

〔公 開〕

TR-C-0157

図形によるサービス仕様記述支援法

和田 隆
Takashi WADA

1 9 9 6 3 . 1 5

ATR通信システム研究所

図形による サービス仕様記述支援法

和田 隆

A T R 通信システム研究所

要旨

図形を用いて非専門家によるサービス仕様記述を支援する手法についてまとめたものである。

図形による支援法としてSTRをベースとした図形による記述支援法、確認支援法が提案されている。しかし、確認支援では、複数の状態を持つ端末図形に対応していない、新規の操作に対応していない等、未達成の課題が残っている。一方、記述支援に関しても、状態により端末の図形が変化しないため確認支援と画面の表示が異なる、新規の状態や操作が追加できない等、未達成課題が残っていた。

本稿では、これらの課題や問題点を明らかにし、これらに対応するための手法についての検討した結果を取り入れた、新しい支援手法について提案する。また、新支援手法の評価と課題の達成度、今後の検討課題について述べる。

目次

1	はじめに	4
2	非専門家	4
3	既存手法	5
3.1	仕様記述法	5
3.1.1	STR (State Transition Rule)	5
3.1.2	自然言語による仕様記述	5
3.2	図形による支援	6
3.2.1	記述支援	6
3.2.2	確認支援	6
3.2.3	課題と問題点	7
4	新しい図形による支援	8
4.1	要求条件	8
4.1.1	記述支援	8
4.1.2	確認支援	8
4.2	新支援法	9
4.2.1	データ管理	9
4.2.2	記述支援	9
4.2.3	確認支援	10
5	図形の管理	10
5.1	図形の管理での問題点	10
5.1.1	任意端末の図形	10
5.1.2	状態と図形の関係	11
5.2	管理法	11
5.2.1	任意端末の図形	11
5.2.2	状態と図形の対応	12
5.2.3	自然言語とのSTRとの対応	12
5.2.4	図形自然言語の役割分担	12
5.3	図形の合成	13
6	支援システム	13
6.1	記述支援システム (GR)	13
6.2	確認支援システム (インタプリタ)	15

6. 3	図形管理システム	16
6. 3. 1	図形要素DB	16
6. 3. 2	図形用語DB	16
7	図形による記述の評価と支援の到達点	17
7. 1	評価	17
7. 1. 1	記述性の評価	17
7. 1. 2	記述限界	18
7. 2	到達点	19
8	まとめと今後の研究課題	19
8. 1	研究課題	19
8. 1. 1	図形の合成法	19
8. 1. 2	他分野への適用	20
8. 2	まとめ	20
	参考文献	20

1 はじめに

情報社会の高度化が進んできた結果、サービスニーズの多様化、パーソナル化が進んできている。また、これらの多様化したサービスを迅速に実現することが求められている。専門家のみがサービス開発の全ての行程を行っていた従来の手法では、専門家の負荷が増大したため、これらの要求に対応することが困難になってきている。このため、非専門家のサービス開発への参画が期待されるようになってきた。これに対して本研究所では、非専門家をサービス開発の最初の行程にあたるサービス仕様記述に参画させ、通信ソフトウェアを自動生成する手法について研究を行った [1]。この手法により、サービス仕様記述の為に開発されたSTRで記述されたサービス仕様から通信ソフトウェアを生成できるようになった。

しかし、非専門家にとって形式言語は言語の習得と熟練が必要であるため、使いやすい言語であるとは言えない。一方、自然言語は非専門家が習得や習熟を事前に行わなくてよい言語として非常に有効である。これに対して、自然言語で記述した仕様からSTRを生成する自然言語による仕様記述法についての研究が行われた [2]。これにより、非専門家は記述法の習得や習熟といった面倒なことをせずとも記述が可能となった。

一方、STRによる仕様記述法を視覚的に支援する手法として図形を用いた支援について研究を行った。この支援には端末間の関係を捕えながら仕様を記述する支援と記述した仕様を操作の選択によりアニメーションで確認する支援が含まれる。これらの支援の効果として、記述しやすさの向上、記述の正確さの向上がサービス仕様記述において期待できる。また、サービス開発の上流行程での仕様の確定が可能となるので、開発工数の低減に効果が期待できる。

しかし、図形による支援では新規サービスの記述、確認において図形の生成に課題が残されていた。また、自然言語による記述法に対して図形による記述、確認の支援を行う手法についての検討が課題として残されている。

本稿では、図形による支援を新規サービスに対応するための課題と手法、自然言語に対応するための手法についての検討結果について述べるまた、手法の評価、実際に試作したシステムについてまとめる。

2章では、対象とする非専門家を定義する。3章では、既存の技術として、STRによる仕様記述法、自然言語による仕様記述法、図形による支援とその課題と問題点について述べる。4章では、課題や問題点を克服する新しい図形による支援について述べる。5章では、新支援で必要となるデータの管理上の問題と管理法について述べる。6章では、4章、5章で述べた手法を盛り込んだ研究のための試作システムについて述べる。7章では、図形による支援の評価と到達点について述べる。8章では、まとめと今後の研究課題について述べる。

2 非専門家

非専門家という言葉では人により対象とする範囲が異なり非常に曖昧になってしまうので、本稿で対象とする非専門家を定義する。本稿で対象とする非専門家には一般の電話ユーザのような人は含まない。通信ネットワークや通信システムに関する専門的な知識は持っていないが、通信サービスに関してはある程度の知識を持っている人が対象である。具体的にいうと、企業のネットワークマネージャやINで定義されているカスタマ

やサービス開発者が該当する。これらの人は必ずしも通信システムやネットワークに関しての専門知識は持っていない。これ以降、断わりのない限り非専門家はこのスキルレベル人であるとする。表1に非専門家と専門家の違いを示す。

表1 非専門家と専門家の違い

	非専門家	専門家
日本語は理解できる	○	○
WSやPCの操作ができる	○	○
通信サービスを利用したことがあり、概要は知っている	○	○
形式的な仕様記述法は知っている	×	○
通信サービスに使う専門用語は知っている	×	○
通信システムに関する専門的知識を持っている	×	○

3 既存手法

3.1 仕様記述法

3.1.1 S T R (State Transition Rule)

非専門家を対象としたサービス仕様の記述を実現するため、状態遷移に基づく記述法として、当研究室ではS T R (詳細に関しては文献 [3] を参照) を開発し研究に用いている。S T Rはユーザの視点で通信サービスを捕えサービス仕様を記述する形式的な言語である。S T Rは通信ネットワークや交換機等の通信システムをブラックボックスとして考えることにより、端末に入力された操作および、それに伴う端末の状態変化に着目して通信サービス仕様を記述する。この手法での記述例を図1に示す。

- 1) idle(A) offhook(A): dial-tone(A).
- 2) dial-tone(A),idle(B) dial(A,B): ringback(A,B),ringing(B,A).

図1 S T Rによる記述法と記述例

S T Rは1つの操作による端末の状態変化を1つのルールとして宣言的に記述する。このルールは(現状態)(操作)(次状態)の3パートで構成される。(現状態)(次状態)はプリミティブと呼ぶ状態記述要素(以降、状態は指定がない場合、状態記述要素のことを表わす)の集合で記述する。(操作)は状態遷移を引き起こす原因となった1つの操作で記述する。(現状態)は(操作)により影響を受ける端末の影響を受ける全ての状態を記述する。(次状態)は(操作)が起こった結果、現状態に記述された個々の状態がどのように変化するかを記述する。サービスはサービスが持つ全ての遷移を表すルールの集合で表現する。この記述法では、曖昧な記述は状態や操作の抜け、断片的な記述はルールの抜けとして捕えることができる。つまり、曖昧で断片的な仕様を専門知識を必要とせず宣言的に記述できる手法である。また、形式的言語であるため、コンピュータでの処理が容易であるという利点がある。

3.1.2 自然言語による仕様記述

非専門家にとって形式的な言語は普段馴染みがない。このため、以下に示す点が問題となる。

- ・記述法を覚える必要がある
- ・習熟するしないと使えない

これらは非専門家が実際にサービス仕様を記述するときには大きな障害になる。これを回避するには普段から非専門家が使っている言語、つまり、自然言語による記述法が非常に有効である。当研究室では自然言語により記述された仕様をSTRへ変換する手法(詳細は文献 [2] を参照)を開発している。

この手法では、基本構文を「(現状態)の時、(操作)すると、(次状態)になる。」として、(現状態)(操作)(次状態)をユーザの視点で自由な表現で記述させる。(現状態)、(次状態)は、状態の集合を記述する。ここで問題となるのが、自然言語の持つ曖昧性により起こる重複定義である。重複定義とは以下の2つの場合である。

- ・同じ状態や操作を別の言葉で定義すること
- ・別の状態や操作を同じ言葉で定義すること

自然言語による記述法では、通信サービスに関する概念知識 [4] を用いることにより曖昧性を除去し、意味を一意に確定することによりこの問題の発生を避けている。この手法により、非専門家は思い付いた仕様をすぐに記述できるようになった。

自然言語によりSTRの記述例と同じ仕様を記述した場合を図2に示す。

- 1) 端末T1が空いている状態の時、端末T1の受話器を上げると、
端末T1はダイヤル可能な状態になる。
- 2) 端末T1がダイヤル可能な状態で、端末T2空いている時、
端末T1から端末T2へダイヤルすると、
端末T1は端末T2を呼び返し状態になり、端末T2は端末T1から呼び出し状態になる。

図2 自然言語による記述法と記述例

3. 2 図形による支援

3. 2. 1 記述支援

図形を用いた記述支援として、端末を画面上に配置し端末間の関係を表示しながら記述する手法を提案している。この手法では端末間の関係を視覚的に捕えながら仕様記述ができるので、非専門家の持つイメージの明確化を助ける効果がある。記述手順は、まず画面上に必要となる端末を配置する。次に端末の状態や端末間の関係を表わす状態と操作を画面上の端末に対して付加する。状態はメニューから選択し、その状態を持つ端末を指定することで記述する。端末間の関係は、メニューから関係を選択し、まず主端末(第一引き数の端末)を指定し、続いて従端末(第二引き数の端末)を指定することで記述する。このとき端末の状態は、画面上の端末図形の下に状態名を、端末間の関係は端末間に矢印を引きその上に状態名を表示する。このようにして画面左の端末に現状態と操作、画面右の端末に次状態を記述することで1つのルールを記述する。

図3に記述支援によりSTRの記述例と同じ仕様を記述した例を示す。

3. 2. 2 確認支援

図形を用いた確認支援として、記述したSTRの動作を画面上の端末によるアニメーションで確認する手法を提案している。この手法では、STRにより実際の端末の動作として記述した仕様を確認できるので、手戻りが少なくなるので開発工数を削減する効

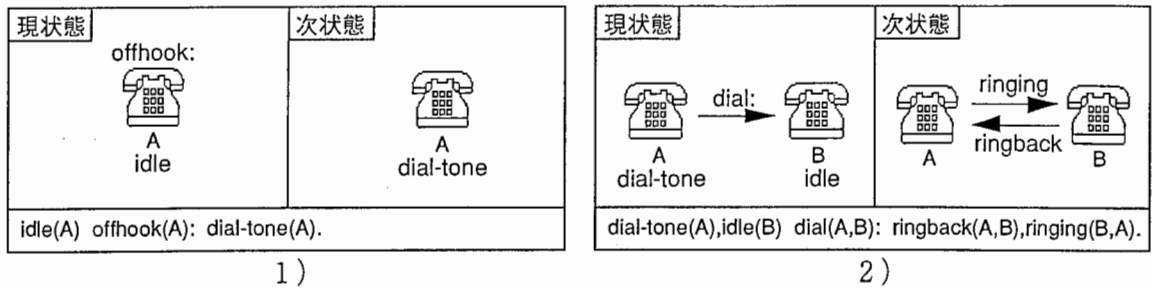


図3 図形による記述支援での記述例

果がある。確認手順は、まず画面上に必要な端末を配置する。次に記述したSTRを入力する。画面上の端末を指定すると、その端末に入力可能な操作の一覧をルールから取り出し表示する。ユーザはその中から意図する操作を選択する。すると、そのルールが定容され画面上の端末と端末間の関係を表わす図形が、遷移した状態により変化する。ユーザはこの図形が自分の意図したものと合っているかで仕様の確認が可能となる。

図4に確認支援によりSTRの記述例で記述した仕様を確認する様子を示す。

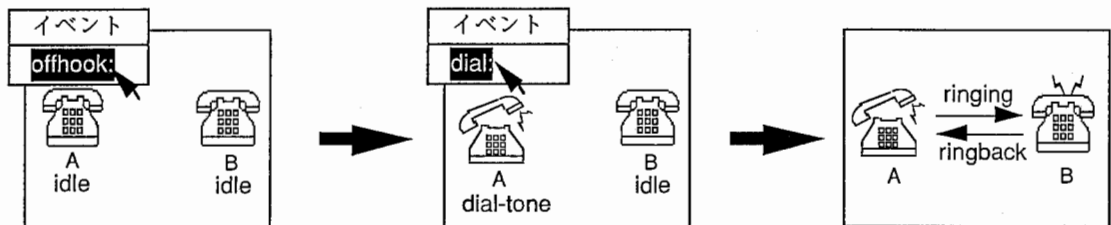


図4 図形による確認支援の様子

3. 2. 3 課題と問題点

図形による支援で実現されていない課題、既存手法の持つ問題点、および、新規サービス仕様の記述において今後要求される課題を次に示す。

●画面表示の違い

仕様の記述時には端末の図形は状態によって変化しない。しかし、確認時には端末の図形が状態によって変化する。このため、仕様記述時と仕様確認時で画面表示が異なっており、非専門家の理解性に悪影響を与えていた。

●端末図形の表示

STRでは、端末の状態を記述要素により記述する。端末の状態は複数の記述要素の集合として定義されることがある。しかし、端末の図形表示は単独の記述要素にしか対応していない。このため、複数の記述要素を持つ場合に、現実と一致していない図形が表示されることがあった。

●新規状態や操作

仕様記述において、新規の状態や操作を追加することができない。また、仕様確認においては、新規の端末の図形や端末間の関係を表示することができない。このため新規サービス仕様の記述で新規状態や新規操作が必要となるサービスは図形による記述、確認ができなかった。

●自然言語への対応

支援する記述法としてSTRのみしか想定しなかった。このため、自然言語による記述を支援することができなかった。

●新規の機能や端末

図形は1種類の端末しか扱うことができなかった。このため、新規サービスで新規の機能や新規の端末が必要となるサービスは図形による仕様記述、確認ができなかった。

●複数種の端末での記述・確認

一度に対象とできる端末は1種類のみであった。このため、複数種類の端末によるサービス仕様の記述、確認ができなかった。

●初期状態の指定

仕様確認時に端末の初期状態は空き状態に固定されていた。このため、新規サービスで空き状態以外を初期状態とするサービスは、仕様の確認ができなかった。

4 新しい図形による支援

4.1 要求条件

4.1.1 記述支援

既存手法での問題点、達成されていない課題を以下に示す。

- ・ 端末の状態による図形の変化
- ・ 複数種別の端末を用いた仕様記述
- ・ 複数の状態を持つ端末の図形表示
- ・ 新規の状態や操作の追加
- ・ 自然言語による記述法の支援
- ・ 新規の端末や機能の追加

これらの要求に対応することで、端末の状態を図形で確認すること、自然言語による記述を図形により支援すること、新規サービス仕様記述の支援を行うことが可能となる。

4.1.2 確認支援

従来手法の未達成課題、要求条件のうち、新しい仕様確認では以下の課題、要求に対応する必要がある。

- ・ 複数種別の端末を用いた仕様確認
- ・ 複数の状態を持つ端末の図形表示
- ・ 新規の状態や操作の確認
- ・ 自然言語による仕様の確認
- ・ 新規の端末や機能の追加
- ・ 任意の初期状態からの仕様確認

これらを満たすことで、新しい確認支援では、任意状態からの仕様確認、自然言語による仕様確認、新規サービス仕様の仕様確認が可能となる。

4. 2 新支援法

4. 2. 1 データ管理

記述、確認支援からの要求条件を満足するため、新支援法では以下に示すものを管理する必要がある。

●状態と図形との関係の管理

非専門家が記述した状態による端末の図形変化、複数の状態要素を持つ図形、新規の状態の追加、任意の初期状態からの仕様確認の実現に必要となる。

●端末図形の管理

複数種別の端末を用いた仕様記述と確認、新規の端末や機能の追加の実現に必要となる。

●自然言語の管理

自然言語による記述の支援、自然言語による仕様の確認の実現に必要となる。

これらの詳細に関しては次章（5章）で述べる。

4. 2. 2 記述支援

従来、STRで表示されていた、状態や操作のメニューと画面上の表示は、STRと表示する言語の対応を登録することで、任意言語で表示できるようになった。また、メニューに意図する状態や操作がなかった場合には、新規の状態の自然言語での表現とその時の端末の図形をしていすることで登録できる。重複定義の問題は自然言語による記述法の技術を利用により、新規か既存かを判定することで回避する。端末の図形を変化させるのは、状態と端末図形の関係进行管理することで実現する。

新しい記述支援によりSTRの記述例と同じ仕様を記述した場合を図5に示す。

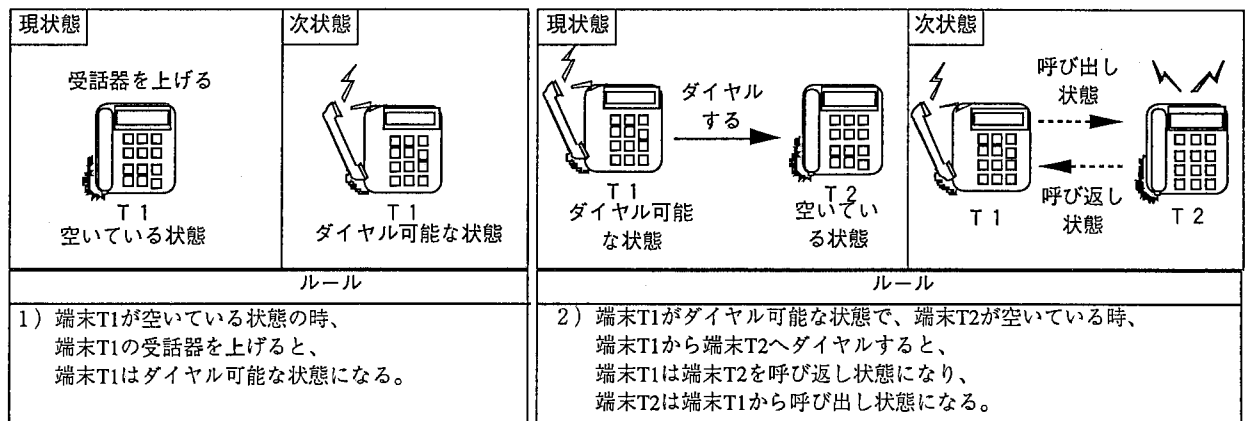


図5 図形による新記述支援による記述法

このように、非専門家は、自分が記述した端末間の関係だけでなく端末の状態も視覚的に捕えながら仕様を記述できるようになる。非専門家は記述した仕様を直観的に理解することができるようになる。また、自然言語により記述するので、以下のような効果が期待できる。

●記述しやすさが向上する

曖昧なイメージしか持っていないくても、画面上で直観的に記述、確認、理解といった

操作ができるので、イメージを明確化する支援が行える。このため曖昧なイメージを明確にできるので記述しやすくなる。

●記述の正確さが向上する

端末間の関係や端末の状態が即座に確認できるので、直観的に間違いや記述間違い、記述漏れを発見できる。このため、記述した仕様の正確さが向上する。

4. 2. 3 確認支援

従来、STRで表示されていた端末の状態、操作のメニューは記述支援と同じ手法により任意言語での表示になる。また、操作と状態により変化していた図形は、状態と図形の関係の管理により状態のみでの変化が可能となるので、端末毎に任意の初期状態からの仕様確認が可能となった。

新しい記述支援によりSTRの記述例の仕様を確認した場合を図6に示す。

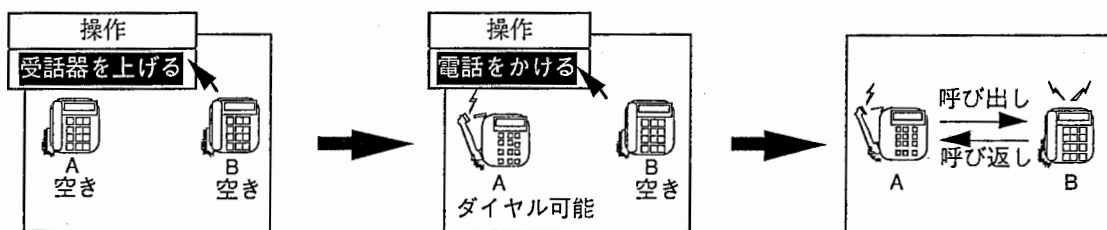


図6 図形による新確認支援の様子

このように、非専門家は自分の記述した仕様だけを任意の端末、任意の初期状態、任意の言語で確認することが可能となったので、以下のような効果が期待できる。

●確認のしやすさの向上

STRから自分の言葉に変換する必要がなくなった。このため確認のしやすさが向上する。

●確認の正確さ

普段自分が仕様している電話の絵を登録することで、自分の使いたれた端末の図形変化での仕様確認が可能となるので、仕様の理解性が向上する。このため、仕様の確認での間違いが減少する。

5 図形の管理

5. 1 図形の管理での問題点

支援では任意端末を扱える必要がある。このため複数の種類の端末図形を管理することが必要となる。また、端末図形は状態によって異なるため、その端末が取りうる全ての図形を管理しておく必要がある。これらの管理上の問題について述べる。

5. 1. 1 任意端末の図形

ある端末が取りうる図形の種類は、受話器の配置、受話器あるいは電話機本体からの音等の違いにより非常に多くなる。これらの個々の図形を単純に1つの図形として管理した場合、以下のような問題が発生する。

●管理する図形が多くなる

端末図形の登録のとき、本体のように全てに共通する部品の場合、その端末が取りうる図形の種類の数だけ記述する必要がある。これでは、端末の登録に非常に多くの時間と労力を費やすものになってしまうので問題である。

●図形の修正や機能追加に時間がかかる

端末の図形の一部を修正しようとしたり、端末に新たな機能を追加しようとしたとき、全てに共通する部品や修正であったとき、同じ修正を全ての図形に対して行う必要がある。これでは、修正や機能追加に非常に多くの時間と労力を費やすものになってしまうので問題である。

5. 1. 2 状態と図形の関係

端末の状態により図形を変化させるためには、端末の状態と図形の間を管理する必要がある。このとき、一端末が複数の状態を取りえることから、状態の組み合わせを考慮する必要がある。単純に状態の集合と端末の図形の間を管理した場合の問題点として以下の2点をあげることができる。

●管理する状態数が非常に多くなる

状態の組み合わせとなるため、状態の集合と図形の間を管理が必要となり、管理する必要がある状態集合が非常に多くなる。これでは新規の端末を登録したときすべての間を登録する必要があるため問題となる。

●新規の状態追加時に、既存状態との組み合わせを考える必要がある

新規の状態を追加しようとしたとき、既存の状態との間を考慮しなければならない。非専門家を対象とした場合に、非専門家に既存の状態に関する知識を要求することになるため問題となる。

5. 2 管理法

5. 2. 1 任意端末の図形

まず図形を端末の状態を表わす端末図形と端末間を表わす端末間図形に分解する。さらに端末図形を以下のように分類する。

・部品とその配置を表わす図形

電話機を構成する物理的な部品とその配置を表わす。例えば、上がっている受話器、降りている受話器、電話機本体等がこれに属する。

・機能を表わす図形

受話器や電話機本体に組み込まれている機能部品。例えば、本体や受話器に内蔵されているスピーカやディスプレイ等がこれに属する。

・機能の動作

機能が動作しているかどうか。例えば本体や受話器に内蔵されているのスピーカから音が出ているかどうか等がこれに属する。

分解した個々の図形を図形要素と呼ぶ。このように、端末図形を図形要素毎に分解して管理し、図形要素から図形を生成する手法を導入する。この結果、管理する必要があるのは端末図形ではなく図形要素となる。よって、修正や機能追加が必要な場合にはそれぞれ、該当する図形要素の変更、図形要素の追加をすればよくなるので、同じ修正や同

じ追加を個々の図形に対し何度もする必要がなくなる。

図7に呼び出し状態を例にとり図形と図形要素の関係を示す。

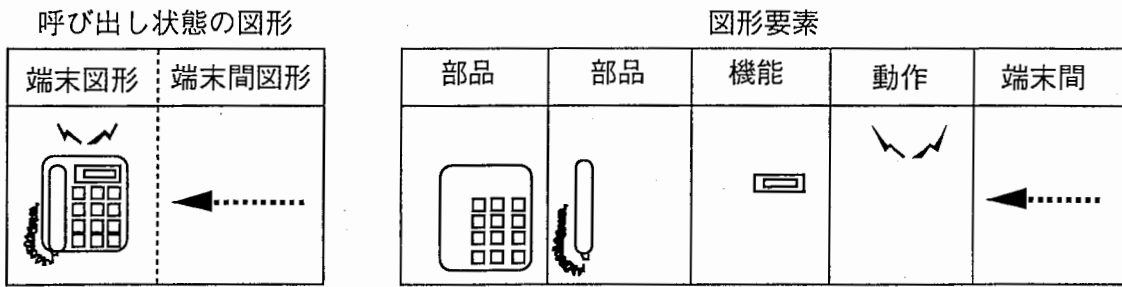


図7 図形と構成

この例では、「降りている受話器、電話機本体、受話器からの音、端末にあるディスプレイが端末図形の図形要素であり、矢尻が左向きの点線矢印が端末間図形の図形要素である。

5. 2. 2 状態と図形の対応

状態の組み合わせと図形の対応での管理が状態数の多さを引き起こしていると同時に、既存状態の知識を新規状態の登録に要求している。そこで、本支援では状態と図形の関係は個々の状態で管理して、端末が複数の状態を持つ場合は個々の状態の図形から生成する手法を導入する。この結果、管理するのは個々の状態と図形の関係となる。よって、管理する関係の数は減少し、状態の追加は単独状態として追加すればよくなるので、既存状態の知識は必要なくなる。

状態に対応する状態の図形は完成された図形として管理するのではなく、状態と図形要素の集合との管理とする。

5. 2. 3 自然言語とのSTRとの対応

自然言語表示は、STRと自然言語の対応の管理により実現している。この自然言語表現を図形用語と呼ぶ。図形用語は、具体的な状態名や関係名を表わす。端末の状態や、端末間の関係、機能の動作状況を説明する文字情報。例えば、「通話中」や「空き状態」などがこれに属する。

5. 2. 4 図形自然言語の役割分担

状態を表現する時、図形用語により表示する方が理解が容易である直観的理解が困難な情報と、図形により表示する方が理解が容易である直観的理解が可能な情報がある。そこで、図形により表現する情報と図形用語により表現する情報の役割分担を以下に示す。

●図形で表示するもの

端末の物理的な部品とその配置、端末の機能とそれが動作しているかどうか、端末間の関係の有無を表現する。

●図形用語で表現するもの

図形で表現された端末の機能の具体的な動作状況や、端末間の具体的な関係を表わす。

5. 3 図形の合成

端末の図形は端末が持つ状態に対応する図形要素の重ね合せにより行う。

図8に「呼び返し」の場合の例を示す。

このように1つの状態しか持たない端末の図形は、図形要素を重ね合せて合成し生成する。

次に、複数の状態を持つ場合であるが、この生成は、まず、個々の状態の図形要素のORを取る。そして、出てきた図形要素を単独状態の時と同じように重ね合せにより合成することで図形を生成する。このとき問題となるのは、正しく図形が生成されるかということであるが、これに関しては、以下の2つの課程により保証される。

- ・ 端末の状態を表わす記述要素が必ず1つはある
- ・ 複数の状態を持つとき、物理的に矛盾する図形を持つことはない

この仮定が成り立つかどうかは検討が必要である。

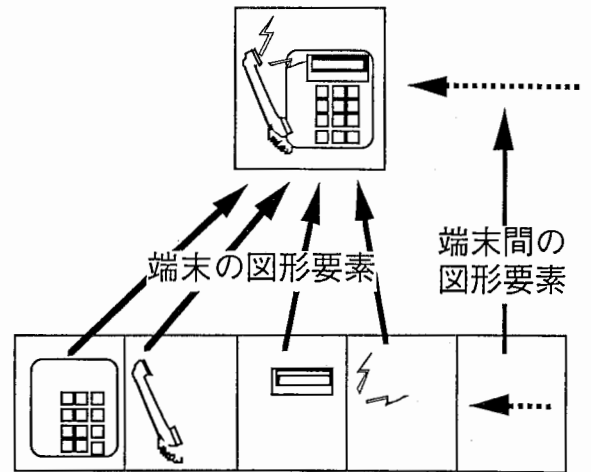


図8 図形の合成

6 支援システム

6. 1 記述支援システム (GR)

GRは図形による記述支援システムで、ベースをSTRとしたSTR/GRと自然言語としたRAS/GRがある。RAS/GRは内部的にはSTR/GRと同じでSTRによって処理を行って、表示のときに、STRと自然言語の変換テーブルを参照することによって自然言語表示している。また新規の状態、操作の判定は、RAS(自然言語による記述システム)との連携で実現している。このためRAS/GRはSTR/GRの機能を全て含んでいるので、RAS/GRについてのみ説明する。

図9にRAS/GRの画面を示す。

画面の右側に現状態と操作を記述し、左側に次状態を記述する。また画面の下の部分にはユーザが記述した遷移を表わすルールを自然言語で表示する。RAS/GRでは自然言語の入力インタフェースとして、以下の2つのインタフェースを持っている。

- ・ キーボードで文字を入力する
- ・ メニューから選択する

各々の長所短所をまとめると、まず、(1)の方式の長所は非専門家が自分の表現で自由に記述できることである。短所は文字を実際に入力しなければならないため、入力に多少時間がかかること、同じ状態が出て来る度に同じ文字列を入力しなければならないため、入力ミスが起きやすくなることが上げられる。次に、(2)の方式の長所は、メニューから選択するだけで実際に文字の入力をする必要がないので、素早く正確に入力が行えることである。短所はユーザが自由に入力することができないことである。そこで各々の長所を活かすために使いわけが必要となる。新規の状態や操作に関しては(1)の方式で記述を行い、既存の状態や操作に関しては(2)の方式で記述する。(1)の方式で入力された状態や操作は、解析の後、新規であると判定されればメニューに追加することで、次

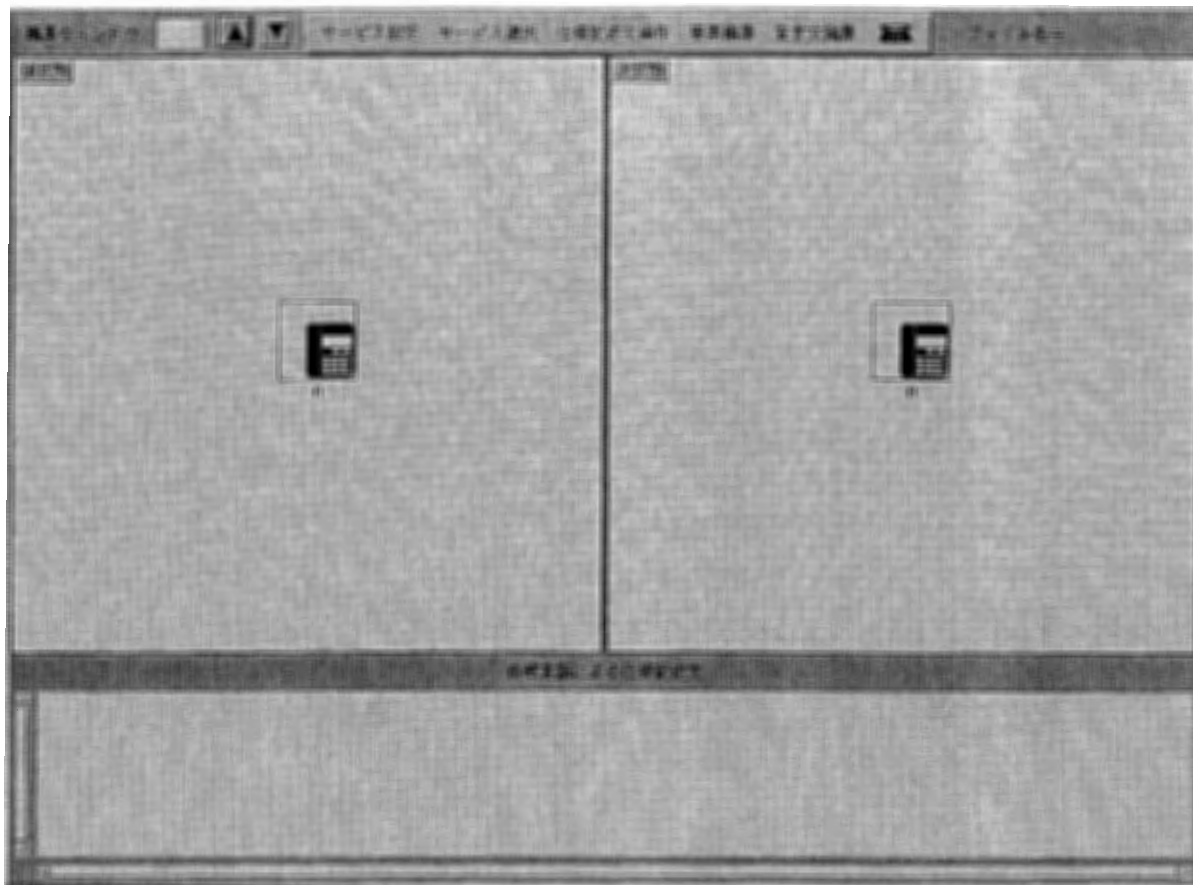


図9 RAS/GR

に同じ状態や操作が出てきた場合には、既存として (2) の方式により素早く記述が行えるようになる。

状態・操作記述のための2つのインタフェースを図10に示す。

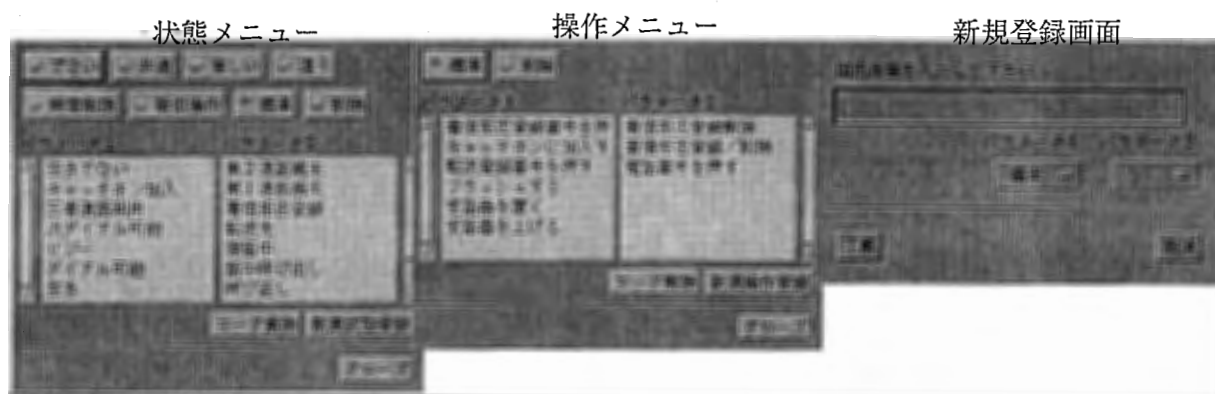


図10 記述インタフェース

メニューにある新規(状態/操作)登録ボタンを押すことにより新規登録画面が表示されキーボードによる記述が可能になる。記述の手順は、まず必要な数、必要な種類の端末を生成し画面上に配置する。次に、端末の状態、端末間の関係、状態遷移を引き起こした端末の操作を2つのインタフェースを使い分けて記述する。この時メニューで記述した場合は形式言語との対応をRAS/GRが持っているのでRASによる解析・変換はせず、図形要素DBから図形を取り出し表示する。最後に変換を指定することにより自然言語のルールに変換される。

図11にSTR記述法で例に上げたルール(1)を記述した例を示す。

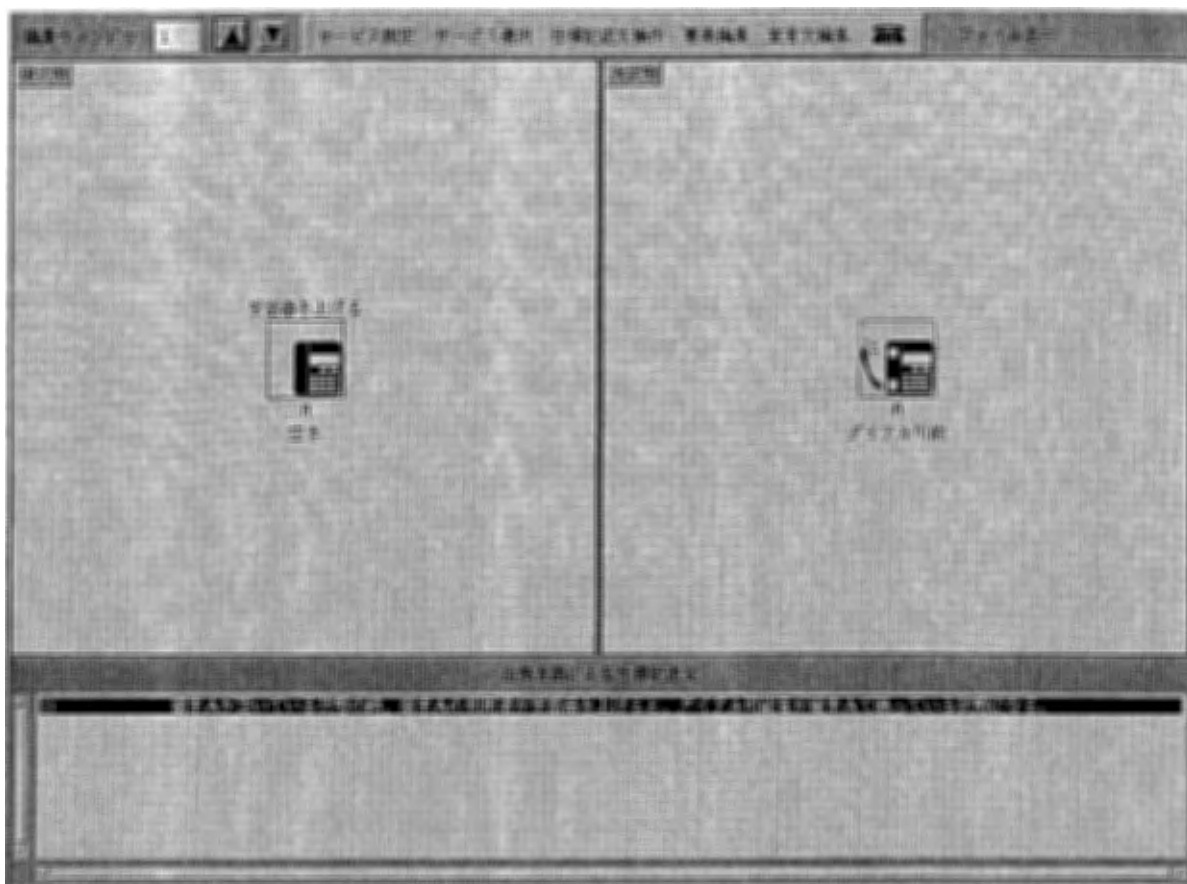


図11 RAS/GRによる記述例

6.2 確認支援システム (インタプリタ)

図12にインタプリタ仕様の画面イメージを示す。

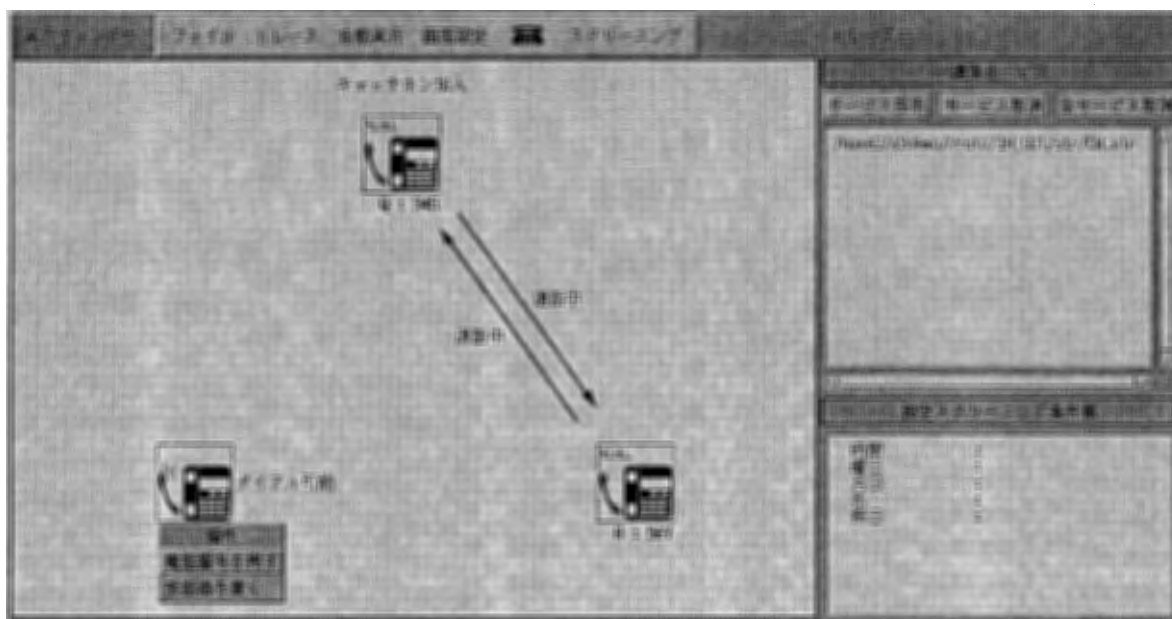


図12 インタプリタ

まず、画面上に仕様確認に必要なとなる端末を配置する。ユーザが画面上の端末をマウスで指定すると、システムは与えられたルールの中から、指定された端末に適用可能なルー

ル選びだし、その操作を抽出して操作一覧を表示する。その一覧の中からユーザが目的とする操作を選択すると、画面上の端末にルールが適用され、端末の図形が変化する。なお、インタプリタの仕組等の詳細については、別テクニカルレポート [8] で報告されているので、ここでは省略する。

6. 3 図形管理システム

6. 3. 1 図形要素DB

図13に図形要素DBの図形管理を示す。













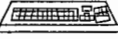










電話						
人間						
パソコン						
ringback						
ringing						

図13 図形の管理

このように、図形要素DBでは端末の種類とその図形要素、STR表現の状態と図形要素の関係を管理している。ここで、状態がSTRで表現されているのは、形式言語であるSTRが処理しやすいことと、新規の状態や操作の登録を行う際に用いる自然言語による記述法が、自然言語からSTRへの変換を行うシステムであるからである。このように管理されたデータは先に述べたように、図形要素の重ね合せにより合成され図形になる。この図形がGR、インタプリタで利用される。

6. 3. 2 図形用語DB

支援システム内部ではSTRで処理を行う。しかし、表示はユーザが指定した言語での表示が要求される。STRとユーザが指定した言語との対応を管理するのがこのDBの役割である。あるSTRに1つの言語で複数の図形用語と対応したり、1つの言語の図形用語が複数のSTRと対応するのは自然言語の曖昧性となるため、これを管理する必要はない。このため、管理はSTRと対応する言語を単純に1対1で管理するもので十分である。

図14に図形用語管理テーブルを示す。

S T R	日本語	英語	...
i d l e	空き状態	idle	...
r i n g i n g	呼び出し状態	ringing tone	...
p a t h	通話中	path	...
⋮	⋮	⋮	⋮

図14 図形用語管理

7 図形による記述の評価と支援の到達点

7.1 評価

7.1.1 記述性の評価

従来、専門家が用いていた記述法は、形式言語を使い手続き的な記述を行う手法であった。しかし、非専門家と専門家ではサービス開発に関する技術、知識に非常に大きな隔りがある。つまり、従来の記述法とは違い非専門家でも容易に仕様を記述できる記述法が必要不可欠となる。この記述法は以下のような要求条件を満たしておく必要があると考えられる。

●記述の容易性

非専門家が無理なくイメージしている仕様の記述を行えることが必要である。このため、次のようなことが要求される。

- ・曖昧な仕様の記述が可能である
- ・断片的な仕様の記述が可能である
- ・書きたい仕様はどこからでも宣言的に記述できる
- ・視覚的表現との親和性があり図的表現が容易である
- ・専門的な用語、知識を持たなくとも記述できる

●記述した仕様の一意性

一般に同一の仕様を表現する手法は複数ある。このため複数の設計者が係る場合には、仕様表現は一意である必要がある。

●仕様の記述性

多種多様なサービスを同一の記述法、記述法の拡張により記述できる必要がある。このような要求条件を各記述法がどの程度満たしているかにより行った評価の結果を表2に示す。

この結果、図形、自然言語において要求条件を満たしている項目が多いことから、非専門家にとって図形あるいは自然言語を用いた記述法が適しているといえる。

表2 他の記述法との比較

	図形	自然言語	S T R	S D L	M S C
曖昧な仕様の記述	可能	可能	可能	不可	不可
断片的な仕様の記述	可能	可能	可能	不可	不可
宣言的な記述	可能	可能	可能	不可	不可
図的表現との親和性	あり	あり	あり	あり	あり
記述に必要な知識の量	少	少	中	多	多
記述仕様の確認しやすさ	しやすい	中間	中間	しにくい	しにくい
記述仕様の理解しやすさ	しやすい	中間	中間	しにくい	しにくい
記述仕様の一意性	一意	一意	一意	一意	一意
記述限界の高さ	高い	高い	高い	非常に高い	非常に高い
習熟に要する時間	少	少	中	多	多

7. 1. 2 記述限界

S T Rの持つ記述法と図形による記述支援での記述法の対比により記述限界を明確にする。この対比を表3に示す。

表3 S T Rと図形による記述支援の比較

		図形				図形			
		図形	G R			図形	G R		
宣言	状態	識別子	○	○	状態記述	状態記述	○	○	
		状態記述要素	○	○		cond	○	○	
		マクロ	○	△		not	○	×	
		時間制限	○	△		or	○	×	
		禁止状態	○	△		回数判定	○	△	
		カウンタ	○	○		内部イベント	○	△	
		初期状態	○	△		empty	○	○	
		イベント	○	○		イベント	○	○	
	イベント	内部イベント	○	○	時間制限	○	△		
		内部イベント分配	○	○	疑似イベント	○	△		
		内部イベント分配制限	○	○	内部イベント	○	○		

その他	図形		G R	
	図形	G R	図形	G R
端末数	無制限	6 端末		
図形の大きさ	無制限	6 4 × 6 4		
端末種別	無制限	無制限		
状態の種類	無制限	システムに依存		
操作の種類	無制限	システムに依存		

この表で、図形の欄は図形による記述支援法で記述できるものあり、R Gの欄はR A S / G Rシステムで実現されているものである。

図形による記述法の限界はS T Rで定義されている記述法を全て網羅しているので限界は同じといえる。試作システムではO R記述、n o t記述が未実装であるため×となっている。しかし、O R, n o tの表現法はどうインプリメントするかである。例えば、O R記述では画面の表示切り替えの機能により対応可能であり、n o t記述は状態の反転表示により対応可能である。また、△になっている項目はその記述法に、O R, n o tの記述を含めることが可能な項目であり、これらが記述できるようになれば、○になる項目である。また、その他の限界はコンピュータシステムによる制約であり、画面表示に関しては拡大縮小機能の実績により可能となる。状態や操作の数はメモリ容量の問題でありメモリの増設により運用上は無制限といえる。

7. 2 到達点

図形による支援で要求条件とした項目と達成度を表4に示す。

表4 達成度

	従来の支援		新たな支援	
端末図形	端末の図形の変化はなかった	×	状態により端末の図形が変化する	○
端末間図形	端末間の関係を図形表示していた	○	端末間の関係を図形表示していた	○
複数状態	最初に出てきた状態の図形を表示	×	重ね合せにより図形を生成	△
複数種の端末	システムが用意している1つの端末のみ	×	図形要素DBにより複数に対応	○
新規状態	登録することができない	×	図形要素DB、R A Sとの連携により対応	○
新規操作	登録することができない	×	R A Sとの連携により対応	○
新規機能	登録することができない	×	図形要素DBにより対応	○
新規端末	登録することができない	×	図形要素DBにより対応	○
S T R	S T Rを画面に表示していた	○	S T Rを画面に表示していた	○
自然言語	対応していなかった	×	変換テーブルを用意することで対応 (マルチリンガル)	○
初期状態の指定	空き時状態に固定	×	任意の状態を設定することが可能	○

新たな支援では、ほぼ全ての項目で課題を達成することができた。図形の合成に関しては、仮定がついているため△になっている。これに関しては仮定がなりたつかどうか検討する必要がある。

8 まとめと今後の研究課題

8. 1 研究課題

8. 1. 1 図形の合成法

図形の合成に関して現在、仮定を元に単純な重ね合せとしているが、仮定をはずす必要がある。物理的に矛盾する場面の例を図15に示す。

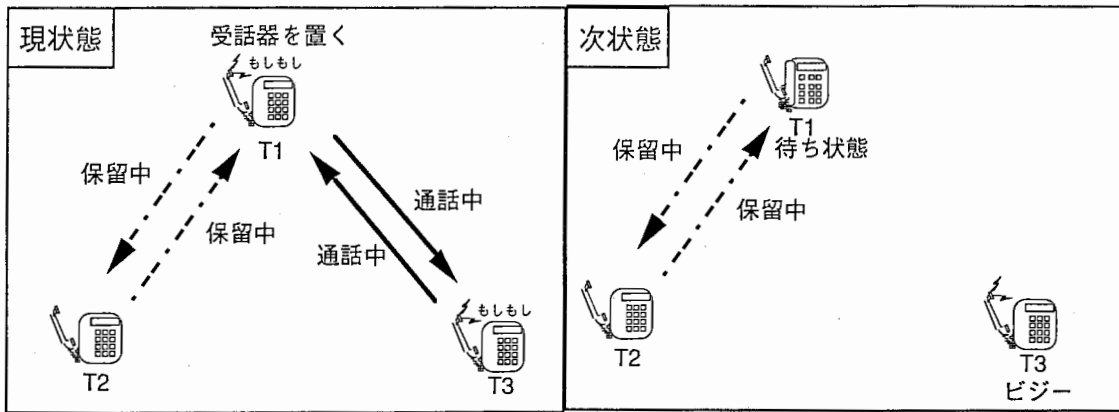


図15 問題となる仕様

この例では、待ち状態では受話器を置いた絵、保留中では受話器の上がった絵が登録されている。これを単純に合成したため、降りた受話器と上がった受話器の両方が表示されてしまった。このように変な図形の表示が起こりうる場合は以下の4つが考えられる。

- ・ユーザが違う状態を選択した場合
- ・ユーザが間違えて図形を登録した場合
- ・端末の状態を定義する状態がない場合
- ・端末の状態を定義している状態が複数ある場合

前者の2つは、ユーザのミスであるためユーザに警告を出して代替案を出す支援ができるかもしれないが、基本的にはユーザによる訂正が必要になる。一方後者2つは、重ね合せによる問題である。改善案としては、確認支援の場合を考察すると、実際の端末では受話器の上下のような物理的配置の変化はユーザの操作によって引き起こされる。このため、操作に着目すればこの問題は回避できそうである。しかし、任意の初期状態からの支援で、初期状態に問題がある場合には、それまでの端末の操作の情報がないため確定できない。これは、記述支援の現状態の記述にもいえることである。対応は現在の所、ユーザへの問い合わせる以外にない。一方、記述支援の次状態では、現状態と操作から確認支援と同様にして操作に着目して対応が可能でありそうである。

8. 1. 2 他分野への適用

図形による支援は、状態遷移に基づいた対象物であれば、通信サービスだけでなく他の分野にも適用が可能である。しかし、大枠では可能であっても、対象により不都合が起こる可能性がある。そこで、状態遷移で表現できるものと図形による支援により表現できるもの間の差を明確にすることで、他分野への適用の可否を判断できるような評価が必要である。

8. 2 まとめ

本稿では、図形を用いた支援として図形による仕様記述支援、図形による仕様確認支援の既存の手法の課題を明らかにし、それらに対応する新手法に関して提案を行った。また、これらの評価を行い、非専門家によるサービス仕様記述法として図形による仕様記述支援法の有効性を検証した。

参考文献

- [1] 太田, 寺島 「Automatic Generation of Telecommunication software」, Denshi Tokyo No32, pp.27-30, 1993
- [2] 小林, 太田, 寺島 「A Requirement Description and Acquisition Method Based on Communication Service Concepts」, Denshi Tokyo No33, pp.104-108, 1994
- [3] 平川, 竹中 「Telecommunication Service Description Using State Transition Rules」, Int. Workshop on Software Specification and Design, pp.140-147, Oct. 1991
- [4] 榎木, 高見, 太田 「通信サービス概念モデルの一考察」, 信学技法, SSE93-77, 1993 [4] 高見 「非専門家のための通信サービス仕様記述法」, 信学会 第二種研究会, 通信ソフトウェア工学研究会 第一回研究会資料, 1993
- [5] 小林, 太田 「概念モデルに基づく通信サービス仕様記述法」, 情処学会 後期全国大会予稿集, 1993
- [6] 中村, 太田 「Telecommunication Service Design Support Using the Visual Service Description Language STR-GR」, GLOBECOM1992, pp.554-559, 1992
- [7] 和田, 榎木, 高見, 太田 「通信サービスの日本語による仕様記述支援手法の一考察」, 信学会秋季大会予稿集, 3-463, 1993
- [8] 鶴亀 「STRによる仕様記述法と仕様確認支援手法の評価」, ATRテクニカルレポート