

## 通信ソフトウェア仕様記述支援環境における仕様 再利用方法と事例ベース推論の適用性について

吉村 晋\*      黄 錦法\*\*      白鳥則郎\*\*

\* (株)東芝 通信技術研究所

〒 210 川崎市幸区柳町70番地

\*\* 東北大学 電気通信研究所

〒 980 仙台市青葉区片平2-1-1

あらまし

本稿では通信ソフトウェア仕様記述段階において標準仕様(部品)、過去の類似仕様や仕様記述に関する特定のノウハウを有効に利用するための通信ソフトウェア仕様記述支援方法、およびその中の事例ベース推論(CBR)技術の適用性に関して、著者らの試みによる経験を中心に述べる。最後に将来の通信ソフトウェア仕様記述支援環境への展望について述べる。

和文キーワード コミュニケーションソフトウェア、仕様記述言語、事例ベース推論、ソフトウェア再利用方法、エキスパートシステム、ヒューマンインタフェース

## Specification reuse method and the application of Case Based Reasoning on the Communication Software Description Support Environments

Susumu Yoshimura\*      Ching Fa Huang\*\*      Norio Shiratori\*\*

\* Communication System & Technology Lab., Toshiba Corporation

70, Yanagi-cho, Saiwai-ku, Kawasaki-City, Japan, 210

\*\* Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University

2-2-1, Katahira, Aoba-Ku, Sendai-City, Japan, 980

Abstract

This Paper Proposes a new design method for designing communication softwares. The framework of the design method uses both standard communication software description packages with their background knowledges and similar communication software specifications designed beforeby the application of CBR(Case Based Reasoning) at the same time.

We also survey future technologies for designing communication softwares.

英文 key words Communication Software, Specification Description Language, Case Based Reasoning, Software Reuse Method, Expert System, Human Interface

## 1. はじめに

B-ISDN網とIntelligent Networkの推進に向けて多様なサービスが研究開発されるとともに、その基本となる通信ソフトウェアの重要性が増しつつある。通信分野は、ITU-TS(CCITT)、ISO等の標準機関で通信プロトコル標準化の努力が精力的になされている。一方デファクトスタンダードを指向す試みも多い。通信分野は過去の蓄積を背負うとともに21世紀の通信、放送、コンピュータの融合時代へ向けての新しい試みを積極的に展開しつつある。そのための通信ソフトウェア投資を行うには多大な時間と経費がかかる。そこで通信ソフトウェア開発の効率化が問題となる。通信ソフトウェアの開発効率化には既存資源の有効活用が鍵になるが、通信ソフトウェア資源の活用は簡単ではなく、ハードウェアに比べて、互換・共用を行う状況に至っていない。

これまで通信ソフトウェア生産性向上のために多くの試みがなされており、その中には分散協調的手法で開発の効率化[1]、また部品化に基づく自動合成や再利用[2,3]による生産性向上の試みなどがある。

我々は通信ソフトウェア仕様記述段階において、仕様を部品化し、その再利用を目的として通信ソフトウェア仕様部品事例・ノウハウを蓄積し、分散開発環境で自由に相互利用できる仕様記述支援環境[4]および、そこで事例ベース推論(CBR: Case Based Reasoning)の適用性を検討するとともに具体的に試行してきた

[5, 6, 7, 8, 9, 10]。本稿ではこれらの経験を通じて、通信ソフトウェア仕様記述段階において、過去の仕様(仕様部品)やノウハウを有効に利用するための仕様記述支援方法、およびその中の事例ベース推論(CBR)技術の適用性(効果、問題点)に関して、著者らの試みを基に考察する。さらに事例ベース推論をより効果的に適用する手法について言及する。

まず2章では、通信ソフトウェア開発における仕様再利用方法について2つの考え方を述べ

るとともにその特徴を検討する。3章では我々の提案してきた通信ソフトウェア仕様記述支援環境について述べるとともに、通信ソフトウェア再利用へのCBRの適用性について試行をもとに考察する。さらにCBRをより有効に適用する手法について示すとともに、仕様再利用支援システム概要、仕様獲得モデル、ヒューマンインタフェースについて述べる。これらを踏まえ、4章で今後の通信ソフトウェア開発の展望について言及する。

## 2. 仕様再利用方法

分散協調環境でソフトウェア資産を有効に利用し効率的に通信ソフトウェアを開発するには以下の2つの方法がある。

- (1) 通信ソフトウェアの標準パッケージ化の推進：通信ソフトウェアおよび通信ソフトウェア部品の標準パッケージ、準標準パッケージ化を積極的に推進する。
- (2) 過去、現在作成中のソフトウェア資産(ノウハウ)の有効性、問題点を誰でも簡単に分かり再利用できる環境整備「知識ベース化」を推進する。

この2つは互いに双補関係を持つ方法である。そこで両方法の説明を行うとともに両方法の融合について検討する。

### 2.1 部品パッケージ仕様の再利用

通信ソフトウェアの標準パッケージ化、準標準パッケージ化を積極的に推進することにより仕様再利用を積極的に図る方法であり、従来からアプローチされている。従来はソフトウェア全体を標準パッケージとして取り扱うことが中心で部品仕様展開が十分でなかった。開発プロジェクト中では部品パッケージ仕様の再利用を図る試みは暗黙になされているが、システムティックに仕様をパッケージ化し、パッケージ仕様を再利用し組合わせ、修正して全体仕様合成にアプローチしている例は少なかった。近年、オブジェクト指向設計手法等[11]により仕様部品化が可能になり、本アプローチがなされつつ

ある。例えばウィンドウ処理ソフトウェアに関しては部品の組合せで作成できるツールが商用化されている。通信ソフトウェアでは本アプローチは、まだ試行段階が多いが、ツールが充実しつつある。

## 2.2 過去の類似仕様事例の再利用

我々が通常、無意識に行っている習慣をシステムティックに行う方法である。過去に開発蓄積された仕様事例を系統的に整理しておき、要求に応じて必要な修正を加えて再利用する。本方法は類似仕様と言う点がミソであるが、それが長所にも欠点にもなる。類似と言う言葉は直感的な言葉であり、誰が（人間、機械を問わず）どの様な観点から類似であると判定するかが鍵になる。この試みの経験も浅く、特に通信ソフトウェア開発における試行は非常に少ない。しかし再利用への配慮が十分なされてくれば、開発経験の不十分な者が不必要な新規開発（設計）を繰り返し、通信ソフトウェア信頼性、開発効率が落ちる問題を解決する手段の一つとなる。

## 2.3 両者の併用

マクロ的には2.1と2.2の方法は、同様の事を述べている。そこで両者の併用のが有効になる。両者を併用する部品再利用仕様開発シナリオを図1に示す。まず2.1の標準仕様（部品）を使った方法で対応し、要求条件等で対応できない場合、2.2の過去類似仕様事例（部品）で対応し、これで適応できない場合に新規仕様を検討することになる。部品を再利用する際、背景知識や限定条件、ノウハウなどを利用者（開発者）が容易に参照できる仕組みが必要になる。

## 3. 知的通信ソフトウェア仕様記述支援環境

### 3.1 仕様記述範囲

我々は、通信ソフトウェア仕様記述段階（上流工程）に焦点を絞り、分散協調環境で従来の資産を有効に利用し効率的に通信ソフトウェアを開発するシステムの試行実験を行っている。ソフトウェア仕様記述段階は以下の部分段階から構成される。

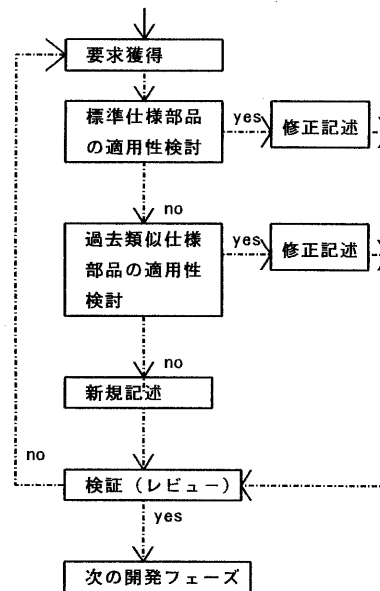


図1 部品再利用による仕様開発シナリオ

- 要求獲得・サービス仕様記述
- ソフトウェア仕様記述
- 仕様レビュー・仕様検証

そこで知的通信ソフトウェア記述は、(1)いかにして利用者の初期要求獲得しサービス仕様記述できるか、(2)初期要求の矛盾を検出し、要求を修正し正確化するか、(3)要求定義フェーズで、それまでの習熟した設計者の設計知識、背景知識をいかに蓄積し、効果的に利用できるようにするかが重要である。

### 3.2 CBR（事例ベース推論）の特徴

CBRは問題解決に過去の事例を有効活用すべく提案され、活用可能な推論技法として着目されている[12]。日本でも機械設計で標準部品・準標準部品が明確な場合に標準部品・準標準部品知識および適用知識を事例ベースに蓄積し、CBRを適用し、実用へもう一步となる例もある[13, 14]。標準要求仕様には標準の組合せで対処でき、特殊仕様には事例ベース中の類似事例を捜し、組合せる部品の選択、修正をCBR

で容易に行うことが出来るからである。

これまで通信ソフトウェア分野は特殊な分野として見られていた。そこで専門の開発者・チームに設計知識が集中するとともに設計知識（ノウハウ）公開が不十分であった。しかし標準化の進展とともにOSI 参照モデルなど階層構造が明確に規定され、各階層構造の目的、条件、制限等も明確になり、部品ソフトウェアの標準パッケージ化が促進されつつある。また通信ソフトウェア用FDT等の仕様言語も固まり、仕様記述段階でのソフトウェアの統一規定がし易い[16]。上記の理由により通信ソフトウェア仕様記述（再利用）支援環境でのCBR適用の有効性が期待できる。

### 3.3 CBRの仕様記述段階への適用

仕様記述は再利用の観点から3タイプに分類される。

- (1) 新規の記述：過去に記述された仕様と関連の殆どない、新規の仕様を記述する。
- (2) 修正・変更による記述：過去に記述された仕様に修正・変更を加えて新しい仕様を記述する。
- (3) 拡張による記述：過去に記述された仕様にあまり変更を加えず、必要な情報を付加することにより新しい仕様を記述する。

これらの3つのタイプに関して、その特徴、再利用については表2に示す。(1)は利用者がまったく新規の仕様要求を行うケースである。CBRは過去の類似仕様の存在を前提としている。もちろん別システムの仕様の中に修正して再利用可能な仕様部品が存在する、あるいは容易に連想可能なケースも多いが、“似て非なる部品”が探し出されるケースも多い。そこで既存仕様が確実に再利用出来る保証がなく、それだけCBR適用が困難であると考えられる。(2)は小修正の場合は再利用性が高いが、大幅変更の場合は、仕様コンセプトの変更を伴うため、過去の仕様を再利用できないケースも多く、それだけCBR適用には注意深くならざるを得ない。(3)は従来の仕様を拡張するケースであり、再

利用性も高く、それだけCBR適用が効果的になる。

記述のタイプ	特徴	再利用性
(1)新規の記述	まったく新規の仕様を記述	小
(2)修正・変更による記述	過去の仕様に修正・変更を行い新しい仕様を記述	中
(3)拡張による記述	過去の仕様に情報を付加することにより新しい仕様を記述	大

表2 記述のタイプと再利用性

### 3.4 通信ソフトウェア再利用支援システム

#### (1) システム概要と要求仕様獲得

クライアント・サーバ方式の分散協調型ソフトウェア記述支援システム概要を図3に示す。典型的な要求仕様獲得過程をスクリプト（台本）として複数用意し、利用者の要求に適した仕様獲得スクリプトを採用し、仕様獲得を行う。

##### [概念知識ベース]

仕様獲得に関する知識モデルおよび通信ソフトウェア領域知識ベースは、フレームとそれから起動される一連のスクリプト群と与えられる[15]。

##### [通信事例知識ベース]

通信事例知識ベースは、仕様事例ベースおよび用例事例ベースからなる。例えばOSI ネットワーク層サービスの仕様事例は図4の形式で与えられる。

#### (2) 要求仕様獲得ヒューマンインタフェース

要求仕様獲得といっても利用者の知識の習得度・仕様記述スキルが問題になる。システムが利用者の知識習得度・仕様記述スキルを判定し、それに配慮できるユーザフレンドリな支援システム構築が求められる。利用者の知識習得度・仕様記述スキルを [(1) 初心者, (2) 初級者, (3) 中級者, (4) 習熟者, (5) 熟練者] の5段階で分類し、各段階に対応したHuman Interface Script のイメージを図5に示す [8, 17]。

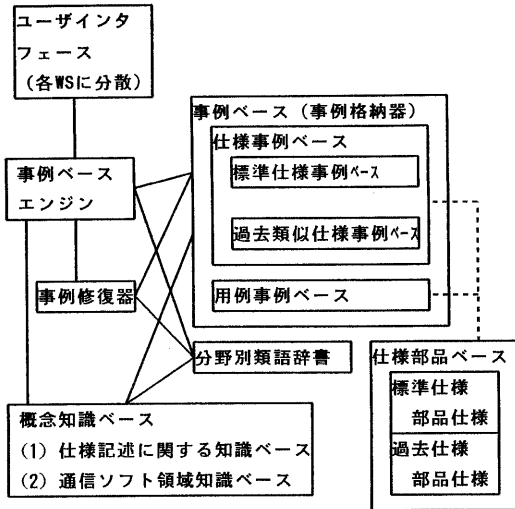


図3 システム構成の概要

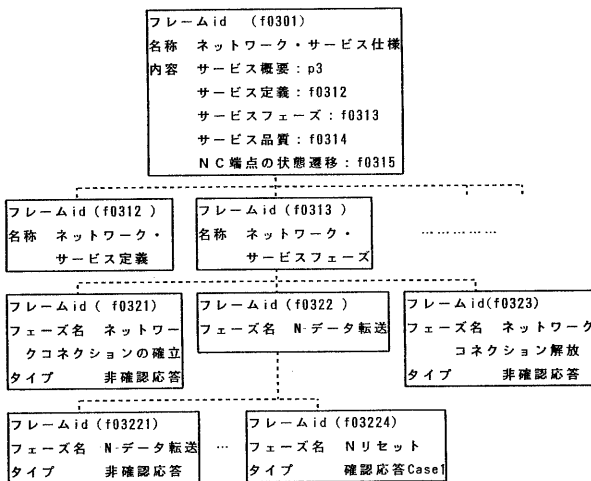


図4 OSIネットワーク層サービス事例フレーム例

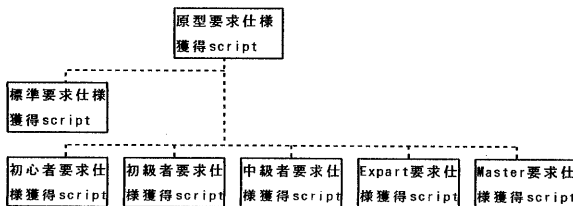


図5 習得度に対する Human Interface Script のイメージ

### 3.5 HSCへのCBR適用事例

仕様記述言語HSC [7, 10, 18]へのCBR適用のための仕様獲得法および適用事例について述べる。

#### (1) テンプレートに基づく仕様獲得法

仕様の各段階（仕様枠組、フェーズ、ケース、シーケンス）で付加情報からなるテンプレートにより仕様獲得を行う。ここで仕様枠組テンプレートは、仕様名、分野名、キーワード（複数）、条件項などからなる。テンプレートは要求仕様内部フレームに変換され、事例ベースの仕様事例フレームまたは用例の条件フレームとの類似度を算出し、類似度の高い候補順に検索表示される。利用者がこれらの候補仕様、仕様部品等を再利用可能と確認後、自動・半自動的に仕様に取り込み修正を加える。ここでフレーム間の類似度は、キーワード集合間の類似度、条件項間の類似度、フレーム構造形式間等の総合類似度からなり、あるしきい値を越えたものが類似事例候補となる。

#### (2) HSCでのCBR適用例

キャッチホンサービス(CW サービス)仕様作成時のCBR適用例を図6に示す。利用者はHSCで仕様作成する時点で要求を行う(図6の6.1)。仕様名称を記入後、対象分野、キーワードの入力を行う。キーワードの直接入力難しい場合、キーワード推奨事例の表示・選択も併用する。要求仕様は内部表現フレームに変換され、CBRの類似度マッチングにより、基本電話サービス仕様事例が表示される。さらに再利用可能な部分が指摘される(図6の6.2)。そこで利用者はキャッチホンサービスの追加フェーズの要求獲得(フェーズ段階)を行い、操作を同様に続ける。具体的試行は文献[7, 10]を参照されたい。本方法でサービス仕様を記述する際に理想的なケースの場合どの程度再利用できるかを表7に示す。ここで仕様開発の順序は番号順に事例ベースには蓄積されているとする。利用者が実際にどのような再利用を行うかについては実験で評価する予定である。

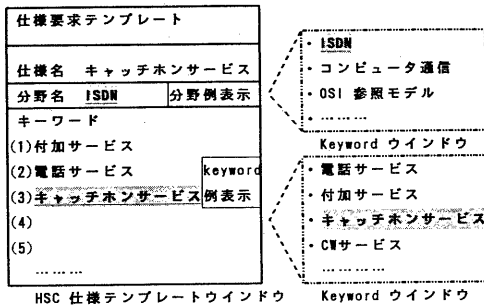


図 6.1 仕様要求レベル

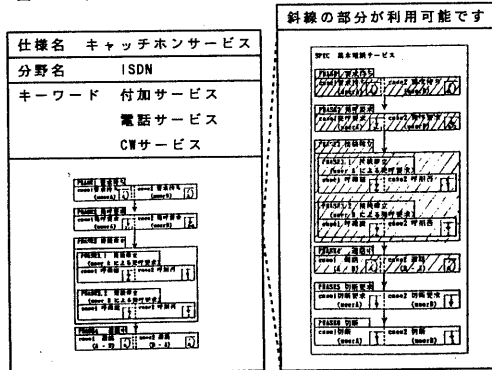


図 6.2 再利用可能な指摘  
図 6 CBR の HSC への適用例

サービス名	再利用可能性	再利用部品数	再利用部品数	再利用部品数
		全フェーズ数	全ケース数	全メッセージ数
①基本電話サービス		0/2	0/8	0/31
②通信中着信サービス		2/3	12/14	41/51
③CWサービス		3/4	16/27	59/82
④3者通話(切替)サービス		4/5	24/26	78/84
⑤3者通話(ミキシング)サービス		5/6	26/38	84/106
⑥ユーザ着信転送サービス		3/4	12/17	42/60
⑦通信中転送サービス		5/6	26/27	79/90

表 7 HSC によるサービス仕様記述における再利用可能性

### 3.6 仕様獲得段階での CBR 適用例

仕様記述初期の段階では、利用者(仕様作成者)は標準規格を十分参照して仕様記述を行う必要がある。初期仕様は自然言語と図や表などの補足説明でなされる。そこで利用者の要求仕様獲得支援局面では、標準規格などのモデル知識(標準パッケージ仕様も含む)、および事例知識が重要になる。我々はこの様な状況における仕様記述支援環境も研究しており[8]、実現可能性も十分あると考えている。具体的な適用

例として、OSI 参照モデル標準知識[16]とネットワーク層サービス仕様知識から『トランスポート層サービス仕様』を作成する局面において初級、中級の利用者(仕様作成者)が要求仕様を通信仕様記述支援システムと協調して記述するヒューマンインタフェースの例を図8に、また作成された『トランスポート層サービス仕様』結果を図9に示す。

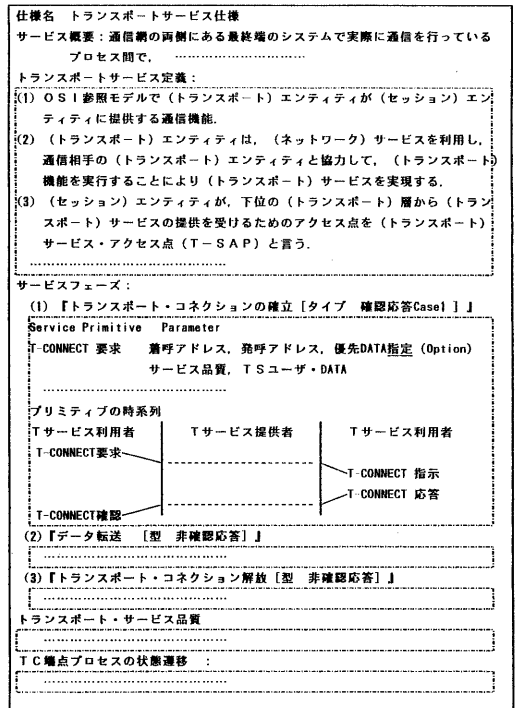


図 9 要求仕様獲得によるトランスポート・サービス仕様例

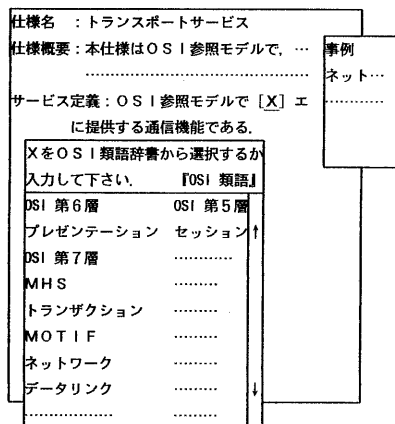


図 8 要求仕様インタフェース事例

### 3. 7 CBRのより良い適用へ向けて

現在、試行研究の段階であるが、これまでの経験からのコメントを以下に示す。

- (1) 過去仕様（仕様部品）事例を蓄積して置くだけでは、十分な効果が期待できない。再利用のために仕様事例の適切な範例としての作り込みが必要になる。
- (2) 標準的仕様事例と特殊仕様事例を対局に置き具体的に使い分けが必要である。
- (3) 仕様（仕様部品）事例に関する背景知識、開発上のノウハウを利用者が参照できる仕組みが必要である。
- (4) 仕様（仕様部品）修正などの用例に関する知識を利用者が参考にできる仕組みが必要である。

### 4. 今後の通信ソフトウェア開発の展望

通信ソフトウェア技術の進歩は積上げ方式でなされ、革新的な方式・技術が急速に表れる状況ではない。すでに提唱されている方式の中に開発効率向上の種が存在し、将来その完成度が高くなると予想される。通信ソフトウェア研究開発での分散協調環境について表に示す。

(1) は従来の方法である。本稿は(2)を中心に述べている。(3)は将来の可能性である。

将来の通信ソフトウェア開発の展望に関してシナリオを描いてみよう。

第1に通信標準パッケージ・通信ソフトウェア部品標準が明確になるとともに利用者の要求する通信ソフトウェアが部品の組合せで簡単に構築される環境が確立する。これは現在のオブジェクト指向ソフトウェア開発支援環境の進展、通信ソフトウェア（実装）標準およびデファクトスタンダードの進展の延長線で充分到達できるものと予想される。現状でも良い通信ソフトウェアパッケージを組合せて一部修正して再利用できるケースが多い。

第2に上記の事柄を実現する為に部品の組合せ方や修正方法に関する知識ベース（組合せ知識、修正知識）を活用する知識ベース型通信ソ

フトウェア構築支援ツールが積極的に利用されるようになるであろう。本稿で述べた方法論は、この為の試みの一つである。

第3に通信ソフトウェア開発の上流工程（仕様記述段階）で自動検証技術が進歩し、高信頼通信ソフトウェアの自動作成へ一歩近づく。

第4に異なる通信プロトコルを機械同志が認識し、アダプティブにチューニングを行うような技術（プロトコル自動変換技術）が実用に供せられるようになる。

第5に多少の誤りに対し耐故障回復力を持つようなタフで冗長性のある通信ソフトウェアを開発可能な技術の芽が生まれることを期待したい。どんなに注意を払ってもソフトウェアのバグは無くならないからである。このためには生体の恒常性維持機構の原理究明がきっかけになるかも知れない。

分散協調開発形態	◎人間相互間の直接的な協調開発	◎人間がシステムを利用して協調開発	◎人間だけでなく分散システム間の自動協調開発
特徴	◎共同開発局面で再利用ノウハウ（事例知識）を直接相互交流 ◎多地点分散設計手法（電子メール等を利用）	◎共同開発局面でノウハウ（事例知識）を蓄積、有効活用（間接交流） ◎CBR（事例知識、修正知識）の積極活用	◎共同開発局面で機械間の自動チューニング機能など ◎活用可能な知識を自動検索
比較	◎従来の方法の延長	◎本稿での手法◎知識、ノウハウ部品の共用・有効活用	◎将来の可能性

表10 通信ソフトウェアの分散協調開発環境

## 5 おわりに

本稿では通信ソフトウェア仕様記述段階において、標準仕様、過去の仕様（仕様部品）やノウハウを有効に利用するための通信ソフトウェア記述支援方法、およびその中のCBR（事例ベース推論）技術の適用性（効果、問題点）に関して、著者らの試みを中心に述べた。さらにはCBRをより効果的に適用する手法に言及した。最後に今後の通信ソフトウェア開発支援環境の将来展望について言及した。

### 【謝辞】

熱心に、ご討論頂いた東北大学白鳥研の諸氏に感謝する。

### 【参考文献】

- (1) T. Kinoshita, et al. : "A knowledge Based Design Support System for Communication System", IEEE Journal SAC, Vol. 6, No. 5 (1988).
- (2) N. Shiratori, et al. : "An Advanced Environment for Communication Software Design", IEEE Software Magazine Vol. 9, No. 1 (1992).
- (3) N. Shiratori & E-S Lee : "A User Friendly Specification Environment for FDT and its Application to LOTOS", Proc. of 11-th Annual International Phoenix Conference on Computer and Communications, April (1992).
- (4) 白鳥則郎, 郷健太郎, 山本潮 : "分散協調型ソフトウェア開発環境とその通信ソフトウェアへの応用", 信学技報, IN-91-119 (1991).
- (5) 吉村晋, 山本潮, 黄錦法, 白鳥則郎 : "事例ベース推論を適用したソフトウェア再利用に基づく通信ソフトウェア開発環境", 信学技報「人工知能と知識処理研究会」A192-63, (1992-09)
- (6) 山本潮, 吉村晋, 白鳥則郎 : "事例ベースを適用したLOTOSに基づく通信ソフトウェア開発環境", 信学技報「人工知能と知識処理研究会」, A192-93(1993-01)
- (7) 黄錦法, 吉村晋, 白鳥則郎 : "事例ベースを適用したHSCに基づく通信ソフトウェア開発環境", 信学技報「人工知能と知識処理研究会」, A192-94(1993-01)
- (8) 吉村晋, 山本潮, 黄錦法, 白鳥則郎 : "事例ベース推論を適用した通信ソフトウェア開発支援システムにおける要求仕様獲得とヒューマンインタフェースアーキテクチャについて", 信学技報「人工知能と知識処理研究会」, A192-95 (1993-01)
- (9) 吉村晋, 黄錦法, 白鳥則郎 : "事例ベース推論を適用した通信ソフトウェア開発環境", 人工知能学会誌 Vol. 8, No. 6, (1993-11) 掲載予定.
- (10) 黄錦法, 吉村晋, 白鳥則郎 : "HSCに基づく通信システムのCBRツールによる実現", 情報処理学会, マルチメディア通信と分散処理研資, 61-21 (1993-07).
- (11) P. Coad, E. Yourdon : "Object-Oriented Analysis", Printice-Hall Inc. (1991).
- (12) 黒川利明, 黒川容子訳 (Roger C. Schank) : "ダイナミックメモリ", 近代科学社 (1988).
- (13) 小林重信 : "事例ベース推論の現状と展望", 人工知能学会誌, Vol. 7, No. 4, PP. 559-566(1992)
- (14) 黒川高光 : "CBR機能を組込んだ「ART-IM」とドメイン・シェル「CBR Express」", 日経AI別冊1992冬号
- (15) 田中幸吉, 淵一博監訳 (Avron Barr, Edward A. Feigenbaum), "人工知能ハンドブック第1巻", (1988).
- (16) 小野欽次, 浦野義頼, 鈴木健二, 松尾一紀, 小花貞夫, 飯作俊一, 加藤聡彦 : "OSIプロトコル絵とき読本", (1991).
- (17) 吉村晋, 鈴木謙二, 栗原基 : "文書編集におけるユーザフレンドリ・アシスタンス", 信学会研資 OS86-23, (1986-09).
- (18) 黄錦法, 白鳥則郎, "シーケン図に基づく通信システム記述法HSCとその支援環境" 情報処理学会論文誌 Vol. 34, No. 6, (1993-06).