

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2006～2008

課題番号：18700032

研究課題名（和文）

自己説明型コンポーネント・フレームワークの研究開発

研究課題名（英文）

Development of a Self-explanatory Component Framework

研究代表者

吉岡 廉太郎（YOSHIOKA RENTARO）

会津大学・コンピュータ理工学部・准教授

研究者番号：00360008

研究成果の概要：

ソフトウェアコンポーネントにその動作アルゴリズムなどの内部処理や機能を記述できる自己説明型コンポーネントおよびそれを用いたコンポーネント・フレームワークの開発を行った。コンポーネントの記述を容易にするとともにその理解を助ける自己説明性の高い記述言語の実現と、そのようなコンポーネントによるプログラム作成を包括的に補助するためのフレームワークの開発を行った。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1400000	0	1400000
2007年度	1300000	0	1300000
2008年度	900000	270000	1170000
年度			
年度			
総計	3600000	270000	3870000

研究分野：プログラミング言語、プログラミング技術、ソフトウェア工学

科研費の分科・細目：情報学・ソフトウェア

キーワード：自己説明型コンポーネント、cyberFilm、ビジュアル言語

1. 研究開始当初の背景

ソフトウェアコンポーネントを取り巻く環境は、近年、大きな変化を見せている。オブジェクト指向によるアプリケーション開発とコンポーネント作成が普及し、コンポーネントを探し出し、他のコンポーネントで利用できるようにする技術の開発や仕様の標準化が盛んに行われ、今後はコンポーネント指向開発が主流になるとと思われる。すでにいくつかのコンポーネント・フレームワークが提案され、利用されているが、コンポーネントとは、何らかのまとまった機能を提供する単位であり、それを利用するのに必要な手順や

用いるデータ型などが記述されているという点ではどちらも同じである。現在提案されている種々の仕組みや標準仕様はコンポーネントの構造やアクセス手法を統一するに過ぎず、そのコンポーネントの内部動作の記述についてはまったく触れられていない。ところが、コンポーネントを効率よく利用するには入出力のデータ形式だけではなく、内部でどのような処理が行われたかが分からないと編集やデバッグに時間がかかる。実際、コンポーネントに基づく開発であっても、既存のコンポーネントを多少変更したうえで利用するという事は良くあり、そのために

マニュアルを読んだりソースコードを解読したりしていると効率は一気に落ちてしまう。そこで、コンポーネントの内部動作や機能に関する情報をコンポーネントそのものに記述し、利用する側で見られるようなコンポーネント構造とその利用のためのフレームワークが必要である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、自身の動作アルゴリズムや機能に関する記述を格納できる自己説明型コンポーネントの開発とそれをを用いたコンポーネント・フレームワークの開発である。プログラムに高度の自己説明性を持たせるのに、すでに開発を進めている **cyberFilm** の技術を利用し、主にコンポーネント間インタフェースとコンポーネントの検索、配布手法の研究を行う。3年の研究期間で、自己説明型コンポーネントの構造とインタフェースを定義し、コンポーネントをネットワーク上の分散したデータベースより検索し、接続するためのフレームワークを開発し、その有効性を検証する。対象とするコンポーネントは、科学・工学分野に限定し、科学者、技術者が数値計算やシミュレーションなどを行うのに必要なプログラミングに用いるものを対象とする。

3. 研究の方法

本研究では、次世代プログラミング言語として研究代表者らが以前から開発している **cyberFilm** 言語をもとにし、アルゴリズムの指定から自己説明型コンポーネントの生成に必要な技術の開発を通して研究を行う。具体的には、**cyberFilm** によって記述された複数のプログラムを結合するためのインタフェース定義、各プログラムのアルゴリズム的性質などを記述できるマルチメディア言語の開発、検索時に用いるメタ情報などを記録できるコンポーネント構造、インタフェースやメタ情報の記述に用いるマルチメディア言語の開発、自己説明型コンポーネントを作成、表示、検索、結合するための手法について研究する。コンポーネントの対象分野を、抽象化が比較的容易で系統的分類がしやす

い、科学・工学分野に限定することで開発期間を短縮し、まずは、コンポーネント構造とインタフェースの有効性を検証する。

4. 研究成果

(1) コンポーネントのアルゴリズムに関する情報を記録するために **cyberFilm** 言語を採用した。本言語は、アプリケーションに関連する処理やデータを **cyberFilm** という形式で指定し、可用性、再利用効率をより高い次元で実現する次世代のマルチメディア言語と位置づけられる。**cyberFilm** 言語は **cyberFilm** とそれに対する操作で構成される。**cyberFilm** は計算を1ステップずつ表し、計算ステップ数分のフレームによって構成される。計算の内容は3次元の構造体と、その構造体の各ノードを訪れる順番によって表現する。各ノードにはユーザーが実行したい処理や演算式、論理式、関数が記述され、プロセスがそのノードを通過するときに実行される。**cyberFilm** は、これらフレームを用いることで、計算の順序だけでなく、複数のビュー（状態・性質・機能）を動的（動画）・静的に表現することができる。このことにより、多角的な情報をユーザーに提供することが可能であり、コンポーネントの自己説明性を実現する。このような **cyberFilm** はプログラマにとってアプリケーションを直感的に理解・指定しやすくすると同時に、数学的厳密さと精度を兼ね備え、スケラブルでかつポータブルであり、容易に変更できるという利点をもつ言語要素である。図1は、この **cyberFilm** にもとづくコンポーネント・フレームワークの概念を表している。図の中心にあるのが **cyberFilm** であり、左側に図示されているエディターやブラウザーを通して編集や操作をする。**cyberFilm** として作成されたものはコンポーネントとしてデータベースに保存され、新たに作るコンポーネントのひな形にしたりすることができる。また、図の右端に示されているようなコンパイラによって各コンポーネントは自動的に実行可能なプログラムに変換される。

(2) コンポーネント構造は、**cyberFilm** をもと

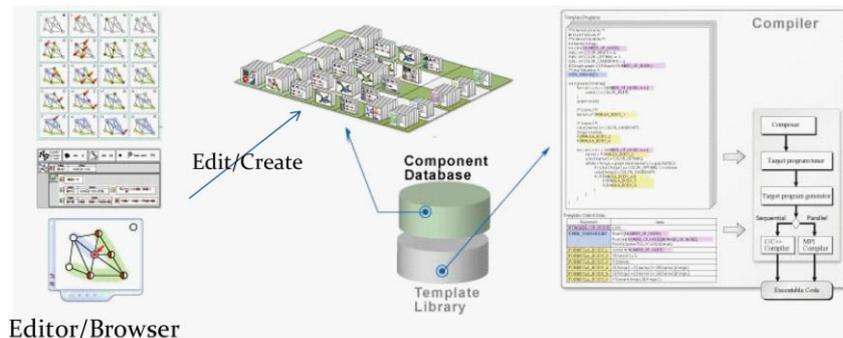


図1 コンポーネントフレームワークの概要

に、コンポーネント同士を接続するために必要な入出力のデータ型に関する定義と、その用途や役割といった、コンポーネント利用時に役立つ情報を格納できる構造とした。そして、入出力データを定義・表現するための、アイコンを主にしたインタフェース言語を開発した。また、コンポーネントの用途や役割を表現するための同様の言語も開発した。①インタフェース言語は言語要素となるアイコンとその組み合わせ規則からなるものである。入出力データの基本構造、データ型、大きさなどの基本情報に加え、各データが入出力されるタイミングなどについても記述することができる。図2と図3はそれぞれインタフェース言語を用いて入力と出力を定義した場合の例である。各図において、a~gの各アイコンによって入力および出力データの性質が定義されている。

Input

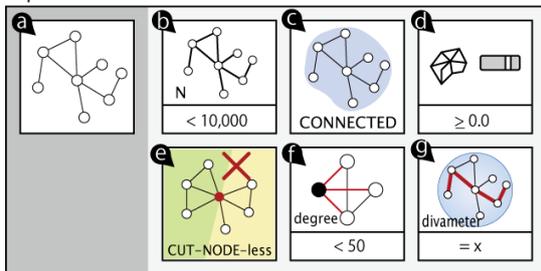


図2 インタフェース言語（入力）の例

Output

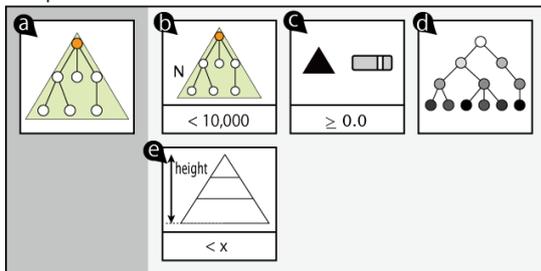


図3 インタフェース言語（出力の例）

②コンポーネントの用途や役割を記述する言語の開発にあたっては、多数の既存の科学的、技術的分類をさまざまな角度で比較調査し、利用者である科学者や技術者が情報科学の知識が無くとも、それぞれの専門分野の知識によって必要とするコンポーネントを検索できることを目指した新たな分類を作成した。前述の言語はこの分類にもとづいたコンポーネントの定義を行うことができるように設計されている。ただし、将来、分類をあるていど変更しても言語（言語要素と組み合わせ規則）自体の変更は必要としない構造になっている。図4はコンポーネントの性質を記述する言語の例である。この例では、このコンポーネントの計算がツリーに關係す

るもので、さらにそのツリーの大きさやデータ型の情報が表現されている。各アイコンの説明が分からない場合には、画面上でクリックするとその説明を見ることができる。

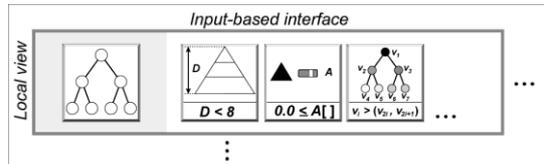


図4 コンポーネントの性質を表現

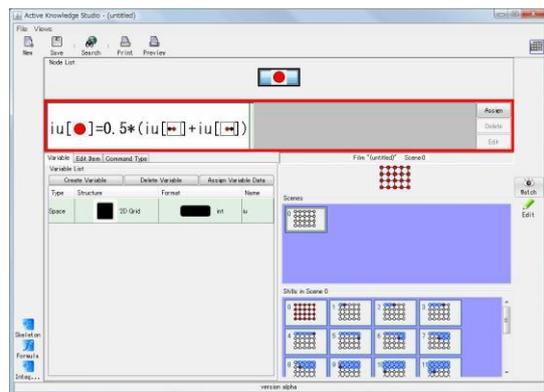


図5 計算式のエディター画面

(3) 新しく開発した言語の機能を実証し、言語仕様の確定と改良をするため、これらの言語を用いてコンポーネントを定義するためのエディターと、表示を行うためのブラウザを開発した。特に、詳細な条件や処理内容を記述するのに必要な計算式の入力機能については、幅広い種類の計算式を簡単かつ正確に入力するためのエディターを開発した。このエディターでは、数学に用いられる記号や長い数式を短く、イメージをつかみやすいグラフィックスで表現するなどの工夫を行った。図5は計算式を入力するためのエディター画面である。

(4) cyberFilmによって記述したコンポーネントをプログラムとして実行可能な形式へ変換する手法を開発した。採用した手法はテンプレートを用いるものであり、あらかじめ用意した複数のテンプレートからもっとも適切なものを選択して用いることを特徴とする。これにより、テンプレートを用いながらも、状況に合わせた実行効率の高いプログラム生成が可能である。ただし、今のところデータベースに用意したコンポーネントとテンプレートは一部の計算アルゴリズムに関するものであるため、より多くの種類のもので引き続き試す必要がある。

(5) コンポーネントの属性に基づく登録と検索のため、アルゴリズムのデータ構造、処理順序、学術分野、アプリケーション分野などをもとにした分類を作り導入した。この分類にしたがってコンポーネントをデータベースに登録し、検索を行うためのブラウザを実装した。検索手法は、この分類に基づくものと、コンポーネントに含まれる cyberFilm の属性から検索する手法も検討したが実装までは至らなかった。また、検索手法の実験については時間がなく、簡単なテストに止まったが機能を確認することはできた。

(6) 開発したエディターとブラウザを用いて、コンポーネントを作成し、データベースに登録する一連の作業を行った。その作業過程で、コンポーネント構造とインタフェース言語の検証と改善作業を行った。対象としたコンポーネントは、計算アルゴリズムに関する主に科学計算用のものである。基本的なものについては想定した通りにコンポーネント化し、データベースに保存することができた。コンポーネント・フレームワークの基本をなす骨格の部分については問題なく機能することが分かった。しかし、計算アルゴリズムの中には、基本的なものを特殊な用途向けに細部を最適化したものが多く、その小さな違いを効果的に説明する情報の付加が必要であるが、その統一的な手法が必要であることが明らかになった。現状では、各アルゴリズムの目的、用途、関連分野を示すアイコンのデザインを工夫することで区別を行っている。

(7) 上記の通り、ソフトウェアコンポーネントに高度の自己説明性を付加するための新たなコンポーネント構造と記述言語を開発した。それぞれ、すでに開発済みの cyberFilm をもとにしたが、コンポーネントの登録と検索に用いる分類情報、インタフェース言語、コンポーネントの性質を記述する言語は本研究で新たに開発したものである。これらは、デモ用に実装したシステム内のエディターとブラウザを用いて簡単なテストを行い、その機能の有効性を確かめた。今後の研究として、今回開発したコンポーネント構造と言語を用いてより多くの種類のコンポーネントを作成し、その効果の検証し、コンポーネントの自己説明性を向上するための改善につなげる必要がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

- ① 吉岡廉太郎、ニコライミレンコフ、渡部有隆、
Incorporating Security into Software Development Process、New Trends in Software Methodologies, Tools and Techniques、182 巻、99-109、2008、査読有り
- ② 渡部有隆、ニコライミレンコフ、吉岡廉太郎、
Algorithm Library based on Algorithmic cyberFilms、Proceedings of 6th International Conference on New Software Methodologies、427-447、2007、査読有り

[学会発表] (計 2 件)

- ① 吉岡廉太郎、Incorporating Security into Software Development Process、The 7th International Conference on Software Methodologies, Tools and Techniques、2008、Sharjah、UAE
- ② 渡部有隆、Algorithm Library based on Algorithmic cyberFilms、6th International Conference on New Software Methodologies、2007、イタリア

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

なし。

6. 研究組織

(1) 研究代表者

吉岡 廉太郎 (YOSHIOKA RENTARO)
会津大学・コンピュータ理工学部・准教授
研究者番号：00360008

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：