している機能で、かつサブセット I_{sub} の 1 つ以上の要素が他の機能の入力となっている場合には波及効果が及び、他の機能の入力となってい

る要素のみを作成する機能に更新する必要がある。

入力集合 I_A のサブセット I_{sub} の要素だけでなく、他のデータも作成している機能で、かつ作成している I_{sub} の1つ以上の要素が他の機能の入力となっている場合には波及効果が及び、その機能を他の機能の入力となっているデータだけを作成する機能に更新する必要がある。

同様に、機能 F_x の出力集合 O は削除される出力集合 O_A と変化しない出力集合 O_B に、機能 F_x' の出力集合 O' は変化しない出力集合 O_B と新規に作成される出力集合 O_C の、それぞれ和集合となると考えられる。

集合 $\{O_C\}$ のサブセットのみを入力とする機能の場合は、その機能を追加する必要があり、 $\{O_C\}$ のサブセット以外にも既存のデータを入力する機能は、既存のデータを入力とする既存機能を更新する必要がある。

出力集合 O_A のサブセットのみを入力とする機能には波及効果が及ぶので削除する必要がある。

$\{O_A\}$ のサブセットおよび他のデータを入力とする機能は他のデータのみを入力とする機能に更新する必要がある。

4. 波及効果解析の結果を開発者に提示

波及効果解析の結果を SRS 記述者である開発者に提示する。波及効果解析の結果、例えば削除する必要があると診断された機能が、必須な機能であると利用者が判断する場合は、バックトラックして矛盾がなくなるようにする。

波及効果解析の結果に問題がなければ次に進む。

5. 波及効果によって新たに生じた変更要求について波及効果解析を繰り返す

3. と 4. で説明した手順を波及効果がなくなるまで繰り返す。

6. 要求仕様の変更

最終的に問題がなければ、波及効果解析によって判明した変更要求を含め、元の要求仕様を変更する。

4 適用例

この章では本稿で提案した手法を実際の SRS に適用し、手法の有用性について述べる。今回対象としたのは WWW を利用してパーソナルコンピュータ等の販売を支援するシステムの SRS である。このシステムは WWW で製品の情報を提供し、製品を購入しようとする人が Web ブラウザを利用して見積りを行ない、製品の注文などができる、いわゆるオンライン BTO (Build To Order) システムである。手法に適用した SRS は IEEE が推奨する SRS のフォーマット [2] に準拠して記述されている。SRS の一部を図 2 に示す。

4.1 機能の変更

ここでは開発対象システムの機能の変更要求があった時の本手法の適用について述べる。

SRS では WWW を利用して購入希望商品の見積りを行なった後、その結果を FAX で商品発送部に出力することになっているが、発送の前に在庫を検索しなければならないので出力先を在庫検索部に変更する場合を考える。見積り結果の出力に関して、SRS では以下のように定義されている。

オンライン見積りは見積結果を FAX で商品発送部に出力する。

1. ユーザからの変更要求発生

パーソナルコンピュータ等販売支援システムの要求記述

パーソナルコンピュータ等販売支援システムはデータ入力部と情報提供部とオンライン見積部と注文受付部と発送部と障害対応部と保守部からなる。

(1) データ入力部

新規データ入力部とデータ更新部とデータ削除部からなる。

(1.1) 新規データ入力部

新規データ入力部は新規商品データ入力部と新規顧客データ入力部からなる。

(1.1.1) 新規商品データ入力部

新規データ入力部から制御を受け取る。ユーザが新規商品データをキーボードで入力する。新規商品データを商品マスタファイルに加える。新規商品データは商品名と価格と仕様と製造日からなる。制御を渡す。

.....

図 2: 要求仕様記述の一部

開発対象システムのユーザから以下の変更要求が発生する。

「見積り結果を商品発送部に送る前に在庫を検索できるようにしてほしい」

2. システム開発者が変更要求を分析して変更該当箇所を特定し、相当する要求を X-JRDL で記述

開発者は上記の変更要求を分析して変更該当箇所を特定する。変更要求中の「商品発送部」を用いて SRS-DB に以下のように問い合わせる。

商品発送部を目標格とする d f l o w 文はあるか？

問い合わせた結果、以下のような結果が得られる。

“商品発送部”は以下のように条件を満たします。

オンライン見積部は商品発送部へ見積結果を F A X で出力する。

この結果から「オンライン見積部」のデータ出力に関する要求文を変更すればよいことが分かる。ユーザの変更要求に合うように、以下のような要求文を X-JRDL で記述する。

オンライン見積部は見積結果を F A X で在庫検索部に出力する。

3. 変更によって起こり得る波及効果を解析

新たに追加する機能である「在庫検索部」の入力データは「商品名」である。SRS において「オンライン見積部」の出力データは以下のように定義されている。

見積結果は商品名と価格と必要経費総額からなる。

「在庫検索部」の入力となる「商品名」は「オンライン見積部」の出力データに含まれるので、この場合は「オンライン見積部」の出力データフローを検索部へ更新する必要がある。

「在庫検索部」の出力データは「在庫数」であるが、データの出力先である「商品発送部」の入力データである「見積結果」は SRS において上記のように「商品名」「価格」「必要経費総額」と定義されており、「在庫数」を入力とすべき「商品発送部」

の入力ではないので、「商品発送部」の機能を「在庫数」を入力するように更新する必要がある。「商品発送部」の出力には変化がないので波及効果は及ばない。

4. 波及効果解析の結果を開発者に提示

波及効果解析の結果を SRS 記述者である開発者に提示する。更新する必要があると判断された機能は「商品発送部」であり、開発者は特に問題ないと判断する。

5. 波及効果によって新たに生じた変更要求について波及効果解析を繰り返す

「商品発送部」は入力データとして「在庫数」という新規のデータが加わり、その結果、「在庫数」を出力する機能が必要であると判断されるが、この機能は検索機能としてすでに用意されている。「商品発送部」の出力には変化がないので、他の機能へは波及効果は及ばない。

6. 要求仕様の変更

以上の結果から、波及効果解析によって判明した変更要求を含め、元の要求仕様を変更する。

これにより、変更前は

オンライン見積部は見積結果を FAX で商品発送部に出力する。見積結果は商品名と価格と必要経費総額からなる。

と定義されていたのが、変更後は

オンライン見積部は商品名を FAX で在庫検索部に出力する。見積結果は商品名と価格と必要経費総額からなる。在庫検索部は商品名と在庫数を商品発送部へ FAX で出力する。オンライン見積部は見積結果を FAX で商品発送部に出力する。

と定義される。

5 おわりに

本稿ではソフトウェア要求仕様の変更にもなって起こり得る波及効果を解析しそれを事前に SRS 記述者に提示することにより、波及効果によって誤った SRS が作成されることを防ぐことができる SRS の変更支援手法を提案した。

今回はデータフローに着目した変更支援手法を提案したが、今後は機能構造の変更やデータ構造の変更などについての手法も確立しなければならない。そして手法をシステム化し多くの具体例に適用して評価し、よりよい手法に洗練させていく予定である。

参考文献

- [1] Atsushi Ohnishi: Software Requirements Specification Database Based on Requirements Frame Model, Proc. of the second IEEE Int'l Conf. Requirements Engineering (ICRE'96), pp.221-228(1996).
- [2] IEEE Standards Board: IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications, IEEE, 1993.
- [3] 中西 隆博, 佐伯 元司: 設計仕様とプログラム間の関連に基づいた変更支援法, 信学技報 SS98-45, pp.1-8(1999).
- [4] 大西 淳, 阿草清滋, 大野 豊: 要求フレームに基づいたソフトウェア要求仕様化技法, 情報処理学会論文誌, Vol.31, No2, pp.175-181 (1990).
- [5] 滝沢 陽三, 上田 賀一: 顧客による要求分析のための手法とその支援システム, 情報処理学会ソフトウェア工学研究会 126-3, pp.17-24(2000).