

TM-0169

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検討

柴田 健次 (沖電気)

May, 1986

©1986, 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

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

A STUDY ON A SPECIFICATION DESIGN EXPERT SYSTEM IN COMMUNICATION SYSTEMS

青柳 浩	長谷川 晴朗	田中 亘	柴田 健次
Hiroshi AOYAGI	Haruhiko HASEGAWA	Hirotaka TANAKA	Kenji SHIBATA

沖電気工業(株)
OKI Electric Industry Co., Ltd.

Abstract This paper proposes an expert system -EXPRESS- for designing communication systems. The specification design is the most important in the development of communication systems and it takes an expert a lot of time to design specifications because of their various features. EXPRESS designs a total specification represented in a modified Petri Net by transforming each requirement into an individual specification and integrating the specifications. EXPRESS deletes inconsistency which may be contained in users' requirements by interacting with users in natural languages. And specifications are verified by working a switching system.

1. はじめに

近年、通信網の高度化により通信システムに接続される端末が音声、画像等を扱う複合端末に移行しはじめている。これに伴い、サービスが多様化・高度化してきており、通信システムの開発工程において、いかにユーザにとって使い勝手の良いインタフェースを早期に確定するかが重要になってきている。つまり、複雑で多岐にわたる要求仕様を明確にすることが重要であるが、この段階で高級技術者の多大な工数を要している。

通信システムの生産性を向上させるためには、開発の基本となるユーザ要求を正確に仕様化することが重要となる。この問題に対処するために、通信システムを開発する専門家がとるアプローチに合せたシステムを検討し、それを、通信システム用仕様設計エキスパートシステム (EXPRESS: EXPerT system for an ESS) と名付けた。ここでは、自然言語で書かれたサービス要求から、通信に関する知識を用いてユーザとインタラク

ションをとりながら仕様を明確化し、ユーザ要求の検証を行う。

本稿では、まず通信に関する知識とはどのようなものかを示し、EXPRESSで採用するサービスの記述表現について説明する。次にシステムの構成を述べ、最後にサービスの検証の必要性及びその方法を述べる。

2. 通信に関する知識

通信に関する知識を分類すると、対象とするシステムに依存する知識とそうでない共通の知識とに分れる。システムに依存する知識は、'呼び出された時に、呼び出し元の電話番号を表示する'というような要求を判断するときが必要となる。つまりこの場合、ユーザが使用する電話機に表示機能があり、かつ接続されている通信システムがそれを制御できるか否かをシステムに依存する知識によって判断できる。ここでは、システムに依存する知識を明確にするために、仮想通信システムを導入する。

通信システムは、データ・音声などの交換を

行うネットワーク部、ネットワークに接続される端末及び端末の制御部、システム全体の制御部のうつに分けられる。この内、仮想化の対象をネットワーク部、端末及び端末の制御部とする。ネットワーク部は、データを交換する目的である端子とある端子を接続する機能であり、大型機から小型機まで基本的に同じである。端末及び端末の制御部は、サービスの多様化・高度化とともに変化する部分である。EXPRESSは、このような変化する端末に対応するシステムであるが、以下では基本機能確認のため一般電話機を仮想端末とする。

共通知識として次の知識が考えられる。

- ・サービスに関する知識
- ・制御に関する知識
- ・信号に関する知識
- ・基本端末に関する知識

仮想通信システムの知識として次の知識が考えられる。

- ・ネットワークに関する知識
- ・ネットワークを制御する知識
- ・端末の知識
- ・端末の制御に関する知識

これらの知識のうち、サービスに関する知識以外はサービスを行う上で必要となる知識である。サービスは多種多様に存在するので、サービスに関する知識が一番多くなると思われる。

以上の知識を別の視点から分類できる。すなわち、静的な知識と動的な知識に分ける。静的な知識とは、端末の特性・信号の特性などを表す知識を言う。例えば、電話機の特性は図1のように表される。

動的な知識とは、静的な知識で表せないものを言う。例えば、端末の動作と動作によって変化した状態を連続して記述することによって表す通信サービスは、静的な知識だけでは表現できない。このようなサービスを表す動的な知識は、サービスの数に応じて増えるので、静的な知識に比べてはるかに多いと思われる。

以上のような通信に関する知識は4章で述べる突換に関する知識と共に使われ、ユーザ要求から正確な仕様を作成するための重要な知識ととらえられる。

動作：Off_hook, On_hook,
Dial, 呼出

状態：Off, On, Dial中, 呼出中,
通話

状態の組み合わせ：

On → 呼出中
Off → Dial中
Off → 通話

各状態で取り得る動作：

On → Off_hook
Off → Dial
Off → 通話 → On_hook
On → 呼出中 → Off_hook
Off → Dial中 → On_hook

図1 電話機の特性

3. サービスの記述

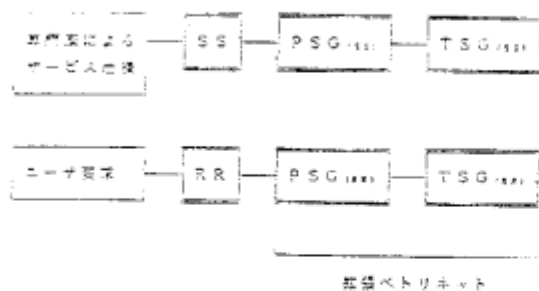
従来、通信システムは、SDL[1]に代表される有限オートマトンによりサービスが記述されていたが、EXPRESSでは抑止アークを導入した拡張ベトリネット[2]により、サービスに関する知識を表現する。サービスは、動作と動作によって変化した状態とを連続して記述するが、ベトリネットも事象と作用で表されることから表現形式として採用する。また、ベトリネットは構造が単純で汎用性に優れ、加法性を有している。

通信におけるサービスは多種多様にある。専門家はこれらを矛盾なく知識として持っている。しかし、専門家がこのような知識を表現する場合、個々のサービスの主要な操作と結果を示すことにより全体のサービスを表現しようとする。このような個々のサービス及びそれらを統合したサービスの表現に、ベトリネットを用いる。EXPRESSにおいてユーザ要求あるいは専門家によるサービス仕様から相互に矛盾のない仕様を作成する過程を図2に示す。

以下にそれぞれの各表現について述べる。

1) ユーザ要求

自然言語で記述するが、ユーザは通信システムに関する知識を持たないため、曖昧な要求表現を許容する。



RR : 要求仕様 Requirement Representation
 SS : サービス仕様 Service Specification
 PSG : 部分サービスグラフ Partial Service Graph
 TSG : 統合サービスグラフ Total Service Graph

図2. 仕様作成過程

2) 専門家によるサービス仕様

記述量を少なくし、作業効率を高めることができる形式的な記述を基本とするが、自然言語も可能とする。

3) RR(要求仕様)とSS(サービス仕様)

RRとSSは、表現の厳密さにおいてのみ異なるものである。RRは、ユーザ要求を表したものであるため曖昧な点を含むが、SSは専門家によるサービスの開始から終了までの端末の動作とその動作によって変化する端末の状態を正確に記述したものであるため、曖昧な点を含まない。SS表現によって次の要素を表す：サービスの種類、サービスの時間経過表示、端末の動作、端末の動作によって変化した端末の状態

4) PSG(部分サービスグラフ)

SSによって記述されたサービス仕様をベトリネットに変換したものであり、PSG節によって表されたサービスの種類が同一の集合である。PSG節は、サービスの種類と動作に対応したサービスの時間経過表示を持つ、そして、SSの動作をトランジションとし、対象毎に変化前の状態と変化後の状態を入力アレースの集合及び出力アレースの集合として表す。状態は2つの対象とそれらの関係を記述した3つの要素によって表現する。

5) TSG(統合サービスグラフ)

TSGは、複数のPSGの共通部分を統合し一般的なサービスグラフにしたもので

ある。PSGとTSGの表現形式は基本的に同じである。

図3. に自然言語による表現、図4. にSSの表現、図5. にPSGの例そして図6. にPSGに対応するベトリネットによる状態表現を示す。

1. 10番の電話機が受話器を上げるとダイヤル音が10番の電話機に聞える。
2. 10番の電話機が20番の電話機の最初の数字を送ると10番の電話機のダイヤル音が消える。
3. 10番の電話機が20番の電話機的全数字を送ると呼出音が10番の電話機に聞え、20番の電話機のベルが鳴る。
4. 20番の電話機が受話器を上げると10番の電話機と20番の電話機が通話できる。
5. 20番の電話機が受話器を下ろすと10番の電話機に話中音が聞え、20番の電話機が空になる。
6. 10番の電話機が受話器を下ろすと10番の電話機が空になる。

図3. 内線相互サービスの自然言語表現

ss(内線相互、1、Aがoff_hook、
 [Aにdtが聞える])
 ss(内線相互、2、Aがfirst_digit、
 [Aのdtが消える])
 ss(内線相互、3、Aがdial、
 [Aにrbtが聞える、
 Bにrgtが聞える])
 ss(内線相互、4、Bがoff_hook、
 [AとBが通話状態になる])
 ss(内線相互、5、Bがon_hook、
 [Aにbtが聞える、
 Bが空になる])
 ss(内線相互、6、Aがon_hook、
 [Aが空になる])

図4. 内線相互サービスのSS表現

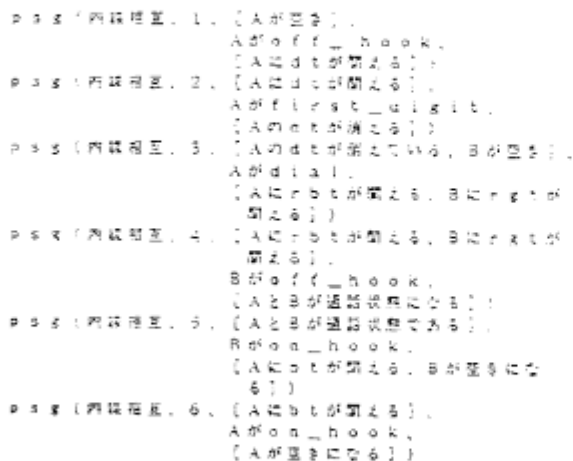


図5. 内線相互サービスのPSG表現

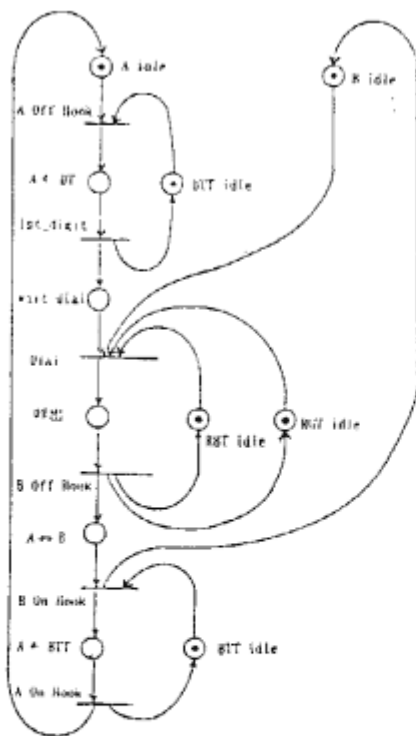


図6. ペトリネット表現

図7. にEXPRESSのシステム構成概念図を示す。EXPRESSは、専門家によるサービス仕様からTSGに変換する基本仕様獲得サブシステム、ユーザ要求からTSGに変換する要求理解仕様獲得サブシステム、これらのサブシステムを実行させるために必要な知識及びそれらの実行結果が蓄積される知識ベースそして交換機制御部からなる。

EXPRESSにおいて知識獲得とは、ユーザ要求をTSGに変換すること及び専門家によるサービス仕様からTSGに変換することである。ユーザ要求は、一般に個々のサービス単位に断片的であり、相互に矛盾する可能性を有している。この矛盾をなくし、誤りのない仕様を作成する。図2. に示すようなユーザ要求からTSGに変換する過程が、専門家の知識獲得過程と対応している。

以下に、基本仕様獲得サブシステム、要求理解仕様獲得サブシステムについて述べる。

4.1. 基本仕様獲得サブシステム

通信に関する知識を持った設計者が基本的な動作を入力すると、それより知識を獲得して知識ベースを構築又は更新する。この知識は、基本知識としてペトリネット表現されており、ユーザ要求により変更されることはない。

4.1.1. SS-PSGへの変換

SSの一つの動作をPSGのトランジションに対応させる。動作によって変化した対象の状態を出力ブレースの集合とすると同時に、SSの次の動作の入力ブレースの集合の候補とする。入力ブレースの集合は、入力ブレースの集合の候補の中から、動作を起こしたブレースと変化した対象のブレースを選びだすことにより作成する。入力ブレースの集合の候補の中に目的とするブレースが存在しない場合は、そのブレースを空として入力ブレースの集合に加える。以上のような、変換に関する知識を用いて変換する際には、2章で述べた通信に関する知識を参照する。変換されたPSG(ss)はPSG(ss)

の知識ベースに登録される。

4.1.2. PSG_(ss) - TSG_(ss)変換

複数のPSG_(ss)より一つのTSG_(ss)を作成する過程は、一つのPSG_(ss)をTSG_(ss)とパターンマッチングさせ、マッチングできないところをTSG_(ss)に追加することを繰り返すことにより行う。

4.2. 要求理解仕様作成サブシステム

サービス要求定義者が通信サービスに関する曖昧な要求を入力すると、基本知識を含む知識ベースに基づいて要求理解を行い、知識ベースを更新する。

4.2.1. RR - PSG_(ss)変換

SS - PSG_(ss)変換と同様に行うが、RRはユーザ要求をそのまま内部表現に変換したために、RR - PSG_(ss)変換の際に参照される通信に関する知識と矛盾が生じる可能性がある。例えば、図1.のような特性の電話機に対して、'10番の電話機と20番の電話機が通話中に30番の電話機が10番の電話機を呼び出す'というユーザ要求があったとする。このような

要求は、通話中の電話機を呼び出すという矛盾を含んでいるので、ユーザとインタラクションをとりながら変換を行う。

4.2.2. PSG_(ss) - TSG_(ss)変換

PSG_(ss)は、通信に関する知識を持たないユーザが要求したサービスを記述しているため様々な矛盾を含んでいる。例えば、一つの動作が実態には専門家の記述するサービス仕様の多くの動作に対応していることがある。'10番の電話機が20番の電話機を呼ぶ'というようなユーザ要求があった場合、これは専門家が記述する図3.の1から3に対応する。このように、ユーザ要求の一つのトランジションが専門家の記述したPSG節のいくつかと対応することになる。また、TSG_(ss)に統合しようとするとき、既存のTSG_(ss)の部分と矛盾が生じる可能性がある。図3.のような一連の処理がTSG_(ss)に存在した時に、'10番の電話機が受話器を上げれば20番の電話機を呼ぶ'というようなユーザ要求があったとする。このとき、10番の電話機がoff-hookするという動作は同じであるが、その後の状態が異なる。つまり、TSG_(ss)では'10番の電話機にダイヤル音が聞える'という状態になるのに対し、ユーザ要求では'20番の電話機を呼び出す'と

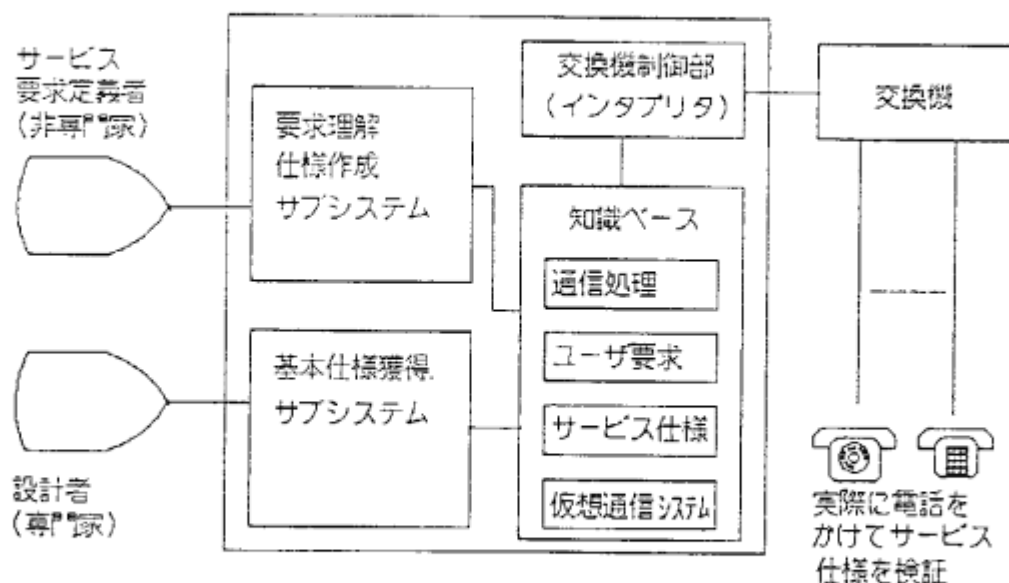


図7. システム構成概念図

いう状態になる。このような場合、ユーザとインタラクシオンをとりながら変換を行う。

5. 検証

EXPRESSは、ユーザ要求を入力とし正確な仕様に変換することを目的としており、ユーザ要求が正しく認識されていることを確認、検証することが重要となる。ユーザ要求からPSGを経てTSGに変換される過程のうち、PSG作成段階、TSG作成段階でユーザ要求の確認、検証を行うこととする。

5.1. PSGの検証

PSG_(ss)は、専門家によるサービス仕様から得られるものであり、その検証は行わない。しかし、PSG_(ss)は曖昧性を含んでおり、TSGに統合される前にユーザ要求の確認を行う必要がある。ユーザ要求の表現には一般性がないため、ユーザ要求を確認するにはユーザとインタラクシオンをとることが適切であると思われる。

5.2. TSGの検証

ユーザにとって要求サービスを確認する方法として、実際に電話機を操作することが最も簡単であり、かつ正確に判断できる。TSGによるサービス表現から具体的な交換機を作動させる過程を図8に示す。

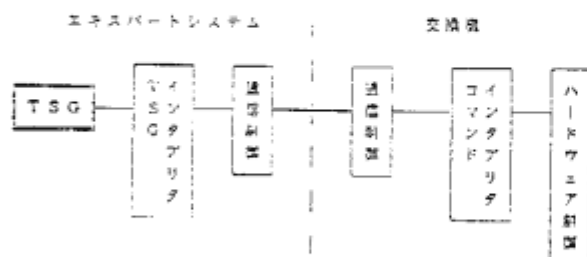


図8. TSGの検証過程

交換機からの情報を受けて、TSGインタプリタによりTSGを解釈実行させ、交換機にコマンドを送る。コマンドインタプリタによりコマンドを解釈し交換機を制御する。この繰り返しのによりTSGの検証を行う。

6. おわりに

通信システムにおける仕様設計の一方法として、EXPRESSを提案した。専門家自身が持っているサービスに関する知識をTSG_(ss)というグラフにより表現し、これを用いてユーザ要求から仕様を確定するという方法を採用した。

今後はこの方法の有効性を確認すると共に、得られたTSGを一般的な表現にし、変換の効率化を図る。

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進めているものである。日頃御指導頂くICOTの岩下室長に感謝致します。

〔参考文献〕

- [1] CCITT勧告: Functional Specification and Description Language(SDL)、CCITT RED BOOK(1985)
- [2] J.L.Peterson、市川・小林訳: “ベトリネット入門”、共立出版(1984)
- [3] 岩原、乗越、角田: “通信ソフトウェア要求仕様検証システム”、電子通信学会交換研究会資料(1984)