

ソフトウェア要求定義のためのコミュニケーションモデル†

大 西 淳††

ソフトウェア要求定義のためのコミュニケーションのモデルと、それに基づくソフトウェア要求仕様化技法について述べる。形式的な要求言語によって要求仕様の高品質化を狙う手法が数多く提案されてきたが、その形式性が書きやすさや読みやすさを阻害するといった問題点も指摘されている。本稿では要求の記述過程を、記述者と計算機（記述解析系）の間でのコミュニケーション（伝達）によって進むものとみなし、コミュニケーションのモデルを提案する。次に形式的な要求言語をどの程度まで自然言語に近づけても、計算機が正しく解析できるかをモデルに基づいて考察し、より自然な文体での要求の記述を可能とする手法を示す。ここでは①語句の省略、②代名詞の利用、③新規の動詞の利用、④新規の名詞の利用、⑤新規の概念の利用が要求の仕様化において可能であることを示す。最後に開発してきた日本語要求言語を用いて具体的に要求記述とその解釈の過程を説明する。

1. はじめに

要求記述にはあいまいさ、矛盾、不完全といった誤りが含まれる場合があり、高品質なソフトウェア開発のためにはそれらを的確に検出して除去しなければならない。形式的な要求言語を用い、計算機援用による要求記述の解析によって誤りの検出や除去はある程度可能である。しかしながら記述することが困難になったり、記述が読みにくくなったりする問題が生じる。

本稿では要求記述過程を計算機と記述者の間でのコミュニケーションに基づいて進むものととらえ、コミュニケーションのモデルを開発する。形式的な要求言語をどの程度まで自然言語に近づけても、正確にコミュニケーションを進めることが可能であるかをモデルに基づいて考察し、自然言語を用いた場合と同じように記述者が自分の言葉を用いて自由に記述したり、代名詞を用いたり、語の省略が可能な要求言語を提案する。

2. コミュニケーションとそのモデル化

コミュニケーションは、送り手 (Sender) がある手段を用いて自分の伝えたい概念を表現して伝送し、それを受け手 (Receiver) が解釈する過程であり、次の10個の過程からなる¹⁾。

- 1) 知覚作用 (Perception)
- 2) 概念化作用 (Conceptualization)
- 3) 言語表象との照応作用 (Identification with Verbal Symbols)

- 4) 表出作用 (Expression)
- 5) 送信作用 (Transmission)
- 6) 視聴覚作用 (Audio-visualization)
- 7) 言語表象との照応作用 (Decoding)
- 8) 概念化作用
- 9) 了解作用 (Comprehension)
- 10) 反応作用 (Reaction)

記述を介して概念が伝達される場合は、2) が概念を明確化する過程、3) が、ある言語を用いて頭の中で記述をまとめあげる過程、4) は例えば紙に書き下す過程、5) は郵便や FAX 等で記述が伝達される過程、6) は受け手が読み取る過程、7) は読み取った記述がある言語によって書かれていると理解する過程、8) は、その記述の意味を得る過程、9) はその意味を理解する過程、10) は理解した結果、受け手が行動を起こす過程に相当する。

一般にコミュニケーションにおいては、なんらかの記号表現が用いられる。記号表現はそれぞれ意味を担っており、それは記号内容と呼ばれる²⁾。本稿では次のようにコミュニケーションをモデル化する。まず記号表現、記号内容の集合を次のように、それぞれ E と M で表す。

- E : 記号表現の集合,
M : 記号内容の集合.

送り手の用いる記号表現の集合を E_s 、受け手の用いる記号表現の集合を E_r 、それぞれの用いる記号の意味集合を M_s 、 M_r と表す。添字の s は送り手 (sender) を、r は受け手 (receiver) を意味する。

人間から計算機へのコミュニケーションでは、計算機が解釈可能な形式言語 L があって、L の解析系が計算機上で動作し、L で記述された表現を解析すること

† Communication Model for Software Requirements Definition by ATSUSHI OHNISHI (Research and Development Division, Data Processing Center, Kyoto University).

†† 京都大学大型計算機センター研究開発部

になる。Lでの表現が記号表現に対応し、計算機による、その解釈結果が記号内容に対応する。この場合、人間はLで記述するのであるが、本来は自然言語など他の言語で記述する能力があるわけだから、人間の扱える記号表現集合 E_s は計算機の扱う記号表現集合 E_r よりも大きいとみなしてよい。

ここで、送り手の概念を何らかの言語で表現する関数と受け手の記号表現を解釈する関数を導入する。つまり M_s から E_s への概念表現関数 f_{si} と、 E_r から M_r への解釈関数 g_{ri} を考える。概念表現関数はドメインの要素である各々の記号内容に対して必ず記号表現が存在するから total となる。一般に送り手は一つの記号内容に対して、異なった記号表現を取ることができるので概念表現関数の集合を持つが、特定の文脈では一つの概念表現関数をとるものとし、文脈 i での概念表現関数を f_{si} と表す。また対応する解釈関数を g_{ri} と表す。ある文脈において記号内容が異なれば、その記号表現も異なると考えるから f_{si} は1対1対応となる。以上の前提から、 E_s の部分集合である f_{si} の像 $Im(f_{si})$ から M_s への逆関数 f_{si}^{-1} が存在する。

図1に人間から計算機へのコミュニケーションのモデルを示す。 e_s, e_r, m_s, m_r をそれぞれ E_s, E_r, M_s, M_r の要素とする。送り手がある概念 m_s を e_s をもって表現しそれを受け手に伝える。受け手は e_r を受けとり、それを m_r と解釈する。また E_s から E_r への送信関数を t とすると、送り手の概念が受け手に解釈されるまでのコミュニケーションの過程は次のようになる。

$$e_s = f_{si}(m_s), e_r = t(e_s), m_r = g_{ri}(e_r).$$

ここで送信過程に誤りがなければ $e_s \equiv e_r$ となる。以下の議論では送信過程に誤りはしないものとする。受け手の記号表現集合、記号内容集合、解釈関数が、それぞれ E_s, M_s, f_{si}^{-1} に等しければ、送り手の意図した情報が正確に受け手に伝わる。

受け手が計算機の場合、送り手の概念 m_s に対し

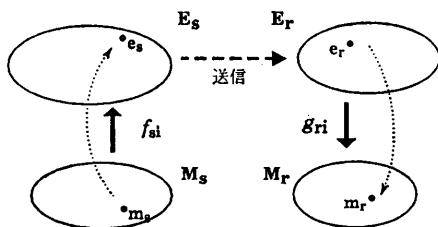


図1 コミュニケーションモデル
Fig. 1 Communication model.

て、計算機にそれを m_r と解釈して欲しいとする。これを

$$m_r = k(m_s) \quad (\text{ただし } k: M_s \rightarrow M_r)$$

と表す。解釈関数 g_{ri} が f_{si}^{-1} と k の合成関数である場合に、 $m_r = m_s$ となり送り手の概念が正しく計算機に受理される。この場合、 $m_r = m_s$ を満たすとは限らない。

一般的には送り手と受け手によって、 E や M が異なったり、その間の概念表現関数や解釈関数が異なることがあるために、コミュニケーションが行われた結果、送り手の意図したとおりの情報が正しく伝達されないことがある。人間から計算機へのコミュニケーションにおいても、これらの差異からさまざまな不都合が生じる。以下に人間から計算機へ正しく情報が伝達されない状況とその対策を示す。

コミュニケーションが成功しない状況として、

- ①受け手に記号表現と記号内容の両方が欠如している場合、
- ②受け手は記号内容は持つが、記号表現を持たない場合

を考える。

状況①は図2に示すように、 $e_s = f_{si}(m_s)$ で $e_r = e_s$ となる e_r が E_r の要素でなく、さらに m_r が M_r の要素でない場合であり、計算機にとっては知らないことは処理できない場合である。この場合、もし受け手にその記号表現 e_r と記号内容 m_r 、およびその間の解釈関数 g_{ri} を獲得させることが可能ならば対処できる。これは、計算機側に新しい記号表現、記号内容、その間の解釈関数を新たに獲得させるような手段がないと対処できないことを意味している。

状況②は e_r は E_r の要素でないが、 m_r は M_r の要素である場合であり、同義性（記号の表現は異なるが意味は同じ）から生じる問題である。人間は一つの概念をいろいろな形で表現できるのに対して、計算機側はその概念は持っているが、表現は知らない場合であ

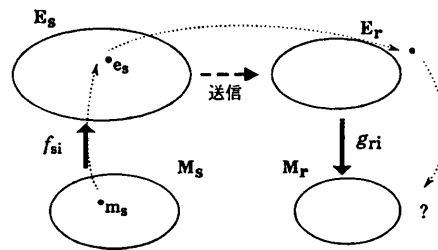


図2 コミュニケーションの失敗
Fig. 2 Failure of communication.

る。対処には二つの方法が考えられる。一つは人間が f_{si} とは別の概念表現関数 f_{sj} を用いて計算機のわかる表現に言い直してやる方法で、図3に示すように $e_s' = f_{sj}(m_s)$, $e_s' \in E_r$, $m_r = g_{rj}(e_s')$ なる e_s' を送り手が用いる方法である。これは計算機に理解可能な言語でもって人間が表現しなおすことを意味している。もしも e_s' や f_{sj} を人間が知らない場合は、新たにそれらを知得しなければならない。換言すれば人間は機械に比べて豊富な表現能力を持つにも関わらず、表現を制限させられたり、表現手段を学ばなければならないことを意味している。これらが、一般に形式的な言語による記述が書きにくく、また読みづらくなっている理由であると考えられる。

もう一つの対処法は図4に示すように e_r , $m_r = g_{ri}(e_r)$ を受け手に獲得させる方法である。人間同士のコミュニケーションでは、新しい概念に対することばや、既存の概念に対する新しいことばを定義して、コミュニケーションを進めることは通常行われているが、計算機相手でも解釈系に新規の知識を獲得する機能を備えさせることによって、人間の持つ豊富な表現を使ったコミュニケーションが可能となる。

以上のように、人間から機械へ正しく情報を伝達させるためには、一つは、人間が努力して、機械が扱え

る記号内容を機械に分かる表現で表せばよい。しかしながら、この方法では、人間は機械に比べて豊富な表現能力を持つにも関わらず、言い方を制限させられる。より人間の使い勝手を上げるためにも、計算機側に記号表現、記号内容、その間の解釈関数を新たな知識として獲得させる手段が用意されなければならない。

3. 要求定義とコミュニケーションモデル

ここではコミュニケーションモデルに基づき、計算機側で記号表現や記号内容や解釈関数を獲得したり、省略語や代名詞を文脈を用いて解釈できるような、日本語要求の記述手法を提案する。これにより、形式的な要求言語と同等のテスト可能性を持ち、しかも、より自然に要求を定義できる言語が実現できる。

3.1 要求言語での記号表現とその内容

日本語の記号表現には、単語レベル、文レベル、段落レベルなどいくつかのレベルがある。単語という記号表現は特定の記号結合規則によって結合され、文という記号表現となる。要求記述に現れる名詞はデータや機能といった型によって分類ができる。動詞については「流れる」、「渡す」といった表層の動詞に対して「FLOW」という深層の動詞が存在する。さらに文は動詞を中心にその動作主体となる格、目的格、道具格といった格をもつ格フレームで表すことができる。

本稿では計算機における解釈を、名詞についてはその表現からその名詞の型を得ること、動詞についてはその表層の表現から深層の動詞に変換すること、文については、その格フレーム型式に変換することと定義する。形式的な要求言語を用いた記述を解釈する場合、処理系にあらかじめ用意した辞書に登録された名詞、動詞や格フレームに適合する文を用いる限りでは正しく解釈できるが、辞書にないものは解釈できない。より使い勝手をよくするためには、2章で紹介した新規の知識の獲得機能を解釈系が備えるべきであり、例えば「名詞とその型」、「表層の動詞とその深層の動詞」や「文とその格フレーム」を獲得可能にすることによって、辞書にない語や未定義の格フレームに対応した文が利用できるようになる。

表1に要求記述の解釈のレベルにおける記号表現とその内容を示す。以下では、それぞれの解釈について述べる。

3.1.1 名詞の解釈

われわれの要求言語に用意している名詞の型は、

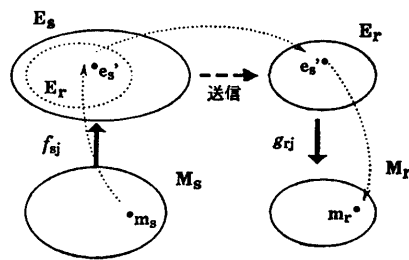


図3 受け手に理解可能な表現を用いたコミュニケーション
Fig. 3 Communication with receiver's understandable code.

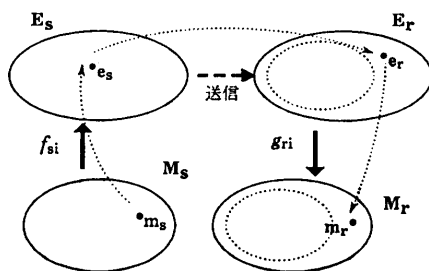


図4 知識獲得によるコミュニケーションの成功
Fig. 4 Successful communication by knowledge acquisition.

human, function, data, file, control, device の6種であり、例えば、「入力コマンド」という名詞は data 型を持つ。

解釈系にとって、具体的な名詞が与えられて、その型が判明できれば、その名詞を正しく解釈したとみなす。上の例では「入力コマンド」が記号表現に対応し、解釈系が data 型と解釈できれば正しいとみなす。解釈系には名詞と名詞の型の対があらかじめ辞書として用意されており、辞書に登録された名詞は解釈できる。辞書に登録されていない名詞でも、語尾に着目して『〇〇システム』とか『〇〇票』といった複合語であれば、『〇〇システム』は function 型、『〇〇票』は data 型と解釈する。そのような複合語ではない新規の名詞が与えられると、その型を記述者に問い合わせる。

3.1.2 動詞の解釈

動詞の記号内容である概念として「データの流れ」、「構造」、「ファイルの操作」など10種のことを要求言語に用意している。一つ概念には、いくつかの動詞が対応する。例えば、「データの流れ (Data Flow, 略して DFLOW)」という概念は、「入力する」、「受け取る」、「渡す」、「入力される」、「受け取られる」、「渡される」といった様々な動詞で表すことができる。別の言い方をすれば、「入力する」や「入力される」といった動詞は表層の動詞であり、それに対して深層の動詞として「DFLOW」がある⁴⁾。これらの表層の動詞が受け手の記号表現に、深層の動詞が記号内容に対応する。

未登録の動詞が記述に現れると、用意している10の概念の表現に相当するのかわ、新しい概念の表現に相当するのかわを問い合わせ、前者の場合は新表現の登録、後者の場合は新概念とその表現、ならびに格フレームの登録が行われる。

表2に概念と動詞の対応を示す。新規の名詞と動詞と概念は一時的な辞書に登録され、指定によってその一部あるいは全部をそれぞれのシステム辞書に登録できる。

3.1.3 文の解釈

各々の概念には、あらかじめ格が与えられている。例えば DFLOW に対しては、動作主、源泉、目標、

表1 記号表現, 記号内容の階層
Table 1 Three levels of symbols.

記号表現 (e _r)	記号内容 (m _r)
名詞, 代名詞, 省略された名詞	名詞の型
動詞	概念
文	概念を関係とした 関係表のタプル

表2 動詞とその概念
Table 2 Verbs and their concepts.

表す概念 (深層の動詞)	対応する動詞
data の流れ (DFLOW)	渡す, 入れる, 出力する, 受け取る, 入力される, 入力する, 渡る, 渡される, 等
control の流れ (CFLOW)	移す, 渡す, 受け取る, 渡される, 等
function, file または data の and 木構造 (ANDSUB)	成る, 含む, 分割する, 構成する, 構成される, 分割される, 等
function の or 木構造, または data の種別 (ORSUB)	成る, 含む, 分割する, 構成する, 構成される, 分割される, 等
file 中の data の検索 (RET)	検索する, 検索される
file への data の挿入 (INS)	挿入する, 入れる, 加える, 挿入される, 入れられる, 等
file 中の data の更新 (UPDATE)	更新する, 更新される
file 中の data の削除 (DEL)	削除する, 除く, 削除される, 等
file に対する処理 (MANIP)	ソートする, 複写する, マージする, アペンドする, コピーする, 等
data の生成 (GEN)	生成する, 作成する, 変換する, 生成される, 等

表3 DFLOW 動詞の格フレーム
Table 3 Case frame of verb, DFLOW.

動詞	格	名詞のタイプ
DFLOW	動作主	data
	源泉	function または human
	目標	function または human
	道具	device

道具格は源泉格か目標格が人間型の名詞の場合に必須

道具の必須格がある。これらの格に当たる名詞の型は限定される。DFLOW の動作主格には data 型の名詞しか許されない。表3に DFLOW の格フレームを示す。

この DFLOW の格フレームは、DFLOW を関係とし、動作主、源泉、目標、道具を属性とする関係スキーマと見することもできる。つまり関係スキーマ DFLOW は

DFLOW=(動作主, 源泉, 目標, 道具)
と表され, 属性「動作主」のドメインは data 型の名詞の集合, 「源泉」と「目標」のドメインは共に human 型と function 型の名詞の集合, 「道具」のドメインは device 型の名詞の集合と規定される. 例えば要求文『利用者は端末を介して, システムにコマンドを入力する』は図 5 のような関係表のタプルとなる⁶⁾.

要求文が記号表現に, 関係スキーマのタプルが記号内容に対応する. 文が関係表のタプルとして表される場合, 解釈系にとって要求文が解釈されたとみなす.

一つの文に複数の動詞が存在する複文や重文の場合は単文に分割してから解釈する. 新規の概念の文の解釈は 3.1.2 項に述べたようにその格フレームを登録することによって可能となる.

3.1.4 代名詞や省略語の解釈

日本語による文章においては, 文の流れを良くするために, 省略しても, その語句が文脈(コンテキスト)から解釈可能であれば積極的に語句が省略されると言われる. また名詞の代わりに, よく代名詞が用いられる. 語句の省略や代名詞の使用を認めると, より自然な表現ができるようになるが, 「これ」という同一の代名詞で異なった意味内容の名詞を表現したり, 異なった意味内容の名詞を, 空語で表現(つまり省略)できるため, 受け手は記号表現から内容を一意に解釈することが困難になる.

空語(ϵ)と記述に現れる物や人間を指す代名詞を要素とする集合 E_x を考える.

$$E_x = \{\epsilon, \text{これ}, \text{彼}, \dots\}$$

今までの議論における記号表現を拡張して

$$E_s' = E_s \cup E_x, \quad E_r' = E_r \cup E_x$$

とする. E_s から E_s' への関数 h_s を考え, M_s から E_s' への関数 f_s' を f_s と h_s の合成関数とする. ある名詞 $w \in E_s$ が省略される場合は $\epsilon = h_s(w)$, 「これ」という指示代名詞に置き換わる場合は, 「これ」= $h_s(w)$, 省略も代名詞化もされない場合は, $w = h_s(w)$ となる. 省略されたり, 代名詞化される名詞の元の表現は少なくとも一箇所は記述に現れるから, h_s は total となる

DFLOW

動作主	源泉	目標	道具
コマンド	利用者	システム	端末

図 5 『利用者は端末を介してシステムにコマンドを入力する』の関係データ表現

Fig. 5 Relational data representation of requirements, "User enters commands to system with a terminal."

が, 同じ文脈下で異なる二つ以上の名詞を省略したり, 「それ」という代名詞を異なる二つ以上の名詞に対して表したりできるため h_s は 1 対 1 ではない. したがって逆関数が存在しない. このため受け手は, 省略された名詞や代名詞から元の名詞 w を解釈することが困難になる.

そこで, 代名詞や名詞の省略語の場合は, 格フレームを用いて, 型を推定し, その型を持った名詞で最近記述に現れたものの中から照応すべき名詞を推定する. 格フレームのスキーマの属性値が代名詞となったり, 空である場合, その属性のドメインに許される名詞の型が格フレームによって定義されている. 例えば「データの流れ」に関する動詞の道具格のドメインは device 型の名詞である.

型が判明すれば, 特定の文脈下においては, 照応可能な名詞は限定されるから, 照応可能で, しかもあてはまるべき型を持った名詞を候補とすることができる. 要求記述は ANSI/IEEE のスタンダード⁹⁾に従って, 構造的に章や節を持ったものとして記述されるものとする. 章や節が変わると文脈も切り替わるとしており, 特定の節で使われた名詞が型ごとに分類されてスタックに詰められたものを文脈としている. また主語にあたる省略語や代名詞の照応では, その直前の文の主語とその章や節の見出し語で格フレームから推定される型を持つものがあれば, その照応順位を高くしている.

3.1.5 解釈の矛盾と要求記述の精製

これらの解釈で矛盾が生じると, 要求記述に誤りがあることがわかる. 例えば格フレームから特定の格に埋まるべき名詞の型が限定されるが, 実際に埋まった名詞の型が, それと異なれば, 名詞の型誤りを検出できる. また, 省略語に照応すべき語が見つからなければ, 格の抜けを検出できる. さらに余分に不適切な格があれば検出できる. この結果, 要求記述の完全性や正確性を向上させることができる.

さらに, われわれは機能間の関係を表す枠組みとして機能フレームと名付けた枠組みを用意した. これは情報システムに必須な機能を表すための要求文と文の間の関係を表すものであり, それを要求記述が満たしているかどうか調べることによって, 機能の抜けを検出できる^{4), 6)}.

3.2 解釈過程とコミュニケーションモデル

以下に要求記述の解釈過程の手順を示す.

(1) 記述に現れる名詞に対して, 辞書引きによっ

て型を得る。『○○データ』のような複合語の場合は辞書引きをしないで、data 型と判断する。辞書に未登録の名詞は記述者にその型を問い合わせる。問い合わせた結果は一時的な辞書に登録され、以後は問い合わせない。このことは2章のコミュニケーションがうまくいかない状況の②で記号表現 e_r と解釈関数 q_{ri} を獲得して対処することに対応する。

(2) 記述に現れる動詞に対して、辞書引きによって概念を得る。『渡す』のようにデータフローとも制御フローともとれるものは、フローというより、抽象的な概念としておき、文の解析時にデータフローか制御フローかを判断する。辞書に未登録の動詞は記述者にその概念が既存の概念に相当するか新規かを問い合わせる。既存の概念の場合は、例えば「が」格と動作主格が対応するというように格助詞と深層格の対応を問い合わせる。これは2章での状況②で記号表現 e_r と解釈関数 q_{ri} を獲得して対処することに対応する。

一方新規の概念の場合は、その格フレームを問い合わせる。これは2章での状況①で記号表現 e_r 、記号内容 m_r 、解釈関数 q_{ri} を獲得して対処することに対応する。

(3) 次に重文と複文（主語節，連体修飾節，対立節⁶⁾）を一つの動詞しか含まない単文に分割する。分割した文に現れる動詞に対応する概念の格フレームと文を対比する。格フレームには格助詞と深層格、およびその格にあてはまる名詞の型が明示されており、名詞の型誤りを検出するとエラーを通知する。また、格の抜けや代名詞が現れた場合は3.1.4項で述べたように、まず当てはまるべき名詞の型を格フレームから見だし、次に文脈から候補を求める。二つ以上の候補があると問い合わせる。また候補が見つからない場合はエラーを通知する。以上の手順によって、分割された各文が対応する格フレームの関係スキーマのタプルに変換される。

4. 要求記述の処理過程

これまでの議論に基づいて、要求言語 X-JRDL (eXtended Japanese Requirements Description Language) とその処理系 Reda (Requirements description analyzer) を開発してきた⁶⁾。付録に X-JRDL を

“在庫管理係”の型は何ですか。
1: HUMAN 2: FUNC 3: DATA 4: FILE 5: CNT 6: DEV
1

図 6 新規名詞の型の定義
Fig. 6 Definition of new noun.

“表示する”は辞書にない動詞です。
この動詞は次のどのCRD動詞に対応しますか。
1: DFLOW 2: CFLOW 3: FLOW 4: SUB 5: RET 6: INS
7: UPDATE 8: DEL 9: GEN 10: MANIP 11: 新動詞
11

新しいCRD動詞を入力してください。 display

この動詞の終止形を入力してください。 [“表示する”]

図 7(a) 新概念の定義

Fig. 7(a) Definition of new concept.

“表示する”の格フレームを定義します
○○に“表示する”の格は次のどれに相当しますか?
1: AGENT 2: GOAL 3: INST 4: KEY 5: OBJECT 6: SOURCE
2
この格に当てはまる名詞の型は HUMAN でいいですね?
他に当てはまる名詞の型があれば教えてください
1: HUMAN 2: FUNC 3: DATA 4: FILE 5: CNT 6: DEV
7: なし
7
○○を通して“表示する”の格は次のどれに相当しますか?
1: AGENT 2: INST 3: KEY 4: OBJECT 5: SOURCE
2
この格に当てはまる名詞の型は DEV でいいですね?
他に当てはまる名詞の型があれば教えてください
1: HUMAN 2: FUNC 3: DATA 4: FILE 5: CNT 6: DEV
7: なし
7
○○が“表示する”という言い方は正しいですか?(y/n)
y
○○が“表示する”の格は次のどれに相当しますか?
1: AGENT 2: KEY 3: OBJECT 4: SOURCE
1
この格に当てはまる名詞の型を教えてください
1: HUMAN 2: FUNC 3: DATA 4: FILE 5: CNT 6: DEV
7: なし
2
まだあれば教えてください。なければ7を入れてください。
7
○○によって“表示する”という言い方は正しいですか?(y/n)
n
○○から“表示する”という言い方は正しいですか?(y/n)
n
○○を“表示する”という言い方は正しいですか?(y/n)
y
○○を“表示する”の格は次のどれに相当しますか?
1: KEY 2: OBJECT 3: SOURCE
2
この格に当てはまる名詞の型を教えてください
1: HUMAN 2: FUNC 3: DATA 4: FILE 5: CNT 6: DEV
7: なし
3
まだあれば教えてください。なければ7を入れてください。
4
まだあれば教えてください。なければ7を入れてください。
7

図 7(b) 格フレームの定義

Fig. 7(b) Definition of case frame.

“表示する”の格フレームの定義を示します。
CRD動詞: DISPLAY
動作主格(agent): ○○が“表示する” (型: FUNC)
目的格 (object): ○○を“表示する” (型: (DATA FILE))
道具格 (instrument): ○○を通して“表示する” (型: DEV)
目標格 (goal): ○○へ“表示する” (型: HUMAN)

以上の定義で正しいですか?(y/n)

y
“表示される”の格フレームの定義を示します。
CRD動詞: DISPLAY
動作主格(agent): ○○によって“表示される” (型: FUNC)
目的格 (object): ○○が“表示される” (型: (DATA FILE))
道具格 (instrument): ○○を通して“表示される” (型: DEV)
目標格 (goal): ○○へ“表示される” (型: HUMAN)

以上の定義で正しいですか?(y/n)

y

図 7(c) 格フレームの確認

Fig. 7(c) Confirmation of newly defined case frame.

用いた日本語要求記述例を示す。

図6と図7は新規の名詞と動詞の処理過程である。図で下線を引いた部分は利用者からの応答を示す。図6は新規名詞の型の定義過程である。「在庫管理係」という語が辞書に登録されていないために、その型を記述者に問い合せている。現在のところ、型は6種以外のものを登録できないという制限がある。

図7は新規の動詞に対する問い合せの過程である。図7(a)は「表示する」という動詞の深層の動詞(CRD 動詞と呼んでいる)を問い合せている過程である。利用者が新規の概念であるという指定をしたため、さらにその深層の動詞を定義させている。図7(b)は概念“display”に対する格フレームの定義過程である。元の要求文が『在庫管理係にコンソールを通して表示する。』であるので、「に」と「を通して」に対応する格とその格にあてはまる名詞の型を問い合せている。それ以外の格で省略されたものがあるかどうかを、『〇〇が表示する』という言い方は正しいか』というように助詞をともなった文を示して、それが正しいかを利用者問い合せて確認する。図7(c)はこれらの問い合せの結果、定義された格フレームを確認する過程である。動詞が能動形であればその受動形の、受動形であれば能動形の格フレームも自動的に生成する。

これら新規の名詞と動詞の処理が終了すると、文を単文にして代名詞や省略語の照応を行う。図8は付録の記述の「(1)在庫管理部」の部分の処理結果である。『在庫管理係から制御を受け取る』は主語が省略されているが、受け取る主体はfunction型の名詞であり、この節で該当する名詞として、見出しの「在庫管理部」を当てている。『彼から入庫票をキーボード

で受け取る』で彼はhuman型の名詞が対応し、この節で現れる「在庫管理係」を当てている。『在庫マスタファイルをそれで更新する』では、「それ」はdata型の名詞が対応し、この節で現れる「入庫票」、「数量」、「品名」が候補となっている。このように候補が複数ある場合は記述者に問い合せる。

5. おわりに

コミュニケーションのモデルとモデルに基づいて記述者が自分の言葉で要求を記述できる手法を提案した。これにより、要求記述を書きやすく、また読みやすくすることができる。開発中の要求言語では現在のところ制限となっている名詞の型の登録を可能にして、記述をより容易にする予定である。

今回提案したコミュニケーションモデルは要求定義以外での計算機と人間の対話や、計算機を介した人間同士のコミュニケーションにも有用であると思われるので様々なソフトウェア開発に適用することを考えている。

要求言語処理系を含めた要求定義環境 Card (Computer aided requirements definition) を主に Kyoto Common Lisp を用いて、SPARCstation 上で作成している。Card は Reda のほか、検証系、プロトタイプ支援系、入出力データ解析系、設計情報検索系、概略設計支援系から構成される⁷⁾。現在のところ、日本語要求記述を解析した結果を用いて記述の検証、プロトタイプ、データフローと制御フローの表示、記述の検索、構造化設計にもとづくモジュール設計支援などをサポートしており、環境の整備が今後の課題である。

謝辞 本研究のきっかけを与えてくださった本学名誉教授で立命館大学工学部長大野豊先生、ならびに名古屋大学教授阿草清滋先生に感謝する。

参考文献

- 1) 平井昌夫：ことばの百科事典，三省堂(1982)。
- 2) Eco, U.: *A Theory of Semiotics*, (池上嘉彦(訳)：記号論I, 岩波現代選書 43, 岩波書店(1980))。
- 3) ANSI/IEEE: *Guide to Software Requirements Specification*, ANSI/IEEE Std. 830-1984 (1984)。
- 4) 大西 淳, 阿草清滋, 大野 豊：要求定義のための要求フレーム，情報処理学会論文誌, Vol. 28, No. 4, pp. 367-376 (1987)。
- 5) 永田 勇：国文法の基礎，洛陽社(1970)。
- 6) 大西 淳, 阿草清滋, 大野 豊：要求フレームに基づいた要求仕様化技法，情報処理学会論文誌，

見出し語：在庫管理部

在庫管理係から制御を受け取る。
"在庫管理部"が"受け取る"のですね。

入庫票は品名と数量からなる。
彼から入庫票をキーボードで受け取る。
"彼"の指す名詞は"在庫管理係"ですね。

"在庫管理部"が"受け取る"のですね。

在庫マスタファイルをそれで更新する。
"在庫管理部"が"更新する"のですね。

"それ"の指す名詞は何ですか。
RET: "入庫票" 1: "数量" 2: "品名" 3: それ以外

2

図8 要求記述解析結果の一部
Fig. 8 A part of analysis result of requirements description.

Vol. 31, No. 2, pp. 175-181 (1990).

- 7) 大西 淳, 阿草清滋, 大野 豊: ソフトウェア要求定義支援技法/環境: Card, 情報処理学会「CASE 環境シンポジウム」論文集, pp. 49-56 (1989).

付録 在庫管理システムの要求記述

在庫管理システムは入庫管理部, 出庫管理部, 在庫管理部から構成される。

(1) 入庫管理部

在庫管理係から制御を受け取り, 彼からキーボードを通して品名と数量からなる入庫票を受け取る。そして, それを用いて在庫マスタファイルを更新し, 在庫管理係に制御を渡す。

(2) 出庫管理部

検索部と出庫部と発注部からなる。

(2.1) 検索部

在庫管理係から制御を受け取る。そして, 彼から出庫品名と出庫数からなる出庫依頼票をキーボードで受け取り, 在庫マスタファイルから出庫品名の在庫数を検索する。

(2.2) 出庫部

出庫更新部と出庫票出力部からなる。

(2.2.1) 出庫更新部

検索部から出庫依頼票を受け取り, 在庫管理マスタファイルを更新して, 出庫票出力部に制御を渡す。

(2.2.2) 出庫票出力部

出庫更新部から受け取った出庫依頼票

から出庫票を作成し, プリンタで倉庫係に出力して, 在庫管理係に制御を渡す。

(2.3) 発注部

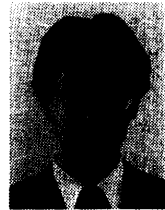
検索部から受け取った出庫依頼票から不足票を作成し, 在庫管理係にプリンタで出力して, 彼に制御を渡す。

(3) 在庫管理部

在庫管理部から受け取った在庫要求品名の在庫数を在庫マスタファイルから検索して, 在庫管理係にコンソールを通して表示する。そして, 彼に制御を渡す。

(平成 3 年 7 月 1 日受付)

(平成 4 年 6 月 12 日採録)



大西 淳 (正会員)

1957 年生。1979 年京都大学工学部情報工学科卒業。1981 年同大学院工学研究科修士課程情報工学専攻修了。同大学院工学研究科博士後期課程に進学。1983 年より京都大学工学部情報工学科, 1986 年より京都大学大型計算機センターに勤務。1990 年から 1991 年までカリフォルニア大学客員研究員。現在, 助教授。工学博士。ソフトウェア工学に関する研究に従事。とくにソフトウェア要求定義, ソフトウェア仕様化技法, 知識情報処理などに興味をもつ。1985 年度情報処理学会論文賞。日本ソフトウェア科学会, 人工知能学会各会員。

複写をされる方に

本誌(書)に掲載された著作物は、政令が指定した図書館で行うコピーサービスや、教育機関で教授者が講義に利用する複写をする場合等、著作権法で認められた例外を除き、著作権者に無断で複写すると違法になります。そこで、本著作物を合法的に複写するには、著作権者から複写に関する権利の委託を受けている次の団体と、複写をする人またはその人が所属する企業・団体等との間で、包括的な許諾契約を結ぶようにしてください。

学協会著作権協議会内日本複写権センター支部
〒107 東京都港区赤坂 9-6-42-704
Phone 03 (3475) 4621・5618
Fax 03 (3403) 1738

Notice about photocopying

In the U. S. A., authorization to photocopy the copyrighted publication or parts thereof for internal or personal use, or the internal or personal use of specific clients, is granted by [copyright owner's name], provided that designated fees are paid directly to Copyright Clearance Center. For these organizations that have been granted a photocopy license by CCC, a separate system of payment has been arranged.

Copyright Clearance Center, Inc.
27 Congress St.
Salem, MA 01944
Phone (508) 744-3350
Fax (508) 741-2318

論文誌編集委員会

委員長	村岡 洋一			
副委員長	土居 範久			
委員	有川 節夫	石畑 清	伊藤 潔	
	岩間 一雄	魚田 勝臣	浮田 輝彦	
	大岩 元	大田 友一	勝野 裕文	
	菅 隆志	小池 誠彦	島崎 眞昭	
	白井 良明	白鳥 則郎	杉原 正顕	
	高橋 延匡	田中 譲	徳田 雄洋	
	富田 眞治	永田 守男	日高 達	
	益田 隆司	三浦 孝夫	三井 斌友	
	毛利 友治	山下 正秀	吉原 郁夫	