

HSCに基づく通信システム仕様開発環境のCBRツールによる実現

黄 錦法⁺ 吉村 晋⁺⁺ 白鳥 則郎⁺

⁺ 東北大学 電気通信研究所

⁺⁺ (株)東芝 通信技術研究所

著者らは、通信システムの仕様の初期開発向けの仕様記述法HSCを提案している。HSCの特徴は、仕様をトップダウン的に開発でき、仕様全体の理解性の向上を達成し、さらに仕様の部品の再利用に基づいた仕様の開発が可能となっていることである。本稿では、部品の再利用に基づいたHSC仕様をより効率的に開発するため、事例ベース推論を適用したHSC仕様開発環境をCBRツールART/IMにより実現する。本支援システムでは、主に次の機能を提供する。①事例ベース推論を用いることによる部品の再利用に基づいた仕様記述機能、②再利用部品の検索支援(類似部品の自動提示)、③再利用部品の修正支援(修正箇所の指摘と修正内容の提案)、④部品の修正事例(知識)の自動獲得。

Implementation of Specification Development Environment Based on HSC for Communication Systems Using CBR Tool

Ching-Fa Huang⁺ Susumu Yoshimura⁺⁺ Norio Shiratori⁺

⁺ Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University

⁺⁺ Communication System & Technology Lab., Toshiba Corporation

We developed a specification description language HSC for the early stage of development of specifications. The characteristics of HSC are : a) HSC is suitable for top-down oriented specification development, b) specifications can be described by HSC with clear visibility of the whole system, and c) the development of specifications based on specification reuse are possible. In this paper, in order to support the HSC specification development based on specification reuse more effectively, we implemented the HSC specification development environment using CBR tool ART/IM. In this support system, there are following main functions. ① support of specification descriptions based on specification reuse by the application of CBR technique, ② support of searching reusable specifications (proposal of similar specifications), ③ support of the modification of the reusable specification (indication of the parts of the specification need to be modified and proposal of the context of the modification method), ④ automatic knowledge acquisition for specification modification from the previously made modification.

1. まえがき

近年、通信技術の進歩に伴って、大規模な情報通信システムの構築が必要になってきている。通信システムの構築には通信ソフトウェアを効率的に開発することが問題となる。通信ソフトウェアの開発は仕様の記述、仕様のインプリメンテーション、パフォーマンステストなどの段階に分けられる。この中で、特に仕様記述段階が重要な役割を占めている。仕様記述段階においては通信システムの仕様をいかに効率的に記述するかが焦点となる。そのため、著者らは通信システムの仕様の初期開発向きの仕様記述法HSC(Hierarchical Sequence Chart)^[1]を提案している。HSCの特徴は、仕様をトップダウン的に開発でき、仕様全体の理解性の向上を達成し、さらに仕様の部品の再利用に基づいた仕様の開発が可能となっていることである。

本稿では、部品の再利用に基づいたHSC仕様をより効率的に開発するため、事例ベース推論を適用したHSC仕様開発環境をCBRツールART/IM^[2]により実現する。

以下、2章では、事例ベース推論を適用した仕様の再利用について述べる。3章では、事例ベース推論を用いることによる部品の再利用に基づいたHSC仕様の記述について述べる。4章では、部品の再利用を支援するためのHSC仕様開発環境の設計を行う。また、CBRツールART/IMによりHSC仕様開発環境を実現する。さらに、試作システムを用いた仕様記述例を示す。

2. 事例ベース推論を適用した仕様の再利用

従来、仕様やソフトウェアの再利用においては、主に仕様やソフトウェアの部品化とその部品による仕様やソフトウェアの記述のみに重点が置かれ、再利用部品の検索や再利用部品の修正などの支援はあまり提供されていなかった。仕様の再利用には、再利用部品や部品の修正事例をデータベースに保存することにより、事例ベース推論^[3]の手法が適用できる。この手法を適用することで、次の2つの機能を提供することができる。

(1) 再利用部品の検索支援: 仕様事例(仕様要求とそれに対応して記述された仕様をもとめたもの)を仕様事例ベースに保存する。記述する仕様の仕様要求と仕様事例ベースの仕様要求の間の類似度を求めることにより、再利用可能な類似仕様の候補を挙げることができる。

(2) 再利用部品の修正支援: 過去の仕様の修正事例を修正事例ベースに保存する。再利用する仕様を修正する際には、修正事例ベースから修正事例を検

索し、見付かった場合、修正のアドバイスを提案することができる。

3. 事例ベース推論を適用したHSC仕様開発法

HSC仕様は図1に示すように仕様枠組、フェーズおよびケースの3つに階層化されている。そのため、既に記述された仕様事例を仕様事例ベースに保存することにより、仕様部品(仕様枠組、フェーズ、ケース)の再利用に基づいた仕様の開発が可能となっている。なお、仕様事例は仕様部品ごとに存在し、それぞれを仕様枠組事例、フェーズ事例、ケース事例と呼ぶ。また、修正事例も仕様部品ごとに存在し、それぞれを仕様枠組修正事例、フェーズ修正事例、ケース修正事例と呼ぶ。以下、仕様部品を部品と略称する。

HSCの階層化とモジュール化の特徴を生かした部品の再利用に基づく仕様開発手法として、事例ベース推論を適用したHSC仕様開発法を構成する。この開発法は、図2に示すように3つのステップから構成されている。それぞれのステップには仕様枠組、フェーズ、ケースに対応して再利用可能な類似部品の検索支援と再利用部品の修正支援を提供している。

4. HSC仕様開発環境

4.1 設計方針

事例ベース推論を適用したHSC仕様開発環境は、部品の再利用に基づいたHSC仕様を効率的に記述するため、次の6点を基本方針として設計されている。

(1) 事例ベース推論を適用したHSC仕様開発法の支援

HSC仕様の階層化記述とそれぞれのレベルに対応する部品の再利用を提供するため、事例ベース推論を適用したHSC仕様開発法(図2)を支援する。

(2) テンプレートに基づく仕様記述の支援

HSC仕様開発法では、仕様記述の際、仕様要求を獲得するための仕様要求テンプレートや、仕様を記述するための仕様記述テンプレートを提供する。

(3) 再利用部品の検索および修正支援

再利用可能な類似部品の候補を仕様事例ベースから検索する機能を提供する。また、修正事例に基づいて再利用の類似部品の修正支援を提供する。

(4) 仕様事例と修正事例の格納

記述された仕様事例を仕様事例ベースに格納する。また、ユーザが行った修正事例を修正事例ベースに格納する。

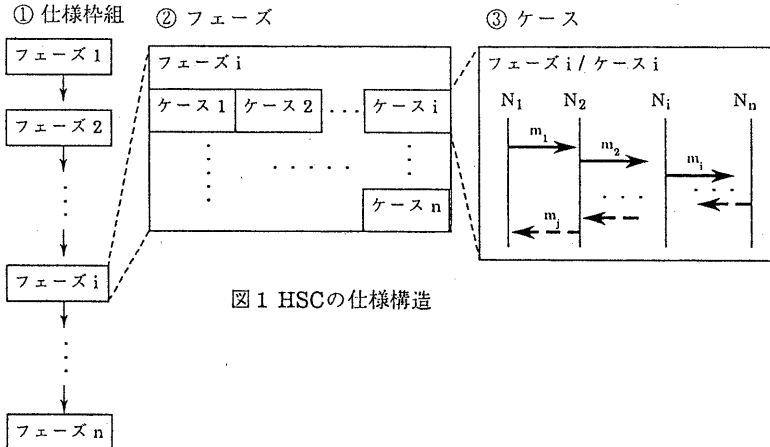


図1 HSCの仕様構造

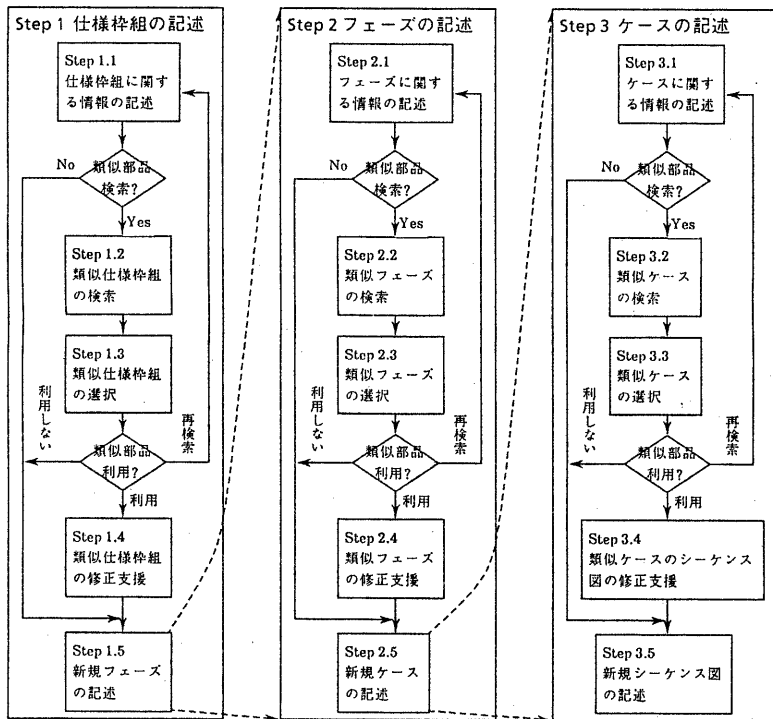


図2 事例ベース推論を適用したHSC仕様開発法

(5) ユーザフレンドリ・インタフェースの提供

より適切な再利用部品を選択するために類似部品の内容の表示を行う。また、ケースのシーケンス図の記述や修正を行うためにHSCエディタを提供する。

(6) 支援システムと操作に関する情報の提供

仕様記述のそれぞれの局面に応じて、支援システムと操作に関する情報を提供する。

4.2 提供する機能

4.1で述べた設計方針を達成するため、以下の6つの機能を提供する。

(1) 事例ベース推論を用いたHSC仕様の記述機能

事例ベース推論を適用したHSC仕様開発法に基づいて、部品の再利用を支援するHSC仕様の記述機能を提供する。

(2) テンプレートによる仕様記述の機能

仕様枠組、フェーズ、ケースに関する情報の入力を行うため、それぞれに対応する仕様要求テン

プレートを提供する。また、仕様記述のそれぞれの状況に応じて仕様記述テンプレートを提供する。

(3) 再利用部品の検索および修正機能

1) 再利用部品の検索機能

仕様要求テンプレートに入力された情報に基づいて、文献[4]で定義された類似度により、類似部品を仕様事例ベースから検索し、類似度の高いものを再利用可能な類似部品の候補として挙げる。

2) 再利用部品の修正機能

① 部品の修正箇所の指摘

記述する仕様の仕様要求(仕様要求テンプレートに入力された情報)と、類似部品の仕様要求(過去の仕様要求テンプレートに入力された情報)との間のキーワードの比較を行う。前者の仕様要求にはなく、後者のそれにはあるキーワード(削除キーワードと呼ぶ)がある場合、削除キーワードに対応する仕様の部分を削除する。この時、修正事例ベースからキーワードの部分が削除キーワードとマッチする修正事例を検索する(複数ある場合はユーザが選択)。部分マッチあるいは全部一致の場合、キーワードに対応する修正事例のHSC仕様の部分を修正箇所として指摘する。全部一致しない場合、ユーザが再利用部品の中で必要がない部分を削除する。

② 部品の修正内容の提案

記述する仕様の仕様要求と類似仕様部品の仕様要求との間のキーワードの比較結果として、前者の仕様要求にあり、後者のそれにはないキーワード(追加キーワードと呼ぶ)がある場合、(1)と同様に追加キーワードとマッチする修正事例を検索する(複数ある場合はユーザが選択)。部分マッチあるいは全部一致の場合、キーワードに対応する修正事例のHSC仕様の部分を修正内容として提案する。全部一致しない場合、ユーザが追加すべきの仕様を加える。

③ 修正事例(知識)の自動獲得

修正事例を獲得するため、次の2つの機能を提供する。

a) 部品の修正箇所の指摘において、ユーザが再利用部品の中で必要がない部分を削除する際、削除キーワードと、ユーザが削除したHSC仕様の部分を修正事例として獲得する。

b) 部品の修正内容の提案において、ユーザが追加すべきの仕様を加える際、追加キーワードと、ユーザが加えたHSC仕様の部分を修正事例として獲得する。

(4) 仕様事例と修正事例の自動保存機能

1) 仕様事例の自動保存機能

仕様要求テンプレートに入力された情報と、それに対応するHSC仕様の部品(仕様枠組事例、フェーズ事例、ケース事例)を仕様事例ベースに格納する。

2) 修正事例の自動保存機能

削除キーワードや追加キーワードと、それに対応する修正されたHSC仕様の部分(仕様枠組修正事例、フェーズ修正事例、ケース修正事例)を修正事例ベースに格納する。

(5) ユーザフレンドリインタフェースの機能

1) 類似部品の内容の確認機能

より適切な再利用部品を選択可能にするため、ウィンドウを用いて類似部品の内容の表示機能を提供する。

2) HSCエディタの機能

HSCエディタを用いてケースのシーケンス図の記述や修正機能を提供する。

(6) 支援システムと操作に関する情報の自動表示機能

仕様記述の状況に応じて、システムの状態、システムが提供する機能および関連するHSCの用語や記号の説明をウィンドウ上に自動的に表示する。また、現在どのような操作が可能であるかの説明を自動的に表示する。

4.3 支援環境の構成

部品の再利用に基づいてHSC仕様をより効率的に記述できるように支援するため、4.2で述べた6つの機能を提供する支援環境を構成する(図3)。

(1) ユーザインタフェース

ユーザインタフェースは次の5つの部分からなる。

①仕様要求/仕様記述テンプレート:仕様要求テンプレートと仕様記述テンプレートの2種類のウィンドウ。

②仕様事例ディスプレイウィンドウ:部品を表示するウィンドウと、CBRツールART/IMの類似部品の検索結果を表示するウィンドウ。

③再利用部品修正支援ウィンドウ:再利用の類似部品の修正箇所の指摘と修正内容の提案の2つを行うウィンドウ。

④HSCエディタウィンドウ:ケースのシーケンス図の記述や修正機能を提供するウィンドウ。

⑤支援システムと操作に関する情報のウィンドウ:支援システムに関する情報を表示するウィンドウ。

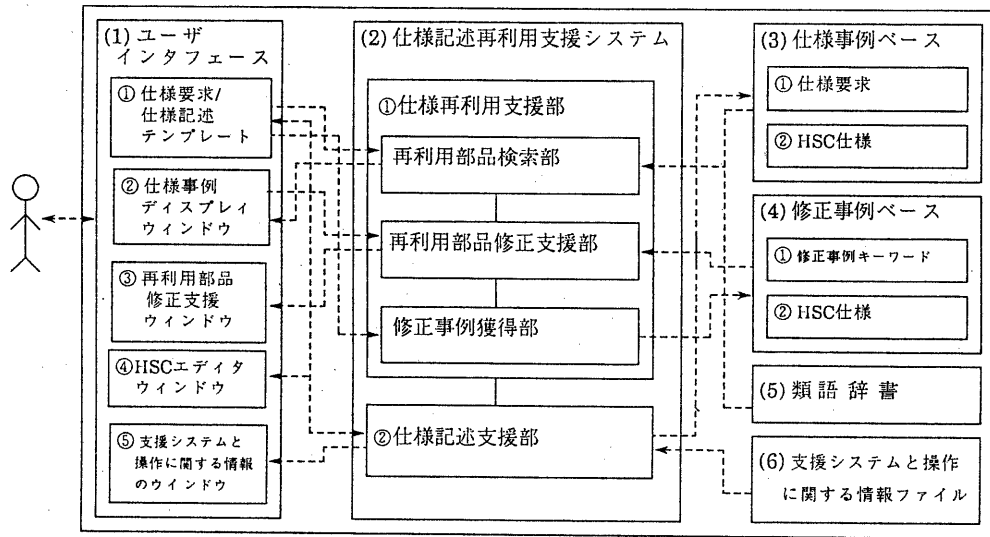


図3 事例ベース推論を適用したHSC仕様開発支援環境

ドウト、システム操作に関する情報を表示するウィンドウ。

(2) 仕様記述再利用支援システム

仕様記述再利用支援システムは次の2つの部分から構成される。

① 仕様再利用支援部

仕様再利用支援部には次の3つの部分がある。

a) 再利用部品検索部

CBRツールART/IMを用いて、再利用可能な類似部品の検索機能を提供する。

b) 再利用部品修正支援部

再利用部品の修正箇所の指摘と修正内容の提案の機能を提供する。

c) 修正事例獲得部

修正事例の自動獲得の機能を提供する。また、仕様の記述が終了した後、獲得した修正事例を修正事例ベースに格納する。

② 仕様記述支援部

仕様記述の状況に応じて、仕様要求テンプレート、仕様記述テンプレートやHSCエディタの制御を行う。また、支援システムと操作に関する情報をそれぞれに対応するウィンドウに表示する。仕様の記述が終了した後、記述された仕様事例を仕様事例ベースに格納する。

(3) 仕様事例ベース

仕様事例ベースには仕様枠組事例、フェーズ事例、ケース事例の3種類がある。それぞれの事例は次の2つから構成される。①仕様要求:仕様要求テ

ンプレートに入力された情報、②HSC仕様:仕様要求に対応する記述されたHSC仕様の部品。

(4) 修正事例ベース

修正事例ベースには仕様枠組修正事例、フェーズ修正事例、ケース修正事例の3種類がある。それぞれの事例は次の2つから構成される。①修正事例キーワード:4.2で定義した削除キーワードや追加キーワード、②HSC仕様:修正事例キーワードに対応する修正されたHSC仕様の部分。

(5) 類語辞書

類語辞書には登録済キーワード(類語辞書に登録されているキーワード)間の類似度が次のように格納されている。

$$(X, (Y_1, v_1), (Y_2, v_2), \dots, (Y_n, v_n))$$

上記の例では、 X と Y_i ($1 \leq i \leq n$)はそれぞれ登録済キーワードを表す。 v_i は X と Y_i の類似度を表し、0から1の間の値をとる。

(6) 支援システムと操作に関する情報ファイル

支援システムに関する情報とシステムの操作に関する情報を格納する。

4.4 試作システム

本支援環境は、SUNワークステーションにおいてCBRツールART/IM、X-windowシステム(Xview)およびC言語を用いて試作した。

[記述例]

試作システムの動作例として着信転送サービスの記述例を示す。本支援システムの初期画面は図4に示すように3つのウィンドウから構成されている。上のウィンドウは仕様記述のためのウィンド

ウである。このウィンドウは仕様記述の状況に応じて仕様要求テンプレートや仕様記述テンプレートのウィンドウに変わる。左下のウィンドウは支援システムに関する情報を表示するウィンドウである。右下のウィンドウはシステム操作に関する情報を表示するウィンドウである。この2つの情報ウィンドウには、仕様記述のそれぞれの局面に応じて、システムや操作に関する情報がそれぞれ対応するウィンドウに自動的に表示される。

次に、試作システムの画面を用いて、図2に示した「Step 1仕様枠組の記述」の具体的な動作を説明する。

Step 1.1 仕様枠組に関する情報の記述

ユーザが図5の上のウィンドウ(仕様枠組の仕様要求テンプレート)で仕様枠組に関する情報を入力する。このテンプレートでは仕様名、分野、キーワードおよび条件項目を入力する。特に、分野、キーワード、条件項目中の限定条件には、入力をしやすくするため、予めメニューが用意されている。ユーザはこれらの中から選択することができる。

Step 1.2 類似仕様枠組の検索

ユーザがCBRツールART/IMを用いて類似仕様枠組を検索する。ART/IMは仕様要求テンプレートに入力された情報に基づいて類似部品の候補を挙げる。この例では2つの部品候補が挙げられている(図6)。

Step 1.3 類似仕様枠組の選択

挙げられた部品候補を再利用できるかどうかを確認するため、部品候補の内容を図7の右上のウィンドウに表示することができる。再利用できる部品がある場合、図7の中央のウィンドウを用いて再利用部品を選択する。例では1番(通信中着信通知サービスの仕様枠組)を再利用部品として選択している。

Step 1.4 類似仕様枠組の修正支援

再利用部品が選択された場合、システムが修正事例に基づいて、図8の右上と右下のウィンドウにそれぞれ再利用部品の修正箇所の指摘と修正内容の提案を行う。例では、修正箇所の指摘として、削除キーワードとそれに対応するHSC仕様の部分(フェーズ名とそのケース名)が表示されている。また、修正内容の提案として、修正事例が見つからなかったため、修正内容の提案ができないというメッセージが表示されている。

Step 1.5 新規フェーズの記述

類似部品が再利用できない、あるいは、部品の再利用をしない場合、図9の上のウィンドウ(仕様枠

組の仕様記述テンプレート)に示すように、ユーザが最初から仕様を記述する。

フェーズやケースを記述する際にも、仕様枠組と同様に図2のStep 2, 3に示した手順で記述の支援が行われる。

現在、仕様事例ベースには交換システムの①基本電話サービス、②通信中着信通知サービスおよび③着信転送サービスの3つの仕様事例がある。表1にこれらのサービスの記述量とその記述する際の再利用部品量を示す。

これらのサービスの記述を通して、本支援システムが部品の再利用に基づいたHSC仕様記述において有効な支援を提供していることが分かった。

表1 サービス仕様の記述量とその再利用部品量

サービス名	シンボル数	再利用数	再利用数	再利用数
	サービス名	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 通信中着信通知サービス	2/3	12/14	37/52	
③ 着信転送サービス	3/4	12/16	42/57	

5. まとめ

本研究では、部品の再利用に基づいたHSC仕様をより効率的に開発するため、事例ベース推論を適用したHSC仕様開発環境をCBRツールART/IMにより実現した。本支援システムでは、主に①事例ベース推論を用いることによる部品の再利用に基づいた仕様記述機能、②再利用部品の検索支援(類似部品の自動提示)、③再利用部品の修正支援(修正箇所の指摘と修正内容の提案)、④再利用部品の修正事例(知識)の自動獲得、などを提供する。また、試作システムを用いた仕様記述例を通して、本支援システムが部品の再利用に基づいたHSC仕様記述において有効な支援を提供していることが分かった。

今後の課題は、類似部品の再利用性を高めるため、部品間の類似度を評価する。また、事例ベース推論を用いることによる部品の再利用に基づいたHSC仕様記述の有効性を評価する。

参考文献

- [1] 黄錦法, 白鳥 則郎: "シーケンス図に基づく通信システム仕様記述法HSCとその支援環境", 情報処理学会論文誌, Vol. 34, No. 6 (1993).
- [2] "ART-IM Programming Language Reference", INFERENCE CORPORATION, California, USA (1991).
- [3] 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 (1992).
- [4] 黄錦法, 吉村 晋, 白鳥 則郎: "事例ベースを適用したHSCに基づいた通信ソフトウェア開発環境", 信学技法, AI 92-94 (1993).

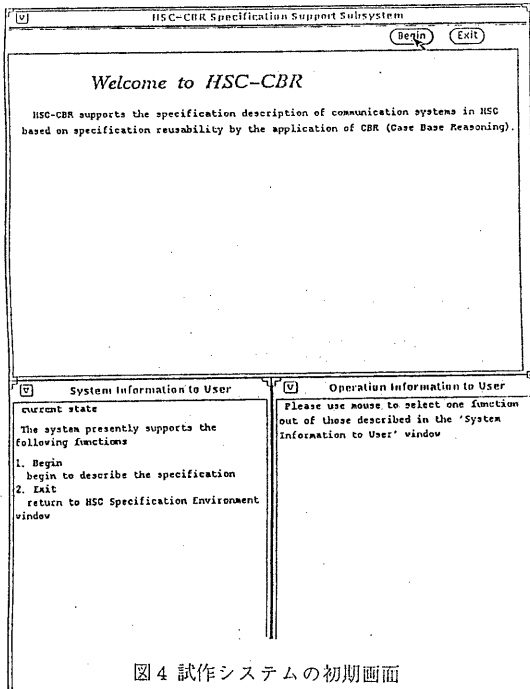


図4 試作システムの初期画面

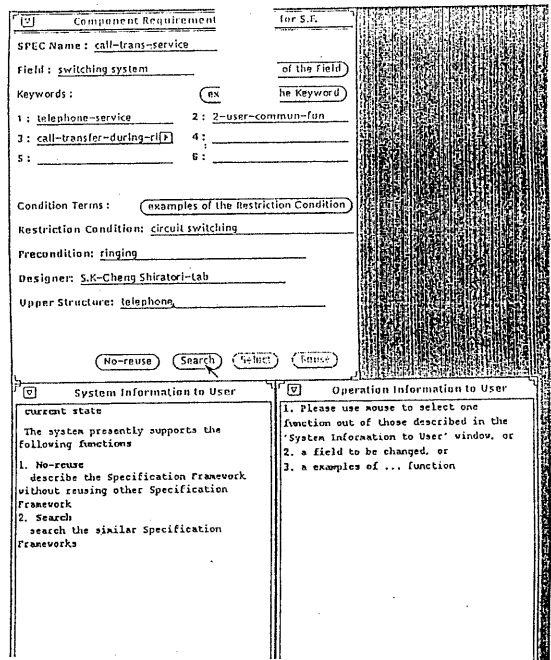


図5 着信転送サービスの仕様枠組に関する情報の入力

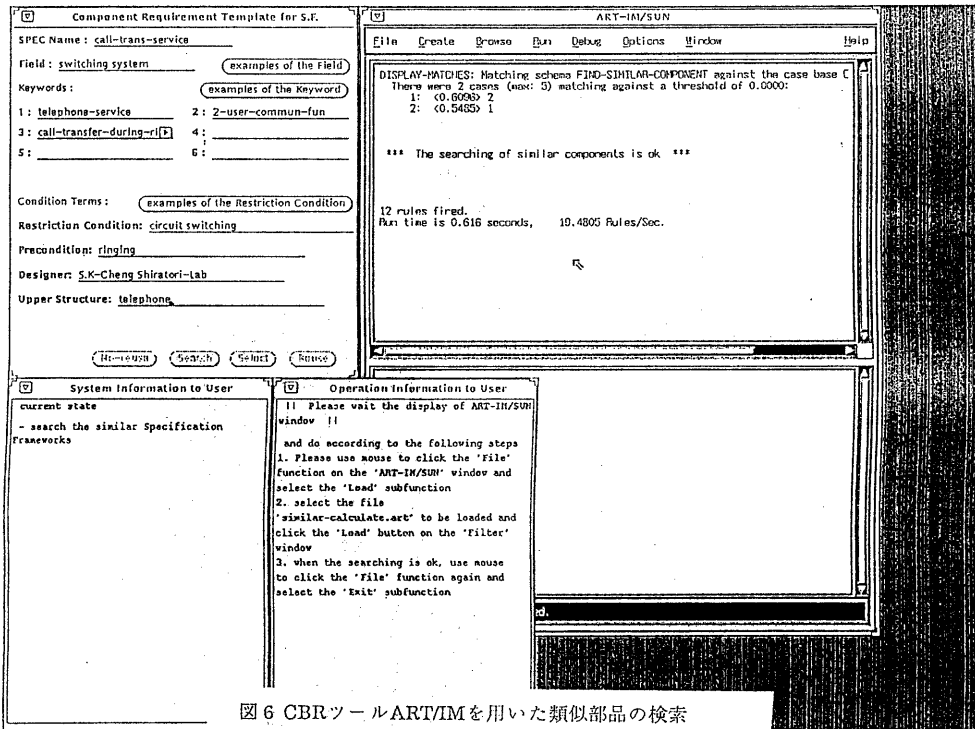


図6 CBRツールARTIMを用いた類似部品の検索

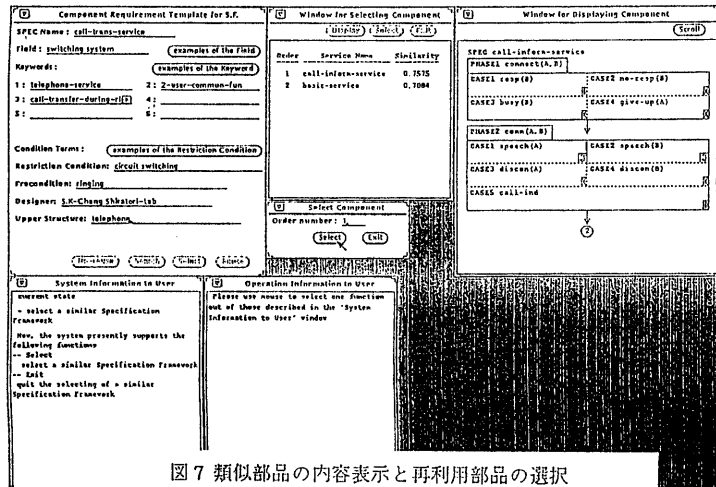


図7 類似部品の内容表示と再利用部品の選択

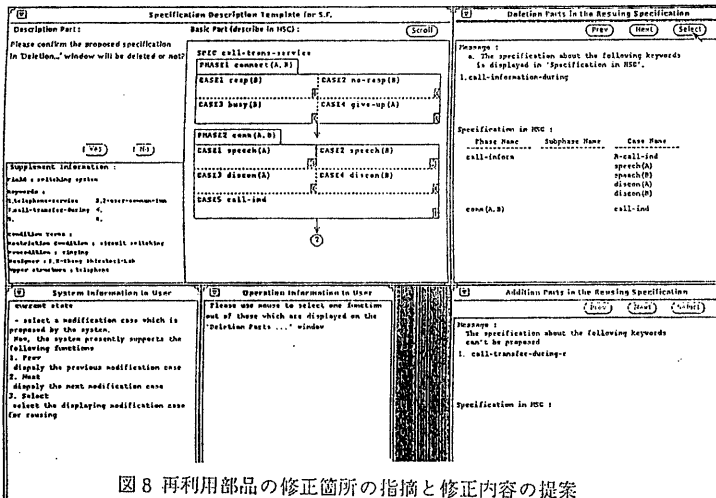


図8 再利用部品の修正箇所の指摘と修正内容の提案

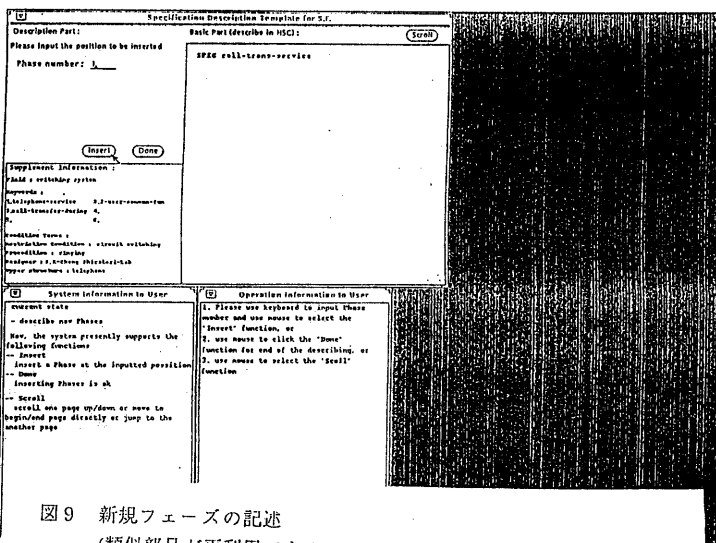


図9 新規フェーズの記述

(類似部品が再利用できない、あるいは、部品を再利用しない場合)