

# マルチモーダルインタフェースを利用した 没入型プログラミングシステム：おうぎ

An Immersive Programming System using Multimodal Interfaces: Ougi

大澤範高<sup>1)</sup>, 浅井紀久夫<sup>1)</sup>, 鈴木一史<sup>1)</sup>, 杉本裕二<sup>1)</sup>, 齋藤史彦<sup>2)</sup>

Noritaka OSAWA, Kikuo ASAI, Motofumi SUZUKI, Yuji Y. SUGIMOTO and Fumihiko SAITO

1) 文部科学省 メディア教育開発センター

(〒261-0014 千葉県美浜区若葉 2-12, {osawa,asai,motofumi,yuji}@nime.ac.jp)

2) 株式会社 ソリッドレイ研究所

(〒221-0835 神奈川県横浜市神奈川区鶴屋町 2-20-1 Y T U ビル 5 F, saito@solidray.co.jp)

## Abstract:

An immersive programming system called “Ougi” has been developed to enable programming with multimodal user interfaces in an immersive virtual reality environment. It visualizes codes and data of a program in three dimensions, and it allows one to edit and control the program by direct manipulation and gestures of one’s hand. It also provides one with auditory and tactile feedback as well as visual feedback. This paper gives an overview of Ougi and explains future work.

**Key Words:** *immersive programming, multimodal interface, direct manipulation, software visualization*

## 1. はじめに

没入型バーチャルリアリティシステムにおいてマルチモーダルインタフェースを活用したプログラミングを行うためのプロトタイプシステム「おうぎ」を開発している。

3次元可視化を用い、手の動作によるプログラムのブラウズ、編集、実行、デバッグが可能である。操作例のスナップショットを図1に示す。

プロトタイプシステムは、現在のところ対象プログラミング言語として、Java 言語のサブセットをサポートしている。他のプログラミング言語への拡張が容易な内部構造になっている。

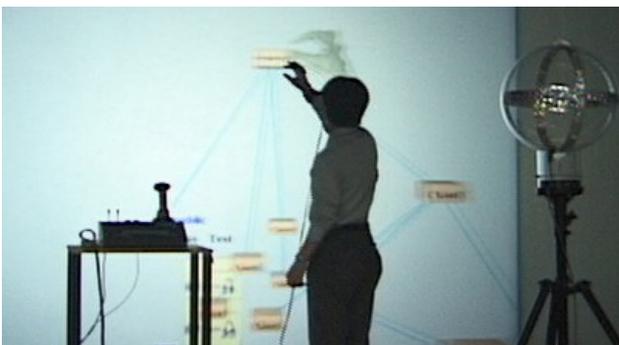


図1: 「おうぎ」におけるプログラミング

## 2. プログラム表現

プログラムの3次元可視化においては、クラス間の関係や制御・データフローを3次元グラフによって表現すると共に、プログラム要素間の階層関係をプログラム要素を表す板の重なりによって表現することを基本としている。現在サポートしている言語がJavaベースということもあり、テキストプログラミングとの対応がとりやすいように比較的平板な表現も可能にしており、3次元的な表現との切替えが可能である。

また、従来の可視化プログラミング言語[1][2]では、グラフもしくはアイコン、テキストによる表現に頼ってきた文法的な制約をジグソーパズル的な3次元形状の整合の関係によって表現をするようにしている[3]。ここで、3次元形状の整合とは凸形状が凹形状に入るか否かということである。これらの可視化例を図2に示す。

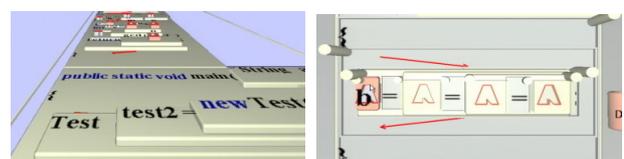


図2: 板の重なりによる階層構造の表現(左)とジグソーパズルの制約表現と制御フロー(右)の例

### 3. マルチモーダルインタフェース

プログラムの編集および操作は、手による直接操作およびジェスチャーによって行う。プログラム要素に手を近づけた際には、要素の端に円柱状の操作用ハンドルが現れる。それを手で操作することによって、要素の移動および複製の直接操作が可能である。階層の上位の要素を移動する場合には、それ以下の全ての要素が移動される。直接操作による編集例を図3に示す。直接操作に加えて、手のジェスチャーによって、視点移動や視点位置のリセット、プログラミング用工具箱の制御、undo、redoが可能である。操作の際には、視覚的なフィードバックに加えて、聴覚的、触覚的なフィードバックができる。

18名の学生に1時間ほどずつ「おうぎ」を利用してもらった。初めて没入型バーチャルリアリティシステムを体験する学生でも手による直接操作の理解には問題はなかった。また、利用しているジェスチャー数が少ないので、ジェスチャーとその意味の理解と記憶にも大きな支障はなかった。今後、被験者を用いた評価実験を行う予定である。

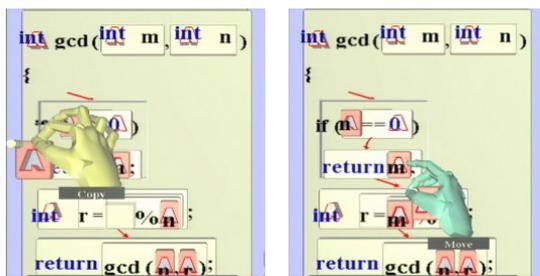


図3: 直接操作による編集例

### 4. 機能

3次元空間のナビゲーションおよび、クラスやメソッド等の要素の展開や折畳みによって、プログラム空間のブラウズが可能である。また、前述のように手による直接操作によってプログラムの作成および編集が可能である。

作成したプログラムは、手による操作指示によってコンパイル、実行をすることも可能である。さらに、デバッグのためにブレークポイント等を直接操作によってプログラム中に設定することもできる。プログラムを実行した際には、生成されたインスタンスおよび実行フレーム等が動的に表示され、プログラムの内部状態を知ることができる。

ブレークポイントによるプログラムの停止時には、ブレークポイント付近の変数の値が自動表示される。自動表示されていない変数等の値を知りたい場合には、変数に指で触れることによって、変数値を表示することができる。

### 5. 実装

プロトタイプシステムは、メディア教育開発センターに設置されている没入型バーチャルリアリティシステム TEELeX (Tele-Existence Environment for Learning exploration)で稼動している。手と指の位置の検出と触覚フィードバックには、位置トラッカー (Polhemus Fastrak)とセンサーグローブ (CyberTouch)を用いている。

プロトタイプシステムは、Java 言語、Java3D クラスライブラリ、it3d ライブラリ (Interactive Toolkit library for 3D applications - <http://www.nime.ac.jp/it3d> or <http://www.it3d.org>)を用いて実装した。パーソナルコンピュータによって稼動させているが、Java の利用によって、システムは幅広いハードウェアシステム上で動作すると考えている。

### 6. まとめと今後の予定

没入型仮想空間において身体動作を用いたプログラミングが可能なシステム「おうぎ」の概要について説明した。プロトタイプシステムは稼動しており、マルチモーダルインタフェースの活用をより一層進めるよう機能拡張を行っているところである。

現在は、Java 言語のサブセットをサポートしているが、身体動作を活用できる没入型プログラミング言語を設計し、その処理系を開発する計画である。

また、分散協調プログラミングシステムへの拡張およびデザインパターンやUMLのサポートによって、プログラム開発における協調作業を支援するシステムへ発展させる予定である。

### 謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金(14380090)による。

開発に利用した it3d は、情報処理振興事業協会 (IPA) の委託により財団法人ソフトウェア工学研究財団 (RISE) が実施した平成 12 年度「高度情報化支援ソフトウェアシーズ育成事業」の「分散協調アプリケーションのための 3 次元ツールキットライブラリ」の成果である。

### 参考文献

- [1]Margaret M. Burnett, Adele Goldberg and Ted G.Lewis, Visual Object-Oriented Programming: Concepts and Environments, Manning, 1995.
- [2]Marc A. Najork, "Programming in Three Dimensions," Journal of Visual Languages and Computing, Vol. 2, No. 7, pp. 217-242, 1996.
- [3]Noritaka Osawa, "Visualization of Inheritance Relationships Using Glyphs", IEICE Trans. on Information and Systems, Vol.E85-D, No.1, pp.275-282, 2002.
- [4]Noritaka Osawa, Kikuo Asai, and Fumihiko Saito, "An Interactive Toolkit Library for 3D Applications: it3d," Eighth Eurographics Workshop on Virtual Environments (EGVE2002), pp.149-157, May 2002.
- [5]杉本 裕二, 浅井 紀久夫, 大澤 範高, "高輝度没入型仮想空間システムの開発", 電子情報通信学会 1999 年総合大会, A-16-18, 19