

## 先進型上流工程支援ツールVIP

飯村 次郎 西山 聡  
三菱総合研究所

久保 哲也  
情報処理振興事業協会シグマシステム開発本部

Σシステム開発本部では、上流工程の支援環境に対する新しいアプローチを探るため、先進型上流工程支援ツールの概念設計を進めてきた。Visual rapid Prototyping tool(VIP)は、検討された概念設計の妥当性および実現可能性を検証するために開発したものである。このVIPは、日本語で与えた対象業務の記述を解析して、業務フロー図の生成を行うとともに、業務フロー図で表された内容をアニメーションでシミュレートする機能をもっている。今回の試作により、日本語の要求記述から自動的に形式的な内部モデルを生成する機能と、内部モデルを視覚情報として表現する機能を結合することによって、要求の確認を容易に行える環境を実現することができた。

本論文では、このVIPの概要を説明するとともに、今後の展開について述べる。

Visual Rapid Prototyping Tool, VIP

Jiro IIMURA, Satoshi NISHIYAMA  
Mitsubishi Research Institute, Inc.  
TIME & LIFE BUILDING 3-6, Otemachi, 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100

and

Tetsuya KUBO  
SIGMA Project, Information-technology Promotion Agency  
Akihabara Sanwa Toyo BLDG, 9-16-8, Sotokanda, Chiyoda-ku, Tokyo 101 Japan

In the SIGMA project, we have developed a prototype of the Visual rapid Prototyping tool, VIP, searching for an efficient way to support users in the requirement analysis phase of the software development cycle. Given a Japanese text about the business to be analyzed, VIP produces the "business-flow data" focusing on the movements of things, slips, and information between the sections specified by users. Then, VIP forms a business-flow diagram on the display and shows the results of analysis as an animation.

In this paper, we describe an overview of VIP tool and discuss an availability of our approach.

## 1. はじめに

Σシステム開発本部が実施したアンケートによれば、ソフトウェア開発の下流工程と比べた場合、要求定義・要求分析といった上流工程の支援に対する期待はかなり大きなものとなっている。そのため、Σシステム開発本部では、上流工程の支援環境に対する新しいアプローチを探るために、ワーキンググループを発足させ、先進型上流工程支援ツールの概念設計を進めてきた。本論文で述べるVisual rapid Prototyping tool（以下VIPと略す）[1]は、検討された概念設計の妥当性および実現可能性を検証し、併せてこの分野の技術の普及を目的として開発したものである。

## 2. VIPの設計方針

ソフトウェア開発の上流工程では、計算機技術者、計算機利用者およびシステム開発者などの間のコミュニケーションが重要となる。そのため、上流工程で使われる技法では、獲得された仕様のための中間的な表現手段として図形のような視覚情報を利用することが多い。このような視覚情報は、大量の要求定義書と比べた場合、多くの情報を高速に伝達することができるという一覧性のメリットをもっている。また視覚情報では、表示方法を工夫することにより仕様の誤りの発見を促進し、仕様の検査を効率化できるという利点がある。

一方、このアプローチでは図形の作成、修正、管理などに面倒な作業が発生し、期待したような作業の効率化が実現されないことがあることも考慮しておく必要がある。

我々は上流工程における作業支援の対象として、日本語文によって記述された要求仕様を内部モデルに変換し、対象業務をフロー図としてまとめるとともに、その解釈結果をアニメーションとしてシミュレートすることを考えた。

このVIPの概念設計において我々が考慮した点は次のようにまとめることができる。

- ① 実用性のみならず、使用して楽しいツール
- ② 大規模なツールではなく、個人的に利用で

## きるツール

- ③ 要求分析作業が楽しくなるようなツール
- ④ 動的なアニメーションで要求を確認
- ⑤ 要求定義は利用者の言葉で表現されるべき
- ⑥ 要求定義はうまく要求を引き出すことが重要
- ⑦ 要求定義は最終的なソフトウェアの構造設計ではない

## 3. VIPの試作

VIPでは、要求仕様のうち、特に対象業務における「物」や「情報」の流れに関する情報（以下業務フロー情報と呼ぶ）に注目し、要求仕様の明確化を行う作業を支援する機能を実現する。

ソフトウェア開発の現場では、業務フロー情報をフロー図（以下業務フロー図と呼ぶ）として表し、要求分析作業などに利用することが多い。ところが、現場のヒアリング・メモから業務フロー情報を作成する作業は、システム開発者にとって大きな負担となっているのが現状である。VIPでは、移動を表す動詞がとる格情報に着目して日本語解析処理を行い、この業務フロー情報を抽出し、業務フロー図ならびに業務アニメーションを自動的に作成する。

以下に、試作を行ったVIPの機能、およびその実現方法の概要を説明する。

### 3.1 VIPの機能構成

試作を行ったVIPは、図1に示すように、入力された日本語の解析を行う日本語解析部、日本語解析結果から業務フロー図を作成・表示する業務フロー作成部、および日本語解析結果をアニメーションとして表示する業務アニメ作成部、の3つのモジュールから構成されている。VIPのプロタイプはΣワークステーション上で開発を行った。

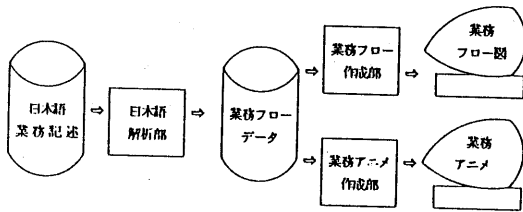


図1 VIPの機能構成

このうち、日本語解析部はPrologで記述し、業務フロー作成部および業務アニメ作成部はC言語とX Window System (Version 11 Release 2) \*を用いて開発した。

### 3.2 日本語解析部

#### 3.2.1 要求記述を対象とした日本語解析機能

ソフトウェア開発のための要求の内容は、まず日本語で記述される。この要求仕様から設計仕様や検証系のための内部モデルを生成する機能は、ソフトウェア開発の支援環境にとって大きな課題の一つとなっている[2]。ここでは、日本語で記述された要求を解析することを考えた場合の日本語の記述能力を次の2つの観点から議論する。

- ・日本語で表現しなければならない要求の記述
- ・人間から見た自然な表現力

前者は、下流工程のツールの入力となるように情報を形式的に記述する能力であり、一般に、日本語処理の意味解析の段階で、抽出された情報は内部モデルへ変換される。

一方後者は、人間とコンピュータとの間のインタフェースの立場から重要となる記述能力であり、ユーザが自然に記述し読むことが可能なテキ

\* X Window System は、米国MITの登録商標である。

ストでなければならないが、ある意味では、ユーザにある程度標準的な日本語を書かせることにより、記述の方法に一定の制限を加えることも可能である。現実の問題として、システム開発者には、簡潔な日本語でドキュメントを作成する能力が要求されている。

#### 3.2.2 VIPの日本語処理

VIPが対象とする日本語の表現能力としては、構文的に極度に複雑な表現は避け、普通の人々が自然に理解できるような表現とした。

したがって、VIPの日本語解析部は、自然な日本語に現れる係受けを解析することができる構文解析機能の上に、意味解析として業務フロー情報を抽出する機能を付加することによって実現することができる。

#### 3.2.3 業務フロー情報の抽出

対象業務で発生している業務フロー情報は、次のような動詞をともなって日本語文中に現れると考えられる。

① 移動を表す動詞 例：「搬出する」

② 働きかけを表す動詞 例：「記入する」

業務フロー情報の抽出処理では、まず、こうした動詞を検出する。次に、その動詞を修飾する語句の中から必要な情報を選択し、個々の動詞に対して図2に示す項形式を生成する。

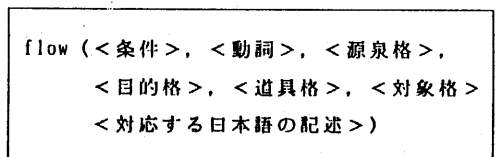


図2 業務フロー情報の項表現

実際の入力に対する出力例が図3である。この例では、文中の「連絡する」という動詞が、在庫不足リストの移動を表す動詞である。

「倉庫係は、在庫が不足した場合には在庫不足リストを受付係に電話で連絡する。」

↓

flow(「在庫が不足する」, 連絡する,

倉庫係, 受付係, 電話,

在庫不足リスト,

「倉庫係は、在庫が不足した場合には在庫不足リストを受付係に電話で連絡する。」)

図3 日本語の記述から抽出される業務フロー情報の例

<動詞>は、文中に現れた移動を表す動詞が終止形で記述される。また<条件>は、その動詞を修飾する節のうち「条件」を表す名詞節(「～した場合」、「～したとき」など)や動詞節(「～すれば」、「～したら」など)を抽出した結果が、この業務フローが発生する条件として格納される。このとき、格納される内容は、構文解析結果から再構成された単文となっている。

<源泉格>と<目的格>は、業務フローを作成する際に、<対象格>(移動する対象)の移動の始点と終点を表しており、<道具格>は「トラック」や「郵送」といった移動の際に利用される道具や手段が埋め込まれる。

業務フロー情報は、構文解析時に、動詞ごとに決定される。この際、VIPでは次の2つの制約情報を利用している。

- ① その動詞が取りうる格助詞
- ② 格として取りうる対象の意味的屬性

これらの制約情報をそれぞれの格についてまとめたものが図4である。例えば、「連絡する」の目的格は、

「伴う格助詞」= 「ニ」

「受付係の意味的屬性」= 「部署名」

という2つの制約を満足している必要があり、文中に現れた「受付係」はこの両方を満足している。このように、取りうる格助詞とその格がもつ意味

的屬性を制約とすることによって、「電話が在庫不足リストで連絡する」のように意味的に誤った記述を、誤った文として扱うことができる。特に、受け身形において動作を行う<主格>を表す「ニヨッテ」と道具格の「ニヨッテ」のように、格助詞だけでは判断できない場合は、格の意味的屬性による制約が有効に機能する。

	伴う格助詞	名詞の意味的屬性
主格	ハ, ガ	「部署名」 や 「個人名」
源泉格	カラ, ヨリ	
目的格	ヘ, ニ	
対象格	ヲ	「書類」「現品」
道具格	ニヨッテ, デ	「道具名」など

図4 格情報の抽出に利用する制約

### 3. 2. 4 業務フロー情報の補完と順序付け

日本語で記述された文章の場合、代名詞を使用したり格の省略を行うことが多く、構文解析結果から完全な業務フロー情報を抽出できるわけではない。また業務フロー情報は、ある移動する対象物に着目すれば、フローの前後関係の整合性を取ることによって、抽出された業務フロー情報全体の順序付けを行うことができる。以下に、この省略情報の補完と順序付けについて説明する。

#### (1) 省略情報の補完

VIPでは、文中で省略された語や代名詞に対する意味的な補完を次の3つの方法によって実現している。

- ① 省略される可能性がある格については、省略時解釈値をあらかじめ辞書に記述しておく。  
例：「連絡する」という動詞の道具格の省略時解釈として「電話」を与える。

⇒ 図3の例では、たとえ「電話」を明示的に記述しない場合にも、システムは「連絡する」ための手段として「電話」を補完する。

- ② その動詞が明示的には取らない格であっても、他の格情報から補完できるものについては、その情報を辞書に与えておく。

例：「連絡する」という動詞はV I Pで扱う範囲内では、源泉格を取らないが、この場合その主格が源泉格となる（「主格」＝「源泉格」）。

⇒ 図3では、まず主格が「倉庫係」と決定された後、上の関係を用いることによって、源泉格も「倉庫係」とであると判断する。

- ③ 重文で格の省略が行われている場合は、その文中で同じ格として既に現れている語を補う。

例：重文において二番目の文の主格が省略されている場合には、一番目の文の主格を補完する。

⇒ 「受付係は依頼者から出庫指示を受け、倉庫係に出庫指示を出す。」という重文では「出す」の主格には、「受ける」の主格と同じ「受付係」が入る。

## (2) 業務フロー情報の順序付け

抽出された個々の業務フロー情報は、半順序関係を表しているため、移動する対象に注目することにより順序付けを行うことができる。

たとえば、

- ① 「倉庫係は積荷票を酒造所から受け取る」  
(積荷票が酒造所から倉庫係に移動)

- ② 「積荷票は受付係に手渡される」  
(積荷票がAから受付係に移動)

という2つの文の結合を「積荷票」の動きに着目して考えてみる。ここで、②の文では「手渡す」の源泉格(A)が省略されている。

- ②⇒①の場合：(直接結合不可能)

A⇒「受付係」→「酒造所」⇒「倉庫係」

- ①⇒②の場合：(直接結合可能)

「酒造所」⇒「倉庫係」→ A⇒「受付係」

ただし、A＝「倉庫係」

このように、移動する対象物に注目することによって、省略された情報を補完しながら2つの文の順序を決定することができる。

なお、試作したV I Pでは、業務フロー情報の源泉格、および目的格に現れることができる名詞は、あらかじめ部署データとして登録を行っておく必要がある。業務フロー情報の抽出を行う際、登録されていない部署名が現れた場合、ならびに上述の(1)および(2)の手続きによっても補完できないような格の省略があった場合には、業務解析データの源泉格、あるいは目的格の部分に「その他」という例外的な場所を表す格を埋め込むようにしている。

## 3. 3 業務フロー作成部

業務フロー作成部は、日本語解析部が抽出した業務フロー情報に基づき、標準的な業務フロー図の記法に従って業務フロー図の作成・表示を行う。業務フロー図は、大きさが無限大のウィンドウ上に業務フロー作成部の起動時に描かれ、ユーザからは視点ウィンドウを介して部分的に見ることができるようになっている。業務フローに関与する部署は、ユーザが登録した順に左から配置するが、日本語解析部で「その他」という部署が検出された場合には、最右端に「その他」を割り当てる。業務フローは、日本語解析部から渡される業務フロー情報の順に、図5に示す形式で描画される。このとき、業務フロー情報の対象格が直前の業務フロー情報と同一である場合には、この図の

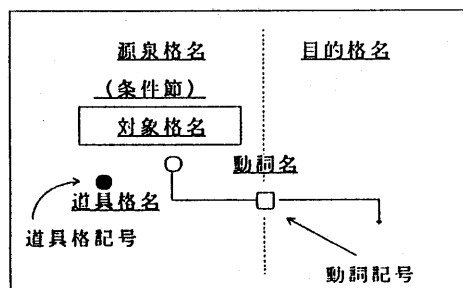


図5 業務フロー情報のレイアウト

条件節と対象格名の部分は描画せず、2つの業務フローを接続させる。

### 3. 4 業務アニメ作成部

業務アニメ作成部では、日本語解析部が抽出した業務フロー情報をアニメーションのシナリオと考へて、業務内容のシミュレーションを行う。また、動詞の動作を記述するために、コマンド形式の簡易言語を設計し、それを利用して個々の動詞の動作を定義したアニメ動作辞書を作成している。

### 4. 実行例

図6に示したテキストは、情報処理学会が各種設計技法を比較する目的で共通問題として利用した「酒屋の倉庫の問題」〔3〕をベースとして作成したものであるが、このテキストの解析結果として得られる業務フロー図と業務アニメーションの例を図7、および図8に示す。

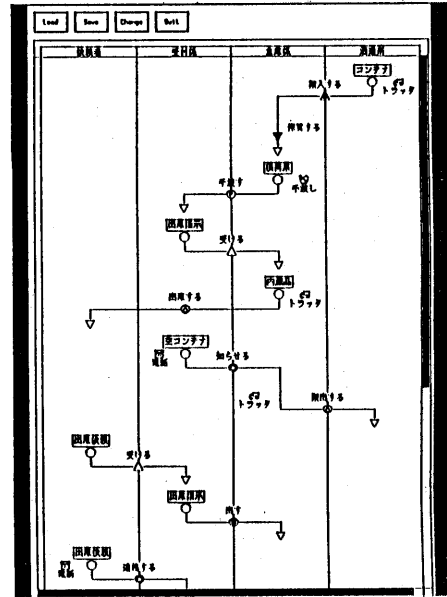


図7 酒屋問題の業務フロー図（部分）

酒類販売会社の倉庫に酒造所から毎日コンテナが搬入される。倉庫係はコンテナを受取りそのまま倉庫に保管し積荷票を受付係に手渡す。倉庫係は受付係から受けた出庫指示によって内蔵品を出庫するようになっている。空コンテナはすぐに出庫される。受付係は依頼者から出庫指示を受け、彼はその都度倉庫係へ出庫指示を出すことになっている。依頼者は出庫依頼を受付係に電話で連絡する。または、依頼者は出庫依頼票を受付係に郵送する。在庫が不足している場合は、倉庫係が不足品を在庫不足リストに記入し同時にこれを依頼者に電話する。当該品の積荷があった時点で受付係は倉庫係に不足品の出庫指示を出すことになっている。受付係は空コンテナを倉庫係に知らせる。

図6 酒屋問題の入力文

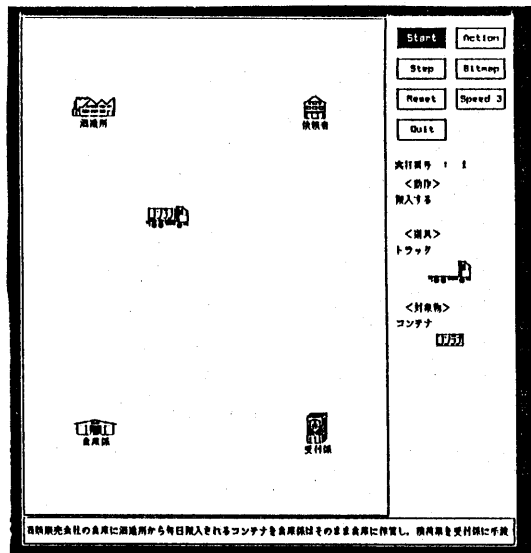


図8 酒屋問題の業務アニメーション

## 5 評価

我々は、今回のVIPの試作により、具体的な日本語の要求記述から対象業務内容を表す業務フロー図ならびにそのアニメーションを自動生成するという我々の手法の実現可能性を確認することができたと考えている。ここでは、さらにVIPのプロトタイピングツールとしての有効性と日本語解析部の性能について、試作システムより得られた結果をまとめる。

### (1) プロトタイピングツールとしての有効性

現場で作業するシステム開発者が対象業務に関するヒアリング・メモに基づいて業務フロー図を作成する際の作業の負担が、VIPを利用することにより軽減できる可能性があることが確認された。これは、日本語の要求記述から自動的に形式的な内部モデルを生成する機能と、内部モデルを視覚情報として表現する機能を結合することによって、要求の確認を容易に行える環境が実現できたことによるものである。

一方、業務フロー図に慣れていないユーザに対しては、業務アニメは、提供される情報量が業務フロー図の一部分でしかないために、逆に曖昧性を増加させてしまうという欠点が指摘された。しかし、要求定義工程では、システム設計者以外にも多くの人の確認・評価を得る必要がある。そのため、直観的に全体の動きを把握することができるアニメーションによって、要求仕様を動的にシミュレートする機能も必要であると考えている。

### (2) 日本語処理機能の評価

我々は、図6の例文に示したように、今回の試作システムにおいて、ある一定の限度内で比較的自然に読める日本語を対象とした処理機能を実現している。極度に複雑な文章は、ドキュメントとして不適切であることを考えれば、むしろ本システムが処理できるような範囲の中で、分かりやすい日本語を書く素養をユーザに期待することの方が、実用システムとしては有効である。この意味からは、本システムをドキュメント作成のためのCAIシステムとして活用する可能性を考慮することができる。

日本語処理を実用的なツールに応用するためには、現在研究が進められている自然言語処理技術を積極的に取り入れていくことは必要である。しかし、今回の試作では、問題領域や取り扱い情報を限定したり、表現を簡単なものに限定することによって、比較的簡単な日本語処理の上にも実用的なシステムを構築することができる可能性も示されたと思われる。

一方、本システムを実用的なツールとするためには、利用する辞書とその辞書に含まれる知識をどうするかという問題が残されている。要求分析を行う対象分野を限れば、支援ツールによる支援のレベルを上げることは、対象分野毎の知識を支援ツールに埋め込むことにより可能である。ただし、エキスパートシステムの開発で知識ベースの構築・管理がボトルネックとなっているように、日本語辞書をどのように構築・管理するかは、自然言語処理を行うシステムにとっても大きな問題である。

## 6 今後の課題

VIPを実用的なシステムにするためには、今後次のような課題を解決していく必要があると考えている。

### (1) 業務フローエディタ

作業の効率化を図るために、日本語から業務フロー図を生成する機能に加えて、生成した業務フロー図を修正することにより、入力した要求仕様記述の変更が自動的に行える機能を付加することを検討している。少なくとも業務フロー図上で不具合を指定すると、要求仕様記述の対応する箇所が指摘されるようにしたいと考えている。

### (2) 下流工程との接続

本システムでは日本語処理機能によって、計算機処理可能な内部モデルによる簡単な要求の形式化が実現された。この機能をさらに拡張するとともに、必要なデータ変換を行うことにより、下流工程で用意されている多くのツールの入力の自動化も可能となる。そこで改めて、下

流工程に必要な情報を整理し、これらの情報を日本語から抽出するために必要な日本語処理機能や中間的な知識の変換機能などについて検討する必要があると考えられる。

### (3) 日本語辞書のカスタマイズ

ユーザが、個々の問題領域に応じた日本語辞書を容易に作成できるようにすることを検討する必要がある。例えば、

- ・問題領域に依存した知識の表現方法
- ・「○○係」、「△△伝票」といった接尾語を、新しいタイプを構成するための構成子として捉え、その名詞の意味的属性を類推することによる辞書の簡潔化

などが考えられる。

## 7 謝辞

最後に、本研究はΣシステム開発本部のワーキング・グループでの作業の結果である。また、御指導を頂いた名古屋大学工学部の阿草教授、京都大学大型計算機センタの大西助教授に感謝するとともに、ワーキング・グループに参加して下さった折原（東芝）、片山（Σシステム開発本部）、加藤（日本ユニシス）、柴田（住友電気工業）、杉尾（沖電気工業）、高柳（東芝）、武内（沖電気工業）、橋本（富士通）、森澤（日本ユニシス）の各氏に感謝いたします。

## 参考文献

- [1] 阿草，大西，久保，西山，飯村：上流工程支援ツールVIPの試作，日本ソフトウェア科学会第6回大会論文集，1989，p177-180
- [2] 高橋：日本語プログラミング環境，情報処理，Vol. 30, No. 4 (1989), pp.363-372
- [3] 二村，雨宮，山崎，淵：新しいプログラミング・パラダイムによる共通問題の設計，情報処理，Vol. 26, No. 5 (1985), pp. 458-459