

TM-0298

通信システム用
設計仕様自動作成の一方式

長谷川晴朗，田中 亘，鹿野正太
湯山さつき(沖電気)

May, 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

通信システム用設計仕様 自動作成の一方式

Support System for Automatic Specification Design of Communication Software

湯山さつき 鹿野正太 田中 亘 長谷川晴朗
Satsuki YUYAMA Shota SHIKANO Wataru TANAKA Haruo HASEGAWA

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

ABSTRACT: We are now developing an expert system -EXPRESS, which automatically designs the specification from users' requirements in a communication system.

In this paper we classify from two viewpoints various kinds of errors which may be found in the process of designing the specification and show how they are detected and corrected.

1. はじめに

近年、通信システムの高度化・多様化が進むに従い、通信ソフトウェア開発の量的そして質的な拡充が求められるようになってきている。それに対応するためには、ソフトウェアの生産性向上の実現が望まれる。ソフトウェアの開発工程のなかで要求仕様化段階は、専門家の多大な工数を要し、後工程に与える影響も大きい。特に、通信ソフトウェアの開発においては、ユーザの要求が実現されているかどうかという検証は実機上でのテスト段階で行われることが多く、その時点で明らかになった問題点は非常に大きなフィードバックを生じさせることがある。このようなフィードバックを軽減し生産性を向上させるためには、ユーザの漠然とした要求を明確にすること、及びユーザの要求を正確に反映して通信システム全体として整合のとれた仕様を作成することが重要である。

我々はこのような問題に対処するために、通信システムにおいてユーザ要求から仕様を作成

するシステムEXPRESS (EXPeRt system for ESS)を開発中である。

本稿では、EXPRESSの概要について述べた後、本システムにおいて仕様を作成する過程でどのような問題が生じるかを示すとともにその解消手法について述べる。

2. システム概要

2.1 システム構成

本システムの構成を図1に示す。システムは、ユーザの要求から正確な仕様を作成する仕様獲得モジュール、ユーザ要求から得られた仕様をもとに変換ハードウェアの制御を行う仕様検証モジュール及び各モジュールで用いられる知識を蓄積する知識ベースからなる。

2.2 仕様作成過程

本システムでは仕様獲得モジュールにおいて、サービスの開始から終了までを記述したユーザ要求から仕様を作成する。その仕様作成過程を図2に示す。

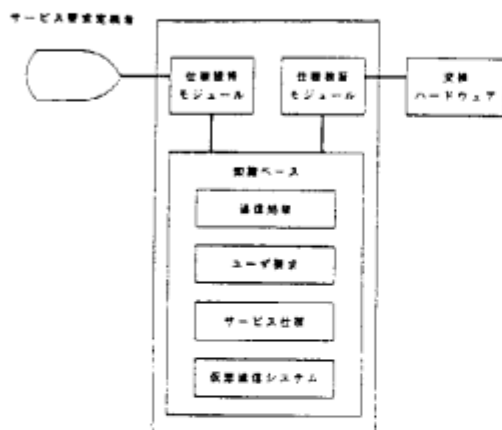


図1. システム構成

2. 2. 1 表現形式

ここでは、仕様作成過程で用いる表現形式について述べる。

(1) ユーザ要求

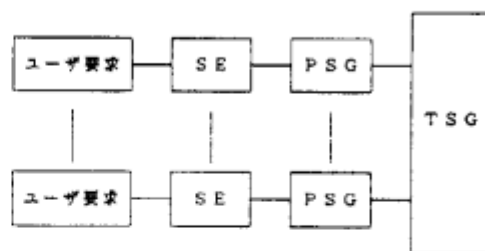
ユーザ要求は、一サービスの開始から終了までを時間経過に従って、動作とその結果変化するリソースの状態とについて自然言語を用いて記述したものである。通信システムに対する要求は「発呼者が受話器をあげると発呼者にダイヤル音が聞える」というように自然な表現ができることが望ましい。しかし、本システムにおいて先のような要求は、「発呼者が受話器をあげる」と「発呼者にダイヤル音が聞える」の二つの単文に分けて表現する。ユーザ要求の記述例を図3に示す。

(2) SE表現

SEは、ユーザ要求中の動作及び状態を表す文を格構造に変換しシステムとしての表現を統一したものである。SEの一節は、ある一つの動作とその動作の結果変化する状態を表す一つ以上の文を変換したもので、一サービスについてその動作の数だけのSE節が作成される。SE表現例を図4に示す。

(3) PSG表現

PSGは、SEをベトリネットに対応させたものである。PSGでは、対象すなわちリソースをトークン、現在の状態を入力ブレースの集合、動作をトランジションそして変化した後の状態を出力ブレースの集合として表現する。PSGの一節は、入力ブレース、トランジション



SE : サービス要素 Service Element
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

、出力ブレースからなる。PSG表現例を図5に示す。

(4) TSG表現

複数の断片的なPSGを統合し、最終的な仕様である統合サービスグラフTSGに変換する。TSGもPSGと同様にベトリネットで表現している。TSG表現例を図6に示す。

2. 2. 2 変換処理

ここでは、本システムにおいてユーザ要求を仕様に変換していく各過程について述べる。

(1) ユーザ要求-SE変換

ユーザ要求中の一文毎に格文法を適用した解析を行いSE表現に変換する。本変換において、ユーザ要求中での構造的な誤りを無くすと共にシステムとして統一された表現にする。例えば、図3に示したユーザ要求は図4に示したSEに変換する。

(2) SE-PSG変換

SEをベトリネットに対応させた部分サービスグラフPSGに変換する。SEの各節は、端末に対してなされた動作毎に作成され、PSGへの変換はSE節の時間経過に従って行われる。ここではSE節の動作を記述したものからトランジションを、SE節中に含まれる全リソースからトークンを、時間的に一つ前のPSG節の出力ブレースから入力ブレースを、そしてSE節の動作の結果変化する状態から出力ブレースを作成しPSG節とする。例えば、図4に示したSEは図5に示したPSGに変換する。

(3) PSG-TSG変換

TSGへの変換は入力された一サービスに関するユーザ要求がPSGに変換された後に行わ

1. 発呼者が受話器をあげる。
発呼者にダイヤル音が聞える。
2. 発呼者が被呼者の電話番号をダイヤルする。
被呼者の電話が鳴る。
発呼者に呼出音が聞える。
3. 被呼者が受話器をあげる。
被呼者の電話が鳴りやむ。
発呼者に聞えていた呼出音が消える。
発呼者と被呼者の間で話をする。
4. 発呼者が受話器を置く。
被呼者に話中音が聞える。
5. 被呼者が受話器を置く。
被呼者に聞えていた話中音が消える。

図3. ユーザ要求

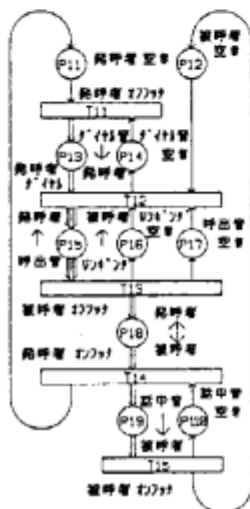


図5. PSG表現

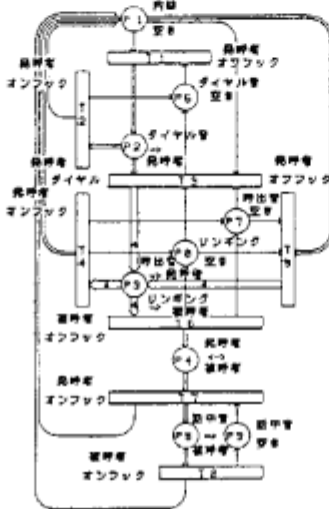


図6. TSG表現

れる。交換は、PSGの一節毎にブレース及びトランジションをTSGのそれらと照合することにより行う。まず、PSG中の前状態を示すブレースと一致するブレースをTSGから探索する。ブレースが一致したとき、そのPSGのトランジションを照合し、PSGの後状態を表すブレースとTSG中のブレースを照合する。以上の処理をPSG節全てについて行い、TSGを作成する。以上のようにして作成されたTSGは通信システムとして整合のとれた仕様である。例えば、図5に示したPSGは他の複数のサービスと統合され図6に示したTSGが作成される。

3. 仕様作成過程で生じる問題

本システムの仕様作成過程ではユーザ要求が

```
se([act(オフフック,[agent(発呼者)])],
[res(受ける,[goal(発呼者),object(ダイヤル音)])]),
se([act(ダイヤル,[agent(発呼者)])],
[res(受ける,[goal(発呼者),object(呼出音)])],
[res(受ける,[goal(被呼者),object(電話)])]),
se([act(オフフック,[agent(被呼者)])],
[res(止まる,[goal(被呼者),object(電話)])],
[res(止まる,[goal(発呼者),object(呼出音)])],
[res(話す,[location1(発呼者),location2(被呼者)])]),
se([act(オンフック,[agent(発呼者)])],
[res(受ける,[goal(被呼者),object(話中音)])]),
se([act(オンフック,[agent(被呼者)])],
[res(止まる,[goal(被呼者),object(話中音)])]),
```

図4. SE表現

ら仕様を作成するが、その過程において様々な問題が生じうる。例えば、

- ① 発呼者が受話器をあげると発呼者にダイヤル音が聞える。
 - ② 発呼者が受話器をあげると発呼者に音が聞える。
 - ③ 発呼者が受話器をあげて被呼者を呼び出す。
 - ④ 発呼者がダイヤルして被呼者を呼び出す。
- というような要求がなされた場合に、これらの間には様々な問題が含まれていると考えられる。以下、それらの問題を明らかにしていく。

①は図3中の1と同じ意味を表しているが、②は①と比較して曖昧である。つまり、交換機から送出される音の種類としては、ダイヤル音や話中音等があるが②では単に「音」とのみ記述しており、その種別を決めることができないのである。

また、①と②では、同じ「受話器をあげる」という動作の結果の状態が異なっている。この間の差異については次の3つの見方ができる。それは、a)ユーザがサービスに対して思い違いをしている、b)動作が省略されている、c)新しいサービスを追加しようとしている、である。a)であるならば、その要求を除去することにより問題は解消される。しかし、b)であるならば「ダイヤルを同ず」という動作を追加し、c)であるならばその追加に応じて既存の仕様を変更しなくてはならない。

④については、先のa)やb)に該当する問題であるとも考えられるが、それに加えて「受話器をおろした状態でダイヤルする」という動作は通信システムにおける動作として矛盾していると考えられる。

このように、仕様作成過程で生じる問題には様々なものがあり、また一つの問題に対して幾つかの見方が存在する。

そこで、以上列举した問題も含めて仕様作成過程において問題が生じる過程と問題の性質という2つの観点から分類した。(表1)

問題が生じる過程は、1サービス交換時つまりユーザ要求からP S Gへの交換時と複数のサービスの統合時つまりP S GからT S Gへの交換時に分けられる。そして、問題の性質を、曖昧、矛盾及び省略に分類した。ここでいう曖昧とは、表現に抽象性が残っておりその意味が限定出来ないことをいい、矛盾とは、システムとして現在持っている知識に反することをいう。また、省略とは記述に抜けがあったり、記述の詳細さが異なったりするためシステムとして整合がとれないことをいう。

3. 1 1サービス内で生じる問題

1サービス内で生じる問題とは、ユーザ要求をP S Gに交換する過程において明らかになる問題である。そこで、このような問題はP S Gを作成するまでの過程で解消しなくてはならない。

ここでの曖昧さの例として、「発呼者に音が聞える」というような記述があった場合、ここではその「音」とは「ダイヤル音」なのか、「話中音」なのか、音の種類がわからないという問題があげられる。また、矛盾の例として、「受話器をおろした状態でダイヤルする」というようなハードウェア的に実現不可能な要求があげられる。そして、省略の例として「変化した状態が全て記述されていない」というような記述

の抜けといった問題がある。

3. 2 サービス間で生じる問題

サービス間で生じる問題とは、各サービス内では解消されているが他のサービスと統合する際に生じる問題をいう。

曖昧の例として、内線相互接続サービスにコールアドバンスサービスを統合するときに考えられる。つまり、相手内線の電話番号をダイヤルしたが話中であったため話中音を聞いている状態であるのか、あるいは通話終了時に相手内線がオンフックしたため話中音を聞いている状態なのかわからないのである。このように端末がどのような状態を経て現在の状態に至ったのか明らかでないため、相手内線の電話番号の下一桁をダイヤルするという動作が可能か、あるいは受話器をおろすという動作しか許されないかというような「話中音を聞いている」状態の統合が可能かどうかわからない場合がある。

また、矛盾の例として内線相互接続サービスとホットラインサービスを統合するとき、発呼者が空きの状態で受話器をあげると「ダイヤル音が聞える」状態に遷移するのか、「呼出音が聞える」状態に遷移するのかというように前状態と動作が同じでも後状態に関する記述が反するためそのままでは統合できないという場合がある。

そして、省略の例としては、サービスによって詳細に記述されているものと省略されているものとがあり、後者の場合、省略して記述されているサービスの状態を補わなくてはならない。

本システムは、以上にあげたような問題を解消しながら最終的な仕様を作成する。

表1. 仕様作成過程で生じる問題(例)

	1サービス内	サービス間
曖昧	音の種類が曖昧である	リソースの履歴が完全に記述されていない
矛盾	ハード的に実現不可能である	前状態と動作は同じだが後状態が異なる
省略	状態や動作の記述が抜けている	サービスの詳細さが異なる

4. 問題の解消手法

ここでは、表1で示した問題のうちから主なものを例としてそれらの解消手法を示し、通信システムでの要求仕様化における問題及びその解決の一般化の足掛りとする。

4. 1 1サービス内で生じる問題とその解消手法

以下では、1サービス内で生じる問題のうち、省略及び矛盾について例を示すとともにその解消手法について述べる。

ユーザ要求には、リソースについての状態は全て記述されていることが望ましい。図3の例に示したユーザ要求において、発呼者について1では「ダイヤル音が聞える」状態、そして2では「呼出音が聞える」状態が記述されている。2の状態には「ダイヤル音」に関する記述がないため「ダイヤル音」は状態の変化がないとみなし、「ダイヤル音が聞える」状態は継続していると考えられる。しかし、一般に「ダイヤル音」と「呼出音」を同時に聞くという状態は存在せず、1と2の間の状態変化の中には「ダイヤル音が消える」状態が省略されていると考えられる。このような場合、本システムでは端末に対してあるリソースに接続されている状態の後状態として他のリソースへの接続が記述されている場合は、前状態で端末と接続されていたリソースを切断し、後状態で記述されていたリソースと端末とを接続する。つまり、後状態として「ダイヤル音が消える」状態を追加する。その結果、図3に示したユーザ要求は図5に示したPSGに変換される。

また、ユーザはハードウェアについて必ずしも十分な知識を持っているとは限らないため実現不可能な要求をすることがある。このような場合、ユーザ要求中に含まれるハードウェアに関する動作の正当性のチェックが必要になる。そのために端末についての特性を構造的な面から、フレームを用いて階層的に知識化した。(図7)

図中の受話器、フックスイッチ等の部品は各々その特性を有しており、このように階層構造に従って知識を整理することにより電話機自体の機能的構造をも表すことができる。動作の正

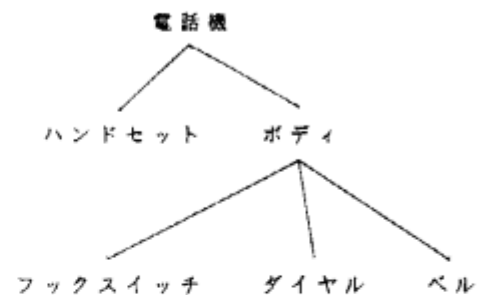


図7. 電話機の階層構造による表現

当性のチェックはこれらのフレーム間のメッセージパッシングにより行う。「受話器をおろした状態でダイヤルする」といったユーザ要求は通信システムにおける動作としては無意味なものである。本システムでは動作の結果遷移した端末の状態を保持し、端末の部品間の部分-全体を表す関係をたどり現在の端末の状態で可能な動作を求めることによりこのような要求に含まれる矛盾を検出する。

4. 2 サービス間で生じる問題とその解消手法

サービス間で生じる問題とは、複数のPSGをTSGに統合する際に生じる問題である。

以下では、サービス間で生じる問題のうち、矛盾について例を示すとともにその解消手法について述べる。

図8に示したユーザ要求は図9に示したPSGに変換される。このPSGを図5に示したサービスと統合しようとした場合、図5のトランジションT11を含むPSG節と図9のトランジションT21を含むPSG節の統合について矛盾が生じる。つまり、図10の例の(B)では発呼者が空きの状態でオフフックすると「ダイヤル音が聞える」状態になるが、(A)では発呼者が空きの状態でオフフックすると「呼出音が聞える」状態になる。後状態について(A)と(B)は互いに矛盾しているが、その際の対処として二通りの方法が考えられる。一つはそれらのどちらかの状態を選択する方法であり、もう一方はサービス状況に応じて状態の選択をするように統合する方法である。このような場合、本システムではユーザにその矛盾箇所を示し、ユーザが上記の二つの方法の内から一方を選択する

1. 発呼者が受話器をあげる。
被呼者の電話が鳴る。
発呼者に呼出音が聞える。
2. 被呼者が受話器をあげる。
被呼者の電話が鳴りやむ。
発呼者に聞えていた呼出音が消える。
発呼者と被呼者の間で話をする。
3. 発呼者が受話器を置く。
被呼者に話中音が聞える。
4. 被呼者が受話器を置く。
被呼者に聞えていた話中音が消える。

図 8. ユーザ要求

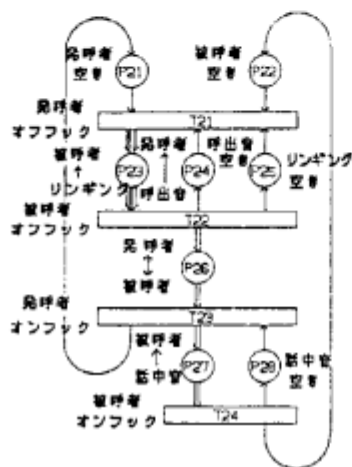


図 9. PSG

ことにより統合を進めていく。前者を選択した場合、すなわち統合しようとしたサービスが誤っていた場合には、その PSG の統合を中止する。後者を選択した場合、すなわち新しいサービスを追加する場合には、そのトランジションを通るトークンを限定するためにトークンに属性を付与する。その結果、図 10 に示した PSG 節は TSG に統合されて図 11 に示した TSG になる。

5. おわりに

漠然としたユーザ要求からシステム全体として整合のとれた仕様を作成していく過程において生じる問題を分類し、それらの例とその解消手法を示した。4 章で解消手法を示した問題以外についても今後検討を進めていく予定である。

このように仕様を作成していく過程において生じる問題の分析を進めていくことにより同

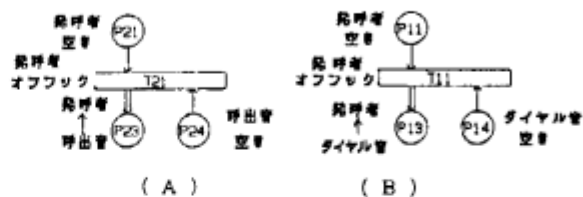


図 10. PSG 節

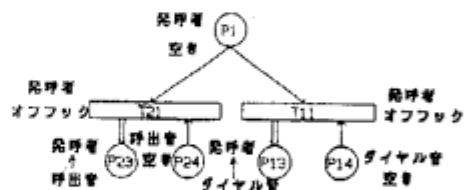


図 11. TSG (部分)

題を一般化することができ、その解消手法が明確化されうると考える。そのためには、ユーザ要求とはどのようなものであるかを充分に把握すること、通信システムに関する知識をどのようにして表現するかについてより一層の検討が必要であろう。

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。

参考文献

- (1) 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、SE 86-10、(1986)。
- (2) 田中、鹿野、山口：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)。
- (3) 鹿野、田中、長谷川：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、電子情報通信学会第 3 回交換・情報ネットワークワークショップ資料、pp.183-186、(1987)。
- (4) 湯山、上田、田中、長谷川：EXPRESSにおけるユーザ要求の理解方式、電子情報通信学会創立 70 周年総会全国大会、No.1890、(1987)。
- (5) J.L.Peterson: Petri Net Theory and the Modeling of Systems, Prentice-Hall、(1981)。