

TM-0253

仕様設計エキスパートシステムにおける
仕様の検証方式

鹿野正太, 田中 亘, 長谷川晴朗
(沖電気工業)

January, 1987

©1987, ICOT

ICOT

Mita Kokusai Bldg. 21F
4-28 Mita 1-Chome
Minato-ku Tokyo 108 Japan

(03) 456-3191~5
Telex ICOT J32964

Institute for New Generation Computer Technology

仕様設計エキスパートシステム における仕様の検証方式

A Verification Method in a Specification Design Expert System

鹿野 正太 田中 亘 長谷川 晴朗
Shota SHIKANO Wataru TANAKA Haruo HASEGAWA

沖電気工業株式会社
OKI Electric Industry Co., Ltd.

Abstract: EXPRESS designs a total specification represented in a modified Petri Net by transforming each requirement into an individual specification and integrating the specifications.

This paper describes how EXPRESS verifies the specification is consistent, distinct and satisfactory. The verification consists of syntactic one and semantic one. Syntax is verified by using analytic method, and semantics is verified by using knowledge and working a switching system.

1. まえがき

近年、通信システムには多種多様なサービスが要求されるようになり、そのために通信システム用のソフトウェア開発の負担が増加してきている。ソフトウェアの生産性を向上させるためには、ユーザの要求を正確に効率良く仕様化することが重要である。しかし現状は、仕様化の段階で専門技術者の多大な工数を要している。この問題を解決するために、我々は通信システム用の仕様を自動作成するエキスパートシステムEXPRESS (EXPeRt system for ESS)を試作中である。

EXPRESSは、通信システムに関する専門知識を持たないユーザが、システムの支援により仕様を設計できることを目的としたシステムである。ユーザ要求は、自然言語による入力を可能とした。

本稿では、EXPRESSの概要を述べた後、本システムで行っている仕様の検証方法及び、仕様の検証に必要な知識について述べる。

2. 仕様の記述

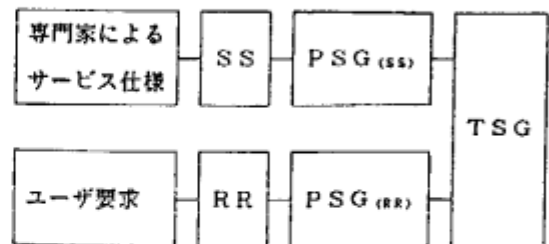
通信システムの仕様記述用言語としては、CITT勧告のSDLが良く知られているが、EXPRESSでは拡張ペトリネットを採用している。本来ペトリネットは、動的なシステムをモデル化し、解析することを目的とした技術で、実働性の検証、解析が行いやすいという特

徴を有する。

また、本システムでは生成された仕様をそのまま知識として利用する。仕様をペトリネットで表現しておけば、追加、変更にも柔軟に対応できるため、ペトリネットは知識表現としても有効と考えた。

3. EXPRESSにおける仕様作成

図1. にEXPRESSによる仕様作成の過程を示す。



RR : Requirement Representation
SS : Service Specification
PSG : Partial Service Graph
TSG : Total Service Graph

図1. EXPRESSによる仕様作成の過程

1) RR (要求仕様)

ユーザが自然言語により入力する仕様である。ユーザは通信システムに関する専門知識を持つ

とは限らないため、曖昧な表現を許す。

2) SS (サービス仕様)

専門家が自然言語により入力するサービス仕様である。端末の操作と操作によって遷移した状態を正確に記述したものであり、曖昧な点は含まない。

3) PSG (部分サービスグラフ)

PSGはSSをペトリネット表現したものである。現在の状態を入力ブレース、操作をトランジション、操作の結果遷移する状態を出力ブレースとする。

4) TSG (総合サービスグラフ)

TSGは複数の、断片的なPSGを統合したもので、これが求める設計仕様となる。また、知識として知識ベースに蓄積される。図2.にTSGの例を示す。

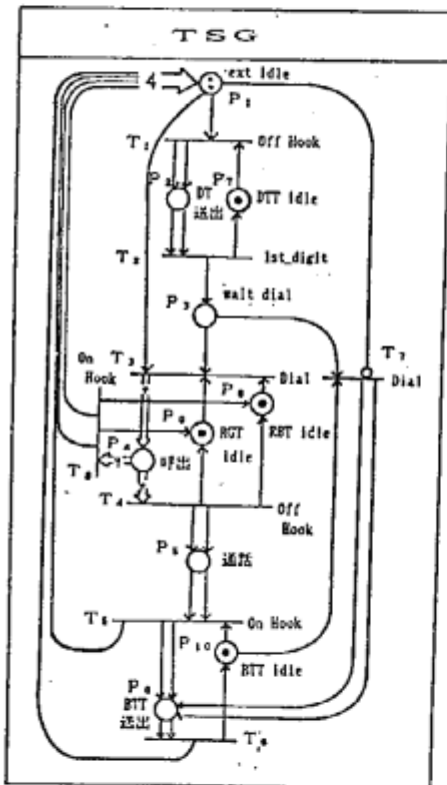


図2. TSG表現

4. システム構成

本システムの構成を図3.に示す。

1) 要求理解仕様作成サブシステム

知識ベースに蓄積された知識をもとに、ユーザが入力した要求仕様の要求理解を行う。ユーザは通信システムの専門知識を持たないため、その要求には曖昧性が含まれている。ここでは足りない情報の補足等曖昧性を解消しながら仕

様を得る。

ユーザの要求が知識ベースと矛盾する場合、ユーザの要求が知識ベース内の知識だけでは解決できない場合は、ユーザとのインタラクションをとることによって矛盾、曖昧性を解消してゆく。

得られた仕様は、知識ベース内に蓄積される。

2) 基本仕様獲得サブシステム

通信システムに関する専門知識を持った専門家が入力したサービス仕様より知識を獲得し、知識ベースに蓄積する。

3) 知識ベース

要求理解仕様作成、基本仕様獲得の際に必要な知識を蓄積している。ハードウェアに関する知識、サービスに関する知識を持つ。

4) 仕様検証サブシステム

最終的に得られた仕様の、要求の充足性を検証する。仕様をもとに交換ハードウェアの制御を行う。

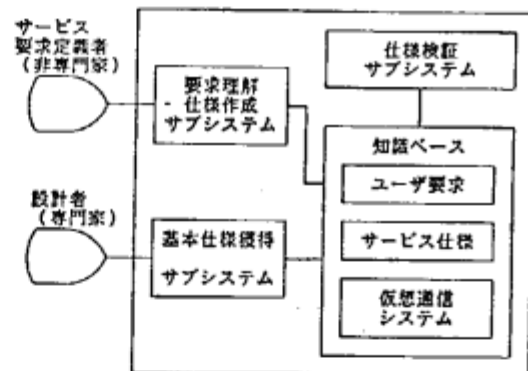


図3. EXPRESSシステム構成図

5. 仕様の検証方法

本システムでは、ユーザの要求を正確に仕様化することを目的としている。最終的に得られた仕様は、シンタックスが正しい、曖昧さが無い(非曖昧性)、矛盾がない(無矛盾性)、ユーザの要求が完全に仕様化されている(要求充足性)といった条件を満たすものでなければならない。ここでは、シンタックスのチェックを論理検証と呼び、非曖昧性、無矛盾性及び要求充足性の検証を意味検証と呼ぶ。

5.1 論理検証

論理検証ではシンタックスのチェックを行うが、仕様はペトリネットで表現されているため、そのペトリネットが論理的に正しいものである

かを検証する。論理的な矛盾は個々のPSG自体に含まれるものと、PSGをTSGに統合する際に作りこまれるものがある。

PSG自体の矛盾の一例として、すべての或いは幾つかのトランジションを経由した後、初期状態(トークンの個数も含めて)に戻らない場合がある。また、PSGのTSGへの統合は、個々のPSGの動作と状態の一致するものを統合してゆくが、その際にトランジションと入力ブレースは一致するが、出力ブレースが異なる場合がある。この矛盾は、統合時に解消しなくてはならない。以上のような論理的な矛盾は、行列を用いた解析的手法により検出することができる。

5. 2 意味検証

1) 非曖昧性の検証

要求を入力するユーザは、通信システムに関する知識を持っているとは限らないため、曖昧な表現を含んでいる可能性がある。例えば、「受話器を上げると、音が出る」といった入力があった場合、「音が出る」という部分は曖昧さを含んでいる。「音」を「ダイヤルトーン」、「ビジートーン」のような具体的な表現にして、曖昧さを仕様に残さないように、解消しなくてはならない。

ユーザからの入力は一旦ベトリネットの形式に変換される。次に、知識ベースに蓄えられたサービス仕様と一致するかを調べる。(動作と出力ブレースのパターンマッチングによる。)一致するものがあれば、曖昧な表現ではないとしてそのままの形式で使う。一致するものがない場合は、ユーザが要求していると推測されるサービスを提示する。図2.のような仕様が知識として知識ベース内にあれば、上記のような例は、「音」はオフフックしたときの音すなわち「ダイヤルトーン」であると推測される。

また、ユーザからの入力が既知のサービスの複数の動作に対応する場合がある。この曖昧さは情報の不足からくるものである。「ダイヤルを回して、相手と話をする」という入力があったとすると、これはダイヤルトーンリムーブ、呼出といった状態が明確に表われていない。これらの足りない情報の補足は、ユーザとインタラクションをとりながら要求を複数のSSへ展開してゆくことで行う。

2) 無矛盾性の検証

ユーザ要求は、曖昧さを含むと同時に種々の矛盾を含んでいる可能性がある。「電話機Aと電話機Bが通話中に、電話機Cが電話機Aを呼び出す」という要求では、通話中の電話機を呼び出すという不可能な動作を含んでいるので、これを矛盾として検出する。このような矛盾を検出したら、PSGの生成を中断しユーザに警

告を発して、変更を促す。

3) 要求充足性の検証

ユーザの要求を満たしているかどうかを正確に検証することは困難であるが、その方法の一つとして仕様をシミュレートする、あるいは直接実行する方法が考えられる。特に、仕様に従って交換ハードウェア等の通信システムを実際に動作させることができれば、通信システムに関する知識のないユーザでも比較的容易に検証することができると考えられる。そこで、本システムでは仕様に従って交換ハードウェアを動作させ、ユーザが実際に端末を操作することで要求充足性の検証が行えるようにした。

6. 検証に必要な知識

検証を行う際に、本システムで用いている知識について述べる。検証を行う上で使われる主な知識は、サービスに関する知識とハードウェアに関する知識である。

6. 1 サービスに関する知識

サービスに関する知識は、サービス仕様をそのまま知識として知識ベースに蓄積しておく。専門家が入力した仕様はもちろん、ユーザが入力したサービスも知識として蓄積され、次の仕様作成の際に利用される。前述の通り、知識表現にはベトリネットを用いている。

6. 2 ハードウェアに関する知識

ハードウェアに関する知識は、ユーザ要求中のハードウェアに対する操作の正当性のチェックなどの際に使われる。例えば、前述した「通話中の電話機を呼び出す」という要求が矛盾であることを検出するために必要となる知識であり、そのためには電話機の構造的、機能的特性を知識化しておく必要がある。

電話機は受話器とボディからなり、ボディはフックスイッチ、ダイヤル、ベルよりなる。この構造的特性は図4.に示すような階層構造を用いて表すことができる。また、電話機の構成部品は図5.の示すような特性を持つ。この構成部品の特性を図4.の階層構造に従って整理することで、電話機の機能的特性を表すことができる。

これは一般的なダイヤル式の電話機の例であるが、多機能電話機等もこの表現を拡張してゆくことで表すことができる。



図4. 電話機の階層構造による表現

受話器			
操作 (上げる)	→	フックスイッチ: 状態 (on)	
操作 (下ろす)	→	フックスイッチ: 状態 (off)	
状態 (起す)	→	フックスイッチ: 状態 (on)	add
状態 (～話す)	→	ダイヤル: 状態 (ダイヤル中)	
状態 (～話す)	→	フックスイッチ: 状態 (off)	
状態 (のる (ボディ))	→	ダイヤル: 状態 (ダイヤル中)	

フックスイッチ		
状態 (off)	→	受話器: のる (ボディ)
状態 (on)	→	受話器: ～のる (ボディ)

ダイヤル		
操作 (出す)	→	受話器: のる (ボディ)
状態 (ダイヤル中)	→	受話器: ～のる (ボディ)

ベル		
状態 (鳴る)	→	フックスイッチ: 状態 (off)

～は否定

図5. 電話機の構成部品の特性

7. 交換ハードウェアの制御方法

前述の通り、要求充足性の検証は仕様検証サブシステムで、仕様に従って交換ハードウェアを動作させることで行う。仕様から交換ハードウェアを制御するためのタスクを生成しなくてはならないが、それは現在の状態（入力ブレース）と動作後の状態（出力ブレース）の差分より求めている。仕様には多種多様なサービスが記述されており、またサービスの変更、新しいサービスの追加などが頻繁に行われる。こういった条件に柔軟に対応するために、タスクの生成はプロダクションシステムにより行う。

仕様検証サブシステムの構成を図6. に示す。

1) 交換ハードウェア制御部

交換ハードウェアより端末の動作（オンフック、オフフック、ダイヤル等）を情報として受取り、その動作と現在の端末の状態、及び知識ベース内のサービス仕様をもとに動作後の状態を推論する。現在の状態と動作後の状態をタスク生成部に渡す。動作後の状態は、端末の現在の状態として保存する。

また、タスク生成部が生成したタスクにより交換ハードウェアを制御する。

2) タスク生成部

タスク生成部は、推論エンジンとタスク生成用プロダクションルールよりなる。現在の状態と動作後状態の差分よりタスクを生成する。

3) 知識ベース

生成された仕様（TSG）が知識として蓄えられている。

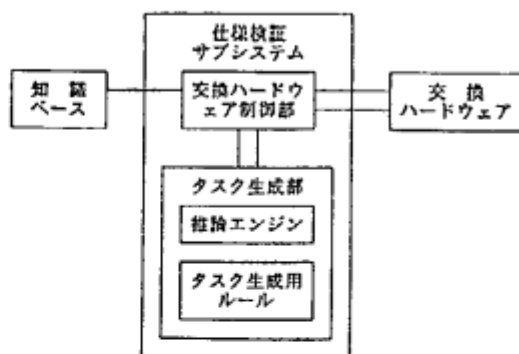


図6. 仕様検証サブシステム構成図

8. おわりに

通信システム用仕様設計エキスパートシステムEXPRESSにおける、仕様の検証方法について述べた。現在本システムでは、限られたサービスについてユーザの要求を仕様化し、その検証を行うことができる。

なお、本研究は第五世代コンピュータプロジェクトの一環として行っているものである。

9. 参考文献

- [1] 長谷川、田中、柴田、山口: "ペトリネットを利用した通信システム設計仕様の解析"、電子通信学会第2回ネット理論研究会資料、pp. 75-84、(1986)
- [2] 青柳、長谷川、田中、柴田: "通信システムにおける仕様設計エキスパートシステムの一検討"、電子通信学会交換研究会資料、SE 86-10、(1986)
- [3] J.L. Peterson: "Petri Net Theory and the Modeling of the Systems"、Prentice-Hall、(1981)
- [4] 田中、山口、鹿野: "通信システムに対するユーザ要求に含まれる矛盾の解消手法の一検討"、第33回情報処理学会全国大会、5T-8、(1986)
- [5] 長谷川、柴田、湯山: "通信システムにおける設計仕様の統合方式の一考察"、第33回情報処理学会全国大会、5T-9、(1986)