

ソフトウェアの開発において、プログラマに代わって仕様書からプログラムを作成するシステム。ここでは、(財)新世代コンピュータ技術開発機構(ICO T)からの委託の一環として、日本電気(株)が研究開発した実験システム P G E N について述べる。

1. 背景および目的

現在、大規模なビジネスアプリケーションソフトの開発は通常、要求分析、機能設計、基本設計、詳細設計、製造などの各工程を経て行なわれ、詳細設計以前をシステムエンジニア、製造をプログラマが担当する。基本設計によりシステムは多数のモジュールに分割され、システムの構造が定まる。さらにシステムエンジニアはモジュール毎に詳細設計を行ない、その結果としてモジュール内の詳細な処理手順を記述したモジュール仕様書を作成する。

プログラマはモジュール仕様書を受け取り、それを理解

してプログラムに翻訳する。モジュール仕様書の理解しやすさはプログラマのためだけでなく、仕様の査閲やシステムの保守の際にも重要である。したがってモジュール仕様書は自然言語（日本語）および図表の組み合わせで記述されることが多い。自然言語のあいまいさや省略などを利用して仕様を簡潔に表現することができるからである。

P G E N はプログラマの作業を計算機上で自動化し、問題になりつつあるプログラマ不足を解決しようという一つの試みである。すなわち、P G E N は、モジュール仕様書を入力してプログラムを自動生成するシステムである。プログラマは、日本語、プログラミングや業務に関する知識をもとに仕様書を理解しコーディングを行なうが、P G E N はこれらの知識をシステム内に持ち、知識工学的手法を用いてモジュール仕様書からプログラムを自動生成する。

P G E N は C O B O L のプログラムを自動生成する実験

システムであり、十分かつ完全な知識を持っているわけではないが、銀行オンラインシステムのモジュール仕様書の実例をもとに作成したいくつかの仕様書からプログラムを生成することができた。

2. P G E N を利用したソフトウェア開発

P G E N を利用してビジネスアプリケーションを開発する場合の手順は以下の様になる。

(1) 通常の開発と同様に要求分析、機能設計、基本設計を行なう。その結果、システムはモジュールに分割されモジュール毎の機能が定まる。また、システムの中で使われるデータの構造やコードが決定される。

(2) データ構造やコードの設計結果をもとにデータ型辞書を作成する。データ型辞書では、データ構造を業務用語(たとえば「入出金明細」)と対応させ、また、いくつかのコードをまとめて一つのデータ型として定義する。

(3) それぞれのモジュール毎に仕様を記述する。仕様は、データ宣言と処理記述からなる。データ宣言は、ローカル変数と、モジュール間の情報受け渡しのための共有データを記述するもので、COBOLのデータ宣言形式に近い。処理記述は、ある程度あいまいさと省略を含んだ日本語、表、図を用いてモジュールの詳細な処理を記述する。

(4) P G E Nによりモジュール仕様書からプログラムを自動的に生成する。

(5) 同時に、日本文とプログラムとの対応関係を示したレポートが出力される。この日本文は、P G E Nがモジュール仕様書の日本文のあいまいさや省略を理解して補足した結果である。プログラムの検査を行なって修正が必要であれば、レポートをもとにモジュール仕様書を修正して、上記(4)に戻る。

3. システムの構成と各部の機能

P G E N の シ ス テ ム 構 成 を 図 1 に 示 す。

入 力 処 理 部 は 仕 様 記 述 の 入 力 ・ 編 集 機 能 と 構 文 ・ 構 造 解 析 機 能 を 持 つ。 処 理 記 述 の 日 本 文、 表、 図 は 構 文 解 析、 ま た は 構 造 解 析 を 経 て、 そ れ ぞ れ N ネ ッ ト、 T ネ ッ ト、 G ネ ッ ト と 呼 ば れ る ネ ッ ト ワ ー ク 形 式 の 表 現 に 変 換 さ れ る。

デ ー タ 型 辞 書 は 開 発 対 象 シ ス テ ム の 全 モ ジ ュ ー ル に 共 通 で あ り、 作 成 が 終 わ れ ば た だ 一 度 だ け 辞 書 作 成 ツ ー ル に よ っ て、 内 部 処 理 用 辞 書 の 項 目 に 変 換 さ れ る。 一 方、 デ ー タ 宣 言 は モ ジ ュ ー ル 毎 に 辞 書 作 成 ツ ー ル に よ っ て 辞 書 項 目 に 変 換 さ れ る。

内 部 処 理 用 辞 書 は 構 文 解 析 用 と 意 味 処 理 用 の 2 種 類 で あ る。 上 述 の よ う に 追 加 さ れ る デ ー タ 関 連 の 辞 書 項 目 の 他、 P G E N に 固 有 の 項 目 が 初 め か ら 含 ま れ て い る。 そ れ は 日 本 語 に 関 す る 知 識 で あ る。

意 味 処 理 は、 ネ ッ ト ワ ー ク に よ る モ ジ ュ ー ル 仕 様 の 表 現

を自然言語に近い形からプログラムを生成できる形へ徐々に変換してゆく過程である。意味処理で扱うモジュール仕様のネットワーク表現をMネットと呼ぶ。意味処理部は、Nネット、Tネット、Gネットから初期Mネットを生成し、意味処理用辞書を参照しながらMネットを変形してゆく。この際、あいまいさの解消や省略語の補完が行なわれるが、その結果をユーザに確認する機能も持つ。

最後に、変換の終了したMネットからプログラムとレポートを生成する。

4. モジュール仕様の記述例

P G E N はできる限り人間にとって自然な表現で記述されたモジュール仕様を理解してプログラムを自動生成することを狙いとしている。したがってユーザが文法を意識しないで仕方を記述できるように考慮した。以下、図2の仕様記述例を用いてP G E Nで処理可能な仕様記述の特徴を述

べる。

(1) 節・段落構造

処理記述は節・段落構造を持っている。節・段落構造は処理記述専用のエディタによって入力する。

日本語による記述では、「以下の処理を行なう」や「以下を繰り返す」などの表現がよく現れるが、「以下」が指示している範囲を P G E N が理解するときに節・段落構造を利用する。

(2) 節見出し

節には見出しを書くことができる。見出しは通常、節についてのコメントとして扱われるが、節の内容に関する補足的な役割を果たすこともある。

たとえば、仕様記述例の [2] 節と [3] 節は見出しを除いて日本文が全く同じであり、「コード数」の意味がいまいである。記述例のように見出しがあれば、P G E N

はデータ型辞書をチェックして〔2〕節の場合は「監査キーコードエリア」、〔3〕節は「注意コードエリア」のサブフィールドの「コード数」と判定する。

（3）処理条件の簡略表記

〔2〕節の「有帳のとき」という表現は主語が省略されており、「処理区分が有帳のとき」が完全な表現である。

「有帳」はコード名であり、データ型「処理区分」の変数を取り得る一つのコード値であるとデータ型辞書に定義されている。この情報から主語を補完できる。コード値に関してはこのような主語の省略が可能である。

（4）主語や目的語の省略

上述した主語の省略の他、文型に着目した主語や目的語の省略もできる。たとえば、記述例の〔4〕節の中の「"22"のときは」は主語「科目コードが」が省略され、「"N1"をセット」では目的語「摘要コードに」が省略さ

れている。この場合は直前の文の文型と似ているので、P
G E N は省略語を直前の文から推測できる。

また、「A と B を加え、Z に代入する」のような記述も
許される。この文では何を「Z に代入する」のかが明示的
に記述されていない。しかし、局所的な文脈を理解すること
により「A と B を加えた結果」であることが分かる。

(5) 表

記述例の [5] 節では、条件の一部を日本文で表現し、
残りの条件は表にまとめている。また、処理の大筋は日本
文で述べているが、「セットする」値は表の中に記述され
ている。表は、条件と対応する処理についての情報（条件
のみの場合もある）を記述するが、それを参照する日本文
と組み合わせで完全な仕様となる。

(6) 図

記述例の [7] 節と [8] 節は図を参照する例である。

図の中の箱はあるデータを表わす。同一の図であっても、それを参照する文が異なると図の意味も異なる。〔7〕節では図は条件を示し、〔8〕節では代入の関係を表わしている。図が完全でないときは、データ型辞書を参照して不足情報を補う。

(7) 数式混入の日本文

数式を日本語化した形で日本文の中に記述することができ。たとえば、「入力の通帳残高 = 元帳の通帳残高でなければ」のような表現が許される。

4. 仕様理解のための知識

P G E N は仕様理解とプログラム生成のために様々な知識を用いる。仕様の意味を理解する際に必要な知識のほとんどは意味処理用辞書に含まれる。

前述したように、意味処理は M ネットを変換してゆく過程である。意味処理用辞書は M ネットを変換するための知

知識の集まりであり、人工知能の分野における知識表現法の一つであるフレームの考え方に沿って記述されている。この記述をMモデルと呼ぶ。図3はMモデルの一部の例である。

Mモデルはフレームの階層構造になっており、下位概念のフレームから上位概念のフレームへ "ako" (a kind of) で関係付けられている。図3の例では、 "num_expr" (数式) は "expr" (式) の一種であると表現されている。

Mネットの各ノードはMモデル内のあるフレームをひな型とした複製 (フレームのインスタンス) である。Mネットのノードが持つアークの種類と、その先にくるべきノードのタイプがMモデルに記述されている。図3の例によれば、「代入する」を表現する "set" なるMネットのノード (正確には "set" なるフレームのインスタンスであるノード) は、 "obj_l" (代入の左辺) と "obj_r" (右辺) な

るアークを持ち、その先はそれぞれ変数 ("var") と、式 ("expr") を表わしたノードでなければならない。

「A と B を加え、Z に代入する」を表現した M ネットを図 4 に示す。省略語は "\$ \$" で表現されている。意味処理の省略語補完機能は、ノード "\$ \$" を直前の文で置き換えることを試みる。図 3 の M モデルによれば、"set" (「代入する」) の目的語は "expr" でなければならない。一方、"add" (「加える」) は "num_expr"、さらには "expr" の一種であるから、「A と B を加え (た結果)」を「代入する」の目的語とすることができる。置き換えた後の M ネットを図 5 に示す。

5. まとめ

P G E N を利用してプログラムを開発する場合、業務用語をデータ型辞書に定義するために大きな工数を必要とする。銀行オンライン業務のような大規模な業務では、業務

用語が一定しており、その中で大量のプログラムが作成される。したがって、そのような業務に適用する場合に P G E N は有効である。

P G E N はプログラムのコーディングを自動化したわけであるが、今後の自動プログラミングシステムの方角として、システムの設計知識まで知識の範囲を広げ、より知的な労力を要する設計作業を自動化ないし半自動的に支援することが要求されよう。

参考文献

岩元 莞二、西谷 泰昭、和田 孝「プログラム自動生成システム」N E C 技法 vol. 40, no. 1, pp. 35-38 (1987)

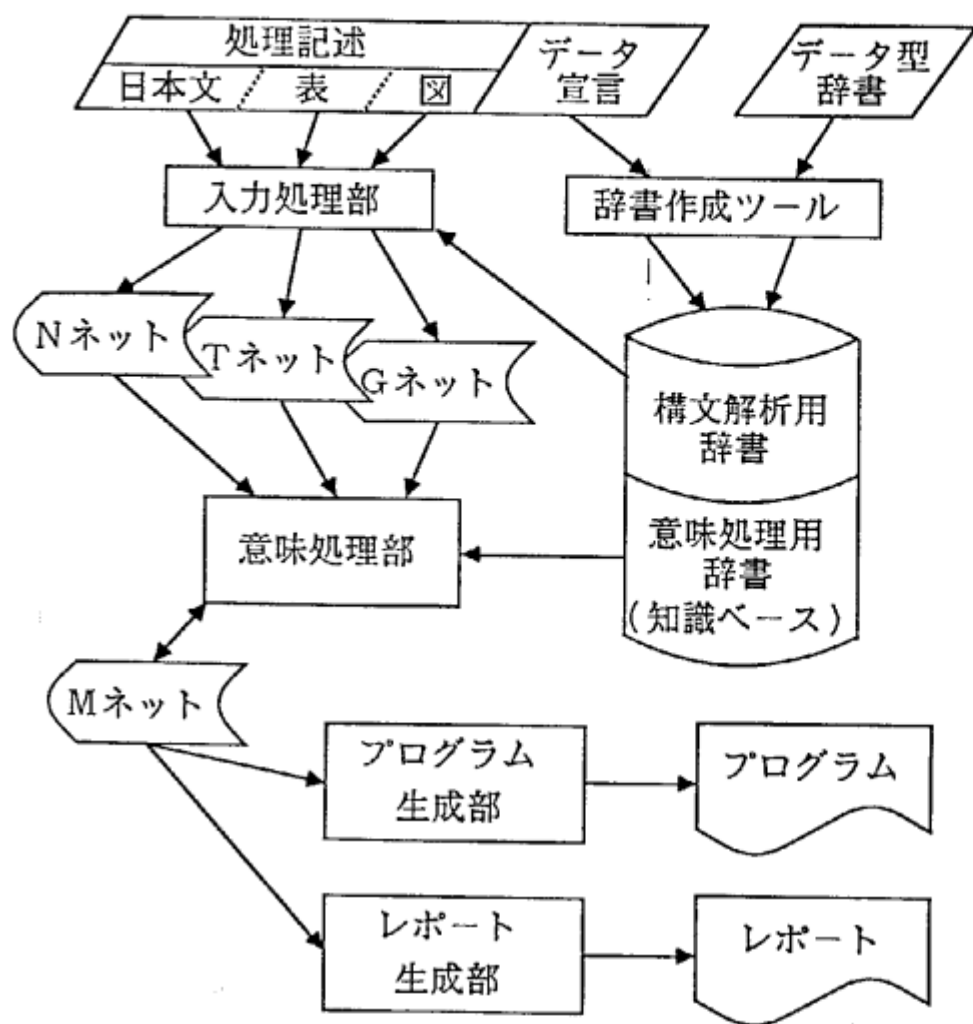


図1. PGENのシステム構成

- [1] 入金総額の計算
金種が"00"でない入金明細について、以下を繰り返す。
(1) 総額に入金額を加える。
(2) 入出金口数をカウントアップする。
- [2] 監査キーコードエリアのセット
有帳のとき、以下の処理を行なう。
- [2.1]
区分が1のとき、以下を行なう。
(1) コード数をカウントアップする。
(2) コード数が5以下なら、コード番号目のコードを"321"とする。
0のとき、後送以外なら、エラーコードを"321"として、リターン。
- [3] 注意コードエリアの セット
有帳のとき、以下の処理を行なう。
- [3.1]
区分が1のとき、以下を行なう。
(1) コード数をカウントアップする。
(2) コード数が5以下なら、コード番号目のコードを"321"とする。
0のとき、後送以外なら、エラーコードを"321"として、リターン。
- [4]
科目コードが"20"のとき、摘要コードに、"N0"をセットし、
"22"のときは、"N1"をセット。
- [5]
通残がマル優限度額より大きいとき、表1に従い摘要コードに値をセットしてリターンする。
- [6]
流動性預金のとき、表2の組み合わせ以外なら、エラーを408としてリターンする。
- [7]
図1のとき、リターンする。
- [8]
図1に従い、値をセット。

表1.

科目	処理区分	摘要コード
普通	有帳	"N0"
	無帳	"N1"
職員	有帳	"M0"

図1.

追加レコード			
区分	起算日		

表2.

操作モード	処理区分	操作メディア
通常モード	有帳	"G", "K"
後送モード	有帳	"C", "O"
	無帳	

0

和暦日付		
60	7	10

"A"

図2. 仕様記述の例

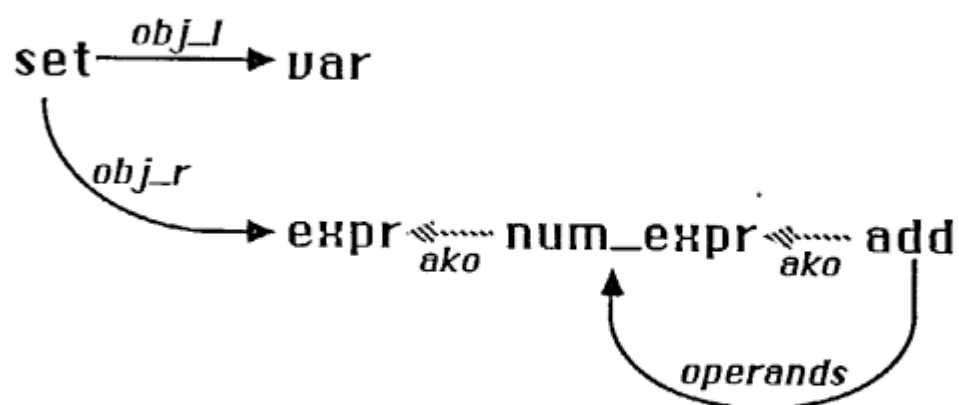


図3. Mモデルの一部

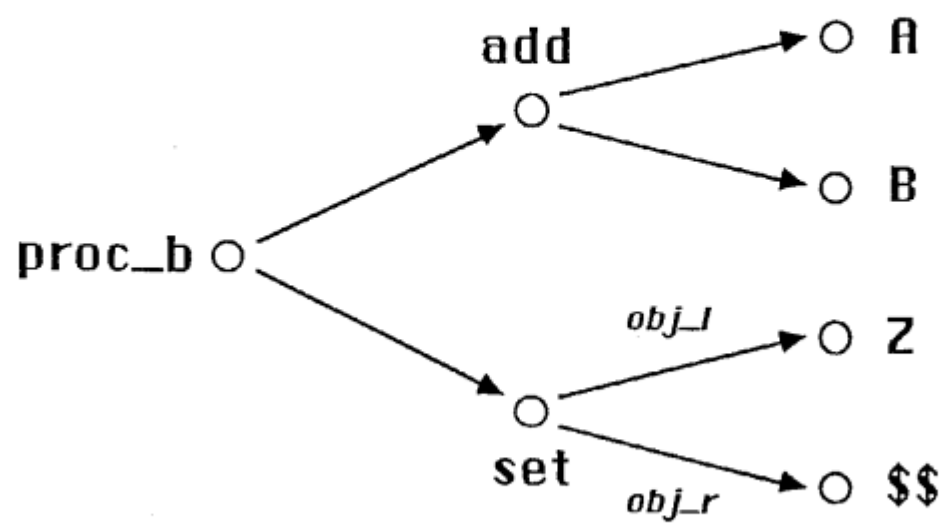


図4. 省略語を含んだMネット

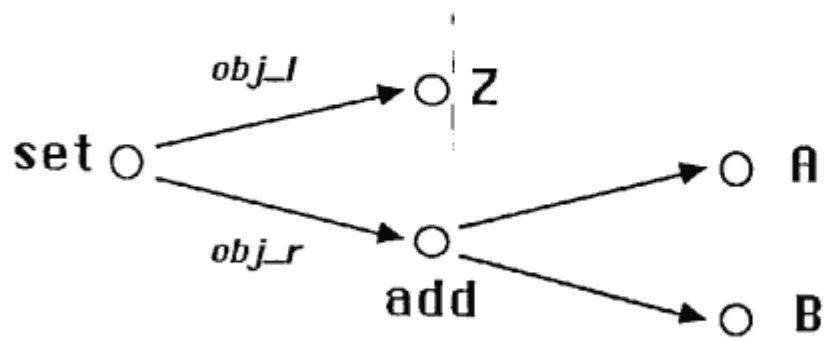


図5. 省略語補完の結果