

研究課題別評価

1. 研究課題名:

実世界指向の具象化プログラミング

2. 研究者氏名: 岡田 義広

研究員: Muhammad Hussain (研究期間 H.15.04~H.17.09)

3. 研究の狙い:

実世界にある事物やそれに対する操作のメタファーを積極的にプログラミングに活用することにより、より人間の思考に近い感覚・操作によりプログラミングが可能になると考えられ、ソフトウェアの生産性向上が期待できる。このようなプログラミング手法を実世界指向の具象化プログラミングと呼んでいる。本研究の目的は、具象化プログラミングを実現するための理論的・技術的問題を解決し、実際にシステム開発を行うことにより、そのソフトウェアアーキテクチャーを明らかにすることである。従来のオブジェクト指向プログラミングはソースコードレベルのソフトウェア部品化であり、テキスト形式のプログラミングを必要とする。本研究は、計算機の画面上に3次元可視表現されたリアクティブな具象としてのソフトウェア部品化であり、テキスト形式のプログラミングの必要ない動的なプログラミング環境を目指すものである。特に、実世界にある事物を操作するのと同じ身体動作を伴う直接操作を可能とする部品化技術と部品間の機能合成機構の確立を目指すものである。さらに、実世界で行う種々の創造活動を、ネットワークにつながれた複数の計算機の利用者が身体動作を伴う直接操作により協調して行えるための環境の確立も目指す。

4. 研究成果:

4.1 3次元可視表現によるソフトウェア部品化と直接操作インタフェースの開発

独立な機能と3次元の可視形状をもち、従来のソフトウェア部品の「物化」をさらに進めた具象としてのソフトウェア部品化を行った。特に、実世界で人が行うのと同じ身体動作を伴う直接操作を可能とするソフトウェア部品化を研究した。

実世界における身体動作による「物」の直接操作は物理法則のもとで成り立っている。重力場の概念の導入による「物」を掴み移動させるといった直接操作機能を開発した。また、身体動作による「物」の直接操作を可能とするため、モーションキャプチャ装置とデータグローブ装置から得られるデータを扱うための専用のソフトウェア部品をそれぞれ開発した。「物」を直接操作するための衝突検出に基づくジェスチャ認識機能のほか、「物」の直接操作をデータグローブ装置を用いて行うためのポインティング機能をもつ仮想マウスの導入を行った。さらに、ビデオベースの動作入力システムや音声コマンドによる直接操作インタフェースの開発も行った。

1) 衝突検出に基づくジェスチャ認識機能

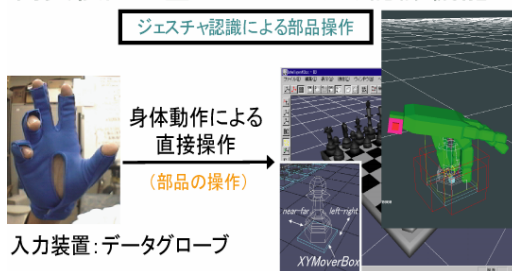
身体動作データを取得する専用部品と、衝突検出に基づくジェスチャ認識機能を組み合わせることで、種々の3次元オブジェクトを直接操作する実験を行った。また、ジョイスティック

クからデータ入力する機能や、ヘッドマウンテッドディスプレイへデータ出力する機能を専用部品として開発した。下の左図に示すように、これらの3次元可視部品を画面上で組み合わせ合成して用いることにより、没入感のある仮想現実空間を構築可能であることを明らかにした。

2) 仮想マウスデバイスの導入

利用者の両手の動きにより操作できるポインティング機能をもつ仮想マウスをソフトウェア部品として実装し、3次元オブジェクトのレイアウト操作やオブジェクトの合成操作について実験を行った。下の右図に示すのは、データグローブ装置を用いて3次元オブジェクトをレイアウトし3次元シーンを構築する例と、車をその部品から組み立てる例である。これらの操作は、本研究成果として開発したビデオベースの動作入力システムを用いても可能である。

衝突検出に基づくジェスチャ認識機能

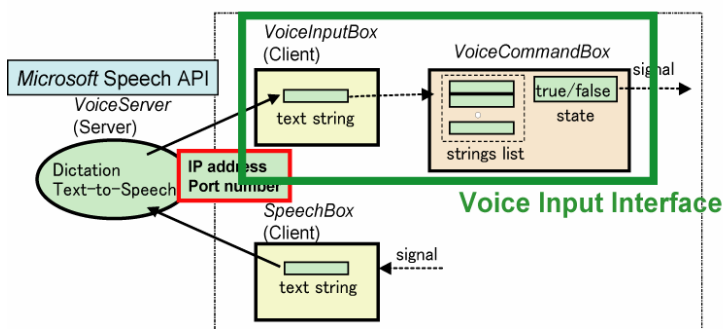


仮想マウスデバイスの導入

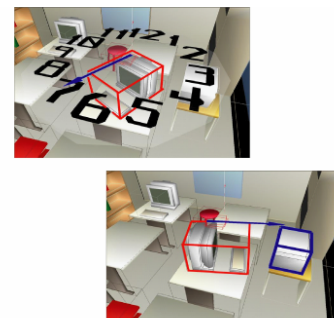


3) 音声操作インターフェースの開発

音声コマンドは身体動作データのの一つと考えられる。音声による操作をも可能とするように音声入出力インターフェースをソフトウェア部品として実装した。以下の左図は、音声入出力部品のデータ連携図である。また、右図に示すように、接触制約やコンテキスト情報を利用することにより、音声コマンドのみで3次元オブジェクトの移動・回転操作が行える配置システムを開発した。



音声入出力インターフェースの部品化



音声コマンドによる3次元オブジェクトのレイアウト操作

4.2 部品間の動的機能連携機構の研究

身体動作によって、CG表現された3次元部品を掴み、移動・合成することにより、合成された3次元部品(3次元ソフトウェア)の構築が行えるプログラミング環境を目指している。しかし、非常に多くの3次元オブジェクトが存在する3次元仮想空間を構築する場合、現実世界と同じように身体動作を伴う移動操作によって配置を行うのは現実的ではない。そこで、オブジェクト間の接触制約

を属性として保持し用いることにより、オブジェクトの自動配置やオブジェクトを自動合成するアルゴリズムを開発した。

4.3 分散環境への拡張

高速なネットワークで相互につながれた複数の計算機利用者間で、協調操作が行えるためのイベント情報の分散共有、競合処理の研究を行った。操作イベント情報を管理する機能を独立な機能をもつ部品として実装することにより、それら部品の分散共有によって、操作イベントを共有する分散共有仮想空間の構築が可能である。モーションキャプチャ装置やデータグローブ装置およびビデオベースの動作入力システムからの操作イベント情報を扱えるようにイベント管理部品の機能を拡張した。

4.4 メディア統合フレームワーク

すでに蓄えられている従来のメディアを、本研究システムを利用して構築される3次元合成部品と共に、計算機上の3次元仮想空間の中で統一的に扱うための統合技術の研究を行った。主なメディアをソフトウェア部品単位で扱えるようにし、応用システム開発による実証研究を行った。さらに、時系列数値データ可視化とマルチメディア・プレゼンテーションの機能を併せ持つ情報可視化ツールの提案や、モーションを含む3次元部品を効率よく探し出すための形状検索とモーションデータ検索について検索アルゴリズムの開発とブラウジングのための可視化ツールの開発を応用研究として行った。

5. 自己評価:

本研究で目指している身体動作を伴う直接操作による動的なプログラミング環境のうち、特に、身体動作を扱うためのインタフェースに関する部品化はほぼ完成している。ただし、本研究課題における「動的プログラミング環境」のプログラミングとは、部品の機能合成を行うことに対応し、機能合成操作も身体動作を伴う直接操作により行える必要があり、この部分の開発が遅れている。これは、従来マウスデバイスを用いた、メニューの表示と選択という操作によって機能合成を行っていた部分を、身体動作を伴う直接操作により行えるように変更することであり、今後継続して研究を進めていきたいと考えている。

今回のさきがけ研究でポスドク研究員を雇用し、2年半の間一緒に研究を行ってきた。ポスドク研究員とは年齢が近いこともあり、上下の別なく、アドバイスを与え、ときにアドバイスを受けながら共通の研究目標に向かって研究を遂行することができた。専門知識と高い研究能力を備えたポスドク研究員と共に研究できたことで、予想以上の研究成果を上げることができたと考えている。

6. 研究総括の見解:

実世界で体を使い、物を組み立てると同様の操作を行い、バーチャルな世界で同じ動作を画面で見ながら、手で直接触れることができる形式で実現する実世界指向具象化プログラミングのためのソフトウェア部品を開発した。特に、衝突検出に基づくジェスチャ認識機能、仮想マウス

デバイス、音声操作インタフェースなどを開発し、三次元グラフィックス応用ソフトウェアの開発が行えるプログラミング環境の研究をすすめたことは今後のこの分野の進展に貢献したものと評価される。

7. 主な論文等:

1. Akazawa, Y., Okada, Y., and Nijijima, K. : Intelligent and Intuitive Interface for Construction of 3D Composite Objects, Proc. of the 2005-IEEE International Workshop on Haptic Audio Visual Environments and their Applications – HAVE 2005, IEEE ISBN: 0-7803-9377-5, pp. 13-18, Ottawa, Canada, October, 2005.
2. Hussain, M., Okada, Y. and Nijijima, K. : Feature-Preserving and Memory Efficient Simplification of Polygonal Meshes, International Journal of Modelling and Simulation, ACTA Press, Vol. 25, No. 4, pp.253-258, 2005.
3. Fukutake, H., Akazawa, Y., Okada, Y., Nijijima, K. : 3D Object Layout by Voice Commands Based on Contact Constraints, Computer Graphics, Imaging and Visualization as Proc. of CGIV 05, IEEE CS Press, pp. 403-408, Beijing, China, July, 2005.
4. Okada, Y. : IntelligentBox as Component Based Development System for Body Action 3D Games, in the special session of ACM SIGCHI International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology (ACE 2005), pp. 454-457, Valencia, Spain, June, 2005.
5. Akazawa, Y., Okada, Y., and Nijijima, K. : AUTOMATIC 3D SCENE GENERATION BASED ON CONTACT CONSTRAINTS, Proc. of the Eighth International Conference on Computer Graphics and Artificial Intelligence (3IA' 2005), pp. 51-62, Limoges, France, May, 2005.
6. Okada, Y. : 3D Visual Component Based Approach for Immersive Collaborative Virtual Environments, ACM SIGMM 2003 Workshop on Experiential Tele-presence (ETP 2003), pp. 84-90, Berkeley, CA, USA, November 2003.

その他、上記以外の論文 6 件、上記以外の口頭発表(査読付き国際会議論文) 34 件、口頭発表(国内会議) 16 件