

# シソーラスに基づいた要求獲得プロセスのための実証実験

友田 英孝, 大西 淳

立命館大学大学院理工学研究科情報システム学専攻

ソフトウェア開発における要求獲得の際, 対象となる課題領域の知識を体系化したシソーラスを利用して要求獲得を行う手法として PAORE が提案されている . PAORE の課題点の一部に対して解決法を提案し, 事例に基づいた解決法の実証実験を行うことで PAORE の実用化を目指した .

## An Experiment for the Requirements Elicitation Process based on a Thesaurus

Hidetaka TOMODA , and Atsushi OHNISHI

Department of Computer Science, Ritsumeikan University

In requirement elicitation in software development , PAORE has been proposed as a technique of requirements acquisition using a thesaurus which systematized the knowledge of a certain target domain . Since PAORE has several problems, we propose a solutions to one of the problems in order to make PAORE more effective through an experiment based on a realistic example .

### 1 . はじめに

近年, ソフトウェア開発では短期間・低コスト・高品質な開発が求められている . これらを実現するためには, 的確に顧客の要求を獲得し, その要求を実現するソフトウェア開発が求められている . ここでいう顧客とはソフトウェア開発の発注者を指す . 的確な要求獲得ができれば, 顧客への要求獲得ミスによる開発工程の後戻りといった開発スケジュールの遅延や, 開発コストの超過を起こす原因を無くすることができる .

従来, 獲得した要求の質は分析者の能力やドメイン知識レベルによるとされ, 分析能力はあるが該当する分野のドメイン知識がない分析

者にとって的確な要求獲得を行うことは困難である [1] . しかし分析者がある分野のドメイン知識を獲得するには経験と労力が必要であり, 容易ではない .

そこで特定の分野のドメイン知識を持たない要求分析者であっても顧客からの確に要求獲得できるようにするため, 対象分野のドメイン知識を体系化したものを用いた要求獲得法として PAORE が提案されている [2] .

### 2 . PAORE 手法

PAORE とは, あるドメインの機能・非機能要求を表しているシソーラスを利用して, 要求獲得者が顧客の持つ抽象的な要求を詳細化す

る手法である。PAORE は対象ドメインと関連する複数のフリーソフトウェアのドキュメント(マニュアル, ヘルプ, コマンド体系)から機能要求と非機能要求を抽出し, 分類と整理を行い, 体系化する。この作業の成果物をシソーラスと呼んでいる。要求獲得者はシソーラスを用いて顧客から得た初期要求リスト(以降, 初期 RL)を詳細化する作業を繰り返し, 最終的に改訂要求リスト(以降, 改訂 RL)を得る。

図 1 では PAORE の要求獲得手順を示している。PAORE では 3 つの手順によって初期要求の詳細化を実現している。手順は以下の通りである

**手順 1 : シソーラスと初期 RL のマッチング**

**手順 2 : 初期 RL とシソーラスを比較・検討**

**手順 3 : FRM を元に初期要求を詳細化**

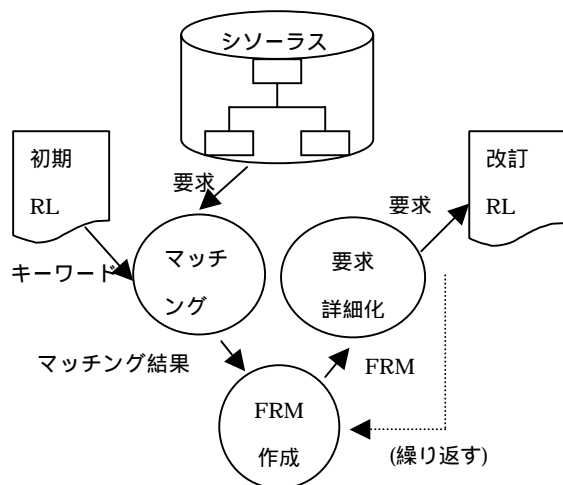


図 1 : PAORE における要求獲得手順の流れ

次に手順を具体的に説明する。

**手順 1 : シソーラスと初期 RL のマッチング**

顧客が作成した初期 RL からキーワードを抜き出し, シソーラスの用語とマッチングを取る。

**手順 2 : 初期 RL とシソーラスを比較・検討**

初期要求を詳細化するために, PAORE では FRM (Feature Requirements Mapping)と

名づけた表を手順 1 でマッチングが取れたキーワードを元に作成し, リスト中の要求とシソーラス中の要求を比較する。そして作成した FRM は初期要求項目にないシソーラスの要求項目を表で見てわかるので, 初期要求にない要求を追加するかどうかを検討する。

**手順 3 : FRM を元に初期要求を詳細化**

手順 2 で検討した結果, 今回の提案に必要な要求を初期要求に追加させることで, 初期要求を詳細化する。手順 2, 3 を繰り返すことで最終的に改訂 RL を作成する。

PAORE を適用するための前提として, 「PAORE 実施者は対象ドメインに関して知識はないが要求分析能力はある」としている。

PAORE の利点として以下が挙げられる。

- ・シソーラスによって顧客の初期要求を具体的に検討できる
- ・ドメイン知識のない要求分析者でも要求獲得ができる

## 2.1 シソーラスの要件

シソーラスの具体例を図2に示し, PAORE で使用するシソーラスの要件を以下に示す。図2の内容については5章で説明する。

- ・あるドメインの機能・非機能要求が体系化されて表現されていること

要求仕様には機能・非機能要求が書かれる。PAORE の成果物である改訂 RL を元にして要求仕様書が作られる。このため PAORE では機能・非機能要求が記述された改訂 RL を作成する必要がある。その際シソーラスを元に要求を詳細化するため, シソーラスにはこれらの要求が整理・体系化されて表されていないなければならない。

- ・非機能要求は機能要求に関連付けされていること

非機能要求は機能の品質特性を示すため, シ

- ・ ソーラスでは機能要求に関連付けする .
- ・ **機能要求は構造化されて表現されること**  
PAORE ではまず顧客の初期要求に書かれ

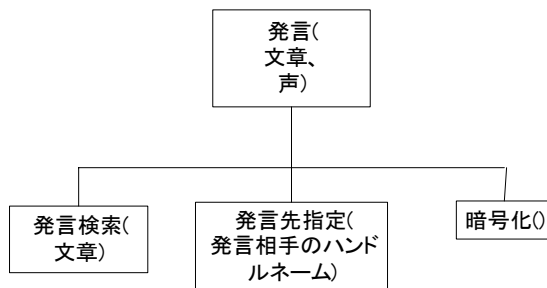


図 2 : シソーラスの具体例

ている機能要求とシソーラスに記述されている機能要求をマッチングする .そしてその結果から抜けている要求を詳細化する .この詳細化のために ,機能要求は集約と継承関係の構造で表されている必要がある . 図 3 は「文章や音声による発言機能」は 3 つのサブ機能から構成されることを示している .

- ・ **同じ意味を持つ要求を 1 つの表現に統一**  
同じ意味を持つ用語が異なる表現をとることがある .しかしシソーラスでは同じ意味を表す用語は 1 つの用語に統一する .

## 2 . 2 シソーラス作成方針

対象ドメインに属する複数のフリーソフトウェアの文書(マニュアル , ヘルプ , コマンド体系)から必要な機能・非機能要求を抽出する .重複されて得られる要求はそのドメインで広く用いられる要求であると判断できるし、複数の文書から得られる要求を組み合わせることで、できるだけ漏れがないようにドメインに関連する要求を抽出でき、実用的なシソーラスを作ることができる .

一般にシソーラスを構築するにはドメインエキスパートが必要であり、構築は容易ではない .しかしながらフリーソフトウェアは無料サ

イトから文書が手軽に入手できるので、フリーソフトウェアに付属している文書からシソーラスを作成できればシソーラスが容易に構築できる .PAORE ではいくつかのドメインについてフリーソフトの文書からシソーラスを試作しており、この方法は有効であると考えている [3] .

## 2 . 3 シソーラス作成プロセス

シソーラス作成プロセスの概要を以下に示す .詳細は[3]に詳しい .

### 手順 1 表現を統一し機能・非機能要求を抽出する

ソフトウェア文書中の機能に関する文を(主語) + 目的語 + 動詞の形にする .その際に、様々な表現で書かれた同じ意味を表す用語を 1 つの表現に統一する .同時に機能要求が書かれた文に含まれる形容詞と副詞を抽出する .抽出した形容詞と副詞は非機能要求の候補となり、ドメインエキスパートが吟味することにより、非機能要求として決定する .決定した非機能要求は元の文の機能要求に関連付けする .

### 手順 2 機能要求を構造化する

手順 1 で抽出した機能要求の目的語・動詞をシソーラスの構造の要素とする .そしてドメインエキスパートがその要素間に継承、集約といった関係を付与することで機能要求の階層構造を実現する .

## 3 . PAORE の問題点

要求獲得手法である PAORE はまだ開発段階であり、実用化に向けての精緻化が必要である .見積業務と人事業務を対象分野とし、PAORE を用いて要求獲得実験を 2 回行った .実験の結果、実用化に向けていかに示す問題点を発見した .

### 問題 1: シソーラスとキーワードが不一致の場合や、近い意味がない場合、要求獲得ができない

PAORE ではシソーラスを事前に作成し、利用する必要がある。しかしシソーラス中の用語と初期要求リスト中のキーワードのマッチングにおいて、シソーラスの用語とキーワードが不一致となる場合や、近い意味にとれない場合が生じた。

### 問題 2: 要求獲得プロセスの成果物の一貫性や完全性が低くなる可能性がある

PAORE では複数のフリーソフトウェアドキュメントから機能要求・非機能要求を抽出し、要求獲得時に機能・非機能要求の「良いところ取り」を行うことで初期 RL に要求を詳細化する。しかし PAORE の利点である「良いところ取り」のため、追加する機能要求間に矛盾や抜けが生じてしまう場合が生じた。

本来、追加する要求に矛盾や抜けが生じるような場合は、要求分析者がドメイン知識を用いて、回避すれば良いが PAORE における要求分析者はドメイン知識がないことを前提している。このため、機能間の矛盾を判断し、ある機能を実現するにはその他の機能も必要になるといった判断ができなくなり、結果として改定された要求リストに矛盾や抜けが生じてしまった。このように要求獲得プロセスの成果物に矛盾や抜けが生じ、一貫性や完全性が低くなる可能性がある。

### 問題 3: 要求獲得者は効率的に顧客とネゴシエーションできない

PAORE による要求獲得の際、要求獲得者は効率的に顧客とネゴシエーションできない状況が発生した。PAORE の前提として要求分析者はドメイン知識を持たないために、このような事態が生じたと思われる。顧客とのネゴシエーションを支援するような情報をシソーラス

に付与させる必要がある。

## 4 . 本研究の位置付け

本研究では 3 章で述べた課題点の中でも問題 2 に対する解決法を提案する。また解決法を実証するための実験を行い、PAORE の精緻化を図る。

### 問題 2 に対する解決法

シソーラスに記述している対象ドメインの機能要求間に排他関係や相補関係の情報を付与し、これらの情報を利用して要求の追加・削除に対して制限を加えることで、要求獲得プロセスでの要求の矛盾や抜けを無くすることができる。

仮に機能要求 A , B があるとして機能要求間の排他関係・相補関係の説明を以下に述べる。相補関係は、強相補関係、弱相補関係に分けることによって、より細かい制限を実現できる。

#### ・排他関係

機能要求 A , B が顧客の要求リスト中に双方とも同時に存在してはいけないという関係である。この関係を用いることによって、機能 A がすでに要求リスト中に存在する際に、機能 B を追加し、整合性がとれなくなるような事態を防ぐことができる。

#### ・強相補関係

機能要求 A , B が互いに補わなければならない関係である。この関係は逆の場合も成立する。この関係を用いることによって、機能 A がすでに要求リスト中存在する場合は機能 B もリストに無ければならないことがわかる。もし機能 B が存在しなければ要求リストに追加することによって、抜けが生じる事態を防ぐことができる。

#### ・弱相補関係

機能要求 A , B に対して一方の A が B を補う関係である。これは逆の場合は成立しない。こ

の関係を用いることによって、機能 B が要求リストに存在する場合は、それを補うために機能 A も存在する必要がある。一方機能 A が要求リストに存在する場合は、機能 B は存在しなくてもどちらでもよいことが分かり、抜けが生じる事態を防ぐことができる。

以上述べた解決法をシソーラスに適用し、実証実験を通して評価した。

## 5. 実証実験

実験に当たっては、要求獲得者と顧客が必要となる。今回の実験では顧客として本学大学院の修士過程1回生の院生1名に協力してもらい、また要求獲得者は著者の一人である友田が担当した。対象ドメインはチャットシステムとしたが、顧客となった実験者は対象ドメインのエキスパートではなかったため、当該ドメインに関する資料をあらかじめ用意し、これを熟読してもらうことでドメイン知識を取得してもらった。

### 5.1 シソーラス作成

PAORE にはドメイン知識を体系化したシソーラスが必要である。このため PAORE を実施する前に、筆者の一人がシソーラスを作成した。シソーラスを作成するために、Web サイトからダウンロードし採用したフリーソフトウェアを表 1 に示す。その中でも No.1 のフリーソフトウェアに付随した文書から機能要求を多く抽出した。

表 2 にフリーソフトウェアの文例を示し、実際に行ったシソーラス作成プロセスの一部を紹介する。

#### 手順 1 表現を統一し機能・非機能要求を抽出する

最初にソフトウェアドキュメントの文章の主節に対して形容詞、副詞や修飾語を除き、(主

表 1：採用したフリーソフトウェア

No	フリーソフトウェア名	文書数
1	みんなでチャット	14
2	最狂チャット	5
3	もじもじ電話しチャット	16
4	LET'S CHAT!	3
5	IRC クライアント なんと 2.1.2	5
6	くまチャット(Simple IRC for ICQ)	3

表 2：フリーソフトウェアの文例

S1:「チャットや掲示板内で任意の発言を検索することができます」
S2:「他のメンバに気づかれずに、特定の相手に秘密のメッセージを送れます」
S3:「暗号化設定ダイアログを用いることで簡単に暗号方式を変更でき、メインのチャットと秘密メッセージ内容は内部で暗号化され送受信されます」

語)+ 目的語 + 動詞の形にする。従属節であっても機能を表す節であれば同じように目的語 + 動詞の形にする。可能動詞や「～ができる」といった表現も除き、機能的な表現にする。この際に、「発言」や「メッセージ」といった同じ意味を表すが異なった表現の用語はドメインエキスパートの判断によって統一された用語、例えば「発言」という表現に統一すると共に用語辞書に同義語として登録する。表 2 の各文から抽出された機能要求を以下に示す。S3 には機能要求が 3 つ含まれており、それぞれを 1 つずつ抽出する。

S1: 発言を検索する

S2: 発言を特定の相手に送る

S3-1: 暗号化方式を変更する

S3-2: 発言を暗号化する

S3-3: 発言を送受信する

これらの結果を元に機能的な表現を目的語・動詞の形に変える。結果を以下に示す。

S1': 発言・検索

S2': 発言・送り先指定

S3'-1: 暗号化・方式変更

S3'-2: 発言・暗号化

S3'-3: 発言・送受信

「'」は手順を例文に適用したことを示す。

次に非機能要求を抽出する。機能要求を抽出する際に取り除いた副詞・形容詞が非機能要求の候補となる。ここでは S3 の「暗号化設定ダイアログを用いることで簡単に」を使い易さという非機能要求と捉える。S1 から非機能要求の候補として抽出した「チャットや掲示板内」や「任意の」に関しては、非機能要求としては採用しない。また S2 から非機能要求の候補として抽出した「他のメンバに気づかれずに」や「秘密の」に関して、どちらとも特定の相手という表現がこの意味を含んでいると判断して非機能要求としては採用しなかった。

NF1: 「設定機能を用いることで簡単に (暗号化方式を変更できる)」

NF1 は使い易さに関わる要求であり、ソフトウェア要求仕様の品質特性をまとめた JIS X0129-1994 では使用性に相当する。

## 手順 2 機能要求を構造化する

手順 1 で抽出した機能要求の目的語・動詞をシソーラス構造の要素とする。手順 1 で得られた要素間にドメインエキスパートが継承関係、

集約関係を持たせることによって機能要求の階層化を実現する。

「発言」はこのドメインでは機能要求として分類されている。また S3'-3 は暗号化の詳細化した時の機能と判断した。S1' , S2' , S3'-1 , S3'-2 , は発言機能の集約, S3'-3 は暗号化機能の集約なので次のように階層化できる。

発言の詳細機能:

検索, 送り先指定, 暗号化, 送受信

暗号化の詳細機能: 方式変更(「方式変更」には NF1 が関連付けされる)

最後に機能要求間に排他関係と相補関係を付与する。

今回作成したチャットシステムに関するシソーラスでは機能要求の数は 47 個、非機能要求の数は 6 個であった。

## 5.2 PAORE 手法による要求獲得

PAORE 要求獲得プロセスは、シソーラスを用いて顧客が作成した初期 RL に要求を追加することで詳細化するプロセスである。初期 RL を詳細化する手順を以下に示す。

### 手順 1: シソーラスと初期 RL のマッチング

顧客が作成した初期 RL を表 3 に示す。

表 3: 初期 RL

	要求項目
R1	チャットシステムを作成したい
R2	チャット参加者を招待したい
R3	見知らぬ人が入れないように制限をかけたい
R4	テキストベースだけでなく、音声によるチャットもしたい
R5	音声チャットのログをとりたい
R6	ホワイトボードがほしい

表 3 から抜き出したキーワードは以下の通りである。

K1: チャットシステム作成

K2: チャット参加者を招待

K3: クライアントの制限

K4: 音声による発言

K5: 音声ログ

K6: ホワイトボード

今回の実験では初期 RL に非機能要求はなかった。機能要求中のキーワードとシソーラスに記述されている機能要求とが一致したものを表 4 に示す。

表 4: キーワードとシソーラスのマッチング

キーワード	シソーラスの項目
K1	
K2	
K3	入室制限
K4	発言
K5	ログ保存
K6	ファイル共有

K1 は対象ドメインのテーマとしての要求なので手順 2 では対象外とした。K2 はシソーラスには記述されていないので、顧客からのドメインの新規機能として要求リストに加える。

### 手順 2: 初期 RL とシソーラスを比較・検討

要求獲得プロセスでは次に FRM と呼ばれる表を作成し要求の比較・検討を行う。FRM によって初期 RL と関連するシソーラス中の機能要求を体系的に見ることができる。FRM の具体例の一部を表 5 と表 6 に示す。表 5 はチャット参加機能を詳細化した機能項目と初期要求項目の比較結果を示している。表 6 はルーム設定機能を詳細化した機能項目と初期要求項目の比較結果を示している。

### 手順 3: FRM から初期要求を追加・変更

初期要求をシソーラスの階層に沿って FRM を展開していき、初期要求にない要求を追加し

表 5: 初期要求とチャット参加の FRM

チャット参加	R1	R2	R3	R4	R5	R6
発言				○		
コマンド実行						
ルーム検索						
ファイル転送						
ログ操作					○	

表 6: 初期要求とルーム設定の FRM

ルーム設定	R1	R2	R3	R4	R5	R6
ルーム作成						
メンバ表示						
ファイル共有						○
入室制限			○			
ルーム内ログ設						

たり初期要求を変更することで詳細化する。そして要求の追加や変更の際には顧客とネゴシエーションをしながら進める。追加や変更の際には顧客の意見と同様にシソーラスに記述されている用語間の相補関係と排他関係を重要視した。

手順 2, 3 を繰り返すことで初期 RL を追加・詳細化し、最終的に顧客の要求を満たす改訂 RL を作成した。表 7 に改訂 RL の一部を示す。

## 6. 実験の評価

初期 RL から要求獲得プロセスを用いて改訂 RL を作成することができた。改訂 RL の機能要求項目数は 47 個であった。そのうち非機能要求項目の数は 6 個、初期要求 6 個のうち K1, K2 の 2 個は変更を加えた。K1 は対象ドメインのテーマとしての要求なので、シソーラスに表している上位機能をすべて追加した。K2 はドメインの新規機能として追加し、顧客

と要求獲得者が話し合うことで詳細化した。

表 7：改訂 RL(一部)

初期要求	改訂要求	要求内容
初期 R1	改訂 R1	チャットに参加する
初期 R1	改訂 R2	チャットルームの詳細設定
初期 R1	改訂 R3	チャットルームに入室
	改訂 R3-1	チャットルームを指定して入室
	改訂 R3-2	リンカー機能を利用して入室
初期 R1	改訂 R4	チャットルームを退室
初期 R1	改訂 R5	クライアントの参加受付
初期 R2	改訂 R6	クライアントを招待
	改訂 R6-1	クライアントの選択
	改訂 R6-2	クライアントに参加呼びかけ
	改訂 R6-3	チャットルームのパスワード公開

また顧客の考えをシソーラスに依存させ、顧客の的外れな発想を生み出させない状況を作ることができた。これはシステムの開発側にとっては望ましいことである。解決法の考察については以下の通りである。

### 問題 2 に対する解決法の考察

シソーラスに機能要求間に強相補関係、弱相補関係を記述することで、要求獲得時のネゴシエーションで要求の抜けを検出でき、有効性が実証できた。しかし排他関係に対しては、実験で採用したフリーソフトの文書からは排他関係を持つ機能群が得られなかったためシソーラスに表すことができず、有効性を実証できなかった。今後の実験において、排他関係を取り入れたシソーラスの有効性を評価したいと考える。

## 7. おわりに

本研究では PAORE の評価実験から得られ

た問題点に対する解決法を考案し、解決法の実証実験を実施した。未解決の問題点である問題 1 と問題 3 に対しては、今後解決法を考案し実証実験を通して有効性を確認したい。

問題 1 については同じ意味を表す用語を一つの表現に統一する際に作成する同義語辞書をより分かりやすい形で要求分析者と顧客に提示することによって解決できると考えている。

問題 3 についてはシソーラス中の機能要求に 5W1H (who, what, why, when, where, how) といった情報を付与することによって顧客とのネゴシエーションに役立てたり、要求の出た背景等を知るのに役立つと考える。5W1H 情報の有効性について研究を進めたい。

PAORE 手法の問題点を解決した後は PAORE 手法を支援するツールを開発する予定である。

## 8. 参考文献

[1]大西淳，郷健太郎，「要求工学」，共立出版（2002）。

[2] 加藤潤三，佐伯元司，大西淳，永田守男，海谷治彦，古宮誠一，山本修一郎，蓬莱尚幸，「PAORE：パッケージ指向の要求獲得プロセス」，電子情報通信学会技術研究報告，Vol.102，No. 503，pp. 25-30（2002）。

[3]加藤潤三，佐伯元司，大西淳，永田守男，海谷治彦，古宮誠一，山本修一郎，蓬莱尚幸，「要求分析のためのシソーラス作成支援」，電子情報通信学会技術研究報告，Vol.103，No.217，pp.41-46（2003）。

[4]R. L. Glass，「The Naturalness of Object orientation beating a dead horse?」，IEEE Software，pp. 25-30(2002 May/June).