

事例ベース推論に基づく通信サービス要求獲得手法

張 遷仁 小林 吉純 太田 理

ATR 通信システム研究所

〒 619-02 京都府相楽郡精華町光台 2-2

E-mail: zhang@atr-sw.atr.co.jp

Tel: 07749-5-1248

概要

通信技術の発展を背景として、通信サービスに対する要求は益々多様化しており、その要求を的確に対応するためには、一般ユーザによる通信サービスの定義が望まれる。しかし、ユーザに通信サービスの厳密な定義を強いるのは無理があるため、不完全なユーザの要求を完全なものとするための支援が必要である。本稿では、自然言語で記述された不完全な要求から、ユーザの意図を抽出し、この意図に関連する過去の事例を利用して、要求を完全にする手法を提案する。通信サービスの事例をモデル化するために、機能部品と概念属性の概念を提案する。機能部品は、事例を組織化するための要素であり、概念属性はユーザの意図を構成するものであると共に、事例ベースから事例を検索するための基準となるものである。この手法は、過去の事例を使うので、知識獲得の負担を軽減でき、一般ユーザが自然言語で記述した、不完全、曖昧な要求から、完全な仕様を導出できる。

Telecommunication Service Requirement Acquisition by Case-Based Reasoning

Qianren Zhang Yoshizumi Kobayashi Tadashi Ohta

ATR Communication Systems Research Laboratories

2-2 Hikaridai Seika-cho Soraku-gun, Kyoto 619-02 Japan

E-mail: zhang@atr-sw.atr.co.jp

TEL: +81-7749-5-1248

Abstract

With the increase in demands for rapid and diverse services, users are expected to specify services. Some support is required for specifying services because users have little knowledge about telecommunication systems. This involves the problem of how to acquire complete requirements from users. This paper proposes an approach to deriving complete specifications from a user's incomplete requirements for telecommunication services (from here called services for brevity) by case-based reasoning (CBR). Central issues in acquiring complete specifications from a user's incomplete requirements by CBR are how to organize service cases, how to elicit the intention of users, and how to retrieve the relevant cases. To solve these issues, we have devised functional components that contain the operations for satisfying the goals of service requirements and conceptual attributes that correspond to the concepts in services. Functional components are used to organize the service cases, and conceptual attributes are related to the intentions of users and are used as indices in the search for relevant cases. This approach allows complete requirement specifications to be derived from incomplete requirement descriptions.

1 始めに

通信技術が飛躍的に発展していくに伴い、より高度な通信サービスの実現が可能となりつつある。そのため、迅速かつ多様なサービスに対するニーズが日増しに高まっている。しかし、いままで通信サービスの仕様定義は、主に通信分野に精通する専門家によって行なわれ、ユーザの新しいニーズへの的確な対応が難しい。その理由としては、(1) 専門家がユーザ(特にビジネスユーザ)の要求を把握しきれない(2) 専門家の数が限られるなどが挙げられる。従って、一般ユーザ自身による通信サービスの定義が必要とされる[1]。

専門知識を持たない一般ユーザは、新しいサービスを提案できるが、サービスの一部、極端な場合断片しか記述できない。そこで、ユーザの不完全な要求を完全な要求仕様にするための要求獲得技術が必要である。要求獲得は支援対象業務に関する知識やソフトウェア開発に関する知識などが複雑に関わっているプロセスであるため、人工知能、知識処理手法による支援が有望で、注目を集めている[2][3]。

ユーザの要求記述は不完全であるが、その中にはユーザの意図が含まれている。我々は、不完全な要求仕様中存在するユーザの意図を表す概念に注目して、このような概念を抽出し、概念に対応する過去の事例を使って、完全な要求仕様を導出する通信サービス要求獲得手法を提案する。事例をモデル化するために、機能部品と概念属性の概念を提案する。機能部品は、事例を組織化するための要素であり、概念属性はユーザの意図を構成するものであると共に、事例ベースから事例を検索するための基準となるものである。

この手法は、過去の事例を使うので、知識獲得の負担を軽減でき、一般ユーザが自然言語で記述した、不完全、曖昧な要求断片から、完全な形式仕様を導出できる。

以下では、2節で通信サービスの一般について説明し、通信サービス要求獲得へのCBRの適用可能性を明らかにする。3節では、通信サービス事例の組織化について詳述する。4節では、事例ベース推論に基づく通信サービス要求獲得システムを紹介する。最後、結論と今後の課題を述べる。

2 通信サービス

2.1 通信サービスの記述

現在、多くの通信サービスが開発され、人々の日常生活の中で重要な役割を果たしてしる。よく知られているサービスの一部は、表1に示される。通信サービスを提供するソフトウェアを開発するには、要求を明確に記述できる言語が必要である。そのため、多くの通信ソフトウェア仕様記述用言語が開発された。例えば、SDLなどがその例である[4]。また、著者らの研究所では、通信サービスを記述するための言語としてSTR(State Transition Rule)が開発されている[5]。

Table 1. Examples of communication services

Service	Meaning
CW	Talk with one within holding another
TWC	Call among three persons
CFV	Forward calls to a remote terminal
SC	Call with a short number
SCF	Forward Selective Calls
SCR	Reject calls from selected callers

2.2 STR 言語

Table 2. Examples of state primitives for SCR

Name	State Meaning
idle(A)	telephone not in use
dial-tone(A)	receiving dial-tone from a receiver
m-deact-scr(A)	SCR is inactive
m-list-empty(A)	the list of A is empty
deactive(A)	noticing that SCR is inactive
m-act-scr	SCR is active
error(A)	receiving a warning information
activated(A)	SCR has just been activated
m-list(A,B)	B is registered on the list of A
active(A)	noticing that SCR is active
deactivated(A)	SCR has just been deactivated

STRでは、通信という行動をイベントによって端末の状態が遷移するというプロセスと捉え、“状態 イベント：状態”というふうに遷移ルールで通信サービスを表現する。表2と表3に、それぞれSCR(Selective Call Rejection)サービスを記述するのに使われる状態要素とイベントの例が示される。()の中のAとBは、端末を表す変数である。

STRのような形式言語は、一般ユーザにとって、それを使って通信サービスを記述するのが容易なことではない。したがって、自然言語による通信サービス記述は一般ユーザにとって望ましいと思われる[6]。本研究は、ユーザによって自然言語で記述されている不完全なサービス要求記述から、完全な要求仕様を得るという問題を扱う。

Table 3. Examples of events for SCR

Name	Event Meaning
dial(A,B)	dialing
onhook(A)	hanging up a receiver
record-scr(A)	subscribe to or unsubscribe from SCR
scr(A)	puting in the SCR access code
activate(A)	activating SCR
edit(A)	adding a number to the list of A
erase(A)	erasing a number from the list of A
deactive(A)	deactivating SCR

2.3 通信サービス要求獲得への CBR の適用可能性

現在、数多くの通信サービスが開発されているが、サービスは独立に存在するわけではない。例えば、選択着信転送 (SCF) は、指定されている相手からの着信だけを転送するサービスであり、選択着信拒否 (SCR) は、事前に登録されているある相手からの呼びだしを拒否するサービスである。SCR と SCF の間では、相手番号を登録するという点で類似するところがある。このように、サービスの間に類似性があるため、新しいサービスを定義する時に、再利用できる可能性がある。

そして、通信サービス開発の専門家が多くのサービス作成に関する知識を持っているが、専門家からこのような知識を抽出することが容易なことではない。これに対して、通信サービスの事例は、相当な蓄積があり、ITU-T (International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization) でもサービス規定にあたる勧告書が策定されているので、獲得は難しくないのである。したがって、CBR 手法の通信サービス開発への適用可能性が相当高いと考える。

3 通信サービス事例の組織化

3.1 通信サービス事例における機能部品

CBR システムの構築に当たっては、どのように事例を組織するかが大変重要であり、CBR システムの性能が左右される。現状では、一般的な方法はまだ存在せず、各システムでは、対象問題の特徴に応じて行なわれている。

通信サービスについて分析を行なった結果、次の特徴があることが明らかとなった。

(1) 同じ目的を持つ操作に関する記述が多い。

STR によって記述されている通信サービスは、状態遷移ルールの系列である。同じイベントを含むルールが多く、その中で同じ目的を持つ遷移ルールが存在する。例えば、表 4 に示される SCR サービスには、アクセスコードを入力してサービス状態を確認するという一つのイベントに対して、次の三つの遷移ルールが存在する。

● ダイヤル可能で、SCR サービスに加入しており、且つ SCR サービス非活性化状態では、アクセスコードを入力したら、非活性化状態の通知が返却される (表 4 の scr-3)。

Table 4. STR rules of SCR service.

No.	Rules
scr-1	idle(A) recode-scr(A) : m-deact-scr(A), m-list-empty(A), idle(A)
scr-2	idle(A), m-deact-scr(A), m-list-empty(A) recode-scr(A) : idle(A)
scr-3	dial-tone(A), cond:m-deact-scr(A) scr(A) : deactive(A)
scr-4	dial-tone(A), cond:m-act-scr(A) scr(A) : active(A)
scr-5	dial-tone(A), not[m-deact-scr(A)], not[m-act-scr(A)] scr(A) : error(A)
scr-6	error(A) onhook(A) : idle(A)
scr-7	deactive(A), m-deact-scr(A), activate(A) : m-act-scr(A), activated(A)
scr-8	activated(A), m-list-empty(A) edit(A, B) : activated(A), m-list(A,B)
scr-9	activated(C), m-list(C,A) edit(C, B) : activated(C), m-list(C,B)
scr-10	activated(A) onhook(A) : idle(A)
scr-11	deactive(A) onhook(A) : idle(A)
scr-12	active(A) onhook(A) : idle(A)
scr-13	active(A), m-act-scr(A) deactivate(A) : m-deact-scr(A), deactivated(A)
scr-14	dial-tone(A), cond:m-act-scr(B), idle(B), cond:m-list(B,A) dial(A,B) : idle(B), reject-dial(A,B)
scr-15	reject-dial(A,B) onhook(A) : idle(A)

● ダイヤル可能で、SCR サービスに加入しており、且つ SCR サービス活性化状態では、アクセスコードを入力したら、活性化状態の通知が返却される (表 4 の scr-4)。

● SCR サービスに加入していない場合、アクセスコードを入力したら、エラーの警告音が返却される (表 4 の scr-5)。

(2) 例外処理が多い。

通信サービスでは、多くの場合ある中間状態から idle 初期状態に戻る動作が必要である。SCR

の場合は、SCR 状態確認後に、非活性化通知、活性化通知、エラー警告通知のいずれの状態では、onhook という操作によって idle 状態に戻る必要がある。表 4 におけるルール scr-11 は、非活性化通知状態で onhook という動作によって idle 状態に戻るという意味である。これは、SCR 状態確認という動作の例外処理部分と見なすことができる。

以上の分析から、通信サービスには、一つの目的を実現するための、幾つかの遷移ルールから構成される機能ブロックが存在するという結論が得られる。この機能ブロックは、ある対象に対する複数の操作及びその操作の延長線で発生した例外処理操作を含めており、ある機能を果たす部品のようなもので、それを機能部品と呼ぶ。機能部品は、通信サービスの構成要素で、通信サービス事例をモデル化するために使われる。

3.2 通信サービス事例の概念属性

Table 5. Examples of conceptual attributes

Name	Meaning
Application	subscribe to or unsubscribe a service
Activation	Active or deactivate a service
Confirmation	Confirm service state
Number registration	Register a number
Operator	Connect the calling path
Forwarding	Forward calls to a terminal
Direct calling	Call directly without dialing
Number displaying	Display the caller's number
Forbidding reception	Forbid the receiving calls
Forbidding dialing	Forbid dialing

機能部品が持つ機能は通信サービスを構成する概念の一部に対応するものであり、これを概念属性と呼ぶ。例えば、SCR サービスの動作系列は、系列の各部分の果たす機能によって、次の 7 つの機能部品に分けられることができる。

- (1) SCR サービス加入/脱退
- (2) SCR サービス状態の確認
- (3) SCR 活性化
- (4) SCR 非活性化
- (5) 選択相手番号登録
- (6) 選択相手番号削除
- (7) 選択相手の着信拒否

この中では、(1) の SCR 加入サービス/脱退には、サービス加入の概念属性が含まれており、(5) と (6) には、番号登録の概念属性が含ま

れる。30 ぐらいの通信サービス事例を対象にして考察を行なった結果、多くの概念属性が整理された。表 5 にその一部を示す。概念属性は、CA-Table(Conceptual Attribute Table) というテーブルに保存されている。

3.3 通信サービス事例の表現

以上で述べた通信サービスの特徴から、次の機能部品の作成基準が得られる：

(1) ある対象に対する操作は、その対象の状態に応じて異なる操作結果が得られたとしても、同じ機能部品に属する。

(2) ある操作の延長で発生する例外処理操作は、前者の操作が所属している機能部品に属する。

例外処理は、主に次の操作に関するものである。

(a) エラー、ビジーや呼び出しビジーなどの状態での操作。

(b) 初期状態に戻る操作。

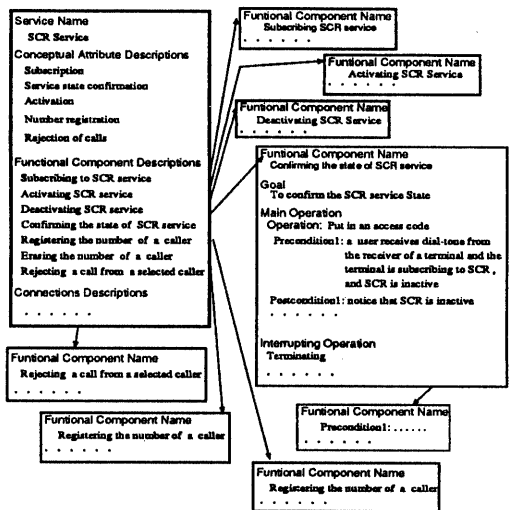


図 1: SCR 事例記述例

通信サービスの事例を組織する時に、上の基準でサービスを機能部品に分け、次に、各機能部品における概念属性を抽出する。通信サービスの事例は、フレームによって表現され、概念属性、機能部品及び概念属性と機能部品の対応関係などから構成される。図 1 に SCR サービス事例の構成の一部が示される。

4 通信サービス要求獲得システム

以下では、事例ベース推論に基づく通信サービス要求獲得システムについて述べる。

一般的に、自然言語は表現の自由度が高いが、その多様性が問題となる。形式言語の特徴を反映した条件付き自然言語は、現実な選択であると考えられる。そこで、STR 言語の特徴に基づいて、以下の条件付き自然言語を設定した：

「.....の状態では、.....の操作をすると、.....になる」

このシステムは(図2)、通信サービス事例を格納している事例ベース、要求文を解析するための辞書、通信サービスとSTRモデルに関する知識を集めたドメイン知識ベース、意図認識部及び要求仕様導出部から構成される。ドメイン知識ベースでは、記述文での曖昧性を解消するための概念階層、グルーピングされた記述文のブロックの目的を判断するための知識及び導出した仕様の正当性を検証するための知識などが含まれる。

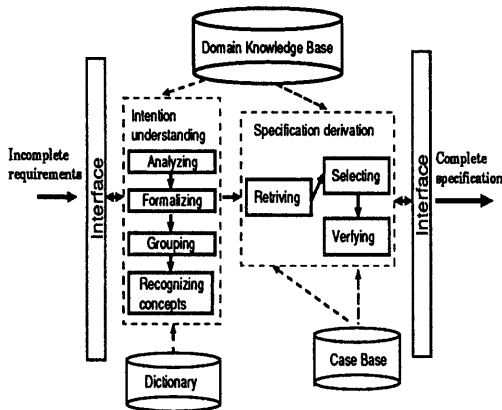


図2: サービス要求獲得システム

我々の手法は、まずユーザの要求記述文における意図を抽出し、次に抽出された意図を満足する完全な要求仕様を、事例ベース推論によって導出する。

4.1 ユーザの要求意図認識

ユーザによって書かれた要求は、不完全で曖昧な記述であるが、その中にユーザの意図が含まれる。通信サービスの場合は、その意図は通信サービスに使われている概念で表現できる。我々は、

このような概念を抽出することを意図認識と呼ぶ。意図認識は、四つのステップに分けて行なわれる。

(1) パーシング

ユーザの要求文は、解析され、格フレームに変換される。図3は格フレームの例を示している。

述語： 加入する

属性： 状態

動作主： 端末A

動作相手： SCR サービス

表現： 端末AがSCRサービスに加入している

図3: 格フレーム記述の例

(2) 用語の一意化

ユーザの記述文に、いろいろな言葉が使われ、曖昧性が生じる。例えば、番号という用語の意味は文脈に依存する。サービスを活性化する時には、活性化コードという意味であり、UPT(Universal Personal Telecommunication)サービスの認証の時は、個人暗号という意味である。この問題を解決するために、通信サービスに使われる用語は、階層的に組織する。また、端末の状態及び操作の関係なども言葉の一意化に用いられる。

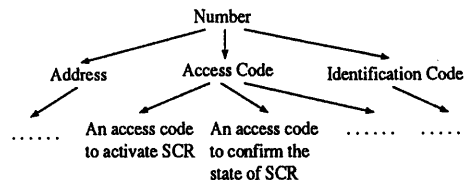


図4: A hierarchy of the terms

(3) 要求文の分割

ユーザによって書かれた要求文にも、機能部品と似て、同じ目的のまとまり(ブロック)が存在する。ここで、要求文をこのようなブロックに分割する。3.3節で述べた機能部品の作成基準は、機能部品の作成だけでなく、要求文を分割する時にも適用できる。

(4) 各ブロック目的の認識

各ブロックに対して、操作に関する知識を使ってその目的を認識する。通信サービスでの操作は、通信操作と通信を行なうための登録操作という2種類に分けることができる。通信操作は、操作の条件と結果の間に因果関係が存在する。因果関係に関する知識を使って、操作の目的を判断することができる。例えば、ダイヤル操作の結果は、拒

否される場合、その目的が着信拒否である。登録操作も操作の条件と結果の間に因果関係が存在する。それを使って登録操作の目的を判断できる。例えば、ある操作は、その結果が操作条件の状態に関する通知を返すだけの場合、その目的が状態に関する確認である。

あるブロック目的は、CA-Tableにある概念属性と同じあるいは下位概念であれば、そのブロックに関する情報とそれに対応する概念属性がT-tableというテーブルに保存される。上の知識でブロックの目的を認識できない場合は、ブロックの操作をCA-Tableの概念属性と比較する。もしある概念属性と同じ概念で、それらの条件を比較する。条件は、反対、上位と下位の関係であれば、そのブロックに関する情報と概念属性などが保存される。

4.2 要求仕様導出

仕様導出では、既存のサービス事例を元にユーザのサービス要求に対応する仕様が導出される。これは、次のように行なわれる。

(1) 事例探索

意図理解で認識され、T-Tableに保存されている概念属性は、事例探索に使われる。一般に、単一的事例によって問題を解決することができるとは限らず、時に幾つかの事例を使う必要がある。一つのサービス事例は幾つかの概念属性を持つ。一つのサービス要求に含まれる目的に対応する概念属性が多ければ多いほど、多くの事例が必要である。

従って、類似度の高い事例だけでなく、類似度の低い事例も利用する必要がある。事例は以下の手順で選択される：(a) 類似度がゼロでない事例を選ぶ (b) 類似度が低く、その事例の概念属性が他の事例に完全に含まれている事例を削除する。

(2) 機能部品の選択

上で探索された事例を使って仕様を導出する。もし、T-tableのある概念属性に対応する事例が一つしかない場合は、この概念属性を含む事例が使われる。もし複数の事例がある場合は、事例における機能部品とブロックとの類似度を計算して、一つの事例を決める。

(3) 導出した仕様の検証

導出した仕様の部品の間、不都合が存在する可能性がある。例えば、SCF サービスの場合は、

転送先を登録するという機能部品と選択された相手を登録する機能部品は、同じ状態にある。部品間の制約が導出した仕様における矛盾の検出に使われる。

5 結論と将来の課題

本稿では、事例ベース推論に基づく通信サービスの要求獲得手法が提案された。この手法を使って、ユーザによって自然言語で記述された不完全な要求記述から、完全な要求仕様が得られる。このシステムは開発中である。

現在事例の数がまだすくない。今後、新しい事例を増やして研究を進めいく予定である。

謝辞

研究に際して、ご指導頂いている当研究所葉原耕平会長、寺島社長及び有義な義論をして頂いた研究室の方々に感謝致します。

参考文献

- [1] C. D. Stafford and J. D. Haan, "Delivering Marketing Expertise to the Front Lines," *IEEE Tran. on Expert*, Vol. 9, No. 2, pp. 23-32, 1994.
- [2] P. Hsia, A. Davis, and D. Kung, "Status Report: Requirement Engineering," *IEEE Software*, Nov., pp. 75-79, 1993.
- [3] A. J. Czuchry and D. R. Harris, "A New Paradigm for Requirement Engineering," *IEEE Expert*, pp. 21-34, 1988.
- [4] "Functional Specification and Description Language (SDL)," *CCITT Red Book, Int'l Standards Org., Geneva*, 1985.
- [5] Y. Hirakara and T. Takenaka, "Telecommunication Service Description Using State Transition Rules," *Int. Workshop on Software Specification and Design*, pp. 140-147, Oct., 1991.
- [6] V. E. Kelly, "Inferring Formal Software Specifications From Episodic Descriptions," *AAAI'87*, pp. 127-132, 1987.