社団法人　電子情報通信学会
THE INSTITUTE OF ELECTRONICS,
INFORMATION AND COMMUNICATION ENGINEERS

信学技報
TECHNICAL REPORT OF IEICE.

ドメインオントロジーを用いた要求獲得法の提案

海谷　治彦†　　佐伯　元司††

†† 東京工業大学 大学院情報理工学研究科　〒 152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1
† 信州大学 工学部　〒 380-8553 長野市 若里 4-17-1
E-mail: †kaiya@cs.shinshu-u.ac.jp, ††saeki@se.cs.titech.ac.jp

あらまし　ドメインオントロジーをドメイン知識として利用する要求獲得手法の提案を報告する．本手法では要求仕様書の項目の意味付けをドメインオントロジーを用いて行う．オントロジーのもつ推論規則を利用することで要求仕様書の完全性や無矛盾性を改善することができる．
キーワード　軽量化意味処理, シソーラス, メトリクス

Ontology based Requirements Elicitation Method

Haruhiko KAIYA† and Motoshi SAEKI††

†† Graduate school of Information Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology　2-12-1, Ookayama, Meguro-ku, Tokyo, 152-8552, Japan
† Faculty of Engineering, Shinshu University　4-17-1, Wakasato, Nagano city, 380-8553, Japan
E-mail: †kaiya@cs.shinshu-u.ac.jp, ††saeki@se.cs.titech.ac.jp

Abstract　We propose a new requirements elicitation method ORE (Ontology based Requirements Elicitation), where a domain ontology can be used as domain knowledge. In our method, a domain ontology plays a role on semantic domain which gives meanings to requirements statements by using a semantic function. By using inference rules on the ontology and a quality metrics on the semantic function, an analyst can be navigated which requirements should be added for improving completeness of the current version of the requirements and/or which requirements should be deleted from the current version for keeping consistency. We define this process as a method and evaluate it by an experimental case study.
Key words　Lightweight semantic processing, Thesaurus, Metrics

1　はじめに

情報システムは特定の業務や問題領域等に適用されるものである．よって，システムの要求獲得を高品質に行うためには，要求分析者が問題領域を理解しておく必要がある．しかし，一般に要求分析者は業務の専門家ではないため，問題領域に関する知識 (ドメイン知識) を有していない．顧客である問題領域の専門家 (ドメインエキスパート) の助けを借りて，ドメイン知識を補いながら要求獲得を行うことで本問題は解決できる．しかし，ドメインエキスパートのみに依存して要求獲得を行うのは現実的でない．例えば，ドメインエキスパートに多くの協力を要請することはコスト高であるし，たとえ多大な協力を得られたとしても，獲得すべき要求の網羅性や無矛盾性を保障することはできない．

本稿ではドメインオントロジーで表現されたドメイン知識を用いて，要求分析者が要求獲得を進めるための方法を提案する．オントロジーの技術は多様な分野で利用されている [1]．我々は [2] の定義に従い，シソーラスと推論規則の対をオントロジーとみなす．シソーラス上の語が概念に相当し，推論規則は語間の関係上に適用される．オントロジーをドメイン知識の表現形式として用いる利点は以下の二点である．第一点は意味処理を計算機で自動化することが容易である点である．要求獲得の最終成果物は要求仕様書もしくは要求項目のリストであるが，それは通常自然言語で記述されている．自然言語処理技術を用いて直接に要求仕様書の意味を分析することは現状でも容易なことではない．一方，要求仕様書内の語句をオントロジー上の要素と対応付けることで [3], [4]，シソーラス上の比較的単純な操作で意味に関する分析がある程度可能となる．これを我々は「軽量化意味処理」と呼んでいる．第二点はオントロジーを入手・作成することが以前より容易になった点である．例えば，DAML オントロジーライブラリでは多数分野のオントロジが標準的な言語 (OWL) で既に記述されている [5]．また，テキストマイニング技術を利用し既存文書からオントロジを作成する研究も行われいる [6]．

我々が提案した「軽量化意味処理」におけるアイディアを具体的な要求獲得手順 (手法) としてまとめた点，および，その手

法を評価するための比較実験の報告が本稿の中心となる．次章では「軽量化意味処理」の概要を説明する．3 章ではドメインオントロジーをはじめとする獲得手法で利用する成果物のデータ構造を説明する．4 章では手法の手順を説明する．5 章では手法の有効性を評価するための比較実験と結果を示す．最後にまとめと今後の課題を述べる．

2　オントロジーを用いた軽量化意味処理

「オントロジー」という語の定義として「存在する概念の分類」等がある [1]．このような意味から，オントロジーを要求獲得における意味基盤として利用できる．例えば開発されるソフトウェアが適用される業務分野の内容を表現するオントロジーを利用することで，ある要求仕様書の意味的な不足部分 (完全性の欠落) を発見することが可能となりうる．

このような分析を系統的に行うためには，分析対象である要求仕様を記述した文章をオントロジーの概念要素と対応付け，対応付けた概念要素群を用いた計算 (推論) が可能である必要がある．対応付けについては語彙分解技術 [7] を利用して実現可能である．要求仕様の意味的な処理が可能であるようにシソーラスのデータ構造，および推論規則を次章で規定している．最も典型的な例は完全性を高める修正指針である．オントロジーにおいて対となっている概念を require で相互関係を結ぶことで，ある仕様書で一方しか言及されていなかった場合，他方を系統的に計算機システムが推薦すること可能となる等である．図書館業務における「本の貸し出し」と「本の返却」等が典型例である．

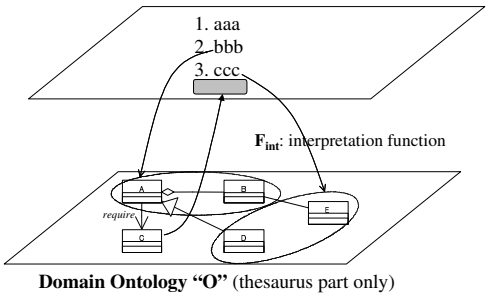

図 1　要求仕様とオントロジの写像

図 1 を用いて本研究でのオントロジーの役割を整理すると同時に，提案する要求獲得手法で用いる用語を定義する．本研究では要求獲得の結果として自然言語で記述された文のリストが完成されることを想定している (図中の aaa, bbb, ccc 等)．このようなリストを要求リストと呼び，それぞれの文を要求項目と呼ぶ．要求項目は自然言語の文であるためいくつかの単語から構成されるが，文や単語の意味に基づき要求分析者が要求項目とオントロジー上の概念 (群) に写像を行う．図中の例では，要求項目 2 の「bbb」が概念 A, B に写像されている．この写像が行われた以降は要求項目自体の代わりに写像された概念群 (以降，要求項目の写像概念と呼ぶ) を用いて項目の意味処理を系統的に行うこととなる．オントロジーは当該のドメインの性質に基づいた概念間の関連付けをシソーラスとして保持しており，概念や概念間関連の種類に基づいた推論規則も保持している．このようなシソーラスと推論規則を用いて，例えば図 1 では，シソーラス上で概念 A が概念 C を必要 (require) していることを検出できるが，概念 C が写像概念となる要求項目が存在していない．この事実から概念 C に関連する要求項目を追加するように分析者に助言をすることができる．

我々のアプローチでは単に各要求文に関係ありそうな概念と文とを関係付けているに過ぎない．よって，本研究のアプローチでは自然言語で書かれた要求文の意味を完全に処理することは不可能である．これが我々のアプローチを「軽量化」と呼ぶ所以である．我々の研究では軽量化意味処理の範囲において，要求仕様の品質を向上させるための指針を導出すること，具体的には不足や矛盾等の疑いがある部分をどれだけ発見し要求分析者に報告することが可能かを追求している．

オントロジーに基づく要求リストの更新をいつまで行うかの基準が必要となる．本研究ではドメインオントロジーに照らし合わせて現状の要求リストの品質をメトリクスとして数値的に評価する．詳細は [4] に述べたがメトリクスの概要は以下の通りである．

(1) Correctness 正当性 (COR): 要求リストがどの程度，その問題ドメインの情報システムの要求らしいかの度合い．

$$\mathrm{COR} = \frac{\text{写像概念を持つ要求項目の数}}{\text{全要求項目数}}$$

(2) Completeness 完全性 (CMP) : 要求リストに漏れのない度合い．

$$\mathrm{CMP} = \frac{\text{写像概念となった概念の数}}{\text{全概念数}}$$

(3) Consistency 無矛盾性 (CST) : 矛盾の無い度合い．

$$\mathrm{CST} = \frac{\text{分母の中で contradict 型の関連の数}}{\text{要求リストの写像概念の間の関係数}}$$

(4) Unambiguity 非曖昧性 (UAM): 要求リストが曖昧でない度合い．ある要求項目の写像概念中に相互に意味的に関係無い概念があった場合，曖昧である危険があるとみなす．次章で述べる require, apply, perform の関係を持つ概念対を意味的に関係あるとみなしている．

$$\mathrm{UAM} = 1 - \frac{\text{写像概念中に相互に意味的な関係が無い概念を含む要求項目の数}}{\text{全要求項目数}}$$

上記のメトリクスは 4 章で述べる品質改善を行うための要求リストの修正指針と深く関係している．要求リストの修正指針の導出，および上記メトリクスの計算は論理型インタプリタ言語 Prolog で平易に実装できる．よって，今後の研究成果に基づき修正指針やメトリクスが変更されたとしても，柔軟に対応可能である．

3　要求獲得法における成果物のデータモデル

本章では前章で言及した要求リストやオントロジーをはじめとする要求獲得法で利用するデータのデータ構造を詳細に説明する．

我々の要求獲得法の目的はソフトウェア要求仕様書 [8] 作成の基盤となる文書を作成することである．このような文書を我々は前述のように「要求リスト」と呼んでいる．要求リスト

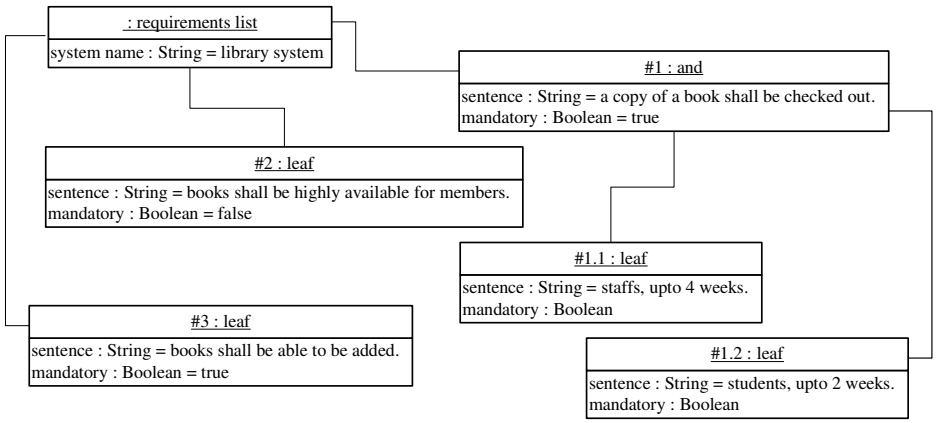

図 3　要求リストの例

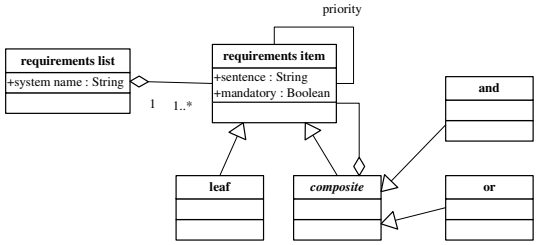

図 2　要求リストのデータ構造

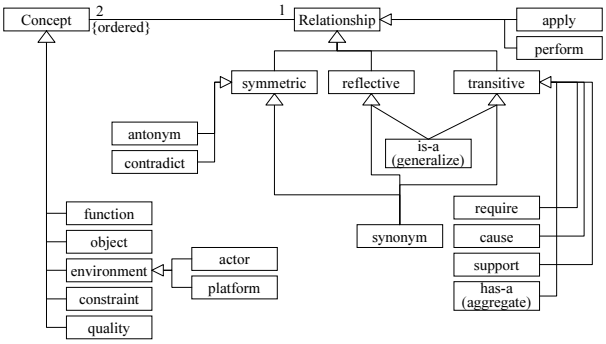

図 4　オントロジーのデータ構造 (シソーラス部のみ)

のデータ構造を図 2 に示す．図に示すように要求リストは基本的に木構造をしており，構造の節を「要求項目」と呼んでいる．要求項目は要求文を保持するのと同時に，その項目が必須か否かの情報も保持している．要求項目間の間には優先順位を示す関係を明示的につけることもできる．図 3 に要求リストの実例を示す．この例では図書館システムの要求リストの一部を示しており，三つの主たる要求項目 (#1 から 3) があり，そのうちの一つ (#1) がさらに分解されている (#1.1 と#1.2)．

前章に述べたように要求仕様の意味処理を行うため，要求リストをオントロジーの概念と関係付け，そのような概念群を写像概念と呼ぶ．図 4 にオントロジーのデータ構造を，図 5 にドメインオントロジーの例を示す．図 4 に示すように，本研究でのオントロジーのシソーラスは，概念および概念間の方向を持つ二項関連で表現する．一般的な概念および関連に加え情報システムの要求分析に有益な概念および関連を表現できるようになっている．データや操作に相当する概念である object, function, および操作をデータに適用する関係を示す apply が代

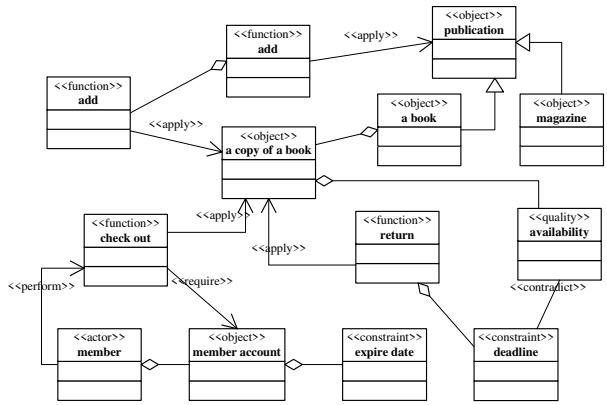

図 5　図書館オントロジーの例 (一部)

表例である．図 5 には object である a copy of book に対して，add, check out, return の function を適用可能であることがドメイン知識として記述されている．

我々は推論機構の実装に論理型言語 Prolog を利用する予定である．また，要求リストの写像概念およびその概念間の関連を事実とみなし推論を行う．よって，写像概念間の関連が Prolog の述語となり，写像概念は述語の引数となる．以下に図 5 に現れる概念，関連に基づいた事実群の一部を列挙する．

apply(function(check out), object(a copy of a book))
apply(function(return), object(a copy of a book))
apply(function(add), object(a copy of a book))
apply(function(add), object(publication))
has-a(object(a copy of a book), quality(availability))
has-a(function(return), constraint(deadline))
has-a(object(member account), constraint(expire date))
. . .

本オントロジーの関連は図 4 に示すように，方向性を持つが，上記の述語表現では，apply の場合，function, object の順，has-a の場合，全体，部分の順，上記の例には無いが is-a の場合，汎用，具体の順で引数を記述する．オントロジーの推論規則はドメインに依存するものとしないものとが考えられる．ドメインに依存しないものは図 4 からも得られる．例えば，require, cuase, support, has-a, is-a 等は transitive のサブクラスであるため以下のような推論規則が成り立つ．

require(X, Z) ← require(X, Y) ∧ require(Y, Z).

symmetric, reflective についても同様である．ドメインに依存する推論規則は自由に記述できることとしている．

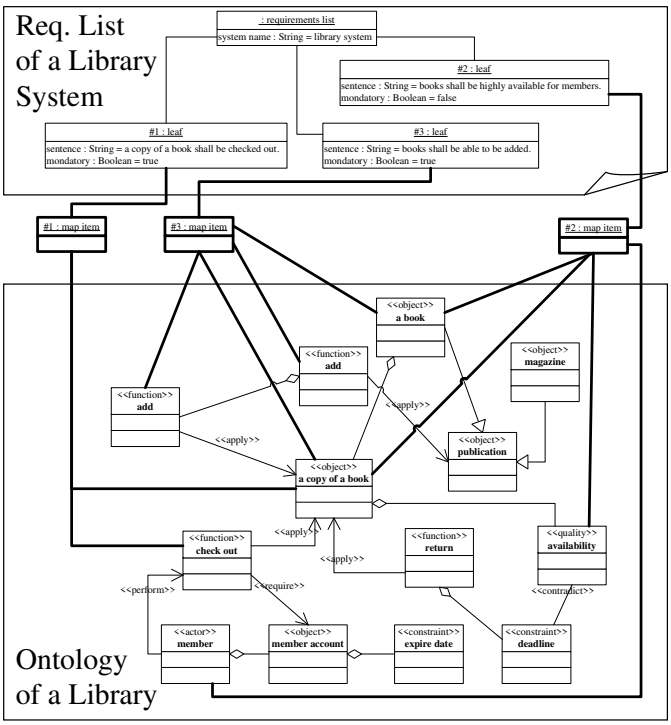

図 6　意味対応の例 (一部)

最後に要求リストがオントロジーにどのように写像されるかの例を図 6 に示す．ここでも例も図書館システムに関するものである．図中の map item が要求項目と概念の写像を示している．例えば，要求項目「a copy of a book shall be checked out.」は二つの概念 object(a copy of a book) と function(check out) を写像概念としている．どのようにこのような写像を作成するかは本研究の範囲外であるが，現状では単純な語彙もしくはキーワードマッチングを参考に関係付けを行っている．この図にあるような対応付けに基づき，例えば，require(function(check out), object(member account)) の関連がオントロジー上にあるにもかかわらず，object(member account) を写像概念に持つ要求項目が無いため，object(member account) に関する要求項目を追加したらどうかという指針を系統的に生成することができる．詳細な手順は次章で説明する．

4　要求獲得法の作業手順

ここでは要求獲得法の手順を説明する．前述のように本方法は要求分析者が最初に与えられた要求リストを段階的に改善し完成してゆくためのものである．方法の一部は前章のデータ構造に基づき系統的に進める (計算する) ことが可能であるが，分析者の主観に頼らざるを得ない部分もある．本方法の基本的なアイディアは以下の二つのステップを繰り返すことである．

- 2 章で紹介した要求リストの品質を評価するためのメトリクスは系統的に計算できる．このメトリクスの結果に基づき，分析者がどのような品質特性 (完全性，正当性，無矛盾性，非曖昧性) を改善すべきか決定する．
- オントロジー上の関連に基づき，問題がある品質特性を改善するためは，要求リストがどのような概念を含むべきか，もしくは除外すべきかの指針を系統的に計算できる．要求分析者およびステークホルダーは示された指針を吟味し要求項目の修正を行う．

以下に獲得法の手順をステップに分けて紹介する．

- **Step 1.** 分析者が初期要求リストを取得し図 2 のデータ構造に合致するように整形する．要求項目は単文となるように調整を行う．
- **Step 2.** それぞれの要求項目について，分析者が図 6 と同様に要求項目と概念群の写像を作成する．
- **Step 3.** 2 章で述べたメトリクスをそれれぞれ系統的に計算する．それぞれのメトリスクの値が十分に高いか否かを分析者およびステークホルダーが判定する．もし，全て十分に高ければ要求獲得を終了する．そうでなければ，以降のステップに進む．
- **Step 4.** Step 3 の結果に基づき，要求リストを以下に指針に従い更新する．本ステップで提示された更新指針は分析者とステークホルダーの判断で無視してもよい．
  - **Step 4.a.** 完全性のメトリクスが低いと判断した場合，以下に基づき概念を探索し，提示された概念が要求リストに写像されるように，分析者は要求リストの更新 (項目の更新や追加) を検討する．
    - **Step 4.a.i.** 写像概念から function, object, environment 型の概念を探し，オントロジー上で apply もしくは perform 関係で関係付いている概念を双方向で探索す．もし，散策された概念が写像概念に含まれていなかった場合，その概念を提示する．
    - **Step 4.a.ii.** 写像概念に含まれる概念から is-a, has-a, require 関係に基づき，概念を探索する．ただし，has-a の場合は全体から部分，is-a の場合は一般から特殊，require の場合は必要としている概念からされる概念の方向のみに探索を行う．もし，散策された概念が写像概念に含まれていなかった場合，その概念を提示する．
  - **Step 4.b.** 非曖昧性のメトリスクが低いと判断した場合，曖昧と判定された要求項目を系統的に抜き出す．抜き出された項目を複数の要求項目に分割を検討する．分割の際，相互に無関係と判定された概念を系統的に提示する．提示された相互に無関係な概念が異なる要求項目に分配されるように，要求項目の分割をするように分析者は注意する．
  - **Step 4.c.** 正当性のメトリスクが低いと判断した場合，正当と判断されなかった要求項目を系統的に列挙する．列挙された項目を分析者とステークホルダーが再検討し，真に必要な項目か否かを判断する．
  - **Step 4.d.** 無矛盾性のメトリスクが低いと判断した場合，相互に矛盾すると判定された要求項目対 (もしくは群) を系統的に提示し，矛盾の判定原因となった関連も同時に提示する．また，列挙された要求項目間に優先度付けがあればそれも同時に提示する．提示された情報に基づき，要求項目もしくは一部を削除するか否かを分析とステークホルダーが検討する．

- **Step 5.** Step 2 に戻る．

上記のステップにおいて「系統的に」とある部分は，分析者の主観が不要のため Prolog 等で自動計算が可能である．また，メトリクスおよび指針決定のアルゴリズムは獲得法の利用者と独立しているため，今後の研究成果に基づき随時更新可能である．本獲得法にそって要求リストを完成させた後，例えば IEEE830 等に準拠した要求仕様書と完成させる工程に入るが，要求仕様書を完成させる工程については本稿の範囲外である．

以下に図 6 の写像を利用して，本要求獲得法の具体的な適用例の一部を示す．図 6 を出発点とするため，Step 1 と 2 は済んでいるとする．尚，図 6 では，要求項目数は 3，全概念数は 13, 写像概念数は 6，全関係数は 15, 写像概念間の関係数は 5 である．

Step 3 の結果

2 章の定義に従い，メトリクスを計算すると以下のようになる．

Completeness = 6/13 = 46 %
Unambiguity = 1/3 = 33 % (項目#1 のみ曖昧)
Correctness = 3/3 = 100 % (全て写像可能)
Consistency = 5/5 =100 % (contradict は含まれない)

結果として非曖昧性と完全性に問題があることがわかるため，Step 4.a および 4.b を適用する．

Step 4.a. の結果 (完全性の向上) Step 4.(a).i, に従い以下の概念を系統的に検索できた．項目 1,3 より function(return)，項目 2 より function(return), object(publication)．また，Step 4.(a).ii, に従い以下の概念も系統的に検索できた．項目 1 より object(member account)，上記の検索された概念群に基づき分析者は以下の要求項目を追加した．

1. A copy of a book shall be returned.
2. Publications shall be added.
3. Member account shall be required when checking out.
4. The member shall have the member account.

Step 4.b. の結果 (曖昧性の減少) 要求項目 1 以外は曖昧と系統的に判定されているため，項目 2 と 3 が分割の推奨対象となる．項目 2 に関しては図書 (a book) と個々の蔵書 (a copy of a book) のどちらを意図しているか曖昧であるため，項目 2 を削除し，ここでは双方を追加できるように以下の二つの項目を要求として追加した．

5. Copies of a book shall be added.
6. New books shall be added.

要求項目 3 は分割対象とはなったが，特に曖昧な点は無いのでそのまま要求項目として残した．

5 比 較 実 験

我々の要求獲得法の使いやすさと効果を評価するため比較実験を行った．本章ではその結果および議論を行う．

5.1 実験の概要

前章で紹介した獲得法に従い要求獲得を行う被験者 (制約被験者) と個人の判断で自由に要求獲得を行う被験者 (自由被験者) の二種類についての獲得作業および結果を分析する．双方の被験者ともに同じドメイン知識が与えられ，同じ初期要求リストを更新しながら要求リストを完成させてゆく．自由被験者の場合，一般に要求リストの更新と与えられたドメイン知識との対応をわざわざとったり，メトリクスを計算したりはしない．よって，自由被験者に関する対応付けやメトリクスは実験後に別途記録，計算する．要求リストの更新とそのリストに対応付く概念の増減，およびメトリスクの増減の点から二種類の被験者を比較することで，本要求獲得法の評価を行う．

表 1 結果の概要

被験者		Initial	Step 1	Step 2
S1	要求項目数	11	24	39
	写像概念数	14	21	35
	Correctness (%)	91	96	97
	Completeness (%)	12	29	46
	Consistency (%)	–	100	100
	Unambiguity (%)	100	50	49
S2	要求項目数	11	25	25
	写像概念数	13	26	26
	Correctness (%)	90	100	100
	Completeness (%)	11	22	22
	Consistency (%)	100	100	100
	Unambiguity (%)	80	100	100
S3	要求項目数	6	16	
	写像概念数	14	40	
	Correctness (%)	83	100	
	Completeness (%)	12	35	
	Consistency (%)	100	98	
	Unambiguity (%)	100	100	

5.2 結　　果

[4] で用いた「ソフトウェアとして動作する音楽プレーヤー」に関するドメイン知識を利用して実験を行った．規模は概念数が 48 個，関係数が 67 個である．初期要求リストは以下を用いた．

1. 再生，一時停止および前後曲への移動ができる．
2. 早送り巻き戻しができる．
3. 再生速度を変更できる．
4. 音量調整および消音ができる．
5. プレイリストを連続再生できる．
6. プレイリストをランダム再生できる．

三名の学部学生を被験者として選び，うち二名 (S1, S2) を制約被験者，残り一名 (S3) を自由被験者とした．表 1 に結果の概要を示す．例えば被験者 S1 は 6 個の初期要求項目を 11 個の要求項目にまず分割し，それを前章の手順を二回適用することで 39 個の項目を含む要求リストとした．

5.3 考　　察

- 一要求項目平均の写像概念数が少なければ，要求項目が簡素にわかりやすく書かれているとみなせる．要求獲得終了後のこの値は，制約被験者の場合，S1 が 0.9，S2 が 1.1 なのに対して (35/39=0.9, 26/24=1.1)，自由被験者の S3 は 2.5 である (40/16=2.5)．よって，本獲得法は平易な要求項目を獲得するのに貢献している傾向にある．実際，被験者 S3 の項目の多くは複文で書かれていたのに対して S1, S2 は単文で書かれていた．
- 被験者 S1, S2 ともに最初の段階 (Initial) において，与えら得た要求リストを 11 個に再分割し，それらを 14 個もしくは 13 個の概念に対応付けている．本要求獲得法では要求項目と概念との対応付けについて系統的な支援を行っていないが，この作業については分析者の主観で行っても，そ

れほど属人的な差異は出ない可能性を示している．

- 制約被験者である S1, S2 は二度の繰り返しを行っているが，自由被験者である S3 は一回のみである．獲得法を適用すること自体，反復的なプロセスを促進している傾向にあるといえる．
- 我々の獲得法では，数値を上昇させるという具体的な指針を与えることで，要求獲得作業の改善を促進させるという意図もある．実験結果からはメトリクスの数値の多くは上昇傾向にあるため，この意図はそれなりに機能しているといえる．
- 自由被験者の S3 はオントロジーを幅優先に利用して要求リストの拡張を行っていた．具体的には，主に apply 関係に着目し，適用可能な機能やデータを拾い集める拡張を行ったようである．我々の獲得法での主に完全性を高めるための Step(Step 4.a.) も基本的には同様の方針をとっている．よって，我々の獲得法は人間の自然な作業にそれほど反したものではないようであり，制約被験者に不自然な作業を強いるものではない傾向にある．

6 関 連 研 究

関連研究はオントロジーの作成技法と利用技法の二種類に分類することができる．本稿での研究は作成技法に関する研究ではないが，成熟した作成技法やコンテンツの存在が欠かせない．近年，オントロジー作成のための計算機ツールが多数提案されており [9], [10]，WordNet [11] 等の実コンテンツも容易に利用可能である．DAML Ontology Library [5] では多様なドメインのオントロジーが提供されており，その記述には標準的なオントロジー記述言語 OWL が用いられているため，高い相互利用性がある．これらの成果は本研究でも有効活用可能だと思われる．要求工学に特化したオントロジー作成技法の研究として [12] がある．この研究では既存の要求仕様に関する文書からオントロジーを可能な限り系統的に抽出する試みであり，この成果も我々の研究にとって有益である．

要求工学においてオントロジーを利用する研究は現状ではそれほど多くない．LEL (Language Extended Lexicon) [13] はドメインオントロジーとして利用できる一種の電子辞書であり，要求獲得に利用することを意図して設計されている．LEL もドメイン知識を補完するための仕組みとしてタグやリンクの構造を持っているが，推論機構は利用されておらず，また，本稿で提案するような獲得法やガイドラインも与えられていない．PAORE [14] もドメイン知識を利用した要求獲得法であるが，これも推論機構が利用されていない．FODA (Feature Oriented Domain Analysis) [15] における feature diagram はある種のドメイン知識表現とみなすことができ ,[16] において feature diagram を用いてドメイン知識の意味的な依存関係を分析する手法が提案されている .[16] での考え方は本稿の考え方と類似しているが ,[16] では要求仕様書の背景にある意味依存関係を分析することを目的にしているのに対して，我々の手法では要求獲得の支援を目的としているという点が異なる．

7 お わ り に

本稿ではドメインオントロジーを用いて要求獲得を進めるための手法の提案を行い，比較実験の結果を報告した．本方法は要求仕様とオントロジーを関係付ける作業とオントロジー上の計算によって要求仕様の意味分析をする作業の二つを繰り返しとして構成されている．意味分析作業の多くは系統的に処理可能であるため，計算機ツールでの自動化を見込むことができる．本稿での比較実験は十分な規模なものではないため，本獲得法の一般的な評価をするには不足しているが，方針の確認には貢献したと思われる．十分な評価実験を行うためにも CASE ツールの構築は不可欠であると思われる．3 章で述べたように本研究での意味解析の多くは Prolog 等の論理型言語で平易に実装可能である．メトリクスおよび要求リストの品質向上指針自体も今後の研究成果を踏まえ随時改善してゆく予定である．本獲得法は高品質なドメインオントロジーが存在することに大きく依存している．前章で述べた関連研究の成果を利用することに加え，我々自身も自然言語の文書からオントロジーを構築する研究を進めている [17]．

文　　献

[1] M. Gruninger and J. Lee. Ontology: Applications and Design. *Commun. ACM*, Vol. 45, No. 2, 2002.

[2] A. Maedche. *Ontology Learning for the Semantic Web*. Kluwer Academic Publishers, 2002.

[3] M. Saeki. Ontology-Based Software Development Techniques. *ERCIM News: http://www.ercim.org/publication/Ercim_News/enw58/saeki.html*, Vol. 58, , 2004.

[4] Haruhiko Kaiya and Motoshi Saeki. Ontology Based Requirements Analysis: Lightweight Semantic Processing Approach. In Proc. of *QSIC 2005*, pp. 223–230, Sep. 2005. IEEE Computer Society.

[5] DAML Ontology Library. http://www.daml.org/ontologies/.

[6] L. Goldin and D. Berry. AbstFinder, A Prototype Natural Language Text Abstraction Finder for Use in Requirements Elicitation. *Automated Software Engineering Journal*, Vol. 4, No. 4, pp. 375 – 412, 1997.

[7] M. Saeki, H. Horai, and H. Enomoto. Software Development Process from Natural Language Specification. In *Proc. of 11th International Conference on Software Engineering*, pp. 64–73, 1989.

[8] IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications, 1998. IEEE Std. 830-1998.

[9] KAON Tool Suite. http://kaon.semanticweb.org/.

[10] Proc. of 2nd International Workshop on Evaluation of Ontology-based Tools. http://sunsite.informatik.rwth-aachen.de/Publications/CEUR-WS//Vol-87/.

[11] WordNet: A Lexical Database for the English Language. http://wordnet.princeton.edu/.

[12] L. Kof. Natural Language Processing for Requirements Engineering: Applicability to Large Requirements Documents. In *Proc. of the Workshops, 19th International Conference on Automated Software Engineering*, 2004.

[13] K. Breitman and J.C.S.P. Leite. Ontology as a Requirements Engineering Product. In *Proc. of RE01*, pp. 309–319, 2003.

[14] J. Kato, et al. PAORE: Package Oriented Requirements Elicitation. In *Proc. of APSEC2003*, pp. 17 – 26, 2003.

[15] K. Kang, J. Lee, and P. Donohoe. Feature-Oriented Product Line Engineering. *IEEE Software*, Vol. 19, No. 4.

[16] W. Zhang, H. Mei, and H. Zhao. A Feature-Oriented Approach to Modeling Requirements Dependencies. In *Proc. of 13th IEEE International Conference on Requirements Engineering (RE'05)*, pp. 273–284, 2005.

[17] A. Miura and M. Saeki. A Technique for Constructing Domain Thesauruses from Co-occurrence Information of Words. In *Proc. of LKR 2006*.