

ソフトウェア要求仕様記述の推敲実験

林 貴之 武内 惇 藤本 洋 藤原 仁*

日本大学工学部

(* 現在 株式会社NTT データ)

ソフトウェア開発作業で作成される文書の表現から記述担当者の属人性を排除し、ソフトウェア開発関係者間において誤りなく文書記述者の意図を伝達可能にすることにより、ソフトウェア開発の生産性と品質の向上を図るための文書の推敲法を提案して来た。本稿では多量の文章を効率良く推敲するため推敲手順の定式化を行い、要求仕様書へ推敲手順を適用した結果について報告する。

Experimentation of Software Requirements Specifications Elaboration

Takayuki Hayashi Atsushi Takeuchi Hiroshi Fujimoto Jin Fujiwara*

College of Engineering, Nihon University

(* NTT Data Corporation)

We propose the elaboration methodology for the document described in the software development process. We believe that the removing the personal dependencies from the document expressions can contribute to the improvements of productivity and quality of software development.

In this paper we propose an elaboration procedure and report the results of experiment on the application our procedure to the software requirements specifications.

1. はじめに

ソフトウェアの開発や開発管理を支援する技法やツールの開発が進み、実務への適用が図られている。しかし、これらの技法やツールを効果的に使用して、うまくソフトウェアを実現できる人とうまくできない人がいるため、ソフトウェア開発

プロジェクト全体として生産性や品質の向上が達成されないことも多い。一般に人間は対象のものや事象の「望ましい姿(モデル)」を所有しており、現実の姿とモデルとの比較結果を基に対象のものや事象を認識し、それらを操作していることに注目し、筆者等はソフトウェアの開発や開発管理に

関する良いモデル（以下開発モデルと呼ぶ）を作成し誰もがうまくソフトウェアを実現可能とする開発モデルベースの開発環境の実現を目指している。ソフトウェアの開発過程と成果物の特徴から、開発モデルを以下の3つに分類した[1]。

- ①モデル1：検討の視点や完了基準、技法やツール等の使用方法を与えるモデル
- ②モデル2：開発過程の進捗状況から問題を予測し、対策を決定するためのモデル
- ③モデル3：思考・設計の成果物である文書を誤りなく解釈されるように表現法を改善するためのモデル。推敲モデルと呼ぶ。

ソフトウェア開発過程で作成される文書の表現を改善し文書記述者の属人性を排除することが、ソフトウェア開発関係者間の誤りのない意図伝達を可能にすることに注目し、ソフトウェア開発の生産性と品質の向上を図るためには文書の推敲が重要であることを提案している。しかし、実務の場では文書の目次や記述項目を定めた記述規約は使用されているが、文書の表現法についてはもっぱら担当者に任せられており効果的な推敲が行われているとはいえない。筆者等は推敲を行人に依存することなく効果的に推敲を行うための推敲モデルと推敲手順からなる推敲方式を提案している[2,3]。

本稿では推敲方式の考え方、および要求仕様書を対象とする推敲方式について、特に推敲者の属人性を排除するために改善した推敲手順について述べる。さらに、情報処理学会ソフトウェア研究会要求工学WGで開発された「国際会議プログラム委員長支援システム」の要件書を用いて本方式の適用実験を行い、方式の実行可能性や有効性に関する検討の結果を報告する。

2. 推敲方式の考え方

2.1 推敲作業の位置付け

推敲は、記述の基本ルールを守り文書の記述者の意図を読者に正確に伝えられるようにするため文書記述の不具合を検出し修正することである。推敲作業は記述者本人が推敲モデルを用いて自分が記

述した文書を調べ記述の不具合を検出し修正することである(図1)。ただし、記述内容の正当性の検証は推敲された文書を用いて推敲作業の後に関係者が集まって行うレビュー作業で行うものとする。推敲作業を確実にを行うことにより、レビュー作業における文書記述者(以下記述者と呼ぶ)の意図の確認作業を減らし、気づかないうちに行われる誤解を減らすことができるため、記述者以外の多くの人の作業時間の削減を可能とすることができるものと期待できる。

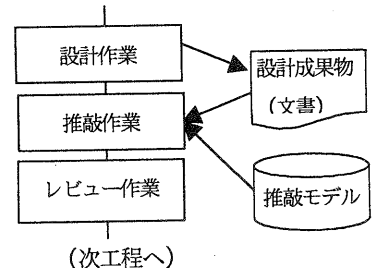


図1 推敲作業の位置付け

2.2 推敲方式の要件

効果的に推敲を行う方式を推敲方式と呼び、推敲モデルと推敲手順から構成する。

推敲対象となる文書の量が多いこと、また設計作業は分担して行われることから記述者も多いため推敲方式には以下の要件を満足させる。

- ①網羅性：全ての表現上の不具合を検出可能とする
- ②非属人性：推敲実施者の能力や特徴に依らない
- ③効率性：同じ作業の繰り返しを不要とする
- ④情報提供：推敲作業で得られた情報を次のレビュー作業で使用可能とする

2.3 推敲モデルの構成法

推敲モデルは、「文書の良さ」を表す特性項目と特性項目を客観的に測定するための推敲尺度から構成する。推敲尺度は「表現の良さ」を測定するための表現尺度と「記述項目の良さ」を測定するための内容尺度に分割する。

言語設計では表1に示す概念、意味モデル、構文および語彙の4つの視点から検討がなされるこ

とから、文書の表現法を網羅的に測定するため、表現尺度も表1の4つの視点に分割して測定尺度を設定する。

表1 言語設計の4つの視点[4]

分類	内容
概念	記述すべき対象概念の決定
意味モデル	対象概念を表現する視点の決定
構文	「意味」で規定した視点に沿って対象概念を記述する文章構文の決定
語彙	使用する用語の決定

2. 4 推敲手順の定式化

属人性を排除し、効率良く、有用な情報を取得しながら推敲を進めるための手順を以下のように設定する。

(1) 表現尺度と内容尺度の測定順序

①記述者は表現法に不具合がある場合でも、記述項目として適かどうかに関しては判断ができませんこと、また②不具合な記述項目に付いての表現法の推敲作業は無駄な作業であることから、先に内容尺度を用いた推敲を行い、その後表現尺度を用いた推敲を行う。

(2) 内容尺度を用いた推敲手順

内容尺度に指定された項目毎に、記述がなされているかどうかを調べ、不具合な項目に付いて修正を行う。

(3) 表現尺度を用いた推敲手順

第一に独立して扱うことができる語彙段階の表現尺度を用いて、語彙の推敲を行う。次に意味モデルと構文には対応関係があることから、意味モデル段階と構文段階の表現尺度を用いて、文単位に意味モデルと構文の推敲を行う。ここまでの推敲により文の表層的な推敲を完了する。その後文が表す内容について、他の文の内容との比較を行い概念段階の推敲を行う。

3. 要求仕様記述の推敲方式

ソフトウェア開発工程の中で最も重要で、ユーザやシステム設計者など異なる背景を持った多様なメンバーが関係し、意図伝達が最も難しい要求

仕様記述を対象とする推敲方式を提案する。

3. 1 推敲モデル

網羅性を実現するため、要求仕様書の「文書の良さ」を表す特性項目は、IEEEstd830-1993 Recommended Practice for Software Requirements Specifications に示されている「良い要求仕様記述が持つ特性」の中から、レビュー作業で調べるべき「正当性」を除いた項目を採用する(表2)。

表2 良い要求仕様書の特性

特性	概要説明
正当性	要求仕様書通りに実現されたソフトウェアがユーザの問題を解決することができる
非曖昧性	記述はただ一つの解釈がなされる
完全性	関係があるもの全てについて記述されている
一貫性	要求仕様書内の特性で、記述された要求仕様のソフトウェアの内容に矛盾がない
重要度と確定度のランク付け	仕様の重要度と仕様の確定度が示されている
検証可能性	ソフトウェア製品が要求仕様を満足していることを確認可能な記述である
変更可能性	要求仕様に関するいかなる変更も容易に完全に、一貫性を損なわずにおこなえる構造やスタイルである
追跡可能性	要求仕様の元となっている情報の参照先が明確になっている

以上の特性項目のうち、完全性、重要性および確定性のランク付け、変更容易性、追跡可能性はこれらの定義より記述項目の良さを表すものであることから内容尺度を設定する(表3)。

また、非曖昧性、一貫性および検証可能性はこれらの定義より表現の良さを表すものであることから、表現尺度を設定する。さらに、4つの視点から表現尺度を分類する(表4)。

表3 内容尺度

特性項目	測定尺度
完全性	IEEE や企業内ので規程された目次項目の中で記述されていない項目数
重要性及び確定性のランク付け	実現する機能や特性について重要性や確定性のランクに関する記述の有無。
変更容易性	<ul style="list-style-type: none"> 目次の記述誤りの有無 索引の記述誤りの有無 クロスリファレンスの記述誤りの有無
追跡可能性	前の工程で作成されるドキュメントの記述内容とのリンク記述の誤りの有無

表5 内容尺度による特性項目の測定法

特性項目	特性項目の測定法
完全性	規約に記述された目次項目と文書の目次項目を比較し、記述されていない項目を検出する
重要性及び確定性のランク付け	重要性及び確定性のランクの記述場所にランクが記述されていない機能を検出する
変更容易性	<ul style="list-style-type: none"> 目次に記述された項目と本文のタイトルの不一致を検出する 索引の参照先の不具合を検出する クロスリファレンスの記述項目間の不整合を検出する
追跡可能性	参照する文書の記述場所に参照した文書名の記述漏れを検出する

表4 表現尺度

	非曖昧性	一貫性 (無矛盾性)	検証可能性
概念	同一のタイトルが複数存在し、それらが異なる意味で使用されていた場合のタイトルの数	<ul style="list-style-type: none"> 異なるタイトルが複数存在し、それらが同一の意味で使用されていた場合のタイトルの数 互いに関連する概念について記述した文の間で、対応すべき視点別項目名に誤りがある文の数 互いに関連する概念について記述した文の間で、対応すべき項目値に誤りがある文の数 	動作検証に必要な記述項目が記述されていない項目の数
意味モデル	同一の視点の組を持った複数の文が存在し、それらが異なる役割を持つ場合の文の数	同一の役割を持った複数の文が存在し、それらが異なる視点の組を持つ場合の文の数	動作検証に必要な文に、視点の欠落がある場合の文の数
構文	<ul style="list-style-type: none"> 複数の係り受けを持つような文の数 代名詞が示す先が不明確な文の数 主語が省略されている文の数 文の内容の順序関係を不明確にする接続詞の数 否定の範囲が不明確な否定語の数 	同一の役割を持った複数の文が存在し、それらが異なる構文で記述されている場合の文の数 例 <ul style="list-style-type: none"> 能動態と受動態 繰り返し表現 分岐表現 論理表現 	関係する内容が記述されている文が、容易に参照できない文の数
語彙	一つの用語が複数の意味で使用されているときの当該用語の数	同一の意味を複数の用語で表現しているときの当該用語の数	<ul style="list-style-type: none"> 用語が表す内容・意味を図る測定法、単位、良否判定基準が明確でない用語の数 用語の定義がない用語の数

3. 2 推敲手順

3. 2. 1 内容尺度を用いた推敲手順

表5の手順に従って記述項目の不具合を検出する。

3. 2. 2 表現尺度を用いた推敲手順

推敲は①語彙段階、②意味モデルと構文段階、③概念段階の順に進める。各推敲段階で参照する情報を表に記載し、表に記載された内容から各特性項目の値を測定(表現の不具合検出)する。表には記述者

には記述者の意図の表層的表現と深層的表現を併記することにより、文章特性情報の抽出法から属人性を排除しているところに、表の特徴がある。作成した表は後の段階で行われる推敲でも使用し、同一の視点からの文書の再検討を不要にする。

(1) 語彙段階の推敲手順

文章を読み名詞、動詞に注目して用語を抽出し、表6に記入する。表6に記載された内容から曖昧用語、一貫性のない用語、検証が難しい用語を表7のように検出する。ここで概念項目名とは当該用語がどのような概念の名称であるかを表すもので、機能名、入力データ名等がある。

表6 語彙段階の不具合情報の集計表

項目	記述内容
①用語	一つの利用語
②概念項目名	検出した異なる項目名
③初めて使用されている場所	章節番号
④意味等の定義場所	章節番号
⑤同義語の使用場所	同義語と章節番号
⑥異義語の使用場所	異義語と章節番号

表7 語彙段階の表現尺度による特性項目の測定法

特性項目	特性項目の測定法
非曖昧性	複数の②があるか、または⑥がある用語を検出する
一貫性	⑤のある用語を検出する
検証可能性	④がない、または③より後にある用語を検出する

(2) 意味モデルと構文段階の推敲手順

各文の特徴を表8に記入する。表に記載された内容から意味モデルと構文についての曖昧部分や一貫性の欠如部分、検証が困難な部分を表9のように検出する。ここで文の役割名とは当該文で表現したい概念項目名である。例えば目的、機能、制限等である。

(3) 概念段階の推敲手順

各タイトルの特徴を表10に記入する。表に記載された内容から概念(タイトル)についての曖昧部分や一貫性の欠如部分、検証が困難な部分を表11のように検出する。

表8 意味モデルと構文段階の不具合情報の集計表

項目	記入項目
①文番号	調査対象文の番号
②文の役割名	表現したい対象概念項目名
③視点	表現したい対象概念を表現する視点名を列挙
④視点別システム構成要素名	システム構成要素名を列挙
⑤視点別システム構成要素の値	システム構成要素の値を列挙
⑥係受け、代名詞、主語不具合	不具合種類
⑦構文タイプ	構文のタイプ
⑧複文	複文

表9 意味モデルと構文段階の特性項目の測定法

	特性項目	特性項目の測定法
構文段階	非曖昧性	⑥がある文を検出する
	一貫性	②が同一の文について⑦が異なる分を検出する
	検証可能性	⑧(複文)を検出する
意味モデル段階	非曖昧性	③が同一の文について②が異なる文を検出する
	一貫性	②が同一の文について③が異なる文を検出する
	検証可能性	②が同一の文について③に記述漏れがある文を検出する

表10 概念段階の不具合情報の集計表

項目	記入内容
①タイトル名	タイトル名
②章節番号	タイトルの章節番号
③タイトルの種類	・目次項目名 ・概念項目名
④入力指定	入力仕様記述部の章節番号
⑤出力指定	出力仕様記述部の章節番号
⑥動作条件指定	動作条件記述部の章節番号

表11 概念段階の特性項目の測定法

特性項目	特性項目の測定法
非曖昧性	②が異なる、同一のタイトルを検出する
一貫性	・③の概念項目名が同一の異なる名前のタイトルを調べ、内容が同じものを検出する ・相互に関係のある対象概念に付いて記述した文の間で、対応する視点別システム構成要素名(表8④)や視点別システム構成要素値に違いがある文を検出する
検証可能性	③が概念項目名が機能であるとき、④⑤⑥のいずれかが欠落しているタイトルを検出する

4. 適用実験

4. 1 目的

提案している推敲方式の実行可能性と有効性、適用限界を確認するため、以下の視点から情報処理学会 SIGSE 要求工学 WG 共通例題である「国際会議プログラム委員長支援システム」の要件書を基に要求仕様書を作成し推敲を行った。

(1) 実行可能性の確認

情報収集表を作成することにより、表に記述された内容から推敲実施者（文書の記述者本人）の特性に依存することなく表現法の不具合を検出できることを確認する。

(2) 有効性の確認

①良い要求仕様書の特性に反する文書表現の全ての不具合を検出できること、②有限時間で漏れなく推敲を完了できること、③収集した情報を他の作業で活用可能となることを確認する。

4. 2 適用対象の特徴

国際会議プログラム委員長支援システムの要件書を図2に示す。本システムはパーソナルユースの情報管理システムであるが、インターネットを介した情報入出力を行う所に特徴がある。処理時間の制約や複雑な論理判定は存在しない。

I. 目的

国際会議のプログラム委員長の業務を支援するシステムを作成する。投稿論文の管理だけでなく、投稿者への連絡の手紙などの作成も支援する。

II. プログラム委員長の業務

1. スケジュールを決める。

決めるスケジュールは以下のとおり。

論文投稿締切り日、プログラム委員会開催日、著者への論文の採否通知日、Camera Ready 締切り日、印刷業者への発送日。

2. Call for Paper を作成し、学会誌等への掲載を依頼したり、配布を行なったりする。

3. プログラム委員を選び、依頼を行なう。委員名簿を作成する。

プログラム委員の名簿データは、委員名、住所、所属、電話番号、FAX 番号、E-mail address、得意とする分野(担当論文の割り当てを決める際に使用する)からなる。

4. 投稿された論文に論文番号を割り当てて登録する。

論文は、印刷されたものが郵便で送られてくるようになっており、その表紙には題目、著者、連絡者の氏名、住所、所属、電話番号、E-mail address、FAX 番号、Abstract、キーワードが書かれている。

5. 投稿者には論文を受け取った旨の確認の知らせを E-mail もしくは郵送で出す。

6. 論文投稿の締切日が過ぎてから、担当委員を決める。

1つの論文につき、3名の委員を利当てる。割り当て方は以下のとおり。

- ・論文リストを E-mail もしくは FTP でプログラム委員全員に配布。
 - ・プログラム委員はリストをもとに、自分の担当したい論文を選択し、委員長に知らせる。
 - ・委員の希望をもとに最終的に委員長が決める。
- 割当の条件としては、
- ・自分の論文や同一組織の著者は担当しない。
 - ・すべての担当者が同一国にならないようにする。
 - ・できれば、誰がどの論文を担当しているかはわからないようにする。
- ・担当委員に、査読の依頼状、担当論文、査読報告用紙(付録参照)を郵送する。それとともに査読用紙、担当論文リストを E-mail にて担当委員に送付する。
7. 査読結果を回収し、集計を行なう。
査読結果は、E-mail もしくは郵送で送られてくる。査読結果を数値に変換し、3人の合計点をもちに採否をプログラム委員会決定する。プログラム委員会は、電子メールによる電子会議で行なうこともある。採点が割れた論文や査読報告数の少ない論文などの問題論文については、新たに査読者を決め、査読を行い、その結果を加味して採否を決める。
8. 委員会での採否の結果を基に、投稿論文の連絡者に以下を送付する。送付は E-mail もしくは郵送で行なう。
- ・採否結果を知らせる手紙。
 - ・著者へのコメント。
 - ・Camera Ready 作成のガイド(採択者のみ)。
 - ・Call for participation (完成していれば)。
9. 委員会でのプログラム案を清書し、学会誌などへの掲載を依頼を行なう。
10. 各セッションの座長を決め、候補者に依頼状を出す。
11. Camera Ready を集めて Proceedings の印刷業者へ発送する。Proceedings の前書きを作成する。
場合によっては、目次の作成も必要となってくることもある。

図2 国際会議プログラム委員長支援システム

4. 3 実験の実施方法と結果の概要

被験者（大学院学生1名）が要件書を熟読し、IEEE Std 830-1993 の要求仕様書の目次項目に基づき要求仕様書を作成した。本実験は記述法に関するものであるため、要件書に記述されていない要件に付いては独自に追加した。文書の規模は、機能件数14件、章節番号139件、記述量は197文、A4版15ページである。

記述した要求仕様書について自ら推敲を行った。結果を以下に示す。

4. 4 内容尺度に関する推敲

内容尺度に関する不具合の状況と推敲時間を表13に示す。

表13 内容尺度に関する推敲結果

項目	内容尺度の測定結果(不具合件数)			時間	
	完全性	重要度及び確 定性の ランク 付け	変更容 易性		追跡可 能性
状況	0	0	索引を 記述追 加要	0	1
	IEEE規 約の全 項目に ついて 記述	全ての 機能を 同時期 に運用 開始		参照し た要件 書を明 記	

4.5 表現尺度に関する推敲

推敲に要した時間ならびに検出した表現尺度に関する不具合の件数と推敲時間を表14に示す。

表14 表現尺度に関する推敲結果

推敲段階	表現尺度の測定結果(不具合件数)			時間
	非曖昧性	一貫性	検証可能 性	
概念段階	1	1	0	0.5
意味モデル 段階	7	14	0	3.5
構文段階	21	1	4	
語彙段階	6	24	29	5.0

不具合の特徴を以下に示す。

(1) 語彙段階

- ①非曖昧性：用語「学会」が組織名とデータベース項目名として使用する等の異義語の使用
- ②一貫性：長い名称の記述誤りや故意の名称変更により生じた同義語の使用
- ③検証可能性：入出力の画面や帳票の詳細仕様を決定しなかったことに伴うデータの未定義

(2) 構文段階

- ①非曖昧性：主語省略や主語と述語の非整合や代名詞の使用
- ②一貫性：算法の文章表現法の違い
- ③検証可能性：関連記述の抽出が妨げられる複文の使用

(3) 意味モデル段階

- ①非曖昧性：「目的」や「機能」を表現する役割の文の中に「定義」を記述した句を含む
- ②一貫性：正式には「目的」を表現する役割の文には「達成条件」の視点を含むがこれが欠落し

た「目的」を表現する役割の文の使用

- ③検証可能性：今回検出されなかった

(4) 概念段階

- ①非曖昧性：タイトル「3.2.3 査読依頼発行機能」の概念を包含する誤解されるタイトル「3.2.5 依頼発行機能」の使用
- ②一貫性：データの転送が行われる2つの機能の記述において入出力データの記述の不整合
- ③検証可能性：今回検出されなかった

4.5 実験結果の検討

実験結果から確認できた事柄は以下の通りである。

(1) 網羅性の実現

上記の結果から、記述者の好みや癖に依存するものの個々に独立して扱うことができる語彙段階の不具合は基より、用語が組み合わせられた文章全体を扱わなければならない構文段階や意味モデル段階、概念段階の不具合も検出できていたことを示すことができた。

(2) 属人性の排除の実現

集計表に従い定められた視点から文書を調査することが可能となったこと、並びに用語や文の役割を集計表の中に記述させ記述者の深層的意図に基づいて不具合判定を行うことが可能となったことにより、推敲作業手順の属人性を排除することができた。

(3) 推敲作業の効率化の実現

集計表に従い定められた視点から文書を調査し得られた情報を表に格納することにより、情報は整理されるため、前の推敲段階で得られた情報を後の推敲段階でも使用することが可能となった。これにより同様の作業を繰り返し実行する必要がなくなり作業効率の向上が図られた。

(4) 情報提供の実現

集計表は関連する用語や関連する文書の検出に利用することができるため、レビュー作業時文書の中に分散して存在する情報を拾い出すために有効に利用できる。

5. おわりに

推敲方式の網羅性、非属人性、効率性、情報提供能力の向上を図るため、推敲手順の定式化を行い当初の目標は達成することができた。

残された課題は、推敲の本来の目的である文章表現そのものの属人性の排除に関しては以下に示す課題の解決が必要となる。

- ①用語や文の役割（仕様表現に必要な概念の種類）の標準化
- ②特定の文の役割を表現するための視点（意味モデル）の標準化
- ③意味モデルを表現するための構文の標準化
- ④概念要素を表現する語彙の標準化

上記の①から③に関しては自然言語に制約を設けた制限言語を開発することにより解決の見通しを得ている[4]。また④に関してはオントロジー技術の導入により課題の解決に取り組む予定である。

文献

- [1]武内、藤本：ソフトウェア開発システムのインテリジェント化、情報処理学会第52回全国大会、pp5-147~、1996.3
- [2]藤原、林、他：ソフトウェア要求仕様記述の推敲法についての一考察、情報処理学会、ソフトウェア工学研究会 120-6、pp35~、1998.7
- [3]林、屋部、他：ソフトウェア要求仕様記述の推敲法についての一考察、情報処理学会第58回全国大会、pp1-203~、1999.3
- [4][URL://www.selab.cs.ritsumei.ac.jp/ohnishi/RE/problem.html](http://www.selab.cs.ritsumei.ac.jp/ohnishi/RE/problem.html)