

平成 22 年 5 月 24 日現在

研究種目：基盤研究 (C)
研究期間：2007～2009
課題番号：19500109
研究課題名 (和文) 具象化に基づく 3 次元マルチメディアコンテンツの編集・検索基盤技術の研究開発

研究課題名 (英文) Study on Editing and Searching Technologies for Embodiment 3D Multimedia Contents

研究代表者

岡田 義広 (OKADA YOSHIHIRO)
九州大学・大学院システム情報科学研究院・准教授
研究者番号：70250488

研究成果の概要 (和文)：本研究では、3次元グラフィックス表示され、マウスデバイスにより直接操作できるばかりでなく、実世界の「物」により近い形式で定義される具象メディアとよぶソフトウェア部品化を行うことにより、実世界で行っている「物」の構築過程により近い形式で、3次元応用ソフトウェアの開発を含む3次元マルチメディアコンテンツの生成を可能とする環境を目指した。特に、材質情報までも属性として扱うより高度なソフトウェア部品化を行い、そのための編集・検索基盤技術の研究開発を行った。

研究成果の概要 (英文)：This study aimed to provide the following editing and searching environments for embodiment 3D multimedia contents. It is thought that if software components have the same 3D visual shape and same behavior as the corresponding object called embodiment 3D multimedia contents, which actually exists in the real world, the programming becomes possible by combining those software components in the same way as if we made something in the real world. This enables to enhance the software development efficiency. Especially, this study focused on how to treat various attributes of the above software components, i.e., their material information.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2008 年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2009 年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学，メディア情報学・データベース

キーワード：ソフトウェア開発効率化・安定化，バーチャルリアリティ，マルチモーダルインタフェース，ユーザインタフェース，コンテンツ・アーカイブ，ディレクトリ・情報検索

科学研究費補助金研究成果報告書

1. 研究開始当初の背景

現在の計算機は実時間で3次元グラフィックス表示が行えるようになった。表現能力が高いため3次元グラフィックス表示機能のある3次元応用ソフトウェアの需要が増している。しかし、3次元応用ソフトウェアの開発は、従来の平面的なグラフィックス表示機能のある2次元応用ソフトウェアの開発に比べて多大の労力を要する作業であることに変わりがない。3次元応用ソフトウェアの開発を支援する開発環境やソフトウェア・アーキテクチャをさらに研究開発する必要がある。

ソフトウェア開発における部品化は、オブジェクト指向プログラミングの要素技術であるが、オブジェクト指向プログラミングでは可視的な部品としての表現形態や直接操作機構がなく、ソフトウェア部品の「物」化が十分にみなされていないといえる。そこで、申請者を含む研究グループにより、インテリジェントボックスとよぶ3次元応用ソフトウェア開発支援システムが1995年に提案されている。インテリジェントボックスとは、3次元の可視形状をもち、画面上でのマウスデバイスを用いた直接操作が可能な形式で定義されたソフトウェア部品を提供し、それらを画面上で組合せ機能合成することにより、3次元応用ソフトウェアの開発が行えるシステムである。申請者はさらに、実世界で行っている「物」の構築過程により近い形式で、3次元応用ソフトウェアの開発が行える動的プログラミング環境の研究を継続して行った。これを「実世界指向の具象化プログラミング」とよんでいる。これは、仮想現実感研究の成果として開発された種々のデバイスを積極的に利用し、実世界で身体動作により「物」を構築する過程をプログラミング環境に導入することにより、3次元応用ソフトウェアの開発効率の向上を目指したものである。

2. 研究の目的

本研究は、申請者らの上記の研究成果をさらに進めるものであり、具象メディアとよぶ実世界の「物」により近い形式で定義されるソフトウェア部品の部品化技術と具象メディアの編集・検索基盤技術を研究開発するものである。本研究は、3次元グラフィックスにより画面上に可視化され、マウスデバイスなどにより直接操作できるばかりでなく、実世界の「物」により近い形式で定義されるソフトウェア部品化を行い、実世界で行っている「物」の構築過程により近い形式で、3次元応用ソフトウェアの開発を含む3次元マルチメディアコンテンツの生成を可能とする環境の開発を目指すものである。特に、3

次元オブジェクト同士が衝突した際にどのように形状が変形されるか、どのような衝突音が発生するか、近づいたときにどのような臭いがするかといった実世界の「物」の材質情報までも属性として扱う従来にはない高度なソフトウェア部品化を目指す。

3. 研究の方法

(1) 具象メディアとしてのソフトウェア部品化技術の研究

申請者がカーネルプログラムの開発を行ったインテリジェントボックスを研究基盤システムとして用いて研究開発を行う。インテリジェントボックスが提供する3次元ソフトウェア部品は、3次元の可視形状と固有の機能をもつ。3次元オブジェクト同士が衝突した際にどのように形状が変形されるか、どのような衝突音が発生するか、近づいたときにどのような臭いがするかといった実世界の「物」の材質情報をインテリジェントボックスが提供するソフトウェア部品に追加・拡張することにより、具象メディアとしてのソフトウェア部品化を実現する。

(2) 具象メディアの直接操作インタフェースの研究

計算機の画面上に3次元グラフィックス表示される仮想空間の中で高度に没入感のある形式で具象メディアを操作するためのインタフェースに関する研究を次のように行う。

① 基本操作インタフェースの開発

すでに、仮想現実感研究の成果として力覚フィードバックデバイスや触覚フィードバックマウスなどが開発されている。これらの装置やデータグローブ装置を使用して具象メディアを、実際の手で掴んで、移動や回転配置ができるように各具象メディアの基本となる直接操作インタフェースを開発する。研究基盤システムであるインテリジェントボックスは、すでに、マウスデバイスやデータグローブ装置を使用した直接操作が可能である。さらに、力覚フィードバックデバイス装置に対応するように基本操作インタフェースの拡張を行う。

② 具象メディアの物理的な相互干渉による実時間変形制御機構の開発

具象メディアオブジェクトが相互に衝突や接触した場合に、各オブジェクトの材質情報に応じて3次元形状が実時間で変形制御される機構を導入する。すでに、バネモデルを利用した布のシミュレーションエンジンを開発しており、これを拡張し研究基盤システムへ導入することにより研究を進める。

③ 具象メディアの物理的な相互干渉により生じる音の生成技術

各オブジェクトの材質情報に応じて衝突音や接触音を発生させる機構を導入する。音のミキシング機能はすでに研究基盤システムへ導入しているため、材質に対応する音の情報をどのように具象メディア部品の属性として記述すべきかについて研究を行う。

④ 具象メディアの臭い属性に対応したインタラクション技術

3次元仮想空間に存在する具象メディアに触れたり近づいたときに、調香器から対応する臭いが発生されるような機構を具象メディア部品に導入する。調香器から臭いを発生させるための機能はすでに研究基盤システムへ導入しているため、材質に対応する臭いの情報をどのように具象メディア部品の属性として記述すべきかについて研究を行う。

(3) 具象メディアの編集生成技術の研究開発

具象メディアとしての3次元可視部品の組み合わせ機能合成により、種々の合成された具象メディアコンテンツの開発が可能となる。この組み合わせ機能合成する際のユーザ操作履歴情報を保存しておき、どの部品とどの部品がどのように組み合わせられたかの情報から、各部品の組み合わせ可能パターンを学習し、合成可能制約データベースを作成することにより、具象メディアコンテンツの自動合成が可能になると考えられる。すでにインテリジェントボックスを用いて開発された3次元応用ソフトウェアが数多くあり、合成された3次元機能オブジェクトが多数存在する。これら既存の3次元機能合成オブジェクトの合成情報から、各部品の組み合わせ可能パターンを学習し、合成可能制約データベースを更新することにより、具象メディアコンテンツの自動生成を目指す。すでに、接触制約に基づく制約データベースの情報を利用して、3次元合成オブジェクトを自動生成する研究を行っており、この制約データベースを拡張することにより研究を進める。

(4) 具象メディアの検索技術の研究開発

本研究で対象としている具象メディアコンテンツは、実世界の「物」の材質情報を含む3次元可視部品の組み合わせ合成により表現されている。これを ARG (Attributed Relational Graph) 表現し、グラフ間の類似度から必要とする具象メディアコンテンツを類似検索するアルゴリズムを研究開発する。すでに、3次元形状モデルについて確率的 ARG マッチングを用いた類似検索システムの開発を行っており目処がある。効率よく具象メディアコンテンツの類似検索が行えるためには、どのような特徴をグラフのノード属性として用いればよいかについて、いくつ

かの検索実験により明らかにする。

(5) 仮想実験室の開発

具象メディアコンテンツを編集生成するための高度に没入感のある実環境として仮想実験室を構築する。短焦点距離プロジェクタを2台配置することにより限られたスペースに CAVE システムのような没入感のある仮想空間を構築する。2台の計算機の3次元映像を並べて投影し没入感のある3次元空間を作り出すための映像合成アルゴリズムは CAVE システムで採用されたアルゴリズムを応用する。

(6) 応用システム開発による実証研究

(5)で構築される仮想実験室のなかで、実用レベルの応用システム開発を行い実証研究する。具象メディアコンテンツによる仮想博物館や電子教材の開発、エンターテインメント分野応用システム開発、種々のトレーニングシステム開発 (リハビリテーションやセラピー) などを通して問題点の検討とその解決を行う。

4. 研究成果

研究方法で挙げた項目についてそれぞれ以下の通り研究開発を行った。

(1) 具象メディアとしてのソフトウェア部品化技術の研究

申請者がカーネルプログラムの開発を行った3次元応用ソフトウェア開発支援システム・インテリジェントボックスを研究基盤システムとして用いて研究開発を行った。インテリジェントボックスが提供するソフトウェア部品の属性の追加と機能の拡張により、具象メディアとしてのソフトウェア部品化を進めた。実世界の「物」の材質情報をどのような形式で定義すればよいかについて、プログラム開発を実際に行いながら研究を進めた。具体的には、COLLADA (= COLLABorative Design Activity) とよばれる XML ベースのデータフォーマットを用いた具象メディアの属性の表現法を提案した。COLLADA は、多くの3次元 CG ソフトウェアでサポートされており、業界標準フォーマットになる可能性が高いため、本提案は非常に有用である。

(2) 具象メディアの直接操作インタフェースの研究開発

インテリジェントボックスで Phantom とよばれる力覚提示デバイスが利用できるように機能拡張を行った。バネモデルに基づき、3次元オブジェクトの形状を実時間変形させるアプリケーションとして、服飾デザインシステムを開発しており、Phantom のほか、マウス

や液晶タブレットを使用した場合の操作性についてユーザ評価を行い新しい知見を得た。また、具象メディアの物理的な相互干渉により生じる音の生成のための機能と、具象メディアの臭い属性に対応したインタラクション技術研究のための臭い発生装置を制御する機能をそれぞれインテリジェントボックスに実装した。材質に対応する音の情報をどのように具象メディア部品の属性として記述すべきかについては、実際の物同士を衝突させた音を録音して信号解析する方法を検討した。

具象メディアコンテンツを直接操作する応用システムは、様々な入出力装置に対応していなければならない。インターネット上で様々な入出力装置に対応した具象メディアコンテンツを扱う応用システムを開発可能とするためのRoCoS (Room-based Communication System) とよぶツールキットシステム (図1) を開発した。

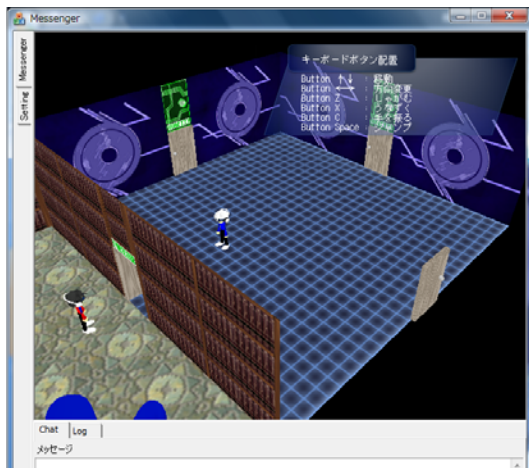


図1

(3) 具象メディアの編集生成技術の研究開発
ユーザの操作履歴情報を元に具象メディアの自動合成を行う機能について検討を行い、実装を進めているところである。また、具象メディアの要素の一つであるモーションデータについて、対話型進化計算とウェアレット変換を用いたモーション生成システム (図2および図3) を開発した。

(4) 具象メディアの検索技術の研究開発

具象メディアコンテンツをARG (Attributed Relational Graph) 表現し、グラフ間の確率に基づく類似度から必要とする具象メディアコンテンツを類似検索するシステムを開発した。効率よく具象メディアコンテンツの類似検索が行えるためには、どのような特徴をグラフのノード属性として用いれば良いかについて、いくつかの検索実験により明らかにした

。高い精度が実現できるが、計算時間を要するといった問題があり、グラフ構造を木構造に限定して類似度を計算する方法を新たに開発し検索処理を高速化した。

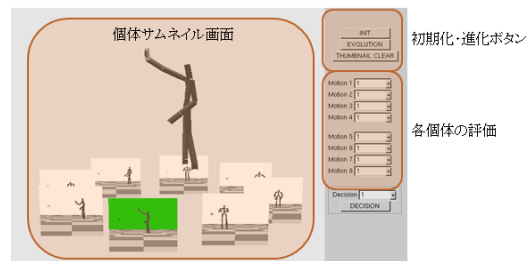


図2

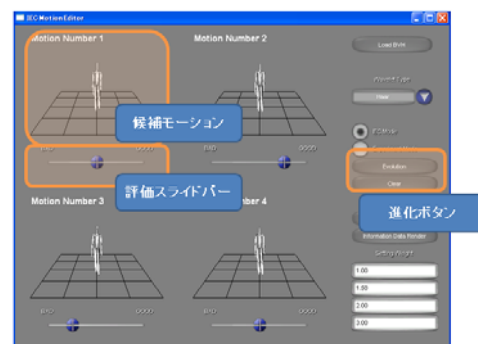


図3

(5) 仮想実験室の開発と応用システム開発による実証研究

具象メディアコンテンツを編集生成するための高度に没入感のある実環境として仮想実験室の構築を行い、それを用いた応用システムの開発を行う計画であった。仮想実験室自体の構築は思うように進まなかったが、応用システムとしてHapticデバイスを用いたトレーニング用手術シミュレーションシステム (図4) の開発を行った。



図4

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 9 件)

- ① Katsunori Miyahara, Naoto Nakamura, Yoshihiro Okada : RoCoS: Room-based Communication System and Its Aspect as Development Tool for 3D Entertainment Applications, ACM Int. Conf. on Advances in Computer Entertainment Technology 2009 (ACE2009), 査読有, ISBN:978-1-60558-864-3, pp. 3-10, 2009.
- ② Yuki Wakayama, Shigeru Takano, Yoshihiro Okada and Hiroaki Nishino : Motion Generation System Using Interactive Evolutionary Computation and Signal Processing, International Conference on Network-Based Information Systems (NBIS2009), 査読有, ISBN:978-1-4244-4746-6, pp. 492-498, 2009.
- ③ Naoto Nakamura, Shigeru Takano and Yoshihiro Okada : 3D Multimedia Data Search System Based on Stochastic ARG Matching Method, Proc. of the 15th Int. Multimedia Modeling Conf. (MMM2009), Springer, 査読有, LNCS 5371, pp. 379-389, 2009.
- ④ Katsunori Miyahara and Yoshihiro Okada : COLLADA-based File Format Supporting Various Attributes of Realistic Objects for VR Applications, Proc. of 1st Int. Workshop on Virtual Environment and Network-Oriented Applications (VENOA 2009), IEEE CS Press, 査読有, ISBN 978-0-7695-3575-3, pp. 971-976, 2009.
- ⑤ Katsunori Miyahara and Yoshihiro Okada : A Surgical Simulation System Supporting COLLADA-Based File Format, Proc. of the 5th Int. Conf. on Computer Graphics, Imaging and Visualization (CGIV08), IEEE CS Press, 査読有, ISBN 978-0-7695-3359-9, pp. 126-131, 2008.
- ⑥ Hiromichi Fukutake, Yoshiaki Akazawa, and Yoshihiro Okada : Voice and Gesture Based 3D Multimedia Presentation Tool, Optics East 2007: Communications and Multimedia Technologies, 査読有, Vol. SPIE-67770V, pp. 1-12, 2007.
- ⑦ Katsunori Miyahara and Yoshihiro Okada : A Cloth Design System by Intuitive Operations Supporting Mouse Device besides Phantom Device and Its User Evaluation, Proc. of the 4th Int. Conf. on Computer Graphics, Imaging and Visualization (CGIV

2007), IEEE CS Press, 査読有, ISBN 0-7695-2928-3, pp. 154-159, 2007.

[学会発表] (計 7 件)

- ① 若山雄己, 高野茂, 岡田義広, 西野浩明, 対話型進化計算とウェブレット変換を用いたモーション作成システムの開発, 第 72 回情報処理学会全国大会, 2010 年 3 月 11 日, 東京大学.
- ② 若山雄己, 西野浩明, 岡田義広, 対話型進化計算によるモーションデータ生成ツールの開発, 平成 20 年度電気関係学会九州支部連合大会, 2008 年 9 月 25 日, 大分大学.
- ③ 宮原克典, 岡田義広, COLLADA ファイルフォーマットをサポートした手術シミュレーションシステム, 平成 20 年度電気関係学会九州支部連合大会, 大分大学.
- ④ 中村直人, 高野茂, 岡田義広, 確率的 ARG マッチングを用いた 3 次元マルチメディアコンテンツ検索システム, 平成 20 年度電気関係学会九州支部連合大会, 2008 年 9 月 25 日, 大分大学.
- ⑤ 福武宏理, 高野茂, 岡田義広, 音声とハンドジェスチャーにより対話操作可能な 3 次元マルチメディアプレゼンテーションツール, ソフトウェア科学会第 15 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ, 2007 年 12 月 6 日, 長崎・ハウステンボス.
- ⑥ 宮原克典, 高野茂, 岡田義広, Haptic デバイスを用いた服飾デザインシステムとその協調作業環境, ソフトウェア科学会第 15 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ, 2007 年 12 月 6 日, 長崎・ハウステンボス.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岡田 義広 (OKADA YOSHIHIRO)

九州大学・大学院システム情報科学研究所・准教授

研究者番号 : 7 0 2 5 0 4 8 8