

やわらかいネットワークの開発にむけて
----- 知識型設計方法論 -----

白鳥則郎[†] 菅原研次^{††}

[†]東北大学電気通信研究所
〒980 仙台市青葉区片平 2-1-1
^{††}千葉工業大学情報工学科
〒275 習志野市津田沼 2-17-1

あらまし

「やわらかいシステム」あるいは「やわらかい情報処理」という概念が近年注目を浴びている。この概念については、いまだ明確な定義はされておらず様々な領域で次世代システムへの期待やイメージを表現する言葉として使われている。本稿では、「やわらかいネットワーク」の基本概念を定義し、分類をおこない、その構成基本技術について検討を行った。また、筆者らが提案している知識型設計方法論を用いてやわらかいネットワークを実現するための開発支援システムを構成するために必要な要素技術を整理した。

和文キーワード やわらかいネットワーク、知識型設計方法論、次世代ネットワーク

Toward Developing Flexible Network
----- Knowledge-based Design Methodology -----

Norio Shiratori[†] Kenji Sugawara^{††}

[†]Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University
2-1-1, Katahira, Aoba-ku, Sendai 980
^{††}Dept. of Computer Science, Chiba Institute of Technology
2-17-1, Tsudanuma, Narashino 275

Abstract

Concept of "Flexible System" or "Flexible Information Processing" has been studied as a key issue of advanced information systems. However, this concept has not yet been defined as a common one and has been used as a term to represent an image of the next generation of information processing system. In this paper, the concept of "Flexible Network" is defined, flexible networks are categorized into some classes and required technologies to establish them are discussed. Especially, knowledge-based technologies which we have proposed so far to develop large-scale computer communication systems are addressed as effective support technologies to realize flexible networks.

英文 key words Flexible Network、Knowledge-based design methodology、Next Generation Network

1. まえがき

分散処理を含めた様々な分野の情報処理技術の発展と共に、利用者のニーズの多様化も進んでいる。また利用要求の中には機能要求だけではなく、信頼性、安全性、頑健性、親和性あるいは知性などの要素も含まれてくるようになり、このような感性を基準とした概念を取り込むことも次世代情報システムの要件になってきている。

この次世代システムを規定するキーワードとして、近年「やわらかいシステム」という概念が注目を浴び出してきている。コンピュータネットワークの世界においても「やわらかいネットワーク」、「知的ネットワーク」、「QOS(Quality of Service)」など標準から解放された今後の自律型のネットワークへの期待やイメージに関する議論が盛んに行われている。

「やわらかい」という言葉は、人間の感性にかかわる概念であるため、形式化を行うことが難しい概念であり、この概念については、いまだ明確な定義はされておらず様々な領域で次世代システムへの期待やイメージを表現する言葉として使われている。本稿でははじめに、一般的なやわらかいシステムの定義と、やわらかいネットワークの定義を与える。

また、筆者らは、これまでに次世代ネットワークの系統的な設計方法論として、先に「知識型設計方法論」などを提唱してきた(1)(2)。以後、これに基づいて基盤技術の開発・研究に取り組んできている(3-16)。この方法論は、また、やわらかいネットワークを構築するうえで有効な手段を提供することが分かってきた。本稿でな後半は、知識型設計方法論の有効性について述べる。

2. やわらかいシステム

2.1 やわらかいシステムの定義

近年情報システムに対する利用者の多様化、利用環境の多様化の傾向はますます増大しつつある。また質の高い、価値のある情報を高速に、低コストで、確実に、安全に、簡単に得られることが情報システムに要求されるようになってきている。これらの要求を満たす次世代システムの持つ様々な特性の一つとして「やわらかいシステム」あるいは「やわらかい情報処理」という概念が近年注目を浴びている。

「やわらかい」という言葉は、人間の感性に強くかわる概念であり、従って「やわらかいシステム」の定義には人間が関わってくるものと思われる。本稿では一般的なやわらかいシステムの定義と、そのシステムに関わる人間からみた限定した柔らかいシステムの定義を与える。

[定義1] やわらかいシステム

一般に、環境の変化やシステム内部の変化に対し、標準に拘束されることなく利用者へ必要なサービスを提供し、同時にシステム機能の低下を防ぐように、対処可能なシステムはやわらかいシステムである。

やわらかさの度合は、環境の変化やシステム内部の変化への対応の度合と対応に必要とする期間によって決まる。またシステムに生じる変化をシステム外部の変化(外的変化)とシステム内部の変化(内的変化)に

分類することにする。外的変化としては利用者要求の変更、利用状況の変更、相互関係を持つ他のシステムの変更がある。また内的変化には、内部のハードウェア・ソフトウェア部品の変更、故障やバグの発生など通常のシステム運用に対して想定されていない状況の発生を含むものとする。□

大規模システムは一般に多数のサブシステムから構成され、それらを利用する人間の様々なグループが存在する。例えば利用者と開発者ではシステムに対するかわりあいの方法が異なり、従ってやわらかさの基準も異なることが考えられる。また開発者それぞれについても主として関わるサブシステムのレベルがあり、例えば利用者インタフェースの開発者と、基本ソフトウェアの開発者ではやわらかさの概念は異なるであろう。

[定義2] 利用者ビューに依存したやわらかいシステム

ある利用者の要求の変化やその利用者が関係する環境の変化に対して、標準に拘束されることなくその利用者へ新しいサービスを提供し、同時にシステム機能の低下を防ぐように、対処可能なシステムはその利用者(のビュー)にとつてのやわらかいシステムである。□

定義2の柔らかいシステムはシステムの部分的やわらかさを許容している。すなわち、利用者インタフェース設計者にとってやわらかさを感じないシステムでも、利用者インタフェースの機能によりエンドユーザにやわらかさを感じさせる場合もあるし、その逆も考えられる。

2.2 やわらかいシステムの構成法

一般にシステムは「部品」とそれらの「インタフェース」から構成されている。システムがやわらかいためには、その構成部品とインタフェースがやわらかい必要がある。例えば図1に示すようにやわらかい部品から構成されているシステムは、運用時のシステムの様相の変更の要求が発生したとき、変更に対応する部品あるいはそれとインタフェースを持つ部品を修正することにより、変化した仕様に対応したシステムに修正できる可能性がある。一般には構成する部品のそれぞれのやわらかさにより、さまざまな限定されたやわらかさが得られるであろう。

システムに対する内的小および外的変化に対して、対応する部品やシステムを形成する方法には次のものが考えられる。

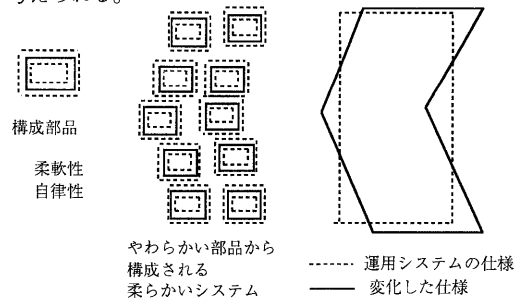


図1 やわらかいシステム

[定義3] やわらかさの型

内的あるいは外的変化を認識した人間が、システム（部品）の変更を制御することにより得られる受動的なやわらかいシステム（部品）を「受動型」のやわらかいシステム（部品）と呼ぶ。一方、外的変化や内的変化を観測し、それらの意味を認識し、その変化に外部の人間やシステムの介在無しに自身を変更することにより対応するシステム（部品）を「自律型」のやわらかいシステム（部品）と呼ぶ。また外的変化や内的変化に対して、人間とシステム（部品）が協調してシステム（部品）を変更する場合を「協調型」のやわらかいシステム（部品）と呼ぶ。□

一般に、ひとつのシステムにおいてそれを構成する各部品のやわらかさの型とそれぞれのやわらかさの度合は一樣ではない。

受動型のやわらかいシステムを構成する方法として次の方法が考えられる。

[定義4] 受動型のやわらかいシステムの構成法

運用システムに対して外的あるいは内的変化が生じたとき、運用システムに標準的に組み込まれている変更機構を利用して、実時間で運用システムを変更する構成法を「標準型」と呼ぶ。次に、図2に示すように運用システムとは独立に用意されている何らかの機構が存在し、この機構を使ってシステムの部品やその一部を変更し、この新しい部品を運用システムと組み合わせることにより変化に対応する方法を「組み合わせ型」と呼ぶ。一部の変更で変化に対応できない場合、運用システム自体を再開発することにより、それらの変化に対応する構成法を「合成型」と呼ぶ。□

組み合わせ型および合成型では、変化が発生してからそれに対応する期間の短さが問題である。期間が長さとやわらかさは反比例の関係にある。

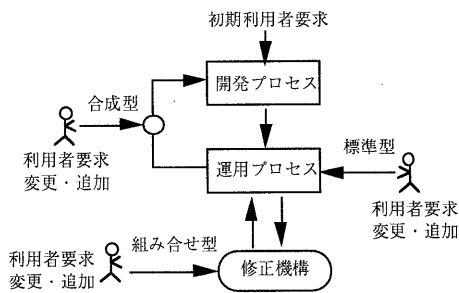


図2 やわらかいシステムの構成法

3. やわらかいネットワーク

3.1 やわらかいネットワークの定義

前節では一般的なやわらかいシステム概念を整理したが、本節では本研究の目的であるやわらかいネットワークの定義とそれに付随する諸概念を定義する。

[定義5] ネットワークシステム

ネットワークシステムは、①端末 ②通信ネットワーク ③情報資源のサブシステムから構成されている。□

上記の定義により、ネットワークシステムに関わる人間としては、図3に示されるように、エンドユーザ、ネットワークアプリケーション開発者、端末開発者、情報資源開発者、通信ネットワーク開発者などが考えられる。これらの分類はさらに詳しく分類される。端末開発者、情報資源開発者は通信ネットワークの直接の利用者である。エンドユーザは端末を介して、ネットワークアプリケーション開発者は端末と情報資源を介して通信ネットワークに関わると考えられる。

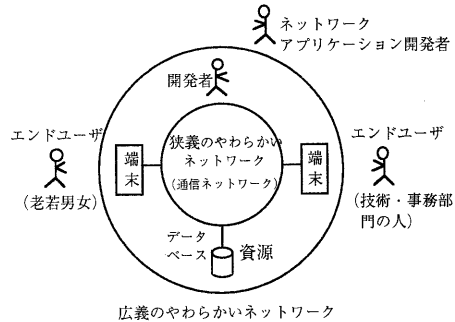


図3 ネットワークシステムと人間

[定義6] 狭義のやわらかいネットワーク

利用者が端末開発者あるいは情報資源開発者に限定されたやわらかいシステムを狭義のやわらかいネットワークと呼ぶ。狭義のやわらかいネットワークを構築するのはネットワーク開発者である。□

すなわち、通信ネットワークのみがやわらかいシステムを狭義のやわらかいネットワークと呼ぶことにする。このようなシステムでは、通信ネットワークへの自由なアクセスを保証し、システム内部の変化に対応するためにネットワークアーキテクチャ、つまりプロトコルが自律的に変化、あるいは新しく生成される機構やプロトコル変換が必要となる。換言するとキャリアの視点からのやわらかいネットワークである。

[定義7] 広義のやわらかいネットワーク

ネットワークアプリケーション開発者からみてやわらかいネットワークを広義のやわらかいネットワークと呼ぶ。広義のやわらかいネットワークを構築するのは端末開発者、情報資源開発者である。□

広義のやわらかいネットワークではエンドユーザである多種多様な利用者が自由にアクセスできるようなネットワークアプリケーションをその開発者が構成できるように、必要な様々なサービスを提供する。例えばマルチメディア環境下においてやわらかいヒューマンインタフェースや分散データベースなどのやわらかい情報資源の構成法が課題となる。

またエンドユーザからみたこのようなシステムをやわらかいネットワークアプリケーションと呼ぶことにする。

3.2 やわらかいネットワークの分類

図4にやわらかいネットワークの概念を、関係する人間の軸、構成要素の軸および適応する変化の大きさの軸で整理したものを示す。関係する人間の種類により5つのレベルに分割し、構成要素のやわらかい部分により狭義と広義、また変化の大きさに対応するための構成法により、標準型、組み合わせ型、合成型に分けることができる。

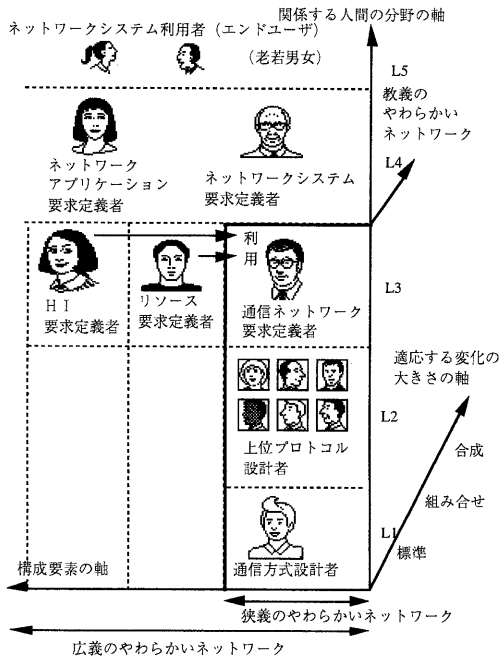


図4 やわらかいネットワークの定義軸

関係する人間の分野の軸でレベル5(L5)はエンドユーザである。エンドユーザの利用要求の変更は、標準機能として運用システムに組み込まれているのならば、システムのガイダンス機能と対話的に要求を行うことにより実時間で運用システムの変更を行うことができる(標準型)。これはいわゆる利用者定義機能と言われているものである。標準型で対応できない要求に対しては、運用あるいは保守技術者が対応する必要がある。利用者定義をガイダンス機能はその要求を運用技術者に通知することにより、図2の修正機能を使ってシステムの一部の部品の変更作業あるいは追加作業を行う(組み合わせ型)。修正機能の能力は限られており、利用者要求の変化の大きさによってはシステム全体、あるいはサブシステムの再開発を行う必要がある場合もある(合成型)。

またL5の利用者要求が陽に変化していなくても、L4のネットワークシステム要求定義者やネットワークアプリケーション要求定義者が世の中の動向を知って、より高度な要求に対応可能なように仕様の変更を行うかもしれない。これはL3のサブシステム要求定義技術

者への要求変更になる。これはL5の利用者からみて内的変化が発生したようにみえる。

狭義のやわらかいネットワークはL3以下の通信ネットワークサブシステムであり、L4の要求定義者或いはL3のヒューマンインタフェースのサブシステムか情報資源のサブシステムの要求定義者からみたやわらかさを実現する。通信ネットワークサブシステムのL2は階層プロトコルの各層のやわらかさであり、L1では下位層、例えばデータリンク層や物理層のやわらかさを表わしている。

4. やわらかいネットワークを構成するための技術

4.1 広義のやわらかいネットワークの構成技術

狭義のやわらかいネットワークに加えて、ユーザの視点と情報資源の視点からの技術が必要となる。

[ユーザの視点]

端末は、ユーザとの接点であり、ヒューマンインタフェースと密接な関係をもっている。ユーザは多種多様である。従来、ユーザは努力して操作手引などを読み、つまりシステム側へ歩みよって、ネットワークを利用してきた。その結果、ネットワークの利用者は、その道の専門家に限定されがちであり、ネットワークの能力が十分に活用されていなかった。また、銀行やデパートのユーザは、専門家を介してネットワークを開発し利用してきた。一方、このようなエンドユーザは、自ら所望のネットワークを開発し利用できる環境を望んでいる。

このような環境を実現するためには次の技術が基本となる。

- (1)高次ヒューマンインタフェース
 ①グラフィカルインタフェース ②ハイパーメディア
 ③知的インタフェース ④マルチモーダルインタフェース
 ⑤バーチャルリアルティ ⑥認証技術

(2)要求表現技術

- ①要求表現言語 ②知的要求エディタ ③要求分析検証法 ④要求事例ベース

[情報資源の視点]

ここでは、情報資源としてデータベースや知識ベースを想定する。ユーザからの要求に応じて、音声、文字、画像などの表現形式で対応できるようにするためには、これらの間のメディア変換が基本となる。

このような情報資源を構成するには、次の技術が必要となる。ここでは、やわらかい情報資源については、深く立ち入らない。

- (1)マルチメディアデータベース
 (2)メディア変換
 (3)自律分散協調のための機構
 ユーザ要求に応じて情報資源どうしが協調する。たとえば、ある大学の状況に関する要求に対して、地理情報や学内情報の組み合わせで対応する。

4.2 狭義のやわらかいネットワークの構成技術

通信ネットワークは、ネットワークシステム全体の核の部分であり、やわらかいネットワークの中心的な役割を果たす。その目的は、通信ネットワーク利用者からの要求を実現し、同時にシステム内の変化に対応しながら通信ネットワーク利用者に所望の利用環境を提供することである。課題は、ネットワークアーキテクチャ、つまりプロトコルの容易な修正、及び新しい機能の生成のためのしくみの構成法である。ここでは、ネットワークのアーキテクチャを次の2つに分割して考える。(L1)と(L2)はともに複数の層から構成される。

(L2)上位層, (L1)下位層

[下位層]

下位層での課題は、将来のテラビット回線を想定した情報の高速・高信頼伝送のための均一化技術である。具体的には次の技術が必須となる。

- ①セルの均一化
- ②許容遅延の保証
- ③優先度や重要度による制御
- ④信頼性

尚、下位層についてはa)やわらかさの程度を大とする、b)小とする、2つの立場が考えられる。

[上位層]

上位層では、下位層を用いてユーザから要求された機能を生成し、その利用環境をも含めて提供する。このような機能を実現するには、次のような機能、手法と方法論が必要となる。

上位層の各層の機能は、主として次の4つから構成される。

- ①標準機能
- ②外的変化適応機能
通信ネットワークの外側の変化、たとえば、利用者要求あるいは端末や情報資源の変化に対処する機能である。
- a) 標準機能の組み合わせ
- b) 標準機能の再利用
- c) 新しい機能の合成
- ③内的変化適応機能

通信ネットワークの内側の変化、たとえば、故障、輻輳などに対処する機能である。

- a) 標準機能の組み合わせ
- b) 標準機能の再利用
- c) 新しい機能の合成
- ④安全性

外部あるいは内部における故意による状況の対処

4.3 自律型の通信ネットワークの構成技術

本研究は狭義のやわらかいネットワーク、すなわちやわらかい通信ネットワークを実現することを主な目的としている。やわらかい通信ネットワークを形成する方法として定義3で定義した受動型のアプローチ、自律型のアプローチ、協調型のアプローチが考えられる。自律型でやわらかさを形成するアプローチは、最終的には最も期待される方法であるが、現時点ではそ

れに至る人工知能などの基礎技術は確立されておらず、従って自律型のやわらかいネットワークの実現のためには、通信ネットワークの領域に限定したかたちで分散協調などの人工知能の分野の技術を、通信ネットワークの技術と共に並行して開発していく必要がある。

一般に通信ネットワークは通信回線や通信制御装置などのハードウェアとプロトコルを実現するためのソフトウェアから構成されるが、自律型のやわらかいネットワークを構成する観点から見るとソフトウェアのしめる役割は大きい。ソフトウェアはネットワークアーキテクチャを実現する手段であるから、自律型のやわらかい通信ネットワークを構成するためには自律型のやわらかいネットワークアーキテクチャの概念を定義する必要がある。

現在のネットワークアーキテクチャは一般的には階層構造をとっており、各階層どうしの論理的通信と上下の階層間のサービス要求/提供の関係で構成されている。図5に示すようにあるプロトコルの階層(N層)に発生する仕様の変化の原因としては、次のことが考えられる。

- (1) 上位層である(N+1)層の要求の変化・追加に対して必要な新しい通信サービスを提供する。
- (2) 下位層である(N-1)層において状況の変化により通信サービス仕様変更になった。
- (3) N層のより効果的なプロトコルが開発され、それを実装する。
- (4) 利用状況に対応してN層の不必要な通信サービスを削除することによりN層、あるいはネットワークアーキテクチャ全体の効率を向上させる。

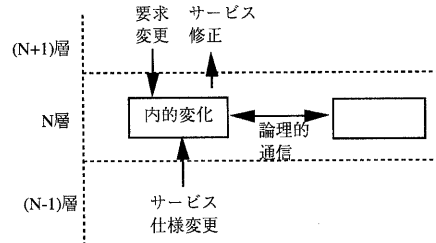


図5 プロトコル仕様の変化

図6はやわらかいネットワークアーキテクチャのイメージを示している。各層は上記の変化に対応して、通信サービス機能を変更させ常に全体として必要十分なサービスを実現する。一方従来の固定型のネットワークアーキテクチャは、想定された利用環境における通信サービスを提供するため、必要と考えられる全ての通信サービス機能を全ての層が所有してはならない。この場合、各層において通信サービス要求の全てに対応するために必要なソフトウェアの量は膨大になることが予想され、効率的なシステムを構築するうえで問題が生じる。このばあい効率的なシステムとは、利用状況に適切な機能を必要十分で持っていることが望ましく、これもやわらかい通信ネットワークが持つべき一属性である。

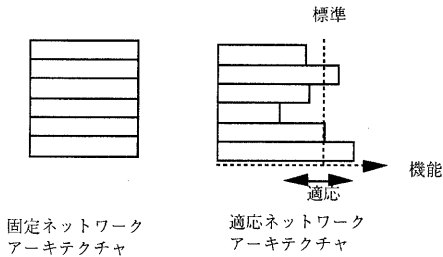


図6 自律的に適応する階層ネットワークアーキテクチャ

このような適応機能を自律的に構成するための方法の一つとして、マルチエージェントモデルがある。マルチエージェントとはある役割・機能を持った自律的プロセスであり、これらがある戦略に基づく協調行動を取るにより全体で複雑な問題をとくための分散問題解決のための枠組みである。たとえば図7に示すように、通信ネットワークの利用者である人間、端末、情報資源も各々エージェントととらえ、その間の情報伝達を役割とする様々な通信エージェントが存在し、全体で多様な分散アプリケーションを実現している系を考える。この時利用者であるエージェントの要求に応じて、通信エージェントどうしで分散協調を行って適切な通信サービスを実現する。通信系を監視・管理する通信エージェントも存在し、これらが状況に適合して通信エージェントの組織を構成し、これにより効率的なやわらかい通信系を構成する。図7に示すように階層ネットワークアーキテクチャはこの通信系に必要な通信サービスの機構（通信エージェントの組織）を、最も効率の良い形態で明示的に表現したものと考えられる。ただしこの従来の階層アーキテクチャには、図6に示した状況適応的な能力および状況適応的効率の良さを実現する機能は組み込まれていない。従って、図7の二つのモデルを包括するモデルの構築が必要である。

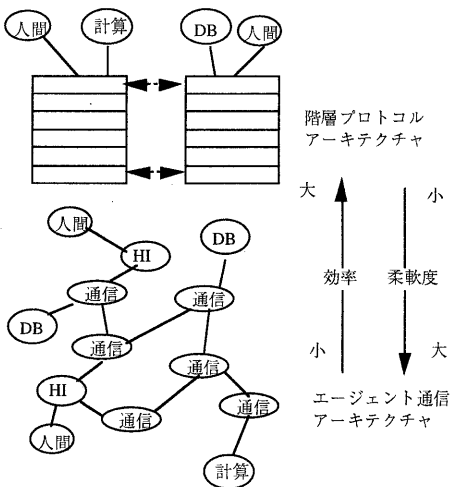


図7 マルチエージェントと階層プロトコル

4.4 受動型はやわらかい通信ネットワークの構成技術

受動型はやわらかいネットワークを構成する方法は以下の3通りに分類される。

- (1) 標準型
- (2) 組み合わせ型
- (3) 合成型

(1)では標準として組込まれている機能を用いて変化した要求に対応したサービスを提供する。この場合利用者は膨大な量のサービスプリミティブから必要なものを
選択し、各サービスプリミティブの特性を決定する機能パラメータを適切に設定しなければならない。これに関しては利用者要求から機能選択と設定を行う方法をガイドするコンサルタント機能をエキスパートシステムとして構成することが必要である。

(2)では、既存の機能部品をを利用者要求（応用システム利用要求）に対応して修正し組み合わせる方法である。膨大な組み合わせ部品から対応する機能の組み合わせを選択し、これらを適切に修正することは利用者にとって、あるいは運用管理者にとっても困難な作業である。この作業をガイドするコンサルタント機能をエキスパートシステムとして構成することが必要である。また一部のネットワーク機能の修正をネットワーク運用中に行なうことは、きわめてデリケートな問題である。これをネットワークの他の機能に悪い影響を与えることなく実行するためには、ネットワークの状態監視を行ないながら状況にあわせて安定した修正作業を計画し実施しなければならない。これはかなりの知識、熟練技能、状況に関する高速の情報処理能力が必要であり、実時間型の状態監視型で計画型のエキスパートシステムが必要になる(17)。

また(3)の、合成型によるネットワークの機能変更を行なうことによる柔らかいネットワークの実現するためには最も強力な方法であるが、問題は要求発生時からシステムが再開発され、実装され、利用されるまでの期間である。利用者が運用システムにたいして新しい要求を生成した後、それがネットワークにおいて実現されるまでの過程を再構成プロセスと定義しよう。再構成プロセスが十分短期間であるとき利用者は対象システムを柔らかいネットワークであると感ずる。

知識型設計方法論では熟練技術者の設計経験と、設計プロセス管理能力を定式化し、これらを利用することにより設計プロセスの短縮化を支援する設計支援の枠組みである。この方法論を実現し、ネットワークの変更（再開発）のプロセスに適用することにより、目的とするやわらかさを実現するための十分な環境を提供可能であると考えられる。

5. 知識型設計方法論

5.1 知識型設計方法論とは

〔設計方法論〕

設計方法論とは設計プロセス要素とその組み合わせによって構成される設計プロセスのモデル(21)を論ずることにより、目的とするプロダクツを正確に、効率よく設計するための手順、環境を与えるための枠組みである。

[知識型設計方法論]

知識型設計方法論とは、設計プロセスを設計者による問題解決のプロセスとしてとらえ、設計プロセスを設計者の経験的知識やその背景知識を用いてモデル化し、これを利用することにより設計プロセスにおける問題解決のレベルを上げ、正確さを保証し、効率化することを目的とした設計方法論である。

知識型設計方法論では設計プロセスモデルは

- (1) 設計プロセス要素
- (2) 設計プロセス要素間のインタラクション

から構成される再帰グラフによりモデル化される(1,3)。設計プロセス要素はあるサイズの問題に対する問題解決の組織(設計者、システム)であり、設計プロセス要素間インタラクションとは仕様書の受渡し、制約の伝播、再設計要求、設計ネゴシエーションなどを意味する。

設計プロセス要素は問題解決タスクとしてモデル化され、基本的には

- (1) 要求仕様書の知識モデル(問題知識)
- (2) 設計仕様書の知識モデル(解知識)
- (3) 設計に関する知識モデル(変換知識)

から構成される。上記の問題知識及び解知識は問題領域知識(Problem Domain Knowledge)と呼ばれ、変換知識は設計領域知識(Design Domain Knowledge)と呼ばれる。設計プロセスにおいては、問題領域知識は仕様書と呼ばれる形式的文書で記述されており、設計ドメイン知識は要求仕様書を設計仕様書に変換する段階の詳細化の規則として記述される。

さらに設計プロセスの構成要素として

- (4) 問題領域知識をサポートする背景知識
- (5) プロセス要素間インタラクション支援知識
- (6) 設計者との協調を行なう知識

などが必要である。

5.2 知識型設計方法論の特徴

知識型設計方法論に基づく設計プロセス要素の支援と従来のCASEとの違いは、支援する問題解決のレベルの違いである。CASEツールは設計者が直感的に理解しやすいグラフ記述言語や、形式的仕様記述FDTで記述された仕様書を整理、編集、管理する作業を支援する。従って設計タスクの中心的作業である仕様分割や詳細化などの高度な問題解決作業は人間の設計者にまかされている。これらの高度な設計作業は設計者が所有している要求仕様とその問題解決の結果である設計仕様にかんする問題領域知識とその間の知識変換に関する知識である設計領域知識を利用することにより遂行される。

知識型設計支援では設計者のこのような経験的知識を知識ベース化し利用することにより高度な問題解決のレベルの設計タスクも支援が可能となる(1)(2)。これらの領域知識は過去の設計事例を分析することにより、さまざまな設計アクティビティの抽象化されたクラスとしてリポジトリにおいて管理され、対象とする設計プロセス要素における設計タスクにおいて再利用される。この知識獲得の作業はドメイン分析(20)と呼ばれており、近年知識型設計支援システムを構成するために中心的役割を果たす技術として注目を浴びている。本

研究ではコンピュータコミュニケーションシステム設計の各設計プロセス要素の問題領域知識にこのドメイン分析技術を適用することにより、設計支援知識の獲得を行なう。

6. 知識型設計方法論に基づくやわらかいネットワークの構築

6.1 合成型のやわらかい通信ネットワーク

受動型アプローチではプロトコル体系は基本的には現在の体系を使用し運用時、保守時、再開発時の処理効率を向上させ、変化の発生から対応の完了までの時間を短縮することにより、やわらかさを現出しようというアプローチである。

図8にネットワークシステムの簡単なライフサイクルを示す。運用システムに対して発生した大きな変化に対して、合成型で対応する場合、再開発のサイクルを実行する。変化が通信ネットワークでの対応に限定される場合、狭義のネットワークの合成サイクルになり、通信ネットワークの変更では対応できない場合は広義のネットワークの合成サイクルになる。いずれにしてもこれは大規模設計プロセスであり従って従来の開発方法論では、やわらかさの条件を充足するだけの短い期間で変更したシステムを生成することは困難であろう。

近年ソフトウェアエンジニアリングの分野では大規模システムの開発・運用・保守のプロセスモデルの研究が進み、プロセス管理、部品再利用をベースと効率の良い方法論が提案され出してきた。さらに、知識工学の導入により、設計者の経験的知識を利用することにより、設計タスクの機械化、自動化の可能性も検討され出している。これらの新技術を組み合わせることにより、従来不可能と思われていた、再開発期間の劇的な短縮化の可能性が見え出している。

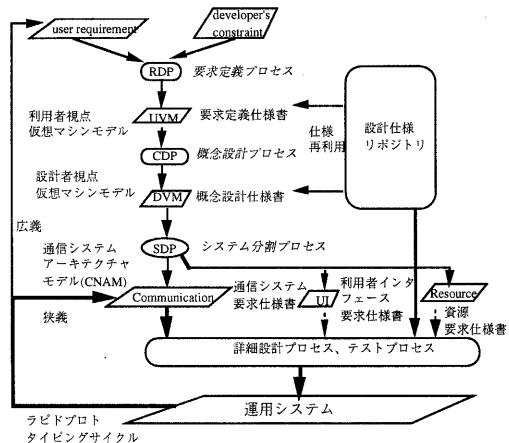


図8 ネットワークの設計・運用プロセス

6.2 合成型のやわらかい通信ネットワーク構築のための知識型支援技術

本研究では特に知識型設計方法論を中心に、仕様変化に対する再開期間を短縮するアプローチでやわらかい通信ネットワークを構築する合成型のアプローチの研究を進めている。そのために必要な知識型の支援技術として知識型設計プロセスモデル、知識型設計プロセス要素モデル、設計知識獲得技法を確立しなければならない。

- (A) 知識型設計プロセスモデル
 - (A-1) 定型および準定型設計プロセスの記述言語
 - (A-2) プロセス間の協調分散プロトコル
 - (A-3) 設計競合の解消
 - (A-4) バージョン管理
 - (A-5) メタ設計プロセス
 - (A-6) グループ協調設計モデル
- (B) 知識型設計プロセス要素モデル
 - (B-1) ドメイン知識モデル記述言語
 - (B-2) 設計知識記述言語
 - (B-3) 背景知識記述言語
 - (B-4) 部品再利用方式
 - (B-5) 人間-機械協調設計モデル
- (C) 設計知識獲得技法
 - (C-1) ドメイン分析技法
 - (C-2) 知識メンテナンス
 - (C-3) ドメイン知識管理
 - (C-4) 部品獲得技法

7. むすび

「やわらかいシステム」あるいは「やわらかい情報処理」という概念が近年注目を浴びている。本稿では、「やわらかいネットワーク」の基本概念を定義し、分類をおこないその構成基本技術について検討を行った。また、筆者らが提案している知識型設計方法論を用いてやわらかいネットワークを実現するための開発支援システムを構成するために必要な要素技術を整理した。これらの知識型の要素技術はソフトウェア開発を含めた広範囲の産業技術に対しその効率化に大きな貢献が与えられるものと期待されている。これらの要素技術の開発により、やわらかいネットワークの支援システムの詳細設計と試作へ向けた研究が今後の課題である。

参考文献

- (1) Kinoshita T., Sugawara K., Shiratori N.: "Knowledge-Based Design Support System for Computer Communication System", IEEE Journal SAC, Vol.6, No.5, pp.850-861, 1988
- (2) Shiratori N., Takahashi K., Sugawara K., Kinoshita T.: "Using Artificial Intelligence in Communication System Design", IEEE Software Mag., Vol.9, No.1, pp.38-46, 1992
- (3) Y.-X.Zhang, et al., "A Knowledge- Based System for Protocol Synthesis (KSPS)", IEEE Journal SAC, Vol.6, No.5, 1988.
- (4) K.Takahashi, et al., "An Intelligent Support System for Protocols and Communication Software Development",

IEEE Journal SAC, Vol.6, No.5, 1988.

- (5) N.Shiratori, et al., "An Intelligent User- Friendly Support System for Protocol and Communication Software Development", Proc. of Eighth, 1988.
- (6) N.Shiratori, et al.: "Applications of AI Technologies to Communications System, Toward Advanced Intelligent Network", Proc. of PPCC-3, 1989.
- (7) K.Sugawara, et al.: "Knowledge-based Design Methodology for Distributed Processing Systems", Proc. of PPCC-3, 1989.
- (8) T.Kinoshita, et al.: "知識型設計方法論に基づくインタフェース設計法の形式化と設計支援システムの構成", 情報処理学会論文誌, Vol.31, No.6, 1990.
- (9) T.Kinoshita, et al., "知識型インタフェース設計のためのユーザモデルについて", テレビジョン学会誌, Vol.44, No.11, 1990.
- (10) Kinoshita T., Sugawara K., Shiratori N.: "Knowledge-Based Protocol Design for Computer Communication Systems", IEICE Trans. Inf. & Syst., Vol.E75-D, No.1, pp.156-169, 1992
- (11) Sugawara K., Kinoshita T., Shiratori N.: "Knowledge-based Design Methodology with Application for Requirements Specification and Definition of Communication Protocols", Proc. 5th JC-CNSS & KITE, pp.303-306, 1992
- (12) 木下, 菅原, 白鳥: "コンピュータコミュニケーションシステム設計のための知識型要求定義方式", 電子情報通信学会論文誌 Vol.J76-A, No.3, pp.528-539, 1993
- (13) 藤田, 菅原: "並行設計プロセスのためのマルチエージェント指向モデル", 信学技報 (人工知能と知識処理研究会), 1993年7月
- (14) 渡辺, 菅沼, 菅原, 木下, 白鳥: "応用層プロトコル設計のためのドメイン分析とその知識表現", 信学技報 (人工知能と知識処理研究会), 1993年7月
- (15) 菅沼, 木下, 菅原, 白鳥: "応用指向プロトコルの知識型設計方法について", 情処学会SIGDPS研究会資料, 1993年7月
- (16) 白鳥: "通信とAI", 電子情報通信学会, 人工知能と知識処理研究会, AI92-53(1992-09)
- (17) 電気通信技術審議会編: "電気通信と人工知能", オーム社, 1988
- (18) 服部: "インテリジェントネットワークにおける知的情報通信", 情処学会, マルチメディア通信と分散処理研究会資料, 52-1, 1991
- (19) R. Prieto-Diaz, G. Arango: "Domain Analysis and Software Systems Modeling", IEEE, 1991
- (20) M. Klein: "Supporting Conflict Resolution in Cooperative Design System", Proc. of 10th Intern. Workshop on DAI, 1990
- (21) J. Lonchamp and C. Scientifique: "A Structured Conceptual and Terminological Framework for Software Process Engineering", Proc. of Intern. Conf. on the 2nd Software Process, Berlin, Feb., 1993