

〔公 開〕

TR-C-0133

通信サービスのモデル化と
自然言語による仕様記述の理解法

小林 吉純
Yoshizumi KOBAYASHI

1 9 9 6 3 . 1

A T R通信システム研究所

通信サービスのモデル化と
自然言語による仕様記述の理解法

平成8年3月

小林吉純

ATR通信システム研究所

〒619-02 京都府相楽郡精華町光台 2-2

TEL: 0774-95-1242

FAX: 0774-95-1208

E-mail: kobayasi@atr-sw.atr.co.jp

目次

1. 序論	1
1.1 研究の目的	1
1.2 研究動向と課題	1
1.2.1 仕様記述手法	1
1.2.2 モデル化とオントロジー	3
1.2.3 自然言語の理解	4
1.2.4 仕様記述の支援	4
1.3 本書の構成	5
2. 通信サービスのモデル	6
2.1 仕様記述の対象と記述レベル	6
2.2 ネットワークサービスのモデル	7
2.2.1 手順モデル	7
2.2.2 サービス規定要因のモデル	9
2.2.3 サービス記述モデル	11
2.3 端末機能のモデル	12
3. ネットワークサービスの概念と表現	13
3.1 ネットワークサービス概念体系	13
3.1.1 対象とする概念	13
3.1.2 概念体系の規定法	14
3.1.3 ネットワークサービス概念体系	15
3.2 概念に対応する表現	18
3.3 オントロジー	20
3.4 考察	21
4. ネットワークサービス仕様記述法	22
4.1 記述項目と文章表現	22
4.2 述語論理ライク表現	24
4.3 文表現と述語論理ライク表現の相互変換	25
4.4 考察	25
5. 仕様記述からの概念認識と形式表現への変換法	26
5.1 変換手順	26
5.2 同義性, 多義性の処理	28
5.3 未知表現の処理	30
5.4 評価実験	31

6. 仕様記述支援	32
6.1 事例ベースの利用	32
6.2 仕様記述の補完	34
7. 結論	37
7.1 成果	37
7.2 課題	39
参考文献	41
付録	43
付1. ネットワークサービス仕様記述例	43
付1.1 自然言語記述	43
付1.2 述語論理ライク記述	50
付1.3 STR記述	54
付2. 対外発表	57

1. 序論

1. 1 研究の目的

電話サービスに代表される通信サービスは情報化社会の進展に伴い、益々多様化する傾向にある。通信サービスを提供する通信技術者の数には限りがあり、またサービス提供側が利用者の要求を的確に把握することも難しいため、多様化する要求に迅速に応えようとする、利用者自身によるサービス要求記述が不可欠である。ここで利用者とは企業や家庭での末端利用者を指すのではなく、企業内のシステム管理者や通信事業者の営業担当を意味している。これらの利用者が通信サービスの定義を行う走りとなるものがIN (Intelligent Network) サービス⁽¹⁾でのカスタマイズサービスとして既に現れている。そして、この傾向はマルチメディアサービスが進展すると、益々顕著になると予想される。

利用者に要求記述を行わせる場合の言語としては、普段から馴れ親しんでいる自然言語が最良である。しかし、自然言語は記述に多様性や曖昧性があり、仕様記述の不正確さを招いたり、機械処理に不向きであるなどの問題がある。このため、仕様の検証やプログラムの生成のためには、これ迄形式言語が用いられてきた。ところが、形式言語は非専門家にとっては記述性、読解性の点で、難があり、やはり、自然言語を導入しつつ、機械処理性も向上させたい。本研究の目的もここにある。

当研究所においては、これ迄プロダクションルールに基づく仕様記述言語STR⁽²⁾を開発し、STRで記述された仕様の検証⁽³⁾、仕様からのプログラム生成⁽⁴⁾の研究を行ってきた。そのため、自然言語で記述された仕様をSTR記述に変換できれば、自然言語による仕様の検証や自然言語記述からのプログラム生成が実現されることになり、利用者の要求に合致した通信サービスを効率的に開発することが可能になる。このような観点から、本研究の目的は以下のようにまとめられる。

- ①自然言語を用いて、利用者自身が要求を的確に記述することができる記述法、記述支援法を確立する。
- ②記述された要求仕様を解釈し、検証やプログラム生成の可能な形式言語STRへ変換する技術を確立する。

1. 2 研究動向と課題

1. 2. 1 仕様記述手法

(1) 形式的な仕様記述手法

ソフトウェア開発の入力となる仕様は開発工程を左右する重要なものであり、正確かつ厳密なものが要求される。そのために、仕様を形式的な手法で記述する研究が行われてきた。通信ソフトウェアの分野もその例外ではなく、仕様記述言語としてSDL⁽⁵⁾、LOTOS⁽⁶⁾、Estelle⁽⁷⁾が標準化されている。

SDL (Specification and Description Language)はCCITT (現ITU-T)において交換機の仕様を規定するために開発された状態遷移に基づく仕様記述言語である。有限状態機械に、変数、動作及び述語の概念を加えた拡張有限状態遷移機械に基づき、遷移関係を表わす図表現 (SDL/GR) またはテキスト表現 (SDL/PR) で通信システムを記述する。

LOTOS (Language of Temporal Ordering Specification)はISOにおいてOSIのプロトコルを規定するために開発された仕様記述言語である。LOTOSでは通信システムを実現するプロセスを送受信動作であるイベントの列として規定する。

Estelle (Extended State Transition Language)はISOにおいてOSIのプロトコルを規定するために開発された状態遷移に基づく仕様記述言語である。EstelleはPASCALに状態遷移記述機能を追加する形で実現されている。

これらはすべて通信システムのインプリメントのための仕様を規定するものであり、利用者がサービス要求を記述するために使用するのは困難である。

(2) 自然言語による仕様記述手法

要求モデルを定め、それに基づき自然言語による仕様記述支援手法を提案しているものとして、KIPS⁽⁸⁾やREDA^{(9),(10)}がある。KIPSは事務処理分野を対象として意味モデル、プログラムモデル、コードモデルを定め、制約のない日本語で記述された仕様記述に対し、利用者との対話を通じ、曖昧さの解決や欠落情報の補完を行い、プログラムの生成を行うアプローチである。REDAでは単文に対応する格フレームと単文間の関係に対応する機能フレームを用いて、要求記述の解析、漏れの検出を行っており、日本語の構造に基づき要求記述をモデル化しようとするアプローチである。

これら以外にも自然言語による仕様記述から形式仕様への変換やプログラム生成を行う手法が提案されている^{(11),(12),(13)}が、記述者の視点の違いを意識した意味認識は考慮されていない。同一概念を要求したとしても、記述者の環境や関心事の相違により、要求記述の視点、そして表現が異なることがある。例えば、通信サービスにおける「発呼」という概念は、信号の送受信の視点で記述すると、「発呼信号を送る」という表現になり、電話機の操作の視点で記述すると、「受話器を上げる」という表現になる。このように様々な視点の違いを認識するためには、要求記述の対象となる領域 (ドメイン) の概念を整理することが不可欠である。通信サービスの概念構造に基づき通信サービス間の競合を検出する手法の提案がある⁽¹⁴⁾が、モデルの裏付けがなく、機械的な意味理解も行われていない。

(3) 本研究における仕様記述手法

仕様記述を自然言語で行い、その機械処理を行う場合、全く自由な自然言語表現を許す方法と自然言語表現を一部限定する方法がある。前者の方法では自然言語解析や意味理解を行う処理系の負担が大きく、完全なものを実現できる見通しは立っていない。また、記述の自由度が高いため、人によって記述レベルが不統一となり、曖昧さや抜けも生じやすく、仕様記述法として必ずしも適当でない。一方、後者の場合には利用者に余計な負担を与えるため、一般には使いにくく、自然言語の利点を損ねかねない。しかし、これは利用者が使う可能性のあった表現を禁止したために生ずる問題

であり、利用者が必要としない表現を禁止したとしても何ら問題がない。利用者が何を必要とし、何を必要としていないかを明かにするためには、問題領域のモデルを定め、そこで必要とされる概念を抽出すると共に、その概念がどのように表現されるかを見極める必要がある。本研究では問題領域で必要とされる概念と表現を体系的に明かとし、それらに基づき自然言語による仕様記述法を規定することにより、自然言語と形式言語の両方の利点を備えた仕様記述法の確立を図る。

1. 2. 2 モデル化とオントロジー

(1) モデル化

領域の概念を分析、モデル化し、ソフトウェアの生産性向上や再利用の促進に役立てようとするアプローチとして、ドメイン分析モデリング技術⁽¹⁵⁾が注目されている。ドメイン分析モデリング技術とは、対象システム自身が持つ各種の性質や開発上の知識を分析、組織化し、システム開発に有効な、共通の対象領域（ドメイン）に属する用語、問題の捉え方、システムの構造、システムの作り方などの固有の概念構造を得るプロセスである⁽¹⁵⁾。

要求工学へのドメイン分析モデリング技術の適用も議論されており、本研究も大枠ではこの方向に沿ったものである。但し、要求工学への適用に関しては未だ確立された技術がなく、種々の提案がなされつつある段階にある。

先に述べたように通信システムの仕様記述を対象に形式言語が実現され、記述のためのモデルも存在するが、これらは形式的な取り扱いを可能とするためのモデルであり、仕様に記述された意味を認識するためのモデルではない。ネットワークサービスの要求仕様の意味を機械的に認識しようとするれば、サービスの意味を表わすモデルをまず明かにしなければならない。

(2) オントロジー

概念と対応する表現を体系化する研究として、人工知能や知識ベースの分野でのオントロジー⁽¹⁶⁾研究がある。オントロジーとは「我々の認識の仕方とは独立したものの存在形態を意味する言葉」⁽¹⁷⁾であり、本論文ではネットワークサービス概念体系とその標準表現に相当し、信号の送受信や電話機の操作などの認識の相違に捕らわれないネットワークサービスとしての本質的な概念を意味するものである。本質的な概念を整理しておくことにより、要求提出者が様々な視点で記述を行っても、要求されている概念を抽出することが可能になる。なお、オントロジーの分類としてはタスクオントロジーとドメインオントロジーがあり^{(16),(17)}、タスクオントロジーは問題解決過程を記述するための基本語彙の体系であり、ドメインオントロジーはドメイン知識を記述するための基本語彙の体系である⁽¹⁶⁾。ここでの基本語彙とは知識の再利用を目的として概念を統一的に表現するためのものである。本論文でのドメインはネットワークサービスであり、基本語彙はネットワークサービス概念に対応する表現である。

オントロジーは対象とする領域ごとに異なり、研究の初期段階にあるが、本研究では

ネットワークサービスを対象として、オントロジーの構築を目差す。

1. 2. 3 自然言語の理解

システムが自然言語を理解するレベルはその目的によって異なる。目的には大きく分けて、システムが理解の内容をそのまま人間に伝えるものと、システムによる理解内容に基づき人間に何らかの処理結果を返すものがある。前者の例には機械翻訳⁽¹⁸⁾があり、後者の例には本研究で対象とする自然言語による仕様記述から形式言語への変換（仕様記述理解と呼ぶ）がある。本節では両者の理解レベルを整理し、本研究の位置付けを明確にする。

一般に自然言語の文では客観的な事態とそれに対する話し手の見方が混在して記述される⁽¹⁹⁾。例えば、「太郎が次郎を殺した」、「次郎が太郎に殺されてしまった（無念だ）」という二つの文は、同じ客観的な事態を記述している点で同義であるが、話し手の見方が加味されているという点で異なった情報を伝達している⁽¹⁹⁾。機械翻訳では一般に客観的な事態と話し手の見方の両方を含んだ形で翻訳することが要求される。これに対して仕様記述理解では客観的な事態のみを抽出することが要求され、これらの文は完全に同義とみなされる。逆の言い方をすれば、仕様記述では書き手の見方は必要とされない。

また、概念の理解に関しても機械翻訳と仕様記述理解とでは、その内容が異なっている。機械翻訳では基本的に原言語文内の単語が持つ概念を目標言語の単語に変換し、目標言語の文を構成する。この目的のために、単語辞書や概念辞書を利用するが、この場合の概念辞書は単語の意味分類を記述したもので、文単位での概念を記述したものではない。従って、文単位で概念を認識しているとは言い難い。これに対して、仕様記述理解では文単位での概念認識が必要になる。例えば、文「受話器を上げる」に対しては「受話器」や「上げる」という単語単位の概念だけでなく、文としての「電話機の活性化」や「発呼」という概念を認識することが要求される。

更に、機械翻訳では原言語の文が表わす概念を忠実に目標言語の文に変換するが、本論文での仕様記述理解では文から必要とする概念だけを選択的に抽出する。例えば、文「電話機のスピーカボタンを押す」から、端末に閉じた機能である「スピーカの起動」という概念を捨て、「電話機の活性化」や「発呼」というネットワークが認識すべき概念を抽出する。

このように本研究で扱う仕様記述理解では、要求仕様に含まれるネットワークや端末の概念を識別することが要求され、文単位での概念整理とその認識法が課題となる。

1. 2. 4 仕様記述の支援

(1) 記述のガイド

利用者はネットワークサービスに対する要求は持っているが、それを仕様として記述

する場合、どのようにして記述するかに関する知識は一般に充分ではない。この知識としては記述の内容と記述の仕方に関するものがある。記述内容の支援のためには、記述項目を提示し、記述のガイドを与える方法やこれ迄のサービス事例の再利用を可能とする方法が課題となる。記述の仕方に関しては、自然言語の利点を損なわない形での仕様記述法が確立できれば、問題は残らないと予想される。

(2) 記述の補完

仕様記述に自然言語を導入することにより、形式言語に比べ格段に記述性は向上する。しかし、利用者が要求を完全な形で記述することは一般には困難で、これは自然言語の導入だけでは解決されない。従って、利用者の要求を何らかの形で補完できる機構が必要である。ネットワークサービスはサービス提供主体と端末との関係において規定され、端末の状態や動作の間には種々の制約がある。これらの関係や制約を整理した知識として持てば、利用者の記述漏れを補ったり、記述の矛盾を指摘したりすることが可能となる。これらの知識を体系的に抽出し、漏れや矛盾の指摘、補完を行う方法の確立が課題である。

1. 3 本書の構成

(1) 2章

通信サービスに関連したモデルとして、ネットワークサービスモデルと端末機能モデルについて述べる。ネットワークサービスモデルはサービス規定要因モデル、手順モデル、記述モデル（状態遷移モデル、ネットワークサービス機能モデル）に細分化する。

(2) 3章

ネットワークサービス概念を体系化する上でのフレームワークを規定する。次に、ネットワークサービス機能モデルに基づき、概念を体系化する。更に、ネットワークサービス仕様を記述する場合の視点、概念と表現の関係を整理し、オントロジーを提案する。

(3) 4章

記述モデルに基づき、自然言語による仕様記述法として、文章表現、述語論理に似た自然言語表現のそれぞれによる方法を提案する。また、相互の変換法について述べる。

(4) 5章

ネットワークサービス概念体系を利用して、仕様記述から概念を認識し、形式表現（STR表現）へ変換する方法を述べる。また、同義性、多義性の処理、未知表現の処理について述べる。

(5) 6章

記述支援として、事例ベース利用のための検索法を述べる。更に、ネットワークサービスにおける制約を知識ベースとして整理し、それに基づいた仕様補完手法を示す。

(6) 7章

成果と課題について述べる。

(7) 付録

自然言語とSTRによるネットワークサービス仕様記述例を示す。

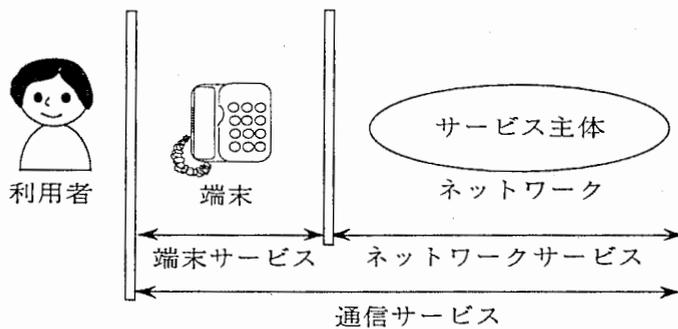
2. 通信サービスのモデル

2. 1 仕様記述の対象と記述レベル

(1) 仕様記述の対象

通信サービスはネットワークと端末によって実現される。通信サービスのうち、ネットワークが端末に提供するサービスをネットワークサービスと呼び、端末が利用者提供するサービスを端末サービスと呼ぶ(図2-1)。本論文での仕様記述の対象は通信事業者が提供するネットワークサービスである。ネットワークという用語は物理的な印象を与える恐れがあるので、本論文では以降ネットワークサービスを提供する論理的な実体をサービス主体と呼ぶ。

ネットワーク、端末間の信号はネットワークの種類(例えば、アナログネットワークやISDNネットワーク)ごとに異なる。共通のサービスが幾つもあるのに、ネットワークごとにサービス定義を行うのはサービス定義者の負担が大きい。本論文ではネットワークの違いに依らない共通のサービス定義を可能とするため、端末に対する操作や端末からの応答の視点から仕様記述を行うことを前提とする。そして、各ネットワークに対応したインプリメントは、STRの処理系がサービス定義をネットワークの信号方式にマッピングすることにより行うものとする。



利用者から端末を見た視点からネットワークサービスに対する要求を記述

図2-1 仕様記述の対象とするネットワークサービス

(2) 記述のレベル

ネットワークサービスに対する要求の記述レベルには幾つかのものが考えられる。最

も単純には要求するサービスを一言で述べる場合がある。例えば、「三人で同時に通話できるサービス」という類いである。しかし、これにはネットワークサービスの特徴である手順に関する要求は一切なく、インプリメンタの方にその扱いが任されている。勿論、このレベルの要求で十分な利用者も存在するであろうが、利用形態に合ったサービス提供という点では、利用者に手順に関する要求も記述させたい。例えば、三者通話サービスで三番目の通話者を指定する場合、BELLCOREのサービス仕様書⁽²⁰⁾では二番目の通話者との間の通話を確立した後に三番目の通話者の電話番号を指定する仕様となっているが、二番目と三番目の通話者の電話番号を連続的に指定する仕様も考えられる。この場合、三人で通話できるという機能は変わらないが、通話に到る手順が異なっており、サービス仕様としては別物となる。このようにネットワークサービス仕様において、手順は大きな意味を持っている。これらの観点から、本研究では手順を含んだ形での仕様記述レベルを扱う。

2. 2 ネットワークサービスのモデル

ネットワークサービスの仕様を記述するといっても、このサービスがどのようなものであるかを大雑把にでも把握していないと、要求を仕様として顕在化させることはできない。仕様記述の枠組み（規範）を与えるために、本節でネットワークサービスのモデルを定義する。

2. 2. 1 手順モデル

本節では個々のサービスがどのような要素をどのように組合せた形で成り立っているかを示すモデルを提案する。

手順はサービス仕様の主要な構成要素であるため、あらかじめ細部を決めておくことはできない。しかし、ネットワークサービスの基本は回線の接続であり、これを基本要素として、接続のための事前の情報登録、そしてサービス自体の活性化／指示の3要素に手順を分解することができる。そして、接続に関する手順は更に相手指定、相手変更、情報通知、応答の4要素に分解することができる。これら7要素に加え、基本電話サービスであるPOTS (Plain Old Telephone Service)の開始要求、終了要求を加えた9要素がネットワークサービスの手順を構成する要素である。ネットワークサービスの手順はこれらの要素を図2-2に示す順序に従って配置した形でモデル化でき、これを手順モデルと呼ぶ。

図2-2の各要素の意味を以下に示す。

- ・開始要求：各種ネットワークサービスのベースとなるPOTSを開始するための操作である。この時には資格検査として、POTSに加入しているか否かの検査と発信可能か否かの制約検査がありうる。
- ・サービス指定：POTS以外のサービスの場合、サービスの指示または活性化が必要になる。これを行うための操作であり、一般に端末のフック操作やダイアル操作によっ

て行われる。サービス指定は情報登録の指示や通信相手の指定と同時に行う場合があり、一般にダイヤル操作における番号に両方の情報を含ませることで行われる。サービス指定が行われるとサービス主体は加入状態検査とサービス活性/要求認識を行う。

- ・情報指定：接続を制御するための情報を事前に登録する操作である。情報は発着信での資格検査や接続相手変更制御に使用され、種別としては転送先、短縮番号などの端末情報、利用者番号、認証コードなどの人情報、曜日、時間帯などの時間情報、通話中などの端末状態の情報がある。また、情報の指定方法として一括や逐次などの方法がある。登録した情報の削除操作もありうる。

指定情報に端末の電話番号を指定する場合、これを接続相手指定と見なし、情報登録と接続を同時に行う仕様も考えられる。

- ・相手指定：接続相手を指定するための操作である。相手を指定した場合には、相手のサービス加入状態検査や着信制約検査が必要になる。また、相手の指定方法には一括や逐次などの方法がありうる。
- ・相手変更：指定された相手に接続せず、接続先を他者へ変更するサービスがあり、これはそのためのサービス主体の処理である。相手変更時には、変更先をどこにするかの情報と変更を行う条件とが必要になる。
- ・情報通知：接続に係わる情報を利用者に伝えるための処理である。この情報には接続前に伝えなければならないものと接続後に伝えるものとがある。前者に属するものとしては、発信者アドレスなどがあり、後者に属するものとしては通話料金、通話時間などがある。後者は通話を完了しないと分からない情報が主体であり、通常通話終了時に行われる。

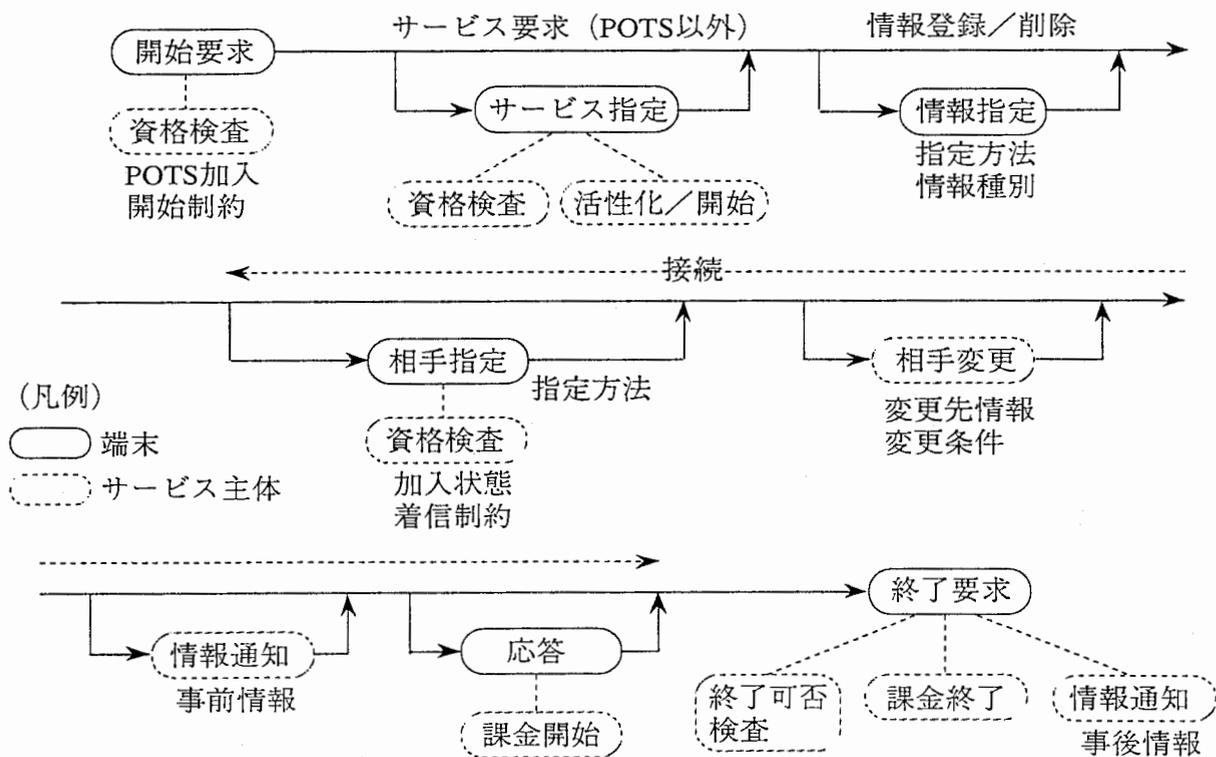


図 2-2 手順モデル

- ・ 応答：接続先の応答操作である。応答があって始めて接続が成立するので、課金はこの時点で開始される。
- ・ 終了要求：接続の終了を要求する操作である。通常終了要求はそのまま受け付けられるが、保留呼などがあるとそれとの接続を継続しなければならないので、終了可否検査がありうる。また、終了要求が受け付けられると課金も終了し、情報通知も行われる。

手順モデルはあくまで手順の一般形を示したものであり、この手順を逸脱した仕様が考えられない訳ではない。しかし、従来のサービス仕様はこのような手順にモデル化でき、今後のサービス仕様もこの手順に従って種々構築することができる。通信の専門家の頭脳にもこのような手順が暗黙に仮定されているものと思われる。

2. 2. 2 サービス規定要因のモデル

本節ではネットワークサービスにはどのようなものがあるかを示す。

(1) サービスの種別

ネットワークの基本機能は端末に対して提供する回線の接続（切断）機能である。また、ネットワークにおいて接続を確立するためには、接続相手を含めた種々の条件が整っていることが前提であり、それを逐一チェックし、その状況に応じた対処を行わなければならない。ネットワークサービスには接続手順が必要になる。即ち、ネットワークサービスは接続形態や接続手順に関するバリエーションを提供することが基本になっている。サービスの基本は接続サービスと接続手順サービスであるが、これらに加え、サービス使用料を徴収するための課金サービス、接続に伴う種々の情報を利用者に提供するための情報通知サービス、そしてサービスの使用、不使用を制御する活性化制御サービスに分類することができる。

活性化制御サービスは他の種別のサービスを前提にしたサービスであるが、その他のサービス種別に関しては一部の例外（発信禁止サービスなど）を除いて、基本的に相互独立であり、任意の組合せが可能である。

(2) サービス規定要因モデル

上述したように、ネットワークサービスは5種類のサービスに分類できる。分類の種別である接続、接続手順、課金、情報通知、活性化制御は取りも直さず、サービスを規定する要因のうち最も主要なものを表わしている。次に、5種類のサービスのそれぞれについて、それらのサービス種別に含まれるサービス同士の違いが現れる要因を以下に整理する。これら規定要因の分類をサービス規定要因モデル（図2-3）と呼ぶ。

(a) 接続サービス

接続サービスは接続対象間に回線を接続するものである。接続対象の種別は端末、人であり、対象数は二者以上である。接続に際して対象は発信，着信，転送の何れかの役割を果たす必要があり，これを接続役割と呼ぶ。また，接続の可否を決定する条件として，該当サービスに加入している加入者条件，接続相手となる相手条件，曜日，時間帯などの環境条件がある。接続サービスは主としてこのような要因によって規定できる。

(b) 接続手順サービス

接続手順サービスは手順モデルにおける接続部分のうち利用者操作に当たる部分と開始要求，終了要求を合わせたものに関する手順のバリエーションを与える。相手指定方法としてはアドレス指定法と相手が複数の場合の指定法に関するバリエーションがある。

(c) 課金サービス

課金サービスを規定する要因は課金先と課金方法である。課金先は接続役割である発信者，着信者，転送者に加え，接続に関係しない第三者がありうる。課金方法は固定課金と従量課金に大別され，従量課金の方法には接続距離と接続時間に基づく方法，情報量に基づく方法などがありうる。

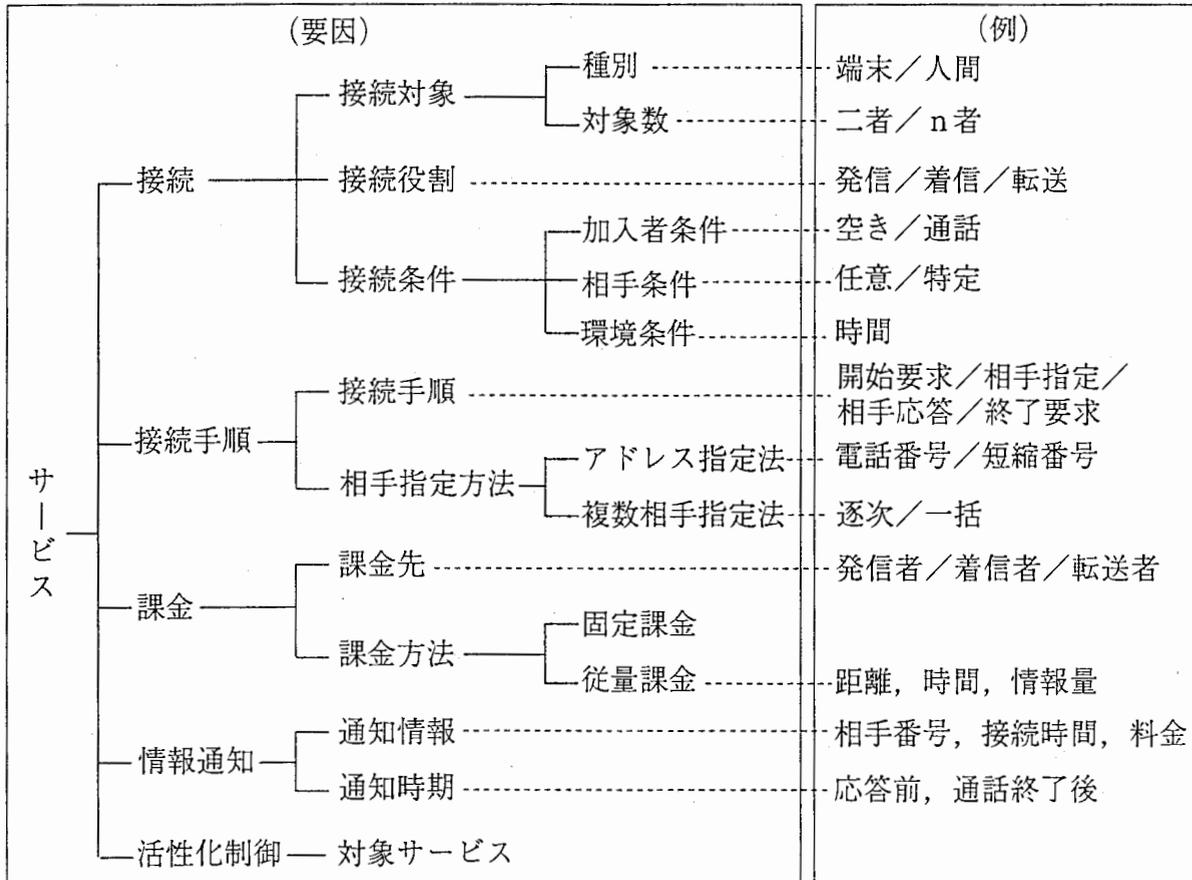


図 2-3 サービス規定要因モデル

(d) 情報通知サービス

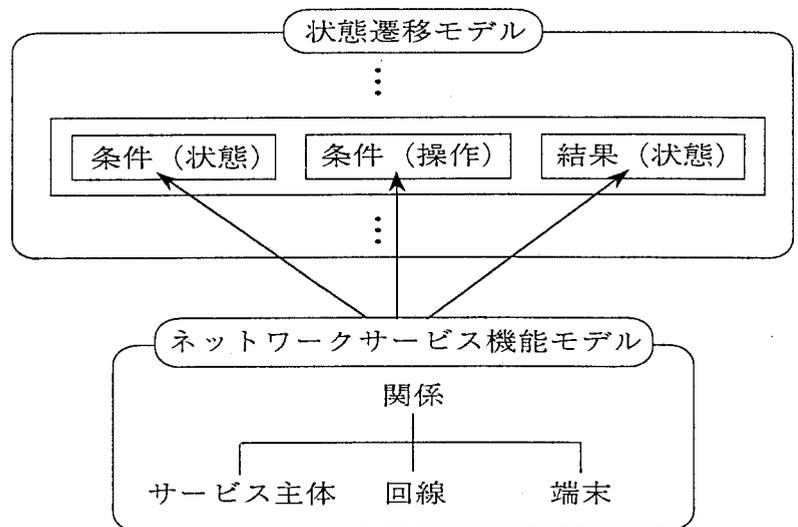
手順モデルで述べたように通知情報には接続前に伝えなければならないものと通話終了時点でないと分からないものがある。従って、サービス規定要因としては、まず応答前または応答時と通話終了時またはそれ以降という通知時期がある。これに加え、通知情報の内容自体が要因となる。通知情報にはアドレス、単位料金などの事前情報、使用時間、使用情報量、使用料金などの事後情報がある。

(e) 活性化制御サービス

活性化制御サービスは他の種別のサービスの生き死にを制御するものであり、規定要因は対象となるサービスのみである。

2. 2. 3 サービス記述モデル

ネットワークサービスは手順によって規定される。本節では手順の構成要素を規定するモデルを提案する。構成要素は取りも直さず仕様記述の要素であるため、このモデルをサービス記述モデル(図2-4)と名付ける。このモデルは以下の2つのモデルから構成される。



ネットワークサービスは機能と状態遷移で規定される

図2-4 サービス記述モデル

(1) 状態遷移モデル

本論文ではネットワークサービスの仕様を端末からの視点で与えようとしている。ネットワークサービスの基本は端末とサービス主体間のインタラクションであり、手順はこのインタラクションで構成される。インタラクションを利用者が端末を見た視点で捕らえると、端末に対する操作と端末を通して見えるサービス主体の応答である。そして、応答は端末の状態によって変わってくる。また、応答は端末の立場に立てば、サービス主体の応答を利用者に伝えている状態であり、結局インタラクションは端末の現状態、端末の動作(利用者の立場では操作)、端末の次状態という3つ組で規定される。すなわち、インタラクションは以下の関係(状態遷移モデル)として規定される⁽²¹⁾。

条件(状態、動作)と結果(状態)

(2) ネットワークサービス機能モデル

サービス主体が端末に対して、回線の接続、切断機能を提供するので、その機能に係

わる状態や動作はサービス主体、回線、端末という3者間の関係（ネットワークサービス機能モデル（以降、NS機能モデルと呼ぶ））として規定される⁽²¹⁾。

端末と3者それぞれとの関係として、端末の状態は以下のように分類できる。

- ・サービス主体との関係：サービス状態，サービス主体からの応答
- ・回線との関係：回線状態
- ・端末との関係：端末固有の状態，端末間の関係

また、端末の動作は上記の状態に対応して、以下のように分類できる。

- ・サービス主体との関係：サービス状態の変更，サービス固有情報の伝達
- ・回線との関係：回線状態の変更
- ・端末との関係：端末固有状態の変更，端末間の関係設定

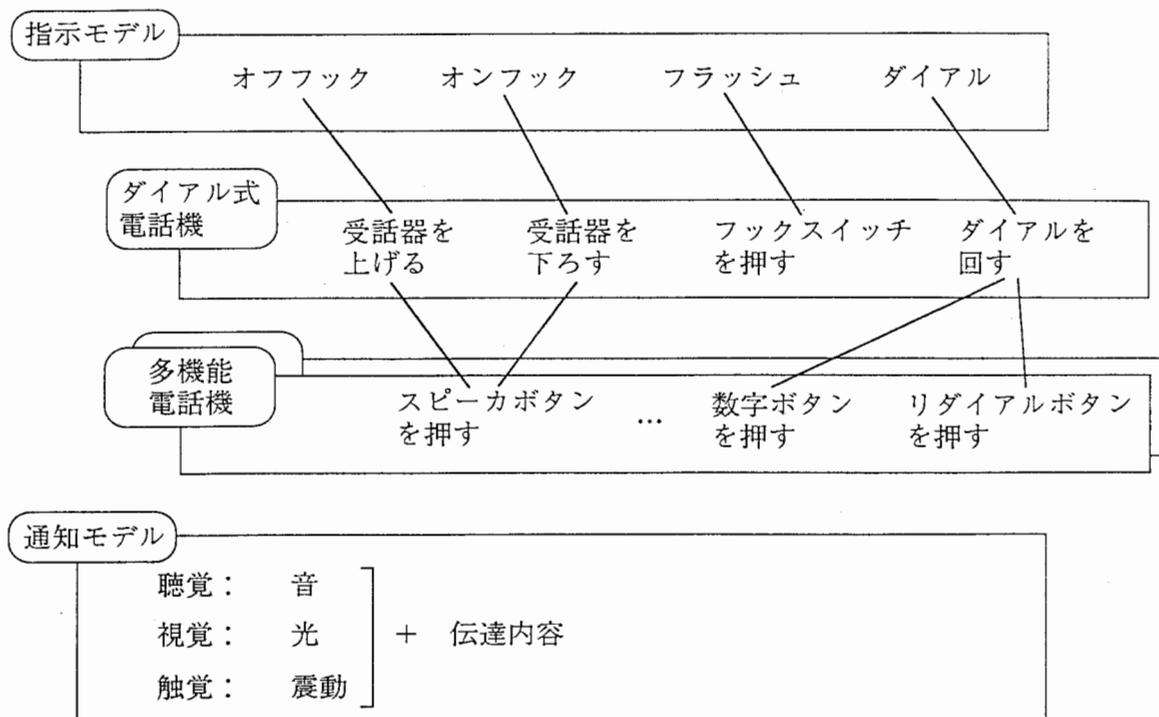
2. 3 端末機能のモデル

最近では端末がインテリジェント化しているため、端末がネットワークサービスに似たサービスを提供している場合がある。例えば、端末の留守番機能が動作中に着信があった場合、着信のあったことを既登録の他端末に通知するサービスはその一例である。また、端末にはスピーカの音量を調整するなど、オフラインの機能もある。しかし、端末のサービスをモデル化するといっても、このようなサービスや機能を考慮する必要はない。本論文ではネットワークサービスに対する要求仕様を記述することが目的であるから、ネットワークサービスを伝達する端末機能のみをモデル化すれば充分である。即ち、ネットワーク、端末間の送受信に関係する端末機能のモデル化である。この意味でこのモデルを仲介機能モデルと呼ぶ。

まず、端末からネットワークへの送信は利用者から端末への指示によって生じる。ネットワークには種々の端末のサポートが要求されるため、ネットワークへの指示手段としては簡易端末の典型であるダイヤル式電話機の機能が基本となっている。ダイヤル式電話機の機能はオフフック、オンフック、フラッシュ、ダイヤルの4機能であり、ネットワークサービスはこの4機能を前提に構築される。そして、他の端末でもこれら4機能がネットワークに対する指示機能であることを前提に端末の機能が構築されている。即ち、端末からネットワークへの指示手段はこれらの機能のみである（指示モデル）。

次に、ネットワークから端末への送信（サービス主体の応答）は端末から利用者への通知として与えられる。人間に対する通知は五感に訴える以外なく、そのうち端末が訴えることのできる知覚は聴覚、視覚、触覚である。それぞれに対し、端末は音、光、震動によって情報を通知する（通知モデル）。

ネットワークとの情報伝達手段としての端末の仲介機能モデルはこれら指示モデルと通知モデルから構成される（図2-5）。



利用者は端末の指示，通知機能を経由してネットワークサービスを受ける

図2-5 端末の仲介機能モデル

3. ネットワークサービスの概念と表現

本章ではNS機能モデルに基づきネットワークサービス概念を体系化する。更に，概念と表現の関係を整理する。

3.1 ネットワークサービス概念体系

本節ではまずネットワークサービス要求記述で認識すべき概念とは何かを整理し，そのような概念を規定するための方法を述べ，ついでNS機能モデルに基づき状態と動作の概念体系を規定する。

3.1.1 対象とする概念

ネットワークサービスに関係する概念を構文要素から分類すると，「サービス種別」，「電話番号」，「受話器」などの対象（名詞に対応），「加入する」，「鳴らす」，「上げる」などの純動作（動詞に対応），「着信転送サービスに加入している」，「電話番号をダイヤルする」，「受話器を上げる」などの状態や対象付き動作（文に対応）の3種類がある。ここで，状態や対象付き動作は対象や純動作の組み合わせ概念であり，その整理に当たっては対象や純動作の意味素性⁽²²⁾の整理が前提となる。しかし，これについては一般的な動詞，名詞，形容詞に関する概念整理が行われており⁽²³⁾，実用的には同義語やシソーラスとして管理することにより対処可能であるので，

本論文ではより複雑で、ネットワークサービス要求の理解という目的のために必須のものである状態や対象付き動作（以降、単に動作と呼ぶ）に的を絞って議論を進める。

状態や動作の概念の表現例として、「端末を起動する」、「スピーカボタンを押す」などがある。「端末を起動する」は、端末を活性化という概念そのものを意味しており、「スピーカボタンを押す」は、スピーカの起動と端末を活性化という概念を意味している。本論文で対象としているのはネットワークサービス要求の理解であるため、これらの表現から端末を活性化という概念を認識することが関心事である。従って、本論文ではネットワークサービスを本質的に規定する端末を活性化などの概念を整理し、その概念と表現の対応を取ることで、ネットワークサービス要求の意味理解を行うこととする。ネットワークサービス概念は言い替えると、サービス主体が端末の状態や動作として意識する概念である。即ち、サービス主体は端末が起動されたという動作は意識するが、スピーカが起動されたという動作は意識しない。

3. 1. 2 概念体系の規定法

一般に概念には階層⁽²⁴⁾がある。ネットワークサービスにおいても概念を階層的に整理しておくことは、要求記述に現れる概念を認識する上で重要である。ネットワークサービス要求記述に現れる概念は具体的なものであり、インスタンス概念と名付ける。これに対し、インスタンス概念の上位階層に位置し、要求記述に直接現れることのない概念をクラス概念と名付ける。要求記述に現れるインスタンス概念は通常それ以上分割できない単一概念である。しかし、例えば「応答」というインスタンス概念は「端末の活性化」や「通話への移行」という排他的でない単一概念を組み合わせた複合概念である。また、要求記述に現れる「着信先指定」というインスタンス概念は、

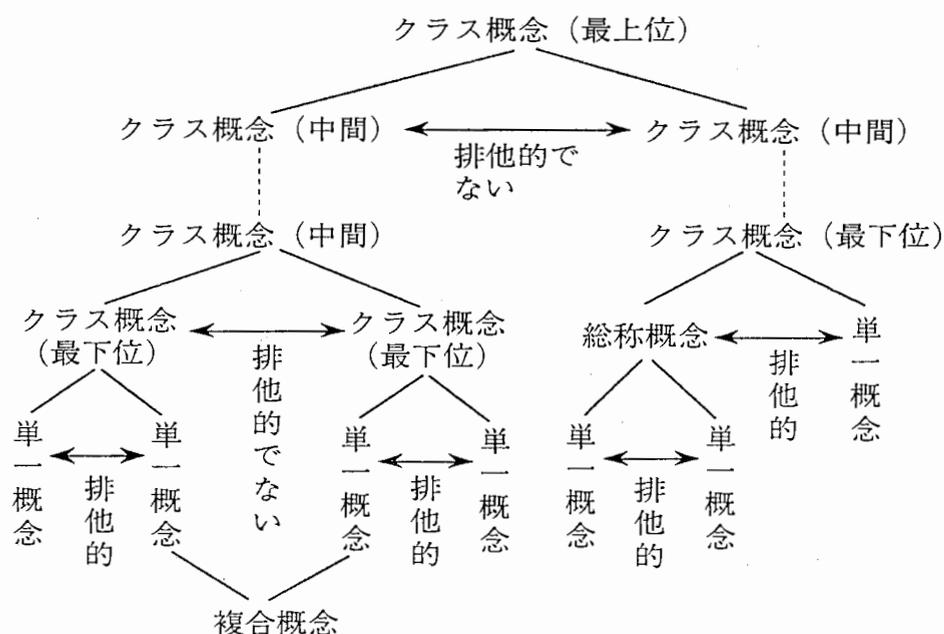


図3-1 概念構造のフレームワーク

「着信先電話番号指定」や「着信先短縮電話番号指定」という、より詳細なインスタンス概念で記述される場合もある。この場合、電話番号と短縮電話番号は同時に指定することのできない排他的な番号であり、「着信先指定」のように排他的な単一概念に詳細化できるインスタンス概念を総称概念と名付ける。即ち、インスタンス概念は単一概念、複合概念、総称概念に分類できる。

概念構造はクラス／インスタンス関係を基本に、最下位のクラス概念や総称概念を排他的な単一概念で構成した階層構造とする。複合概念はこの階層構造内の排他的でない単一概念で構成する。このように概念の排他関係を明確に規定することは要求記述の検証や補正を行う上で重要である。以上の考察に基づき、概念構造のフレームワークを図3-1のように規定する。

3. 1. 3 ネットワークサービス概念体系

(1) 状態の概念

NS機能モデルとして述べたように、端末の状態としてはサービス状態、サービス主体からの応答、回線状態、端末固有の状態、端末間の関係がある。これらのうち、サービス状態、回線状態、端末固有の状態はサービス非依存であり、以下のように単一概念である排他的状態に分けられる。但し、サービス状態は加入状態、活性状態に分類した結果に対し、単一概念を抽出している。

- ・サービス加入状態：サービス加入／非加入
- ・サービス活性状態：サービス活性／非活性
- ・回線状態：回線の通話／保留／切断
- ・端末固有状態：端末の活性／非活性

ここで、回線の切断状態とは通話、保留以外の状態を意味する。即ち、発呼直後の相手呼び出し中の通知音を受信している状態などは切断状態に該当する。

サービス主体からの応答は当然サービス依存である。また、端末間の関係はサービスを利用することによって規定される転送先、転送元などの関係であり、これもサービス依存である。そのため、これらについては既存サービスに含まれる単一概念の抽出に留める。最下位に位置するクラス概念は以下のように整理できる。

- ・サービス主体からの応答：操作結果の通知、次操作の指示
- ・端末間の関係：各種ネットワークサービス（二者通話、着信転送、三者通話など）での関係

サービス主体からの応答以外の状態に含まれる概念はお互いに独立である。しかし、サービス主体からの応答については、同一信号を操作結果の通知と次操作の指示の2つの観点から捕らえることができ、それぞれに含まれる概念の間には対応関係がある。例えば、UPT (Universal Personal Telecommunication) サービス⁽²⁵⁾において正しい利用者番号を入力した場合、サービス主体から応答が返却されるが、それは操作結果の通知としての「利用者番号受理」と次操作の指示としての「認証番号要求」という2つの概念に対応する。要求記述が何れの観点から行われても、両者が同一の信号に対

応していることを認識する必要があるため、概念構造中に両者の対応関係を保持する。

以上のまとめとして、端末の状態に関する概念構造を図3-2に示す。

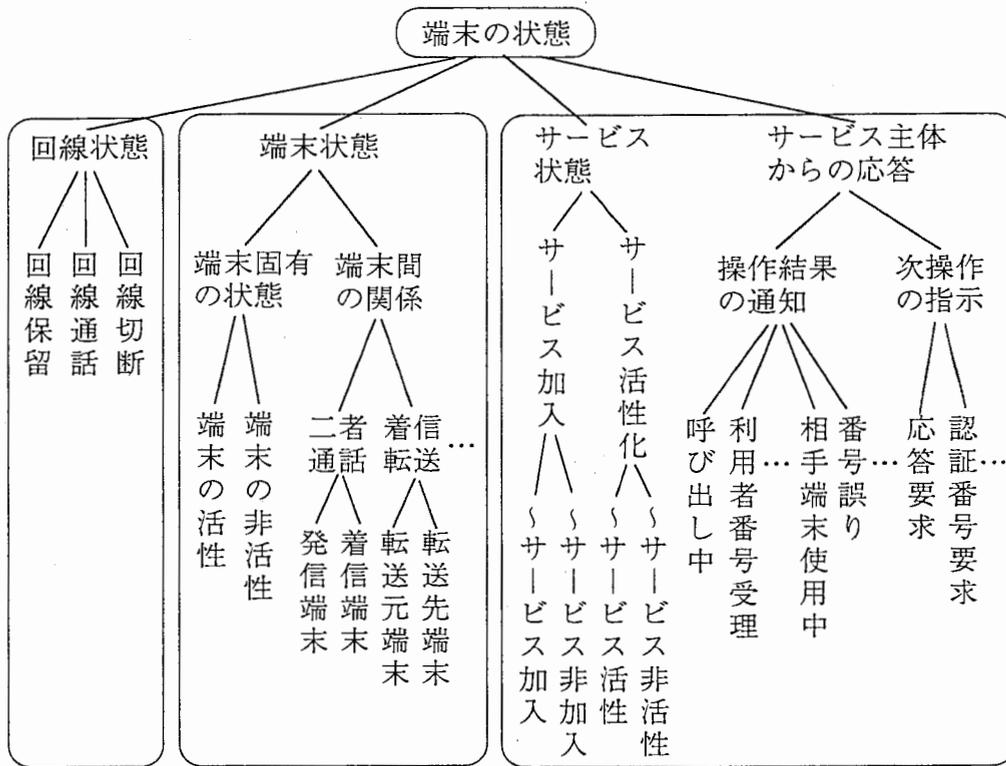


図3-2 端末の状態に関する概念

(2) 動作の概念

NS機能モデルとして述べたように、端末の動作としてはサービス状態の変更、サービス固有情報の伝達、回線状態の変更、端末固有状態の変更、端末間の関係の設定がある。これらのうち、サービス状態の変更、回線状態の変更、端末固有状態の変更はサービス非依存であり、以下のように単一概念である排他的動作に分けられる。但し、サービス状態は加入状態、活性状態に分類した結果に対し、単一概念を抽出している。

- ・サービス加入状態の変更：サービス加入化／非加入化
- ・サービス活性状態の変更：サービス活性化／非活性化
- ・回線状態の変更：通話／保留／切断への移行
- ・端末固有状態の変更：端末の活性化／非活性化

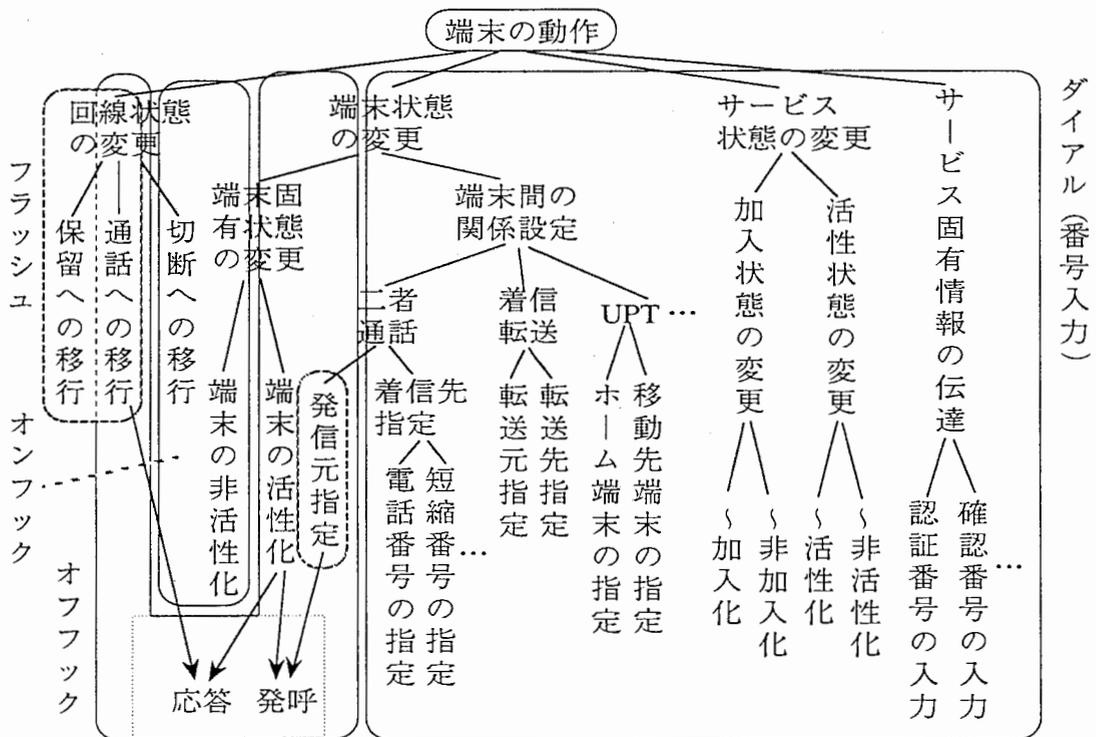
サービス固有情報の伝達は当然サービス依存である。状態の概念で述べたように端末間の関係はサービス依存なので、その設定もサービス依存である。そのため、これらについては既存サービスに含まれるインスタンス概念の抽出に留める。クラス概念「端末間の関係の設定」は状態の概念と同様に各種通信サービスでの関係設定に分類でき、更に「着信先指定」や「転送先指定」というインスタンス概念に詳細化される。ここで端末間の関係設定は端末番号により指定するが、端末番号は通常の電話番

号の他にフリーダイヤル番号などの種々のものが考えられる。従って、「着信先指定」や「転送先指定」は総称概念となり、その配下に番号種別に対応した単一概念が配置される。

ある端末に関する状態は回線やサービスなど、複数のものがあるが、それらは個々に識別できれば充分であるため、複合概念は存在しない。しかし、端末の動作は一連の処理のトリガとなるものであり、1動作が複数の効果を生む場合があるため、効果に着目した複合概念が存在する。「発呼」、「応答」などがその例であり、概念構造のフレームワークに基づき、単一概念との対応を管理する。

ところで、動作に関する上記の概念は論理的な意味を表現したものであり、利用者が端末に対して行う操作と1対1の関係になるわけではない。端末の構成要素はダイヤル、フックスイッチ、受話器が基本になっており、通信サービスではこれらに対する操作を以下のように論理動作に対応付けている。

- ・ダイヤル（ダイヤルの回転操作）
 - サービス主体との関係：サービス状態の変更，サービス固有情報の伝達
 - 端末との関係：端末間関係の設定（発信元指定を除く）
- ・フラッシュ（フックスイッチの瞬間的押下）
 - 回線との関係：回線状態の変更のうち，通話，保留への移行
- ・オフフック／オンフック（受話器の上げ下げ）
 - 端末との関係：端末固有状態の変更，端末間関係の設定（発信元指定のみ）
 - 回線との関係：回線状態の変更のうち，切断への移行及び切断から通話への移行



枠は端末の機能に対応

図3-3 端末の動作に関する概念

NS機能モデルでの分類との相違理由を以下に示す。

- ・ 端末間の関係設定のためには相手端末の情報をサービス主体に送る必要があるが、情報送付手段はダイアル操作に限定される。そのため、端末間の関係設定機能はダイアル操作に任せている。
- ・ 回線状態である通話／保留／切断は任意の状態から任意の状態へ移行できるようにすべきであるが、フラッシュは単一操作であるため、2値状態の変更機能しか持てない。そのため、フラッシュには通話、保留間の移行機能を割り当て、切断に絡む移行はオフフック／オンフックに任せている。従って、切断から通話への移行についてはオフフックの役割となっている。
- ・ 端末間の関係設定は通常相手端末を特定して始めて可能になるが、発信元指定については単独に規定できるので、オフフックの分担としている。

要求記述に当たってはこのような物理動作での表現もとられるため、概念構造中に物理的概念との関係を明示する。

以上のまとめとして、端末の動作に関する概念構造を図3-3に示す。

3.2 概念に対応する表現

前節ではネットワークサービス概念を端末の状態と動作に分類し、整理した。本節では状態、動作に対応する表現を明かとする。

但し、ここで抽出する表現は意味がお互いに異なるものである。すなわち、能動態／受動態、助詞の相違などの構文上の異なる表現は対象外である。

(1) 概念自体に対する表現

ネットワークサービス概念には以下のように情報として授受されるものとその必要のないものの2種類がある(図3-4)。

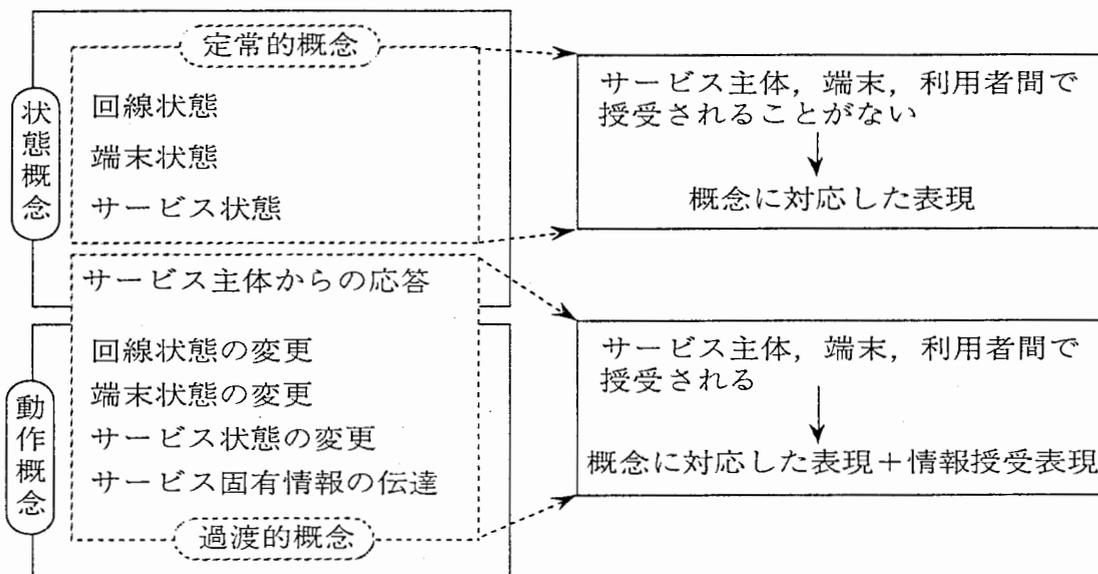


図3-4 ネットワークサービス概念と表現の関係

(a) 定常的な状態を示す概念

回線状態，端末状態，サービス状態がこれに該当し，サービス主体，端末，利用者間で授受されることがない概念である．従って，どの立場で記述するかという視点の違いは生じず，概念に直接対応した表現のみが存在する．

回線状態の概念は切断，通話，保留であり，端末状態のうち，端末固有状態の概念は活性，非活性であり，これらは既知であるので，それぞれに対する状態表現を特定できる．端末状態のうち，端末間の関係については関係自体は特定できないが，その表現は「～端末である」という判定詞⁽²⁶⁾表現に集約できる．サービス状態はサービスの加入，非加入，活性，非活性であり，これらについても状態表現を特定できる．従って，理解システムはこれらの表現を受理できればよい．

(b) 過渡的で，情報として授受される概念

サービス主体からの応答及び端末の動作に関する概念がこれに該当し，情報の送り手と受け手が存在する．サービス主体からの応答のうち，操作結果の通知では視点の違いは生じない．それは情報の一方的通知であり，受け手の視点が情報の内容に影響を与えないためである．これに対して，次操作の指示の場合は，送り手の立場では指示であるが，受け手の立場では指示に対する応答であり，視点の違いが生じる．例えば，送り手の「電話番号を要求する」という指示は，受け手の立場では「電話番号を入力可能である」となる．このように次操作の指示はネットワークサービス概念としては1通りの意味しか持たないが，サービス主体と端末（利用者）のどちらの視点から捕らえるかによって2通りの表現が存在する．

従って，次操作の指示に関しては，サービス主体からの指示は情報入力要求であるため，表現「～を要求する」などを，利用者の応答は情報入力であるため，表現「～を入力可能である」などをそれぞれ受理できればよい．操作結果の通知に関しては，利用者により入力された①要求，情報の受理，拒否，②受理結果に基づく端末，回線，サービスへの働き掛け，③その後のこれらの状態に対応する表現に集約されるので，これらの表現を受理できればよい．

つぎに，端末の動作は情報の授受であるが，この場合は端末，利用者からサービス主体への一方的通知であり，視点の違いは生じない．即ち，サービス主体は利用者からの要求を通知され，通常はその要求を満たす動作を行うが，サービス主体の都合により別の動作を行うこともあり，情報を受ける時点ではそれをそのまま受け入れるだけである．

動作のうち，回線状態，端末状態，サービス状態の変更はそれぞれに対応する状態表現を動作表現で置換した形になる．残りのサービス固有情報の伝達は，サービス主体への働き掛けであり，①情報の入力，登録，取消し，②出力情報の確認，③動作の要求，指示に対応する表現に集約される．従って，理解システムはこれらの表現を受理できればよい．

(2) 概念授受に対する表現

前記はネットワークサービス概念そのものに対する議論であったが、情報として授受される概念（前記の（b））の場合は、端末の機能を通して見えるため、この機能に対応した表現で表わされる。例えば、概念「端末の活性化」は端末機能の形で表現すると「受話器を上げる」になる。この場合、端末、利用者間のインタフェースのいずれの方向から見るかによって、以下の2通りの視点に分かれる（図3-5）。

- ・ 端末から利用者を見た視点（端末の動作）
- ・ 利用者から端末を見た視点（利用者の操作または知覚）

図3-5において端末から利用者を見た視点に関して、利用者の操作に対応する表現を示していない理由は、端末を主格とする能動的動作がないためである。

これらの視点は更に端末種別によって異なった表現を持つ。しかし、端末の動作、利用者の知覚の場合、可能な知覚は聴覚、視覚、触覚であり、どのような端末でもこの範囲の知覚に訴える以外にない。従って、これらの知覚に対応する媒体である音、光、震動に対する端末動作表現、利用者知覚表現を受理できればよい。

一方、利用者の操作に関しては、手操作と音声入力を想定すれば、当面仕様記述にとって充分である。手操作による入力手段としては受話器、ダイヤル、ボタン、スイッチが、音声入力手段としてはマイクが主要な媒体であり、これらの操作に対する表現を受理できればよい。

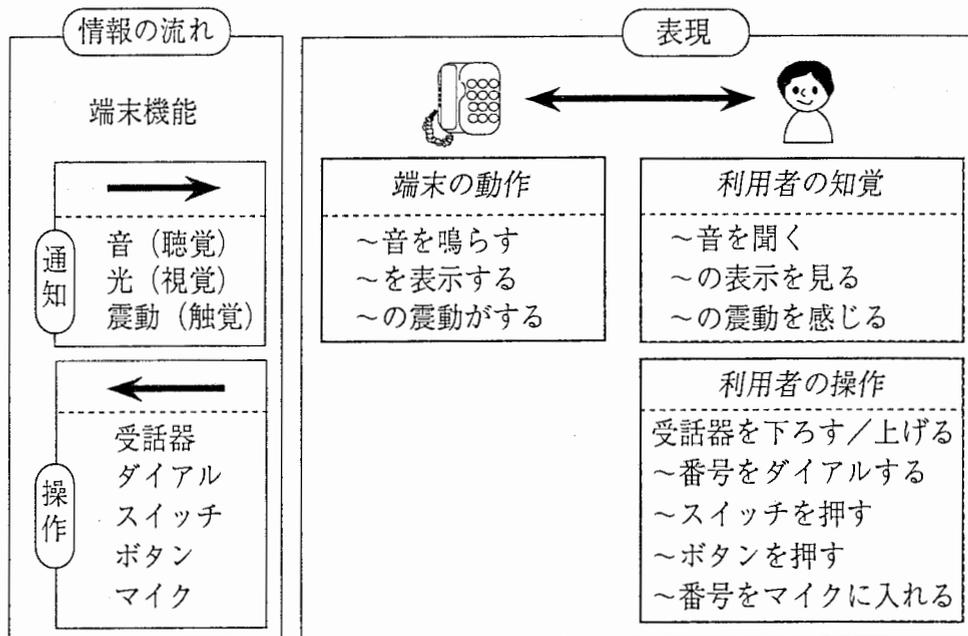


図3-5 情報授受表現

3.3 オントロジー

これまでにネットワークサービスに関する概念、表現を抽出、整理した。本節では概

念自体に関する以下の表現を概念に対応付け、オントロジーとしてまとめる。

(1) 状態

- ・回線状態の概念は切断、通話、保留の表現
- ・端末状態のうち、端末固有状態の概念は活性、非活性の表現
- ・端末状態のうち、端末間の関係については、表現「～端末である」
- ・サービス状態の概念はサービスの加入、非加入、活性、非活性の表現
- ・次操作の指示に関しては、サービス主体からの指示は情報入力要求であるため、表現「～を要求する」など
- ・操作結果の通知に関しては、利用者により入力された①要求、情報の受理、拒否、②受理結果に基づく端末、回線、サービスへの働き掛け、③その後のこれらの状態に対応する表現

(2) 動作

- ・回線状態の変更は切断、通話、保留への移行表現
- ・端末状態の変更のうち、端末固有状態の変更は活性、非活性への移行表現
- ・端末状態の変更のうち、端末間の関係設定については、表現「～端末とする」
- ・サービス状態の変更はサービスの加入、非加入、活性、非活性への移行表現
- ・サービス固有情報の伝達は、サービス主体への働き掛けであり、①情報の入力、登録、取消し、②出力情報の確認、③動作の要求、指示に対応する表現

3. 4 考察

ネットワークサービスの概念と表現の体系化の効果を以下に要約する。

(1) 概念の体系化

- ①ネットワークサービス仕様として問題になるのは、サービス主体と端末との間の送受信信号である。端末からの送信信号は端末の仲介機能モデルで述べた指示機能に対応している。端末動作に関する概念体系では指示機能と複合概念、単一概念との対応が管理されているので、概念の同一性の判定が的確に行える。例えば、「発呼」や「応答」が「端末の活性化」と同一機能であるオンフックであることが概念体系から判断できる。
- ②概念体系では動作に関するネットワークサービス概念とその入力手段の対応が管理されている。これにより、両者の組み合わせ表現の認識が容易になる。例えば、「サービス活性化」は「ダイヤル（番号入力）」の範疇であることが管理されているので、その組み合わせである「サービス活性化番号入力」が「サービス活性化」に対応していることは容易に判断できる。
- ③端末間の関係設定は総称概念と単一概念の関係の形で管理されているので、要求記述が単一概念レベルまで詳細化されていない場合、その旨が指摘でき、要求記

述の完全化に貢献できる。例えば、要求仕様中に「転送先指定」と記述されていた場合、番号種別（電話番号、短縮番号など）の記述のない旨の指摘が行える。

(2) 表現の体系化

表現を体系的に抽出しているため、要求記述に現れる概念が概念体系を格納したデータベース中に存在すれば、表現から概念を認識できる。しかし、たとえ概念が存在していなくても、ネットワークサービス概念である限り、どの範疇の概念であるかは、表現から認識できる。例えば、「ブーブー音を聞く」という表現は擬音語を含むため、意味の認識はできないが、サービス主体からの応答であることは認識できる。また、「端末停止要求音を聞く」という表現で、端末停止要求という概念がない場合、「要求音を聞く」という表現から次操作指示の範疇であることは認識できる。これらは表現を体系的に抽出した効果である。

4. ネットワークサービス仕様記述法

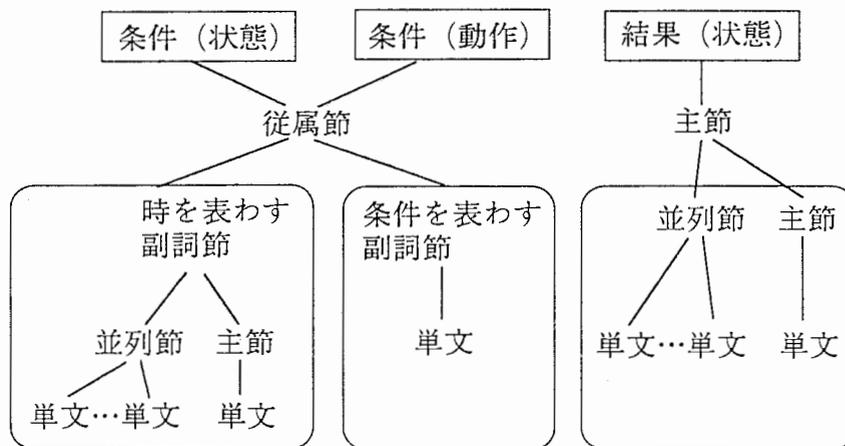
サービス仕様は状態遷移の記述と状態遷移の要素である状態、動作の記述によって規定される。本節では状態遷移モデル、NS機能モデルに基づき、サービス仕様の記述法を規定する。

4.1 記述項目と文章表現

(1) 状態遷移の記述

サービス仕様は状態遷移の集まりとして規定される。1状態遷移は条件（状態）、条件（動作）、結果（状態）で規定され、これを複文に対応付ける。一般に複文は主節と接続節から成り、接続節は主節との関係から従属節と並列節に分類される。更に、従属節は補足節、副詞節、連体節に分類される⁽²⁶⁾。本記述法では、条件（状態）を「時を表わす副詞節」に、条件（動作）を「条件を表わす副詞節」に、結果（状態）を「主節」に対応付ける（図4-1）。更に、状態は主節と並列節から成る複文で、動作は単文で記述する。

従って、条件（状態）に対しては「～時」、
「～場合」などの表現、
条件（動作）に対しては
「～すると」、
「～したら」などの表現、
結果（状態）に対しては「～になる」などの表現をそれぞれ受理できればよい。



複文は単文の集まりと

図4-1 自然言語による仕様記述法

して記述されるが、各単文の代わりに連体節を含む複文も記述可能とする。例えば、単文「端末Aの利用者が端末Bからの応答要求音を聞く」は複文「端末Aの利用者は端末Bが応答を要求する音を聞く」と記述することもできる。この場合、連体節「端末Bが応答を要求する」が名詞「音」を修飾している関係にある。

サービス仕様Specは以下のように規定する。

Spec = \cup < Sc, Op, Sn >

Sc : 端末に対し、ある操作を行う前の端末の状態

Op : 端末に対する操作

Sn : 端末に対し、ある操作を行った後の端末の状態

(2) 状態、操作の記述

NS機能モデルから、状態Sc, Snは以下のように規定できる。

Sc, Sn = < l, to, tr, es, ea, r >

l : 回線状態

to : 端末固有状態

tr : 端末間の関係

es : サービス加入状態

ea : サービス活性化状態

r : サービス主体からの応答状態

これらは3. 2節で抽出した表現に対応する単文で記述する。また、これらの省略時解釈は、それぞれ回線切断、端末非活性、端末間の関係なし、基本電話サービスPOTS (Plain Old Telephone Service) 以外のサービス非加入、POTS以外のサービス非活性、サービス主体からの応答なし、である。

端末に対する操作Opは単文で表現し、以下のように規定できる。

Op = < to >

to : オフフック, オンフック, フラッシュ, ダイアルの何れかの操作

オフフック, オンフック, フラッシュは単一情報しか伝達できないため、サービス主体が認識する意味は一意に決まる。これに対して、ダイアルは種々の情報の伝達機能を持つため、サービス主体が取るべき動作は情報種別によって変わってくる。例えば、情報が通常の電話番号であれば、すぐに接続動作に入るが、フリーダイアルの番号であれば、番号変換を行った後、接続動作に入る。このようにネットワークサービス仕様としての認識においては、情報種別が問題となるため、ダイアルは伝達する情報種別対応に異なる操作と見なす。そして、理解システムによる認識を可能とするため、情報種別は型を用いて記述者に定義させる。型の定義方法を以下に示す。

番号型 : type ; n {, n }.

type : 番号型名

n : 番号名

これは指定された番号名が番号型typeを持つことを意味する。

(例) 番号型：通常；電話番号，転送先電話番号。

番号型：短縮；短縮電話番号。

この例では，電話番号，転送先電話番号は同一の番号型で，電話番号，転送先電話番号と短縮電話番号とは異なる番号型であることを意味する。

(3) 単文に関する記述制約

文の種類には平叙文，疑問文，命令文，感嘆文がある⁽²⁶⁾が，仕様記述では平叙文のみを対象とすれば充分である。平叙文のうちでは，通常肯定文が用いられる。否定文については対応する肯定文が概念として存在（確定）する（背反関係にある）場合にのみ，許される。例えば，表現「端末が空きでない」は，概念体系において「空き（非活性）」の背反概念「活性」が存在することより，概念「端末が活性化されている」と認識できるので，許される。しかし，表現「ダイアルトーンを聞いていない」は唯一の概念に対応付けられないので，許されない。

単文内の品詞⁽²⁶⁾については，動詞，名詞，副詞，助詞，判定詞を対象とする。これら以外の形容詞，助動詞，連体詞，接続詞，感動詞については仕様記述では必要とされず，記述可能とする必要がない。また，指示詞は指示対象が曖昧になる恐れがあるため，仕様記述には不適切であり，本記述法では「端末A」や「利用者U」などのように識別子を含んだ形で明示する手法を採用する。

4. 2 述語論理ライク表現

自然言語の文章記述はなんらの前提を置くことなく，読み書きができる。しかし，記述量，簡潔性に難がある。本節ではこの問題の対処策としての記述法を述べる。

端末の状態は回線状態，端末固有状態，端末間の関係，サービス加入状態，サービス活性化状態，サービス主体からの応答状態から構成される。これらを状態要素と呼ぶ。状態要素，動作は単文で記述できたが，これらは以下の述語論理ライク表現で記述することができる。

述語部（パラメータ部）

ここで，述語部とは「複合名詞または連体節付き名詞＋動詞（～を～する）」または「複合名詞または連体節付き名詞＋判定詞（～である）」であり，パラメータ部とは端末や利用者の識別子である。例えば，文章表現「端末Aの利用者が端末Bの電話番号をダイアルする」は，述語論理ライク表現では「電話番号をダイアルする（A，B）」になる。ここで述語論理ライク表現と名付けたのは，述語論理では表現と概念が1対1対応であるのに対し，述語論理ライク表現では表現と概念が多対1対応の関係にあるためである。

パラメータ部では，A～Tで始まる英文字は端末を，U～Zで始まる英文字は利用者を表わすものとする。また，述語の主体（能動態表現単文における主語）を構成する端末，利用者を第1パラメータ，目的語を構成する端末，利用者を第2パラメータとす

る。

4. 3 文表現と述語論理ライク表現の相互変換

(a) 文表現から述語論理ライク表現への変換

文表現から述語論理ライク表現への変換方法を以下に示す。

- ① 端末、利用者の表現を除去する
- ② 文の解析結果の主辞を解析木の深い順で連結した単語列を生成する

(b) 述語論理ライク表現から文表現への変換

述語論理ライク表現から文表現への変換方法を以下に示す。

(i) 状態要素の場合

引数が1個の時：

→ 端末Aは○○（状態）である

引数が2個の時：

→ 端末Aは端末B[α]○○（状態）である。

α：と（接続），の，を（呼び出し），との（接続保留）

→ 「を」暫定的に採用

○○は最後の単語が動詞で，その前に単語があるならば，「を」を挿入する

(ii) 動作の場合

引数が1個の時：

→ 端末Aの利用者が○○

引数が2個の時：

→ 端末Aの利用者が端末Bの○○

4. 4 考察

自然言語による記述法と形式言語STRによる記述法の比較結果（表4-1）を以下に示す。

(1) 記述性

本手法では記述者は自分の視点で自由に記述でき，多様な表現の認識はシステムによって行われるため，記述能力や記述のし易さの点で形式言語STRより優れる。例えば，STRの場合，複数の記述者がいて，一人が番号入力をdialと記述し，他の一人がpush-buttonと記述した場合，両者は異なるネットワークサービス概念と見なされてしまうが，本手法に従えば両者は同一概念と認識されるので，記述者の間で表現の統一を図る必要がない。文章記述の場合，記述量は増えるという短所はあるが，これは述語

論理ライク表現により改善される。

(2) 読解性

自然言語記述は英字の省略表現であるSTR記述よりはるかに読み易い。但し、省略表現を熟知した人にとっては、STR記述の方が認識し易い。

総合評価としては、自然言語記述は一般向き、STR記述は専門家向きといえる。

表4-1 仕様記述法の比較

比較項目		自然言語による仕様記述	形式言語 (STR) による仕様記述
記述性	記述能力	○ 多様な視点 (送り手/受け手, 種々の端末) での記述が可能	× 記述の視点は単一
	記述し易さ	○ 表現 (視点) の統一は不要で, 処理系が該当概念を認識	× 表現 (視点) の統一は記述者の責任
	記述量	文章記述のため, STRに比べ, △ 記述量が大 (但し, 述語論理風表現も可能)	○ 述語論理表現であり, 簡潔
読解性	○ 使い馴れた自然言語文であり, 読解性に優れる	△ 省略形表現であり, 読解性が劣る (記述形態を熟知した人にとっては読解性が良い)	
総合評価	○ 自由な視点で, 馴れた言語で言語で記述でき, 理解も容易 (一般向きの記述法)	△ 記述形態を規定した簡潔な記述 (専門家向き記述法)	

5. 仕様記述からの概念認識と形式表現への変換法

5.1 変換手順

1 概念には複数の表現が対応している。表現には自然言語解析により表現を一意化できるものと対象領域知識を利用しなければ表現を一意化できないものがある。後者については対象領域概念と表現との対応を知識として保持することにより、表現から概念を認識できる。ネットワークサービス概念と対応する表現に基づき、要求記述における概念を認識する方法⁽²⁾を以下に示す (図5-1)。また、表現からの概念の認識例を図5-2に示す。

- ① 要求記述文の自然言語解析を行い、受動態から能動態への変換、自動詞から他動詞への変換、同義語の統一を行い、構文標準格フレームに変換する。
- ② 構文標準格フレームを情報の送り手を主語とした表現である主客標準格フレームに変換する。

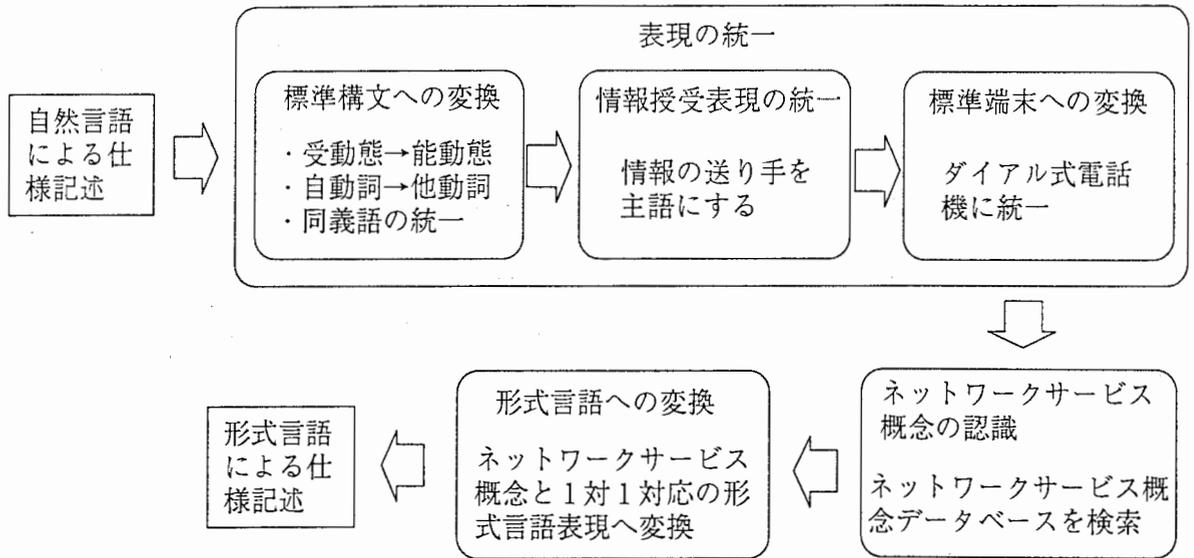


図5-1 仕様記述の理解と形式言語への変換（処理の流れ）

- ③ 端末種別の相違を吸収するため、主客標準格フレームを標準端末としてのダイアル式電話機表現である端末標準格フレームに変換する。この場合、例えば利用者への通知音が擬音語として表現された場合には、意味の認識ができないので、要求の記述者に意味を表わす表現に記述し直すことを促す。
- ④ サービス共通のインスタンス概念であれば、主客標準格フレーム、端末標準格フレームはインスタンス概念と1対1に対応しているため、そのままインスタンス概念に変換する。サービス依存のインスタンス概念の場合は、これらの格フレームからクラス概念を特定できるので、そのクラス概念配下のインスタンス概念を検索する。この場合、既存サービスに現れている概念であれば、一意に特定できる。対応する概念が存在しなければ、新規概念として登録するが、その際同一概念の重複登

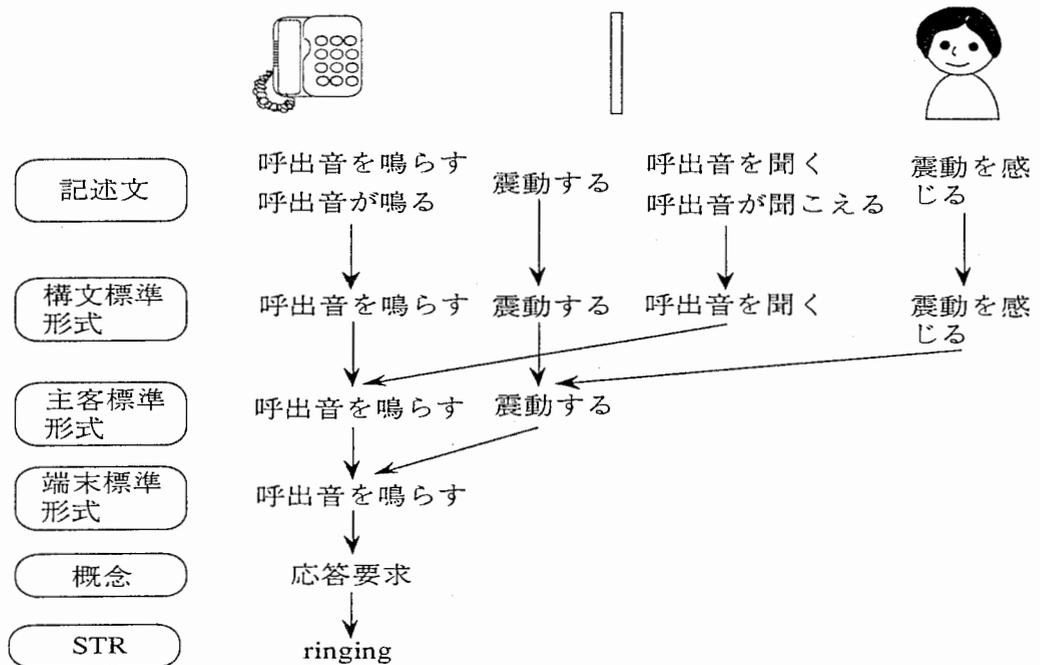


図5-2 状態表現からネットワークサービス概念への変換例

録を避けるため、要求記述者にそのクラス概念配下のインスタンス概念を確認させる。

5. 2 同義性, 多義性の処理

ネットワークサービス仕様を記述する場合に様々な視点があり, 同一のネットワークサービス概念であっても様々な表現に対応付けられることを3. 2節で示した。このように様々な表現であっても同一概念を意味している場合がある(同義性)が, 逆に同一表現であっても異なる概念を表わしている場合もある(多義性)。本節では自然言語による仕様記述をSTR記述に変換する過程で, これらの同義, 多義の問題を如何に解決しているか⁽²⁷⁾を述べる。

(1) 同義性の問題

単語レベルの同義性の問題は同義語辞書で解決できるので, 本節では文レベルの同義性に関して議論する。これに関しては, 3. 2節で議論した記述視点の多様性に加え, ネットワークサービス特有の端末状態とその通知に係わる表現の問題がある。

(a) 記述視点の多様性

回線状態, 端末状態, サービス状態は視点の相違がないため, 構文レベルの表現の多様性を処理すれば, 表現から概念への対応付けを行える。仕様記述には書き手の見方は含まれないため, 構文レベルの多様性は格フレームに変換することにより解決される。一方, 情報の授受を意味するサービス主体からの応答, 端末の動作については, 視点の相違による表現の多様性があるため, その解決を行う必要がある。そのためには, 記述の視点を認識し, それを標準の視点での記述に変換した後, ネットワークサービスのオントロジーを参照し, 対応する概念を確定させる。この場合, 情報の授受手段には大きく分けて以下の2種類がある。

①手段と伝達情報が1対1の関係にあるもの

情報に1対1に対応付けて機能を構成するもので, 情報の確定が可能な場合の入出力手段として用いられる。この例としては, ネットワークサービス概念「端末の活性化」に対応する端末概念「受話器を上げる」やネットワークサービス概念「応答要求」に対応する端末概念「端末が震動する」がある。この場合, 機能と情報が1対1であるため, 伝達すべき情報内容を明示しない表現が採られることが多い。

②手段と伝達情報が1対多の関係にあるもの

同種の動作で異なる情報を伝達するもので, 情報授受手段として一般的な方法であり, 利用者との入出力も主としてこの方法で行われる。例えば, ネットワークサービス概念「応答要求」や「電話番号要求」は, 端末概念の「～音が鳴る」という同種の通知動作に対応付けられる。この場合, 機能と情報が1対多であるため,

媒体である音，光あるいは情報表現手段である番号を修飾する形でネットワークサービス概念が表現中に現れる。

以上の議論から，本論文では手段と伝達情報が1対1の関係にある端末機能についてはネットワークサービス概念との対応管理により，1対多の関係にあるものについては情報授受表現中に含まれるネットワークサービス概念を抽出することにより，概念理解を行うこととしている．1対多の関係にあるものに対してネットワークサービス概念との対応を管理する必要がないので，ネットワークサービス概念と端末概念の対応を管理するデータベースの構築，管理が容易となる。

(b) 状態と通知

サービス主体からの応答の内容には自端末のみに係わるものと他端末，回線，サービス主体に係わるものとの2種類がある．通知内容が自端末のみに係わる場合は，通知表現の有無に拘らず，端末の状態は同一と見なせる．例えば，ネットワークサービス概念レベルの表現「ダイヤル可能が通知される」や端末概念レベルの表現「ダイヤル可能音が鳴っている」は「ダイヤル可能である」という状態と等価である．しかし，通知内容が他端末，回線，サービス主体と関係を持つ場合は，状況が異なる．例えば，ネットワークサービス概念レベルの表現「相手端末使用中が通知される」や端末概念レベルの表現「相手端末使用中音が鳴っている」は「相手端末が使用中である」とは等価ではない．これらの表現は相手端末が使用中であって，そのことが通知されているという意味であり，通知ということが重要な意味を持っている．即ち，これは相手端末が使用中である状態すべてを指すのではなく，その一部としてそのことが通知されている状態を指す．言い替えれば，通知されていなくても，相手端末が使用中である状態は存在する．これに対して，先程のダイヤル可能であるという状態は通知されている状態と1対1の関係にある．即ち，通知なくしてダイヤル可能であるという状態は存在しないのである．このように通知内容が自端末のみに係わるものか，他端末，回線，サービス主体に係わるものかを識別し，意味の等価性を判断するようにしている。

(2) 多義性の問題

多義性の問題はサービス主体，端末，利用者の中で授受させる情報によって生じる。

(a) ネットワークから端末，利用者への情報

ネットワークサービスでは同一の音（信号）に異なる意味を持たせている場合がある．例えば，ビジー音は本来相手端末が使用中であることを知らせるものであるが，通話が終了し，相手が切断し，自分が未だ切断していない場合にも，このビジー音が聞こえる（勿論，異なる音で通知するという仕様も考えられる）．この場合，音が同じでも，利用者はその状況を認識しているので，その音の意味を理解することができる．すなわち，電話番号を入力した直後にその音を聞けば，相手が使用中と判断できるし，通話が終わった段階で聞けば，相手が切断したものと判断できる．そして，この

違いは表現に直接現れる。すなわち、前者の場合には「端末Aで端末Bのビジー音が聞こえる」という表現になり、後者の場合には「端末Aでビジー音が聞こえる」という表現になる。これは相手端末（端末B）が表現に現れているか否かによって、意味の違いを認識できることを示している。本手法ではこのような自端末、相手端末の有無により、曖昧性を含んだ表現を解釈するようにしている。

(b) 利用者から端末、ネットワークへの情報

端末機能のうちネットワークへの指示に関連する機能はオフフック、オンフック、フラッシュ、ダイアルの何れかに対応付けられる。しかし、この対応が必ずしも1対1であるとは限らない。例えば、スピーカ付き電話機の場合、「スピーカボタンを押す」はオフフック、オンフックの両方に対応付けられる。この場合、「スピーカボタンを押す」の文単独では意味の確定ができない。しかし、端末の状態が非活性であれば、これは端末の活性化を意味すると考えるべきであり、端末の状態が活性であれば、端末の非活性化を意味すると考えるべきである。このように本手法では同一操作が異なる役割を持つ場合、前提となる状態との関係（文脈情報の利用）により、役割を判断するようにしている。

5.3 未知表現の処理

未知の表現の場合、それに対する概念の認識は一般にできない。未知の表現が現れる場合としては、ネットワークサービス機能の場合と端末機能の場合とがある⁽²⁷⁾。

(1) ネットワークサービス機能

この場合、新規の表現が現れるのはサービス依存の概念のみである。サービス依存のうち、状態に関するものには端末間の関係を示す状態、サービス状態、サービス主体からの応答状態がある。また、動作に関するものには端末間の関係の設定、サービス状態の変更、サービス固有状態の変更がある。状態のうち、端末間の関係を示す状態、サービス状態の述語はサービス依存でなく、既知であり、残りはサービス主体からの応答状態のみとなるため、述語を基に状態のクラスを特定できる。動作についても、状態と同様のことが言えるので、動作のクラスも特定できる。クラスが特定できれば、新規表現がそのクラス配下の概念と等価か否かの判断を利用者に任せても、利用者の負担は大きくない。この考えに従って、ネットワークサービス機能に関する未知表現に関する同一性の認識は利用者に委ねている。

前節の記述視点の多様性に起因する同義性の問題で示したように、ネットワークサービス概念は通常そのままの形で表現中に現れるため、この方法で多くの未知表現は解決できる。これは概念の体系化とそれに基づく表現整理（オントロジー）の効果である。

(2) 端末機能

端末機能のうちネットワークサービスに関係するものは情報授受に関する機能のみである。これにはサービス主体の応答と端末の動作がある。サービス主体の応答の内容は様々であるため、基本的に手段と伝達情報が1対多の関係にある。このため、ネットワークサービス機能が表現中に現れ、前記の方法で対処できる。対処できないものは端末非活性状態での応答要求程度であり、これについては新規端末機能の表現の事前定義により対処する。端末の動作も種類が少ないので、事前定義の段階で新規機能の表現をオフフック、オンフック、フラッシュ、ダイアルに対応付ければ充分である。また、元々ネットワークサービス仕様を記述することが目的であるから、その記述手段となっている端末仕様を事前に定義させたとしても、仕様記述上の問題とはならない。

5. 4 評価実験

(1) 実験方法

自然言語による要求記述を形式言語STRの表現に変換するシステムをUNIX上に試作し、変換実験を行った。実験方法を以下に示す。

- ・本論文では通信システムの非専門家による要求記述を狙いとしているので、記述者はネットワークサービス概念体系やSTRに関する知識のない被験者を選定した。
- ・記述実験の対象となるサービスはBELLCOREのLSSGR仕様書及びITU-T勧告書の中から代表的な6サービス(表5-1)を選定し、これらの日本語訳のサービス仕様を被験者に与えた。
- ・利用者、端末間インタフェースでの記述で必要となる端末については普及しているダイアル式電話機、多機能電話機の2種類を対象とした。
- ・対象とした6サービスについては既にSTRで記述し、その検証系を用いて仕様の妥当性が確認されたものが存在するので、変換結果をそれらと突き合わせることで、変換の妥当性をチェックした。

表5-1 記述実験対象のサービス

サービス	概要
POTS	通常の電話サービス(二者通話)
コール ウェイトイング	話中時に第三者が割り込めるサービス (NTTのキャッチフォンに相当)
三者通話	三人で通話できるサービス
着信転送	指定された端末に転送するサービス
話中時再呼び出し	電話した相手が話中の時、相手の終話時に呼び返してくれるサービス
ユニバーサル パーソナル通信 (UPT)	人に番号を割り当て、人と端末との対応を取る ことにより、人が移動してもその人との通話 を可能にするサービス

(2) 実験結果

6サービスの自然言語記述からSTRへの変換結果を既存STR記述と比較することにより、変換が正しく行われていることを確認した。

6. 仕様記述支援

6. 1 事例ベースの利用

ネットワークサービスに関してはこれ迄も様々なものが提供されており、新たなサービスも既存のものを参考に記述できることが多い。既存の事例を参考にする場合、事例ベースの中から要求する事例を的確に検索する必要があり、このためにサービス規定要因モデルで述べた要因が使用できる。要因の個々の内容を以下に示す。

(a) 接続サービス

接続対象の種別：端末，人間

表6-1 接続サービス

サービス		規定要因		接続対象		接続役割	接続条件		
		種別	対象数	種別	対象数		加入者条件	相手条件	環境条件
発信信系	POTS	端末	二者	発信	着信	端末空き	なし	なし	
	UPT	人間	二者	発信	着信	端末，人間 空き	なし	なし	
発信信系	発信禁止	端末	二者	発信		← (不可) →			
	地域指定 発信禁止	端末	二者	発信		端末空き	相手限定	なし	
	三者通話	端末	三者	発信		通話	なし	なし	
着信信系	着信拒否	端末	二者	着信		← (不可) →			
	選択着信 拒否	端末	二者	着信		端末空き	相手限定	なし	
	話中着信	端末	二者	着信		通話	なし	なし	
	可変着信 転送	端末	二者	転送		なし	なし	なし	
	固定着信 転送	端末	二者	転送		なし	なし	なし	
	選択着信 転送	端末	二者	着信 転送		なし	相手限定	なし	
	逐次着信 転送	端末	二者	着信 転送		端末空き 通話	なし	なし	
	代表番号 接続	端末	二者	転送		なし	なし	なし	

UPT以外はLSSGRより引用

接続対象数：二者，三者以上

(接続形態が三者以上で異なることはないので三者以上に対する区別は不要)

接続役割：発信，着信，転送

接続の加入者条件：回線状態（切断，通話，保留），端末固有状態（活性，非活性）

接続の相手条件：回線状態（切断，通話，保留），端末固有状態（活性，非活性），特定電話番号

接続の環境条件：曜日，時間帯

(b) 接続手順サービス

接続手順：開始要求，相手指定，相手応答，終了要求

アドレス指定法：通常電話番号，代替電話番号

複数者指定法：一括，逐次

表 6-2 接続手順サービス

サービス	接続手順				相手指定方法	
	開始要求	相手指定	相手応答	終了要求	アドレス指定法	複数者指定法
POTS*	○	○	○	○	電話番号	——
短縮ダイヤル	○	○	○	○	短縮番号	——
ダイレクト接続	○	なし	○	○	電話番号	——
手動発信	○	オペレータ 介在	○	○	電話番号	——
話中時再呼出し	自身応答	なし	○	○	電話番号	——
三者通話*	○	○	○	○	電話番号	逐次

話中時再呼出し以外はLSSGRより

* POTS, 三者通話は基本的には接続サービス

表 6-3 課金サービス

(c) 課金サービス

課金先：発信者，着信者，転送者，第三者

課金方法：固定課金，従量課金（距離，時間，情報量）

サービス	課金先	課金方法	
		固定課金	従量課金
発呼者課金	発信者	——	距離×時間
着呼者課金	着信者	○	距離×時間
情報量課金	発信者	——	情報量
	着信者	○	——
転送者課金	転送者	○	距離×時間

(d) 情報通知サービス

通知情報：固定情報（アドレ

ス，単位料金），可変情報（使用時間，使用情報量，使用料金）

通知時期：応答前，通話終了後

表 6-4 情報通知サービス

規定要因 サービス	通知情報	通知時期
着呼識別	特定発番号	応答前
発番号通知	発番号	応答前
課金情報記録	料金, 相手番号, 接続時間	通話終了後
着信呼情報記録	相手番号, 日付, 接続時間	通話終了後

LSSGRより

表 6-5 活性化制御サービス

サービス	制御対象サービス
話中着信制御	話中着信
三者通話制御	三者通話
発番号通知禁止	発番号通知
発番号通知制御	発番号通知

LSSGRより

(e) 活性化制御サービス
 活性化制御サービスは制御対象とするサービスに直結したものであり、要因の内容の分類はできないし、その必要もない。

なお、これらに基づき、BELLCOREのサービス仕様書⁽²⁰⁾、UPTなどのサービスを分類した(表6-1から表6-5)。

6.2 仕様記述の補完

NS機能モデルで述べたように、ネットワークサービスはサービス主体、回線、端末の相互関係を表す端末の状態、動作によって規定される。更にネットワークサービスにおいては、発呼が可能であるためには端末が空いて(回線が切断されて)いなければならないとか、付加サービスに情報を送るためにはPOTSが確立されていなければならないとかいうように、端末の状態や動作の間に種々の制約がある。端末の状態や動作とその間の制約を体系化した知識として備えたものを制約知識ベース^{(28),(29)}と呼ぶ。

排他制約 exclusion (回線切断, 通話, 保留)
 exclusion (each 信号送信)
 exclusion (信号送信, 状態継続)

併存制約 coexist (呼び出し信号受信, 呼び返し信号受信)

遷移制約 (前提/後置条件)

when 論理式 1, if 動作, then 論理式 2.
 論理式 1 : 状態要素の論理積(&), 否定(^)
 論理式 2 : 状態要素の論理積(&)

when 空き, if オフフック信号送信, then ダイヤルトーン受信.
 when サービス加入, if 数字送信, then サービス加入&サービス活性化.
 when 空き, if 数字送信(other), then 呼び出し信号受信.

図 6-1 制約規則

(1) 制約知識の分類と表現形式

状態遷移モデルで述べたように、ネットワークサービスは状態と動作の列を遷移関係に沿って記述したものである。従って、記述内に存在する制約知識は以下の3種類に限定される。

- ①列として同時に存在できない排他制約
- ②列として同時に存在しなければならない併存制約
- ③状態、動作間の関係に条件を課す遷移制約

これらの制約知識の表現形式を以下に、その具体例を図6-1に示す。

排他制約，併存制約：

exclusion (x {,x})

coexistence (x {,x})

exclusion：排他制約であることを意味する。

coexistence：併存制約であることを意味する。

x：状態，動作，each状態集合のいずれか。each状態集合の場合は，その集合に含まれる要素すべてが排他的であることを意味する。

||：0回以上繰り返すことを示す

遷移制約：

if stateprimitive(p {,p}) action(e) then stateprimitive(p {,p})

p：状態

e：動作

||：0回以上繰り返すことを示す

なお、これらの表現形式は複数の要素を持った一般の前置／後置条件型の知識にも適用できる。

(2) 遷移制約

動作は端末からサービス主体へ送られる信号を表現しており，信号は回線種別によって規定される。回線種別としてはアナログ回線（ダイヤル回線，プッシュ回線），ISDN回線などがあるが，本節では説明の簡単化のため，信号種別のより少ないアナログ回線を例に議論を進める。この範囲では信号はオフフック，ダイヤル（記号*，#を含む数字送信），フラッシュ，オンフックの4種類に分類でき，これに基づき信号（動作）とその送信が可能な状態（現状態），送信後の状態（次状態）との関係を整理できる。

動作による状態変化は動作生起端末の現状態に依存する。この状態にはその端末と関係を持つ他の端末の状態が反映されており，動作生起端末の次状態は一般にはその端

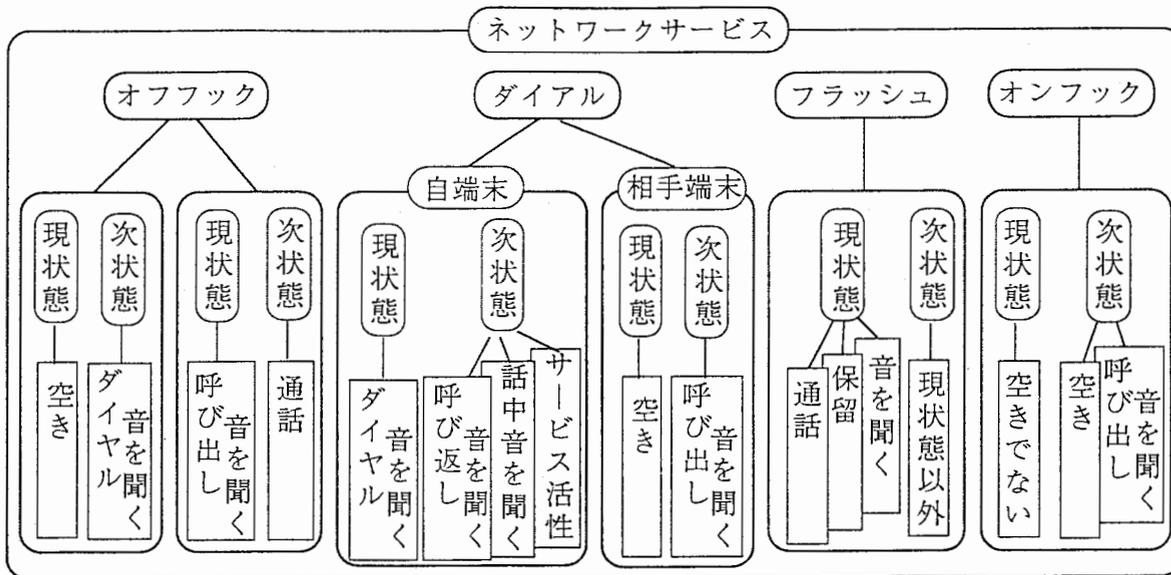
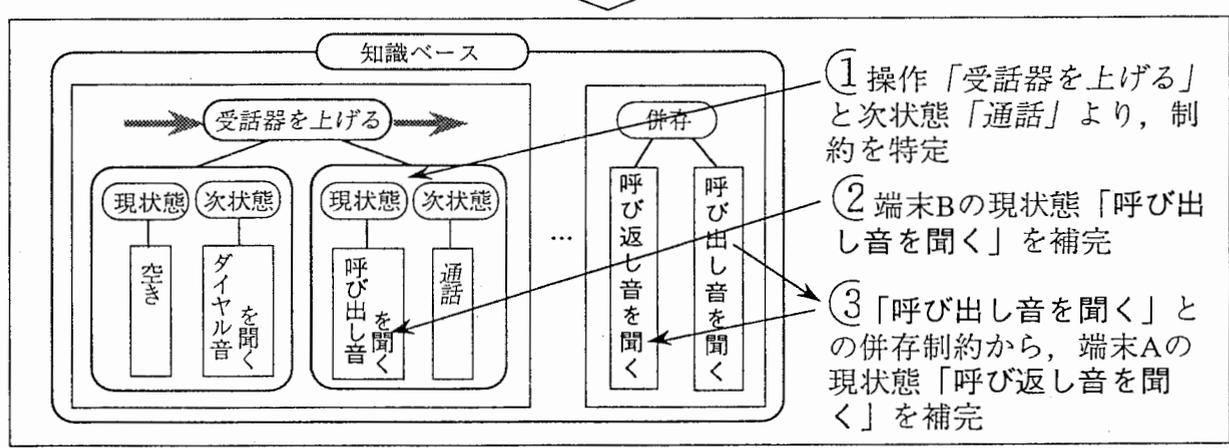


図6-2 遷移制約の構成

末の現状態のみによって定まる。しかし、動作がダイヤルで、送られる数字が他の端末の番号である場合、動作生起端末の次状態は他の端末の現状態にも依存する。すなわち、他の端末の状態に依存して、サービス主体からの信号が異なる。そのため、ダイヤルの場合は他の端末（相手端末）の状態も遷移制約として保持する必要がある。これを考慮して抽出した遷移制約の構成（一部）を図6-2に示す。

記述文 端末Bの利用者が受話器を上げると、
端末Aと端末Bは通話状態になる。



補完後の文 端末Aの利用者が端末Bからの呼び返し音を聞いていて、
端末Bの利用者が端末Aからの呼び出し音を聞いている時、
端末Bの利用者が受話器を上げると、
端末Aと端末Bは通話状態になる。

ネットワークサービスに関する制約知識を利用し、仕様記述を補完

図6-3 仕様記述の補完（例）

(3) 要求の補完

知識ベース内の動作と状態の関係に基づき、要求記述1文を対象に記述漏れの補完や矛盾の検出を行う。例えば、以下の要求記述が与えられたとする。

「端末Bの利用者が受話器を上げると、端末Aと端末Bは通話状態になる。」

この場合、記述漏れの検出、補完は以下の手順で行われる(図6-3)。

- ①操作「受話器を上げる」と次状態「通話」より、該当する遷移制約を特定する。
- ②該制約より、端末Bの現状態「呼び出し音を聞く」を補完する。
- ③端末Bの「呼び出し音を聞く」との併存制約から、端末Aの現状態「呼び返し音を聞く」を補完する。

7. 結論

7.1 成果

ネットワークサービスに対する要求仕様を利用者がサービスを楽しむ端末サイドの自然言語表現で記述する方法と記述された表現を解釈し、形式言語STRに変換する方法を提案した。

本論文ではネットワークサービス、端末機能をまずモデル化した。ネットワークサービスに関しては、ネットワークサービスを特徴付けるサービス規定要因モデル、ネットワークサービスの構成を規定する手順モデル、手順を記述するためのサービス記述モデルを提案した。サービス記述モデルは手順の要素を規定する状態遷移モデル、状態遷移の要素を規定するネットワークサービス機能モデルから構成した。

次に、ネットワークサービス機能モデルに基づき、概念を体系化した後、概念に対応する表現を明かとし、オントロジーを構築した。更に、サービス記述モデルに基づき、自然言語による仕様記述法を定め、オントロジーに基づき、仕様記述から概念を認識し、STRへ変換する方法を示した。最後に、記述支援の方法として、事例ベースの検索法、ネットワークサービス制約知識に基づく仕様記述の補完法を示した。

本研究により明らかになった事項を以下に示す。

(1) 通信サービスのモデル

- ・ネットワークサービスは接続、接続手順、課金、情報通知、活性化制御の5種類に分類されるサービス規定要因モデルで特徴付けられる。
- ・ネットワークサービスの手順は6種類の利用者動作(開始要求、サービス指定、情報指定、相手指定、応答、終了要求)とそれに対応するシステム動作から成る手順モデルで規定できる。

- ・ネットワークサービスの手順の構成要素は条件（状態，動作），結果（状態）から成る状態遷移モデルで規定でき，状態や動作はサービス主体，回線，端末という3要素の関係を表わすネットワークサービス機能モデルで規定できる。
- ・ネットワークサービス仕様に関係する端末機能はネットワーク，端末間の送受信に関する機能であり，これはオフフック，オンフック，フラッシュ，ダイヤルから成る指示モデルと聴覚，視覚，触覚に対応する機能を表わす通知モデルとして規定できる。

(2) ネットワークサービスの概念と表現

- ・ネットワークサービス概念はクラス概念，インスタンス概念から成る階層構造で規定でき，インスタンス概念は排他関係に基づき，単一概念，複合概念，総称概念に分類できる。
- ・状態の概念は回線状態，端末状態（端末固有状態，端末間の関係），サービス状態（サービス加入状態，サービス活性化状態），サービス主体からの応答状態に分類できる。動作の概念は回線状態の変更，端末状態（端末固有状態，端末間の関係）の変更，サービス状態（サービス加入状態，サービス活性化状態）の変更，サービス固有情報の伝達に分類できる。
- ・ネットワークサービス概念に対応する表現に関して，視点の違いが生じるのは，概念自体に関しては「次操作の指示」の場合だけであり；情報として授受される概念の場合には，更に端末の動作，利用者の操作，知覚という視点に分かれる。

(3) ネットワークサービス仕様記述法

- ・サービス仕様は条件（状態）を「時を表わす副詞節」に，条件（動作）を「条件を表わす副詞節」に，結果（状態）を「主節」に対応付けた複文により記述できる。
- ・複文内の状態として，回線状態，端末固有状態，端末間の関係，サービス加入状態，サービス活性化状態，サービス主体からの応答状態を記述する。動作は指示モデルに対応した端末機能を用いて記述する。
- ・「複合名詞または連体節付き名詞＋動詞」または「複合名詞または連体節付き名詞＋判定詞」を述語部とする述語論理ライク表現により，自然言語記述における記述量の問題を改善できる。
- ・サービス仕様を手順を含んだ形式，すなわち状態遷移の形式で記述させることにより，無理な制約を課すことなく，自然言語に特有の複雑な掛かり受けを排除している。これにより現状の自然言語処理技術の上での記述理解システムの構築が可能となった。

(4) 仕様記述からの概念認識と形式表現への変換

- ・概念を体系化し，概念と表現との対応を整理することにより，既存概念であれば表現から概念を特定でき，新規概念であっても概念種別の特定が可能となる。
- ・情報の授受手段には情報と1対1の関係にあるものと1対多の関係にあるものがある。後者に関しては表現中に陽に概念が現れるので，概念体系により意味を理解

できる。前者に関しては端末機能の概念とネットワークサービス概念の対応管理により意味理解が可能となる。

(5) 仕様記述の支援

- ・サービス規定要因モデルでの要因をキーとして指定することにより、事例ベースからの事例検索が的確に行える。
- ・ネットワークサービスにおける制約は状態遷移の条件（状態、動作）、結果（状態）として、同時に存在できない排他制約、同時に存在しなければならない併存制約、条件、結果間の遷移制約の3種類である。
- ・制約知識を用いることにより、サービス非依存の記述誤り、抜けの検出、補完が可能となる。

なお、本論文ではネットワークサービスを対象に要求記述から真に必要な概念のみを理解、抽出する手法を示したが、このような要求はネットワークサービスに限られたものではなく、一般に要求されるものである。例えば、駐車場管理において「乗用車を5台、トラックを3台駐車したい」という要求に対し、大型用のスペースのみを持つ駐車場では、車が8台と認識すれば良いが、大型、小型用にスペースを用意している駐車場では大型3台、小型5台という認識が必要になる。このような場合にも、本論文での概念認識手法が適用できると考える。

7. 2 課題

今後の課題を以下に示す。

(1) ネットワークサービスの概念と表現

- ・個々のネットワークサービスに依存しない概念、端末操作概念及びこれらに対応する表現は洗い出せた。しかし、サービス依存概念と対応する表現の洗い出しは必ずしも完全とはいえない。サービス依存概念の規定を更に充実させていくことが今後の課題ある。

(2) ネットワークサービス仕様記述法

- ・信号方式（プロトコル）に依存しない形でのサービス定義を可能とするため、端末操作のレベルでの仕様記述法を定めた。しかし、端末操作のレベルでも信号依存性の現れる部分が一部にある。勿論信号レベルで扱うのに比べると格段に共通性が良く、信号依存部の認識も容易であるが、信号依存部を如何に自動的に認識するかの課題は残っている。
- ・自然言語記述の有効性を定性的に示したが、有効性を確実に確認するためには記述工数などの定量的評価が必要である。

(3) 仕様記述からの概念認識と形式表現への変換

- ・本論文での概念認識法は端末の動作、状態に関する概念の体系化と対象、純動作に関する概念の同義語管理に基づいている。本論文では前者を中心に議論したが、後者に関する問題が残っている。例えば、「要求」と「督促」は同義語として管理でき、「番号要求」と「番号督促」は同一概念と認識できるが、「登録」と「可能」は同義語でないため、「着信登録端末」と「着信可能端末」は同一概念とは認識できない。これらは表現の本来の意味からは同一概念ではないが、「着信可能となるように登録した端末」という概念を表現するために使用したものであれば同一概念とみなす必要がある。このような場合に関しては、現在要求記述者とのインタラクションによる解決法を取っているが、今後機械的認識手法について検討していく必要がある。
- ・仕様記述の理解システムを効率的かつ的確に実現するため、概念の体系化、表現の洗い出しに基づいて、記述法、理解システムを構成した。そのため、対象分野以外の記述が入力された場合、その誤りの理由を具体的に指摘する点で問題がある。例えば、本論文の対象は通信事業者が提供するネットワークサービスであるため、ネットワーク上のアプリケーションとしてのチケット予約のオンラインサービスなどは対象外であり、「座席を予約する」などの表現を理解できない。しかし、これに対して木目細かいメッセージを提示するためには、対象分野以外の概念、表現を保持しなければならない。効率的なシステム開発ができない。対象分野以外の記述に対する誤り指摘方法が課題である。

(4) 仕様記述の支援

- ・サービス規定要因モデルに基づいて検索した事例の利用法、手順モデルに基づく手順記述の機械支援法が課題である。
- ・ネットワークサービスの制約のうち、サービス依存制約の整理法、及びそれに基づく記述誤り、抜けの検出、補完の充実が課題である。

謝辞

研究に際し、御指導頂いた当研究所会長葉原耕平博士、社長寺島信義博士、通信ソフトウェア研究室長太田理博士に感謝致します。また、有益な議論を頂いた当研究所通信ソフトウェア研究室の方々、及び試作に御協力頂いた日本電子計算（株）の浜中透氏とそのグループの方々に感謝致します。

参考文献

- (1) 秋山稔, 水澤純一, 吉田真, 田中良明: インテリジェントネットワークとネットワークオペレーション, コロナ社 (1993).
- (2) Hirakawa Y. and Takenaka T.: Telecommunication Service Description Using State Transition Rules, Int. Workshop on Software Specification and Design, pp.140-147, Oct. (1991).
- (3) Harada Y., Hirakawa Y. and Takenaka T.: A Design Support Method for Telecommunication Service Interactions, GLOBECOM'91, pp.1661-1666 (1991).
- (4) Kawata K., Takura A. and Ohta T.: On a Communication Software Generation Method from Communication Service Specifications Described by a Declarative Language, ICCI '93, pp.116-122, May, (1993).
- (5) CCITT: Functional Specification and Description Language, Recommendation Z.100, (1989).
- (6) ISO: Information Processing Systems - Open Systems Interconnection - LOTOS - A Formal Description Technique Based on the Temporal Ordering of Observational Behaviour, ISO 8807, (1989).
- (7) ISO: Information Processing Systems - Open Systems Interconnection - Estelle - A Formal Description Technique Based on an Extended State Transition Model, ISO 9074, (1989).
- (8) 杉山健司, 秋山幸司, 亀田雅之, 牧之内顕文: 対話型自然言語プログラミングシステムの試作, 電子通信学会論文誌, Vol. J67-D, No.3, pp.297-304 (1984).
- (9) 大西淳, 阿草清滋, 大野豊: 要求モデルに基づいた要求定義支援手法, 情報処理学会「プロトタイピングと要求定義」シンポジウム, pp.19-28 (1986).
- (10) 大西淳, 阿草清滋, 大野豊: 要求定義のための要求フレーム, 情報処理学会論文誌, Vol. 28, No.4, pp.367-375 (1987).
- (11) 中川聖一, 竹本信治, 田口勝豊: 交通規則文に関する質問応答システムLICENCEにおける日本語文から一階述語論理式への変換, 情報処理学会論文誌, Vol. 32, No.3, pp.354-363 (1991).
- (12) Rolland C. and Proix C.: "A Natural Language Approach for Requirements Engineering", 4th Int. CAiSE Conference, pp.257-277 (1992).
- (13) 関浩之, 嵩忠雄, 並河英二, 松村享: 自然語仕様から代数的仕様への変換法について, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J74-D-I, No.4, pp.283-295 (1991).
- (14) Dankel D. and Nielsen K.: An Architecture for Defining Features and Exploring Interactions, Int. Workshop on Feature Interactions in Telecommunication Software Systems, pp.258-271, May (1994).
- (15) 田村恭久, 伊藤潔, 杵嶋修三: ドメイン分析・モデリング技術の現状と課題, 情報処理, Vol. 35, No.10, pp.952-961 (1993).
- (16) 溝口理一郎: 知識の共有と再利用の現状と動向, 人工知能, 9, 1, pp.3-9 (1994).
- (17) 元田浩, 溝口理一郎: 知識の共有と再利用ワークショップ報告, 人工知能, 8, 5, pp.666-671 (1993).

- (18) 江原暉将, 田中穂積: 機械翻訳における自然言語処理, 情報処理, Vol.34, No.10, pp.1266-1273 (1993).
- (19) 辻井潤一: 自然言語理解の歴史と現状, 情報処理, Vol.30, No.10, pp.1142-1149 (1989).
- (20) Features Common to Residence and Business Customers, LATA Switching Systems Generic Requirements (LSSGR), Bell Communications Research, Inc. (1987).
- (21) Kobayashi, Y., Enoki, H. and Ohta, T.: Understanding Natural Language Requirement Descriptions for Telecommunication Services, 7th IEEE Int. Conference on Tools with Artificial Intelligence, pp.295-302 (Nov., 1995)
- (22) 岡田直之, 中村順一: 自然言語処理入門 II 機械の文法と意味を考えよう, 情報処理, Vol.34, No.12, pp.1458-1469 (1993).
- (23) 岡田直之: 語の概念の表現と蓄積, 電子情報通信学会 (1991).
- (24) 徳永健伸, 奥村学, 田中穂積: 概念階層への視点の導入, 情報処理学会論文誌, Vol.30, No.8, pp.970-975 (1989).
- (25) CCITT Study Group XI (WP XI/5): "Draft Recommendation F.851 Universal Personal Telecommunication Service Description", Version 8, Oct. (1992).
- (26) 益岡隆志, 田窪行則: 基礎日本語文法 (改訂版), くろしお出版 (1992).
- (27) 小林吉純, 榎木浩, 太田理: ネットワークサービス概念体系に基づく要求記述の意味理解, 電子情報通信学会知能ソフトウェア工学研究会 KBSE95-15 (1995).
- (28) Kobayashi, Y., Ohta, T. and Terashima, N.: A Requirement Description Approach in Natural Language based on Communication Service Knowledge, IEICE Transactions on Information and Systems, Vol.E78-D, No.9, pp.1156-1163 (1995).
- (29) 小林吉純, 榎木浩, 太田理: 通信サービスモデルに基づく要求記述, 獲得手法, 電子情報通信学会 知能ソフトウェア工学研究会 KBSE94-14 (1994).

付録

付1. ネットワークサービス仕様記述例

付1. 1 自然言語記述

(1) POTSの自然言語記述

- 1) 端末Aが空きの時，端末Aの利用者が受話器を上げると，ダイヤル可能音が端末Aで鳴っている状態になる。
- 2) 端末Aが端末Bを呼び出している時，端末Aの利用者が受話器を上げると，端末Aの利用者と端末Bの利用者が通話している状態になる。
- 3) ビジー音が端末Aで鳴っている時，端末Aの利用者が受話器を置くと，端末Aは空き状態になる。
- 4) 端末Bの使用音が端末Aで鳴っている時，端末Aの利用者が受話器を置くと，端末Aは空き状態になる。
- 5) ダイヤル可能音が端末Aで鳴っている時，端末Aの利用者が受話器を置くと，端末Aは空き状態になる。
- 6) 端末Bからの呼び返し音が端末Aで鳴っている時，端末Aの利用者が受話器を置くと，端末Aは空き状態になる。
- 7) ハングアップ音が端末Aで鳴っている時，端末Aの利用者が受話器を置くと，端末Aは空き状態になる。
- 8) ダイヤル可能音が端末Aで鳴っていて，端末Bが空きの時，端末Aの利用者が端末Bの電話番号を入力すると，端末Aが端末Bを呼び出している状態になる。
- 9) ダイヤル可能音が端末Aで鳴っている時，端末Aの利用者が端末Aの電話番号を入力すると，ビジー音が端末Aで鳴っている状態になる。
- 10) ダイヤル可能音が端末Aで鳴っていて，端末Bが空きでない時，端末Aの利用者が端末Bの電話番号を入力すると，端末Bの使用音が端末Aで鳴っている状態になる。
- 11) 端末Aの利用者と端末Bの利用者が通話している時，端末Bの利用者が受話器を置くと，ビジー音が端末Aで鳴っていて，端末Bは空き状態になる。
- 12) 端末Aの利用者と端末Bの利用者が通話している時，端末Aの利用者が受話器を置くと，端末Aが空きで，ビジー音が端末Bで鳴っている状態になる。

(2) 話中着信サービスの自然言語記述

- 1) 端末Aが端末Bと接続していて，ダイヤル可能音が端末Cで鳴っていて，端末Aの利用者が話中着信サービスに加入している時，端末Cの利用者が端末Aの電話番号を入力すると，端末Cが話中の端末Aを呼び出していて，端末Aが端末Bと接続していて，端末Aが端末Bと話中着信サービスを利用して，端末Aが端末Cと話中着信

- サービスを利用して、端末Aの利用者が話中着信サービスに加入している状態になる。
- 2) 端末Aが端末Bと接続していて、ダイヤル可能音が端末Cで鳴っていて、端末Aの利用者が話中着信サービスに加入していて、端末Bが端末Aと話中着信サービスを利用している時、端末Cの利用者が端末Aの電話番号を入力すると、端末Aの使用音が端末Cで鳴っていて、端末Aの利用者が話中着信サービスに加入していて、端末Cが端末Aと話中着信サービスを利用している状態になる。
 - 3) 端末Cが話中の端末Aを呼び出していて、端末Aの利用者が端末Bの利用者と通話している時、端末Aの利用者がフックスイッチを押すと、端末Aの利用者が話中着信サービスを利用して、端末Aの利用者が端末Cの利用者と通話していて、端末Aの利用者が端末Bとの接続を相互に保留している状態になる。
 - 4) 端末Aの利用者が端末Cの利用者と通話していて、端末Aの利用者が端末Bとの接続を相互に保留していて、端末Aの利用者が話中着信サービスを利用している時、端末Aの利用者がフックスイッチを押すと、端末Aの利用者が端末Bの利用者と通話していて、端末Aの利用者が端末Cとの接続を相互に保留していて、端末Aの利用者が話中着信サービスを利用している状態になる。
 - 5) 端末Aの利用者が話中着信サービスを利用して、端末Aが端末Cと接続していて、端末Aが端末Bとの接続を保留していて、端末Aが端末Bと話中着信サービスを利用して、端末Aが端末Cと話中着信サービスを利用している時、端末Aの利用者が受話器を置くと、端末Bからの呼出音が端末Aで鳴っていて、端末Aの利用者が話中着信サービスを利用して、端末Aが端末Bとの接続を保留している状態になる。
 - 6) 端末Aが端末Bとの接続を保留している時、端末Aの利用者が受話器を置くことを端末Bが知ると、端末Aが端末Bとの接続を保留している状態になる。
 - 7) 端末Aが端末Bとの接続を保留している時、端末Aの利用者が受話器を置くと、端末Aは空いている状態になる。
 - 8) 端末Aが端末Bとの接続を保留していて、端末Aの利用者が話中着信サービスを利用して、端末Aが端末Cと接続していて、端末Aが端末Bと話中着信サービスを利用して、端末Aが端末Cと話中着信サービスを利用している時、端末Bの利用者が受話器を置くことを端末Aが知ると、端末Aが端末Cと接続している状態になる。
 - 9) 端末Aが端末Cと接続していて、端末Aが端末Bとの接続を保留していて、端末Aの利用者が話中着信サービスを利用して、端末Aが端末Bと話中着信サービスを利用して、端末Aが端末Cと話中着信サービスを利用している時、端末Cの利用者が受話器を置くことを端末Aが知ると、一時待機音が端末Aで鳴っていて、端末Aが端末Bとの接続を保留していて、端末Aの利用者が話中着信サービスを利用している状態になる。
 - 10) 端末Cからの話中呼び出し音が端末Aで鳴っていて、端末Aが端末Bと接続していて、端末Aが端末Bと話中着信サービスを利用して、端末Aが端末Cと話中着信サービスを利用している時、端末Aの利用者が受話器を置くと、端末Cからの呼出

音が端末Aで鳴っている状態になる。

- 11) 端末Bからの話中呼び出し音が端末Aで鳴っていて、端末Aが端末Bと話中着信サービスを利用して、端末Aが端末Cと話中着信サービスを利用している時、端末Bの利用者が受話器を置くことを端末Aが知ると、現状態に書いた内容がなくなる。
- 12) 端末Bからの話中呼び出し音が端末Aで鳴っていて、端末Aが端末Cと接続していて、端末Aが端末Bと話中着信サービスを利用して、端末Aが端末Cと話中着信サービスを利用している時、端末Cの利用者が受話器を置くことを端末Aが知ると、一時待機音が端末Aで鳴っていて、端末Bからの話中呼び出し音が端末Aで鳴っている状態になる。
- 13) 端末Bからの呼出音が端末Aで鳴っていて、端末Aの利用者が端末Bとの接続を相互に保留していて、端末Aの利用者が話中着信サービスを利用している時、端末Aの利用者が受話器を上げると、端末Aの利用者が端末Bの利用者と通話している状態になる。
- 14) 端末Bからの呼出音が端末Aで鳴っていて、端末Aが端末Bとの接続を保留している時、端末Aの利用者が受話器を置くと、端末Bからの呼出音が端末Aで鳴っていて、端末Aが端末Bとの接続を保留している状態になる。
- 15) 端末Bからの呼出音が端末Aで鳴っていて、端末Aが端末Bとの接続を保留していて、端末Aの利用者が話中着信サービスを利用している時、端末Bの利用者が受話器を置くことを端末Aが知ると、端末Aは空いている状態になる。
- 16) 端末Aの利用者が端末Bとの接続を相互に保留していて、一時待機音が端末Aで鳴っていて、端末Aの利用者が話中着信サービスを利用している時、端末Aの利用者がフックスイッチを押すと、端末Aの利用者が端末Bの利用者と通話している状態になる。
- 17) 端末Aが端末Bとの接続を保留していて、一時待機音が端末Aで鳴っていて、端末Aの利用者が話中着信サービスを利用している時、端末Aの利用者が受話器を置くと、端末Aが端末Bとの接続を保留していて、端末Aの利用者が話中着信サービスを利用して、端末Bからの呼出音が端末Aで鳴っている状態になる。
- 18) 端末Aが端末Bとの接続を保留していて、一時待機音が端末Aで鳴っていて、端末Aの利用者が話中着信サービスを利用している時、端末Bの利用者が受話器を置くことを端末Aが知ると、ビジー音が端末Aで鳴っている状態になる。
- 19) 端末Aの利用者が端末Bとの接続を相互に保留していて、一時待機音が端末Aで鳴っていて、端末Aの利用者が話中着信サービスを利用している時、端末Aの利用者が端末Bとの接続を相互に保留している状態、一時待機音が端末Aで鳴っている状態、端末Aの利用者が話中着信サービスを利用している状態を指定時間継続すると、端末Aの利用者が端末Bの利用者と通話している状態になる。
- 20) 一時待機音が端末Aで鳴っていて、端末Bが話中の端末Aを呼び出している時、端末Aの利用者がフックスイッチを押すと、端末Aの利用者が端末Bの利用者と通話している状態になる。
- 21) 一時待機音が端末Aで鳴っていて、端末Bからの話中呼び出し音が端末Aで鳴って

いる時、端末Aの利用者が受話器を置くと、端末Bからの呼出音が端末Aで鳴っている状態になる。

22) 一時待機音が端末Aで鳴っていて、端末Bからの話中呼び出し音が端末Aで鳴っている時、端末Bの利用者が受話器を置くことを端末Aが知ると、ビジー音が端末Aで鳴っている状態になる。

23) 端末Aが空いている時、端末Aの利用者が話中着信サービスの加入状態を変更すると、端末Aは空いていて、端末Aの利用者が話中着信サービスに加入している状態になる。

24) 端末Aが空いていて、端末Aの利用者が話中着信サービスに加入している状態の時、端末Aの利用者が話中着信サービスの加入状態を変更すると、端末Aは空いている状態になる。

(3) 着信転送サービスの自然言語記述

1) ダイヤル可能音が端末Aで鳴っていて、端末Aの利用者が着信転送サービスに加入している時、端末Aの利用者が着信転送登録番号を入力すると、端末Aの利用者が着信転送サービスに加入していて、次ダイヤル可能音が端末Aで鳴っている状態になる。

2) ダイヤル可能音が端末Aで鳴っていて、端末Aの利用者が着信転送サービスに加入していて、端末Aが端末Bを転送先としている時、端末Aの利用者が着信転送登録番号を入力すると、ビジー音が端末Aで鳴っていて、端末Aの利用者が着信転送サービスに加入していて、端末Aは端末Bを転送先としている状態になる。

3) ダイヤル可能音が端末Aで鳴っていて、端末Aが端末Bを転送先としていて、端末Bが空いている状態の時、端末Aの利用者が着信転送解除番号を入力すると、確認音が端末Aで鳴っていて、端末Bは空いている状態になる。

4) ダイヤル可能音が端末Aで鳴っていて、端末Aが端末Bを転送先としていて、端末Bが空いている状態でない時、端末Aの利用者が着信転送解除番号を入力すると、確認音が端末Aで鳴っている状態になる。

5) 次ダイヤル可能音が端末Aで鳴っていて、端末Bが空いている時、端末Aの利用者が端末Bの電話番号を入力すると、転送先端末Bからの呼び返し音が端末Aで鳴っていて、端末Aは端末Bを転送先候補としていて、端末Aからの呼出音が端末Bで鳴っている状態になる。

6) 次ダイヤル可能音が端末Aで鳴っていて、端末Bが空いている状態でない時、端末Aの利用者が端末Bの電話番号を入力すると、端末Bの使用音が端末Aで鳴っていて、端末Aは端末Bを転送先候補としている状態になる。

7) 次ダイヤル可能音が端末Aで鳴っている時、端末Aの利用者が端末Aの電話番号を入力すると、ビジー音が端末Aで鳴っている状態になる。

8) 次ダイヤル可能音が端末Aで鳴っている時、端末Aの利用者が受話器を置くと、端末Aは空いている状態になる。

9) 端末Bからの呼出音が端末Aで鳴っていて、転送先端末Aからの呼び返し音が端末B

- で鳴っていて、端末Bが端末Aを転送先候補としている時、端末Aの利用者が受話器を上げると、端末Aは端末Bと接続していて、端末Bは端末Aと接続していて、端末Bは端末Aを転送先としている状態になる。
- 10) 転送先端末Bからの呼び返し音が端末Aで鳴っていて、端末Aからの呼出音が端末Bで鳴っている時、端末Aの利用者が受話器を置くと、端末Aは空いていて、端末Bは空いている状態になる。
 - 11) 次ダイヤル可能音が端末Aで鳴っていて、端末Aが端末Bを転送先候補としていて、端末Bが空いている時、端末Aの利用者が端末Bの電話番号を入力すると、確認音が端末Aで鳴っていて、端末Aは端末Bを転送先としていて、端末Bは空いている状態になる。
 - 12) 次ダイヤル可能音が端末Aで鳴っていて、端末Aが端末Bを転送先候補としていて、端末Bが空いていない時、端末Aの利用者が端末Bの電話番号を入力すると、確認音が端末Aで鳴っていて、端末Aは端末Bを転送先としている状態になる。
 - 13) 次ダイヤル可能音が端末Aで鳴っていて、端末Aが端末Cを転送先候補としていて、端末Bが空いている時、端末Aの利用者が端末Bの電話番号を入力すると、ビジー音が端末Aで鳴っていて、端末Bは空いている状態になる。
 - 14) 次ダイヤル可能音が端末Aで鳴っていて、端末Aが端末Cを転送先候補としていて、端末Bが空いていない時、端末Aの利用者が端末Bの電話番号を入力すると、ビジー音が端末Aで鳴っている状態になる。
 - 15) 確認音が端末Aで鳴っている時、端末Aの利用者が受話器を置くと、端末Aは空いている状態になる。
 - 16) ダイヤル可能音が端末Aで鳴っていて、端末Bが空いていて、端末Bが端末Cを転送先としている時、端末Aの利用者が端末Bの電話番号を入力すると、端末A用の転送カウンタが初期状態で、端末Bからの呼び返し音が端末Aで鳴っていて、端末Aからの呼出音が端末Bで鳴っていて、端末Bが端末Cを転送先としている状態になる。
 - 17) ダイヤル可能音が端末Aで鳴っていて、端末Bが端末Cを転送先としていて、端末Bが空いている状態でない時、端末Aの利用者が端末Bの電話番号を入力すると、端末A用の転送カウンタが初期状態で、端末Bの使用音が端末Aで鳴っていて、端末Bが端末Cを転送先としている状態になる。
 - 18) 端末Bからの呼び返し音が端末Aで鳴っていて、端末Aからの呼出音が端末Bで鳴っていて、端末Bが端末Cを転送先としていて、端末Cが空いていて、端末A用の転送カウンタが指定値に達している時、端末Bからの呼び返し音が端末Aで鳴っていて、端末Aからの呼出音が端末Bで鳴っている状態になると、端末Cからの呼び返し音が端末Aで鳴っていて、端末Aからの着信転送音が端末Bで鳴っていて、端末Bが端末Cを転送先としていて、端末Aからの呼出音が端末Cで鳴っている状態になる。
 - 19) 端末Bからの呼び返し音が端末Aで鳴っていて、端末Aからの呼出音が端末Bで鳴っていて、端末Bが端末Cを転送先としていて、端末Cが空いていて、端末A用の転送カウンタが指定値に達していない時、端末Bからの呼び返し音が端末Aで鳴っ

- ていて、端末Aからの呼出音が端末Bで鳴っている状態になると、端末A用の転送カウンタが増加し、端末Cからの呼び返し音が端末Aで鳴っていて、端末Aからの着信転送音が端末Bで鳴っていて、端末Bが端末Cを転送先としていて、端末Aからの呼出音が端末Cで鳴っている状態になる。
- 20) 端末Bからの呼び返し音が端末Aで鳴っていて、端末Aからの呼出音が端末Bで鳴っていて、端末Bが端末Cを転送先としていて、端末Cが空きでなく、端末A用の転送カウンタが指定値に達している時、端末Bからの呼び返し音が端末Aで鳴っていて、端末Aからの呼出音が端末Bで鳴っている状態になると、端末Cの使用音が端末Aで鳴っていて、端末Bは空いていて、端末Bが端末Cを転送先としていて状態になる。
- 21) 端末Bからの呼び返し音が端末Aで鳴っていて、端末Aからの呼出音が端末Bで鳴っていて、端末Bが端末Cを転送先としていて、端末Cが空きでなく、端末A用の転送カウンタが指定値に達していない時、端末Bからの呼び返し音が端末Aで鳴っていて、端末Aからの呼出音が端末Bで鳴っている状態になると、端末A用の転送カウンタが増加し、端末Cの使用音が端末Aで鳴っていて、端末Bは空いていて、端末Bが端末Cを転送先としていて状態になる。
- 22) 端末Bの使用音が端末Aで鳴っていて、端末Bが端末Cを転送先としていて、端末Cが空いていて、端末A用の転送カウンタが指定値に達している時、端末Bの使用音が端末Aで鳴っている状態になると、端末Cからの呼び返し音が端末Aで鳴っていて、端末Bが端末Cを転送先としていて、端末Aからの呼出音が端末Cで鳴っている状態になる。
- 23) 端末Bの使用音が端末Aで鳴っていて、端末Bが端末Cを転送先としていて、端末Cが空いていて、端末A用の転送カウンタが指定値に達していない時、端末Bの使用音が端末Aで鳴っている状態になると、端末A用の転送カウンタが増加し、端末Cからの呼び返し音が端末Aで鳴っていて、端末Bが端末Cを転送先としていて、端末Aからの呼出音が端末Cで鳴っている状態になる。
- 24) 端末Bの使用音が端末Aで鳴っていて、端末Bが端末Cを転送先としていて、端末Cが空きでなく、端末A用の転送カウンタが指定値に達している時、端末Bの使用音が端末Aで鳴っている状態になると、端末Cの使用音が端末Aで鳴っていて、端末Bが端末Cを転送先としていて状態になる。
- 25) 端末Bの使用音が端末Aで鳴っていて、端末Bが端末Cを転送先としていて、端末Cが空きでなく、端末A用の転送カウンタが指定値に達していない時、端末Bの使用音が端末Aで鳴っている状態になると、端末A用の転送カウンタが増加し、端末Cの使用音が端末Aで鳴っていて、端末Bが端末Cを転送先としていて状態になる。
- 26) 端末A用の転送カウンタが存在し、端末Bからの呼び返し音が端末Aで鳴っていて、端末Aからの呼出音が端末Bで鳴っている時、端末Bからの呼び返し音が端末Aで鳴っていて、端末Aからの呼出音が端末Bで鳴っている状態になると、端末Bからの呼び返し音が端末Aで鳴っていて、端末Aからの呼出音が端末Bで鳴っている状態になる。

- 27) 端末A用の転送カウンタが存在し、端末Bの使用音が端末Aで鳴っている時、端末Bの使用音が端末Aで鳴っている状態になると、端末Bの使用音が端末Aで鳴っている状態になる。
- 28) 端末Bからの着信転送音が端末Aで鳴っている時、端末Aの利用者が受話器を上げると、ダイヤル可能音が端末Aで鳴っている状態になる。
- 29) 端末Aが空いている時、端末Aの利用者が着信転送サービスに加入すると、端末Aは空いていて、端末Aの利用者が着信転送サービスに加入している状態になる。
- 30) 端末Aが空いていて、端末Aの利用者が着信転送サービスに加入している時、端末Aの利用者が着信転送サービスから脱退すると、端末Aは空いている状態になる。
- 31) 端末Aが空いていて、端末Aの利用者が着信転送サービスに加入していて、端末Aが端末Bを転送先候補としている時、端末Aの利用者が着信転送サービスから脱退すると、端末Aは空いている状態になる。
- 32) 端末Aが空いていて、端末Aの利用者が着信転送サービスに加入していて、端末Aが端末Bを転送先としている時、端末Aの利用者が着信転送サービスから脱退すると、端末Aは空いている状態になる。

(4) POTS課金の自然言語記述

- 1) 端末Aが空きの時、端末Aの利用者が受話器を上げると、ダイヤル可能音が端末Aで鳴っている状態になる。
- 2) 端末Aが端末Bを呼び出している時、端末Aの利用者が受話器を上げると、端末Aの利用者と端末Bの利用者が通話していて、端末Aと端末Bとの通話料金を端末Aへ課金している状態になる。
- 3) ビジー音が端末Aで鳴っている時、端末Aの利用者が受話器を置くと、端末Aは空き状態になる。
- 4) 端末Bの使用音が端末Aで鳴っている時、端末Aの利用者が受話器を置くと、端末Aは空き状態になる。
- 5) ダイヤル可能音が端末Aで鳴っている時、端末Aの利用者が受話器を置くと、端末Aは空き状態になる。
- 6) 端末Bからの呼び返し音が端末Aで鳴っている時、端末Aの利用者が受話器を置くと、端末Aは空き状態になる。
- 7) ハングアップ音が端末Aで鳴っている時、端末Aの利用者が受話器を置くと、端末Aは空き状態になる。
- 8) ダイヤル可能音が端末Aで鳴っていて、端末Bが空きの時、端末Aの利用者が端末Bの電話番号を入力すると、端末Aが端末Bを呼び出している状態になる。
- 9) ダイヤル可能音が端末Aで鳴っている時、端末Aの利用者が端末Aの電話番号を入力すると、ビジー音が端末Aで鳴っている状態になる。
- 10) ダイヤル可能音が端末Aで鳴っていて、端末Bが空きでない時、端末Aの利用者が端末Bの電話番号を入力すると、端末Bの使用音が端末Aで鳴っている状態にな

る。

- 11) 端末Aの利用者と端末Bの利用者が通話していて、端末Aと端末Bとの通話料金を端末Aへ課金している時、端末Bの利用者が受話器を置くと、ビジー音が端末Aで鳴っていて、端末Bは空き状態になる。
- 12) 端末Aの利用者と端末Bの利用者が通話していて、端末Aと端末Bとの通話料金を端末Aへ課金している時、端末Aの利用者が受話器を置くと、端末Aが空きで、ビジー音が端末Bで鳴っている状態になる。

付1. 2 述語論理ライク記述

(1) POTSの述語論理ライク記述

- 1) 空きである (A) 受話器を上げる (A) : ダイヤル可能音が鳴る (A) .
- 2) 呼び出す (A, B) 受話器を上げる (A) : 通話する (A, B) .
- 3) ビジー音が鳴る (A) 受話器を置く (A) : 空きである (A) .
- 4) 使用中音が鳴る (A, B) 受話器を置く (A) : 空きである (A) .
- 5) ダイヤル可能音が鳴る (A) 受話器を置く (A) : 空きである (A) .
- 6) 呼び返し音が鳴る (A, B) 受話器を置く (A) : 空きである (A) .
- 7) ハングアップ音が鳴る (A) 受話器を置く (A) : 空きである (A) .
- 8) ダイヤル可能音が鳴る (A) , 空きである (B) 電話番号を入力する (A, B) : 呼び出す (A, B) .
- 9) ダイヤル可能音が鳴る (A) 電話番号を入力する (A, A) : ビジー音が鳴る (A) .
- 10) ダイヤル可能音が鳴る (A) , 空きでない (B) 電話番号を入力する (A, B) : 使用中音が鳴る (A, B) .
- 11) 通話する (A, B) 受話器を置く (B) : ビジー音が鳴る (A) , 空きである (B) .
- 12) 通話する (A, B) 受話器を置く (A) : 空きである (A) , ビジー音が鳴る (B) .

(2) 話中着信サービスの述語論理ライク記述

- 1) 接続する (A, B) , ダイヤル可能音が鳴る (C) , 話中着信サービスに加入する (A) 電話番号を入力する (C, A) : 話中に呼び出す (C, A) , 接続する (A, B) , 話中着信サービスを利用する (A, B) , 話中着信サービスを利用する (A, C) , 話中着信サービスに加入する (A) .
- 2) 接続する (A, B) , ダイヤル可能音が鳴る (C) , 話中着信サービスに加入する (A) , 話中着信サービスを利用する (B, A) 電話番号を入力する (C, A) : 使用中音が鳴る (C, A) , 話中着信サービスに加入する (A) , 話中着信サービスを利用する (C, A) .

- 3) 話中に呼び出す (C, A) , 通話する (A, B) フックスイッチを押す (A) : 話中着信サービスを利用する (A) , 通話する (A, C) , 接続を相互に保留する (A, B) .
- 4) 通話する (A, C) , 接続を相互に保留する (A, B) , 話中着信サービスを利用する (A) フックスイッチを押す (A) : 通話する (A, B) , 接続を相互に保留する (A, C) , 話中着信サービスを利用する (A) .
- 5) 話中着信サービスを利用する (A) , 接続する (A, C) , 接続を保留する (A, B) , 話中着信サービスを利用する (A, B) , 話中着信サービスを利用する (A, C) 受話器を置く (A) : 呼出音が鳴る (A, B) , 話中着信サービスを利用する (A) , 接続を保留する (A, B) .
- 6) 接続を保留する (A, B) 受話器を置くことを知らせる (A, B) : 接続を保留する (A, B) .
- 7) 接続を保留する (A, B) 受話器を置く (A) : 空きである (A) .
- 8) 接続を保留する (A, B) , 話中着信サービスを利用する (A) , 接続する (A, C) , 話中着信サービスを利用する (A, B) , 話中着信サービスを利用する (A, C) : 受話器を置くことを知らせる (B, A) : 接続する (A, C) .
- 9) 接続する (A, C) , 接続を保留する (A, B) , 話中着信サービスを利用する (A) , 話中着信サービスを利用する (A, B) , 話中着信サービスを利用する (A, C) : 受話器を置くことを知らせる (C, A) : 一時待機音が鳴る (A) , 接続を保留する (A, B) , 話中着信サービスを利用する (A) .
- 10) 話中呼び出し音が鳴る (A, C) , 接続する (A, B) , 話中着信サービスを利用する (A, B) , 話中着信サービスを利用する (A, C) 受話器を置く (A) : 呼出音が鳴る (A, C) .
- 11) 話中呼び出し音が鳴る (A, B) , 話中着信サービスを利用する (A, B) , 話中着信サービスを利用する (A, C) 受話器を置くことを知らせる (B, A) : 現状態に書いた内容がなくなる .
- 12) 話中呼び出し音が鳴る (A, B) , 接続する (A, C) , 話中着信サービスを利用する (A, B) , 話中着信サービスを利用する (A, C) 受話器を置くことを知らせる (C, A) : 一時待機音が鳴る (A) , 話中呼び出し音が鳴る (A, B) .
- 13) 呼び出し音が鳴る (A, B) , 接続を相互に保留する (A, B) , 話中着信サービスを利用する (A) 受話器を上げる (A) : 通話する (A, B) .
- 14) 呼び出し音が鳴る (A, B) , 接続を保留する (A, B) 受話器を置く (A) : 呼び出し音が鳴る (A, B) , 接続を保留する (A, B) .
- 15) 呼び出し音が鳴る (A, B) , 接続を保留する (A, B) , 話中着信サービスを利用する (A) 受話器を置くことを知らせる (B, A) : 空きである (A) .
- 16) 接続を相互に保留する (A, B) , 一時待機音が鳴る (A) , 話中着信サービスを利用する (A) フックスイッチを押す (A) : 通話する (A, B) .
- 17) 接続を保留する (A, B) , 一時待機音が鳴る (A) , 話中着信サービスを利用する (A) 受話器を置く (A) : 接続を保留する (A, B) , 話中着信サービスを利用する (A) , 呼出音が鳴る (A, B) .

- 18) 接続を保留する (A, B) , 一時待機音が鳴る (A) , 話中着信サービスを利用する (A) 受話器を置くことを知らせる (B, A) : ビジー音が鳴る (A) .
- 19) 接続を相互に保留する (A, B) , 一時待機音が鳴る (A) , 話中着信サービスを利用する (A) 指定時間継続する (接続を相互に保留する (A, B) , 一時待機音が鳴る (A) , 話中着信サービスを利用する (A)) : 通話する (A, B) .
- 20) 一時待機音が鳴る (A) , 話中に呼び出す (B, A) フックスイッチを押す (A) : 通話する (A, B) .
- 21) 一時待機音が鳴る (A) , 話中呼び出し音が鳴る (A, B) 受話器を置く (A) : 呼出音が鳴る (A, B) .
- 22) 一時待機音が鳴る (A) , 話中呼び出し音が鳴る (A, B) 受話器を置くことを知らせる (B, A) : ビジー音が端末Aで鳴っている状態になる.
- 23) 空きである (A) 話中着信サービスの加入状態を変更する (A) : 空きである (A) , 話中着信サービスに加入する (A) .
- 24) 空きである (A) , 話中着信サービスに加入する (A) 話中着信サービスの加入状態を変更する (A) : 空きである (A) .

(3) 着信転送サービスの述語論理ライク記述

- 1) ダイヤル可能音が鳴る (A) , 着信転送サービスに加入する (A) 着信転送登録番号を入力する (A) : 着信転送サービスに加入する (A) , 次ダイヤル可能音が鳴る (A) .
- 2) ダイヤル可能音が鳴る (A) , 着信転送サービスに加入する (A) , 転送元である (A, B) 着信転送登録番号を入力する (A) : ビジー音が鳴る (A) , 着信転送サービスに加入する (A) , 転送元である (A, B) .
- 3) ダイヤル可能音が鳴る (A) , 転送先とする (A, B) , 空きである (B) 着信転送解除番号を入力する (A) : 確認音が鳴る (A) , 空きである (B) .
- 4) ダイヤル可能音が鳴る (A) , 転送先とする (A, B) , 空きでない (B) , 着信転送登録番号を入力する (A) : 確認音が鳴る (A) .
- 5) 次ダイヤル可能音が鳴る (A) , 空きである (B) 電話番号を入力する (A, B) : 転送先からの呼び返し音が鳴る (A, B) , 転送先候補とする (A, B) , 呼出音が鳴る (B, A) .
- 6) 次ダイヤル可能音が鳴る (A) , 空きでない (B) 電話番号を入力する (A, B) : 使用中音が鳴る (A, B) , 転送先候補とする (A, B) .
- 7) 次ダイヤル可能音が鳴る (A) 電話番号を入力する (A, A) : ビジー音が鳴る (A) .
- 8) 次ダイヤル可能音が鳴る (A) 受話器を置く (A) : 空きである (A) .
- 9) 呼出音が鳴る (A, B) , 転送先からの呼び返し音が鳴る (B, A) , 転送先候補とする (B, A) 受話器を上げる (A) : 接続する (A, B) , 接続する (B, A) , 転送先とする (B, A) .
- 10) 転送先からの呼び返し音が鳴る (A, B) , 呼出音が鳴る (B, A) 受話器を置

- く (A) : 空きである (A) , 空きである (B) .
- 11) 次ダイヤル可能音が鳴る (A) , 転送先候補とする (A, B) , 空きである (B) 電話番号を入力する (A, B) : 確認音が鳴る (A) , 転送先とする (A, B) , 空きである (B) .
 - 12) 次ダイヤル可能音が鳴る (A) , 転送先候補とする (A, B) , 空きでない (B) 電話番号を入力する (A, B) : 確認音が鳴る (A) , 転送先とする (A, B) .
 - 13) 次ダイヤル可能音が鳴る (A) , 転送先候補とする (A, C) , 空きである (B) 電話番号を入力する (A, B) : ビジー音が鳴る (A) , 空きである (B) .
 - 14) 次ダイヤル可能音が鳴る (A) , 転送先候補とする (A, C) , 空きでない (B) 電話番号を入力する (A, B) : ビジー音が鳴る (A) .
 - 15) 確認音が鳴る (A) 受話器を置く (A) : 空きである (A) .
 - 16) ダイヤル可能音が鳴る (A) , 空きである (B) , 転送先とする (B, C) 電話番号を入力する (A, B) : 転送カウンタが初期状態である (A) , 呼び返し音が鳴る (A, B) , 呼出音が鳴る (B, A) , 転送先とする (B, C) .
 - 17) ダイヤル可能音が鳴る (A) , 転送先とする (B, C) , 空きでない (B) 電話番号を入力する (A, B) : 転送カウンタが初期状態である (A) , 使用中音が鳴る (A, B) , 転送先とする (B, C) .
 - 18) 呼び返し音が鳴る (A, B) , 呼出音が鳴る (B, A) , 転送先とする (B, C) , 空きである (C) , 転送カウンタが指定値に達する (A) 状態になる (呼び返し音が鳴る (A, B) , 呼出音が鳴る (B, A)) : 呼び返し音が鳴る (A, C) , 着信転送音が鳴る (B, A) , 転送先とする (B, C) , 呼出音が鳴る (C, A) .
 - 19) 呼び返し音が鳴る (A, B) , 呼出音が鳴る (B, A) , 転送先とする (B, C) , 空きである (C) , 転送カウンタが指定値に達していない (A) 状態になる (呼び返し音が鳴る (A, B) , 呼出音が鳴る (B, A)) : 転送カウンタが増加する (A) , 呼び返し音が鳴る (A, C) , 着信転送音が鳴る (B, A) , 転送先とする (B, C) , 呼出音が鳴る (C, A) .
 - 20) 呼び返し音が鳴る (A, B) , 呼出音が鳴る (B, A) , 転送先とする (B, C) , 空きでない (C) , 転送カウンタが指定値に達する (A) 状態になる (呼び返し音が鳴る (A, B) , 呼出音が鳴る (B, A)) : 使用中音が鳴る (A, C) , 空きである (B) , 転送先とする (B, C) .
 - 21) 呼び返し音が鳴る (A, B) , 呼出音が鳴る (B, A) , 転送先とする (B, C) , 空きでない (C) , 転送カウンタが指定値に達していない (A) 状態になる (呼び返し音が鳴る (A, B) , 呼出音が鳴る (B, A)) : 転送カウンタが増加する (A) , 使用中音が鳴る (A, C) , 空きである (B) , 転送先とする (B, C) .
 - 22) 使用中音が鳴る (A, B) , 転送先とする (B, C) , 空きである (C) , 転送カウンタが指定値に達する (A) 使用中音が鳴る (A, B) 呼び返し音が鳴る (A, C) , 転送先とする (B, C) , 呼出音が鳴る (C, A) .
 - 23) 使用中音が鳴る (A, B) て, 転送先とする (B, C) , 空きである (C) , 転送カウンタが指定値に達していない (A) 使用中音が鳴る (A, B) : 転送カウンタが増加する (A) , 呼び返し音が鳴る (A, C) , 転送先とする (B, C) , 呼出音

- が鳴る (C, A) .
- 24) 使用中音が鳴る (A, B) , 転送先とする (B, C) , 空きでない (C) , 転送カウンタが指定値に達する (A) 状態になる (使用中音が鳴る (A, B)) : 使用中音が鳴る (A, C) , 転送先とする (B, C) .
- 25) 使用中音が鳴る (A, B) , 転送先とする (B, C) , 空きでない (C) , 転送カウンタが指定値に達していない (A) 状態になる (使用中音が鳴る (A, B)) : 転送カウンタが増加する (A) , 使用中音が鳴る (A, C) , 転送先とする (B, C) .
- 26) 転送カウンタが存在する (A) , 呼び返し音が鳴る (A, B) , 呼出音が鳴る (B, A) 状態になる (呼び返し音が鳴る (A, B) , 呼出音が鳴る (B, A)) : 呼び返し音が鳴る (A, B) , 呼出音が鳴る (B, A)
- 27) 転送カウンタが存在する (A) , 使用中音が鳴る (A, B) 状態になる (使用中音が鳴る (A, B)) : 使用中音が鳴る (A, B) .
- 28) 着信転送音が鳴る (A, B) 受話器を上げる (A) : ダイヤル可能音が鳴る (A) .
- 29) 空きである (A) 着信転送サービスに加入する (A) : 空きである (A) , 着信転送サービスに加入する (A) .
- 30) 空きである (A) , 着信転送サービスに加入する (A) 着信転送サービスから脱退する (A) : 空きである (A) .
- 31) 空きである (A) , 着信転送サービスに加入する (A) , 転送先候補とする (A, B) 着信転送サービスから脱退する (A) : 空きである (A) .
- 32) 空きである (A) , 着信転送サービスに加入する (A) , 転送先とする (A, B) 着信転送サービスから脱退する (A) : 空きである (A) .

付 1. 3 STR記述

(1) POTSのSTR記述

- 1) idle(A) offhook(A): dial-tone(A).
- 2) Calling(A,B) offhook(A): Talk(A,B).
- 3) busy(A) onhook(A): idle(A).
- 4) busy-dial(A,B) onhook(A): idle(A).
- 5) dial-tone(A) onhook(A): idle(A).
- 6) ringback(A,B) onhook(A): idle(A).
- 7) hangup(A) onhook(A): idle(A).
- 8) dial-tone(A),idle(B) dial(A,B): Calling(A,B).
- 9) dial-tone(A) dial(A,A): busy(A).
- 10) dial-tone(A),not[idleB] dial(A,B): busy-dial(A,B).
- 11) Talk(A,B) onhook(B): busy(A), idle(B).
- 12) Talk(A,B) onhook(A): idle(A), busy(B).

(2) 話中着信サービスのSTR記述

- 1) path(A,B), dial-tone(C), m-cw(A) dial(C,A): CW-calling(C,A), path(A,B), cw-config(A,B), cw-config(A,C), m-cw(A).
- 2) path(A,B), dial-tone(C), m-cw(A), cw-config(B,A) dial(C,A): busy-dial(C,A), m-cw(A), cw-config(C,A).
- 3) CW-calling(C,A), Talk(A,B) flash(A): cw(A), Talk(A,C), Hold(A,B).
- 4) Talk(A,C), Hold(A,B), cw(A) flash(A): Talk(A,B), Hold(A,C), cw(A).
- 5) cw(A), path(A,C), path-passive(A,B), cw-config(A,B), cw-config(A,C) onhook(A): ringing(A,B), cw(A), path-passive(A,B).
- 6) path-passive(A,B) sig-onhook(A,B): path-passive(A,B).
- 7) path-passive(A,B) onhook(A): idle(A).
- 8) path-passive(A,B), cw(A), path(A,C), cw-config(A,B), cw-config(A,C) sig-onhook(B,A): path(A,C).
- 9) path(A,C), path-passive(A,B), cw(A), cw-config(A,B), cw-config(A,C) sig-onhook(C,A): waiting(A), path-passive(A,B), cw(A).
- 10) cw-ringing(A,C), path(A,B), cw-config(A,B), cw-config(A,C) onhook(A): ringing(A,C).
- 11) cw-ringing(A,B), cw-config(A,B), cw-config(A,C) sig-onhook(B,A): empty.
- 12) cw-ringing(A,B), path(A,C), cw-config(A,B), cw-config(A,C) sig-onhook(C,A): waiting(A), cw-ringing(A,B).
- 13) ringing(A,B), Hold(A,B), cw(A) offhook(A): Talk(A,B).
- 14) ringing(A,B), path-passive(A,B) onhook(A): ringing(A,B), path-passive(A,B).
- 15) ringing(A,B), path-passive(A,B), cw(A) sig-onhook(B,A): idle(A).
- 16) Hold(A,B), waiting(A), cw(A) flash(A): Talk(A,B).
- 17) path-passive(A,B), waiting(A), cw(A) onhook(A): path-passive(A,B), cw(A), ringing(A,B).
- 18) path-passive(A,B), waiting(A), cw(A) sig-onhook(B,A): busy(A).
- 19) Hold(A,B), waiting(A), cw(A) timeover(Hold(A,B), waiting(A), cw(A)): Talk(A,B).
- 20) waiting(A), CW-calling(B,A) flash(A): Talk(A,B).
- 21) waiting(A), cw-ringing(A,B) onhook(A): ringing(A,B).
- 22) waiting(A), cw-ringing(A,B) sig-onhook(B,A): busy(A).
- 23) idle(A) cw(A): idle(A), m-cw(A).
- 24) idle(A), m-cw(A) cw(A): idle(A).

(3) 着信転送サービスのSTR記述

- 1) dial-tone(A), m-cfv(A) cfv-code(A): m-cfv(A), recall-dial-tone(A).
- 2) dial-tone(A), m-cfv(A), m-regcfv(A,B) cfv-code(A): busy(A), m-cfv(A), m-regcfv(A,B).
- 3) dial-tone(A), m-regcfv(A,B), idle(B) ccfv-code(A): confirmation(A), idle(B).

- 4) dial-tone(A), m-regcfv(A,B), not[idleB] ccfv-code(A): confirmation(A).
- 5) recall-dial-tone(A), idle(B) dial(A,B): cfv-ringback(A,B), m-Rcfv(A,B), ringing(B,A).
- 6) recall-dial-tone(A), not[idleB] dial(A,B): busy-dial(A,B), m-Rcfv(A,B).
- 7) recall-dial-tone(A) dial(A,A): busy(A).
- 8) recall-dial-tone(A) onhook(A): idle(A).
- 9) ringing(A,B), cfv-ringback(B,A), m-Rcfv(B,A) offhook(A): path(A,B), path(B,A), m-regcfv(B,A).
- 10) cfv-ringback(A,B), ringing(B,A) onhook(A): idle(A), idle(B).
- 11) recall-dial-tone(A), m-Rcfv(A,B), idle(B) dial(A,B): confirmation(A),m-regcfv(A,B), idle(B).
- 12) recall-dial-tone(A), m-Rcfv(A,B), not[idleB] dial(A,B): confirmation(A), m-regcfv(A,B).
- 13) recall-dial-tone(A), m-Rcfv(A,C), idle(B) dial(A,B): busy(A), idle(B).
- 14) recall-dial-tone(A), m-Rcfv(A,C), not[idleB] dial(A,B): busy(A).
- 15) confirmation(A) onhook(A): idle(A).
- 16) dial-tone(A), idleB, m-regcfv(B,C) dial(A,B): count-m-cfv-count(A), ringback(A,B), ringing(B,A), m-regcfv(B,C).
- 17) dial-tone(A), m-regcfv(B,C), not[idleB] dial(A,B): count-m-cfv-count(A), busy-dial(A,B), m-regcfv(B,C).
- 18) ringback(A,B), ringing(B,A), m-regcfv(B,C), idle(C), equal[count-m-cfv-count(A)] [ringback(A,B), ringing(B,A)]: ringback(A,C), pingring(B,A), m-regcfv(B,C), ringing(C,A).
- 19) ringback(A,B), ringing(B,A), m-regcfv(B,C), idle(C), not-equal[count-m-cfv-count(A)] [ringback(A,B), ringing(B,A)]: count-m-cfv-count(A), ringback(A,C), pingring(B,A), m-regcfv(B,C), ringing(C,A).
- 20) ringback(A,B), ringing(B,A), m-regcfv(B,C), not[idleC], equal[count-m-cfv-count(A)] [ringback(A,B), ringing(B,A)]: busy-dial(A,C), idleB, m-regcfv(B,C).
- 21) ringback(A,B), ringing(B,A), m-regcfv(B,C), not[idleC], not-equal[count-m-cfv-count(A)] [ringback(A,B), ringing(B,A)]: count-m-cfv-count(A), busy-dial(A,C), idleB, m-regcfv(B,C).
- 22) busy-dial(A,B), m-regcfv(B,C), idle(C), equal[count-m-cfv-count(A)] [busy-dial(A,B)]: ringback(A,C), m-regcfv(B,C), ringing(C,A).
- 23) busy-dial(A,B),m-regcfv(B,C),idle(C),not-equal[count-m-cfv-count(A)] [busy-dial(A,B)]: count-m-cfv-count(A), ringback(A,C), m-regcfv(B,C), ringing(C,A).
- 24) busy-dial(A,B), m-regcfv(B,C), not[idleC], equal[count-m-cfv-count(A)] [busy-dial(A,B)]: busy-dial(A,C), m-regcfv(B,C).
- 25) busy-dial(A,B), m-regcfv(B,C), not[idleC], not-equal[count-m-cfv-count(A)] [busy-dial(A,B)]: count-m-cfv-count(A), busy-dial(A,C), m-regcfv(B,C).
- 26) count-m-cfv-count(A), ringback(A,B), ringing(B,A) [ringback(A,B), ringing(B,A)]: ringback(A,B), ringing(B,A).
- 27) count-m-cfv-count(A), busy-dial(A,B) [busy-dial(A,B)]: busy-dial(A,B).

- 28) pingring(A,B) offhook(A): dial-tone(A).
- 29) idle(A) cfv(A): idle(A),m-cfv(A).
- 30) idle(A), m-cfv(A) cfv(A): idle(A).
- 31) idle(A), m-cfv(A),m-Rcfv(A,B) cfv(A): idle(A).
- 32) idle(A), m-cfv(A), m-regcfv(A,B) cfv(A): idle(A).

付2. 対外発表

(1) 学術雑誌

- ・ 小林, 太田, 寺島: A Requirement Description and Acquisition Method Based on Communication Service Concepts, Denshi Tokyo, No.33, pp.104-108 (1995.2)
- ・ 小林, 太田, 寺島: A Requirement Description Approach in Natural Language based on Communication Service Knowledge, 電子情報通信学会英文論文誌 Vol.E78-D, No.9, pp.1156-1163 (1995.9)
- ・ 小林, 榎木, 張, 太田, 寺島: 通信サービス要求記述における概念の理解手法, 電子情報通信学会論文誌 B-I (1996)
- ・ 小林, 榎木, 張, 太田, 寺島: Elicitation of Network Service Specifications from Natural Language Descriptions at Various Viewpoints, International Journal of Artificial Intelligence Tools (1996)

(2) 国際会議

- ・ 榎木, 小林, 太田: A Method for Discriminating Ambiguous Terms in Specifications by using a Conceptual Model, 7th JC-CNSS, pp.325-330 (1994.7)
- ・ 小林, 太田, 寺島: A Requirement Description and Acquisition Method Based on Communication Service Knowledge, 7th ICSRIC, Advances in Database and Expert Systems pp.90-94 (1994.8)
- ・ 榎木, 高見, 小林, 太田: Switching Function Conceptual Model for Telecommunication Service Specification Design, GLOBECOM '94, pp.818-822 (1994.11)
- ・ 張, 小林, 太田: Using CBR in Telecommunication Service Requirements Acquisition, Pacific-Asian Conference on Expert Systems, pp.621-626 (1995.5)
- ・ 榎木, 小林, 太田: Knowledge Representation Based on a Conceptual Model for Communication Systems, InterSymp '95 (1995.8)
- ・ 張, 小林, 太田: Acquiring Knowledge from Cases of Requirement Specifications, 7th International Conference on AI & ES Applications, pp.419-424 (1995.11)
- ・ 小林, 榎木, 太田: Understanding Natural Language Requirement Descriptions for Telecommunication Services, 7th Int. Conf. on Tools with Artificial Intelligence, pp.295-302 (1995.11)

(3) 研究会

- ・榎木, 高見, 小林, 太田: 通信サービス概念モデルの応用に関する一考察, 交換システム研究会, 電子情報通信学会, SSE93.12.16-17 (1993.12)
- ・小林, 榎木, 太田: 通信サービスモデルに基づく要求記述, 獲得手法, 電子情報通信学会 知能ソフトウェア工学研究会 KBSE94-14 (1994.7)
- ・張, 小林, 太田: 事例ベース推論に基づく通信サービス要求獲得手法, 情報処理学会ソフトウェア工学研究会 102-19 (1995.1)
- ・榎木, 小林: 交換機能モデルに基づく知識表現, 電子情報通信学会交換システム研究会, SSE94-253 (1995.3)
- ・小林, 榎木, 太田: ネットワークサービス概念体系に基づく要求記述の意味理解, 電子情報通信学会知能ソフトウェア工学研究会 KBSE95-15 (1995.9)
- ・榎木, 小林, 太田: 通信サービス開発へのオントロジーの導入, 電子情報通信学会交換研究会 SSE95-134, pp.55-60 (1995.12)

(4) 全国大会

- ・小林, 太田: 概念モデルに基づく通信サービス仕様記述法, 情報処理学会第47回全国大会 (1993.10)
- ・小林, 榎木: 日本語による通信サービス仕様記述から形式言語への変換, 情報処理学会第49回全国大会 (1994.9)
- ・榎木, 小林: 通信サービス機能の概念表現に関する一考察, 電子情報通信学会 1994年秋季大会 (1994.9)
- ・張, 小林: 領域モデルに基づく通信サービス要求獲得, 電子情報通信学会 1994年秋季大会 (1994.9)
- ・小林, 榎木: 通信サービス仕様記述における視点と概念, 電子情報通信学会1995年総合大会 B-716 (1995.3)
- ・榎木, 小林: 概念モデルに基づく知識を用いた要求獲得, 電子情報通信学会1995年総合大会 D-675 (1995.3)
- ・張, 小林, 太田: 新しい通信サービス提案に対する支援について, 電子情報通信学会 1995年総合大会 A-398 (1995.3)
- ・張, 小林, 太田: 事例からの新しい通信サービスの導出, 人工知能学会 全国大会 (1995.7)
- ・榎木, 小林: 要求記述支援のための通信サービス事例検索法, 情報処理学会第51回全国大会 (1995.9)
- ・張, 小林, 太田: 属性操作による通信サービスの発想支援, 情報処理学会第51回全国大会 (1995.9)