

論文内容の要旨

氏名	ふるかわ こうへい 古川 耕平
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	生第5号
学位授与の日付	平成17年3月22日
学位授与の要件	学位規程第4条第1項該当
学位論文題目	覗き込み動作とピクトグラム技法によるヒューマンインタラクティブシステムの開発(ビジュアル教育用コンテンツへの応用)
論文審査委員(主査)	教授 長江 貞彦
	(副主査) 教授 奥井 順
	(副主査) 教授 秋濃 俊郎

本研究では教育用コンテンツにおける新しい情報提示の試みとして、「覗き込み」動作と、ピクトグラムによる情報提示手法を用いた視覚的な情報提示システムの開発を行った。

従来、教育用コンテンツは教材として、紙媒体を用いたものが主に使用されていた。これらは教科書のみでは網羅しきれない内容や、視覚的な説明の必要な対象への内容理解を補助することを目的とする。このため図表やイラストなどを用いて効果的、視覚的に分かりやすく説明がなされている。

一方、このような教材は急速なパーソナルコンピュータ(以下PCとする)の普及に伴い、PCを利用した学習機会は増大する傾向にある。これと同時に教材そのものも、そのプラットフォームをアナログからデジタルへと移行している。特にデジタル教材のひとつであるデジタルアーカイブの分野は、この流れに伴い大きな広がりを見せつつある。

しかし現状では、このようなデジタルコンテンツはデジタルデータの利点を活かしきれていないと言え、紙媒体とあまり差異のない内容のものが多い。例えば、文字情報のみを用いたコンテンツや、紙の教材からスキャンした図表をそのまま使用したコンテンツなどである。

特に紙媒体で表現の困難な、立体的な対象物を扱う場合、デジタルデータの利点を活かすことで、ユーザの情報理解度のさらなる向上が期待できる。

そこで本研究ではデジタルデータ本来の動的・視覚的表現や双方向性などの利点を活かし、デジタルアーカイブに特化した新しい視覚的な情報提示の手法を提案した。これは専門知識を持たない一般の人々を対象とした。

まず、「覗き込み」動作という人間の本能的動作に着目し、ユーザとコンテンツとの間に双方向性を持たせた「覗き込み」ビューワシステムの開発を行った。「覗き込み」動作は、日常生活において対象を様々な角度から観察し、それが何であるかを総合的に判断するための動作であり、特に立体物の観察に有効的であると考えられる。これにより、二次元的なディスプレイ上で三次元のオブジェクトを、あたかも目の前に存在するかのように「覗き込んで」観察を行うことが可能となる。これまで、「覗き込み」動作を用いたユーザインタフェースの研究はいくつか行われているが、複数のカメラを使用したものであったり、立体物を対象としたシステムではなく、実用性や利便性の面で問題点があった。本システムでは、単体のカメラとPCのみで「覗き込み」ビューワシステムを実現したことで、これらの問題点を解消した。

本システムの評価として、大学生を対象としたアンケート形式による調査を行った。これによりユーザの興味や情報理解の向上に関して良好な結果を得ることができたが、「覗き込み」の動作に関して違和感を覚えるという問題点も明らかとなった。筆者はこの違和感がユーザの情報理解を妨げていると考えた。そこで、さらなるユーザの情報理解の向上のために、数人の被験者から取得したユーザ頭部の三次元座標を「覗き込み」ビューワシステムに適用して違和感なく「覗き込み」動作を行えるようにした。本研究ではこれまで定められていなかった「覗き込み」という動作の定義づけを行い、不明瞭であった「覗き込み」という動作を明確に示した。

次にこのシステムをデジタルコンテンツに導入し、立体物に対する有用性の検証を行った。今回は、特に立体物を対象に視覚的な観察を行うことが重要となるデジタルアーカイブへの適用を行った。

本研究ではその足がかりとして、これまで手付かずであった世界文化遺産高野山の丹生都比売神社のデジタルアーカイブ化を行った。丹生都比売神社は明治時代の神仏分離会により起こった廃仏毀釈により、堂塔仏閣のほとんどが取り壊されたという経緯をもつ。この貴重な堂塔仏閣を、3DCGを用いて立体的に再現し、「覗き込み」ビューワシステムにより観察を行うことで、本来肉眼で観察のできない「失われた文化遺産」を覗き込んで観察できる。

論文審査結果の要旨

このデジタルアーカイブは「全国マルチメディア祭 in わかやま 2004」において2会場
で一般に公開された。また産経新聞において関連記事が掲載された。特にマルチメディア祭
では、一般の人々から良い反応を得られた。またユーザ評価として、大学生を対象にアンケ
ート調査を行った結果、全体的に高評価を得ることができた。しかし、デジタルコンテンツ
の問題点として文字情報による専門用語がユーザの情報理解を妨げているという問題点が明
らかとなった。

そこで、本研究ではピクトグラムを用いたデジタルコンテンツにおける新しい視覚的情報
提示手法を提案した。ユーザはある用語を理解する際、自らの経験則からそのイメージを頭
に描く。しかし、専門用語はその分野に特化した用語であるため、イメージして理解するこ
とは難しい。筆者はこの専門用語をイメージ化することで、専門知識を持たないユーザの情
報理解の補助が期待できると考えた。

従来のデジタルコンテンツにおける情報提示手法は、文字情報によるものが主である。ピ
クトグラムは、これまでユーザインタフェースの中で「アイコン」という形で使用された例
は多いが、コンテンツの解説文中に専門用語の視覚化として使用された例は少ない。本研
究ではこのピクトグラムにアニメーションを付与し、情報提示時における省スペース性と動的
な視覚刺激によるユーザの情報理解度の向上を図った。

このピクトグラムによる情報提示の手法を、前述したデジタルアーカイブに導入し、ユー
ザ評価を得た。その結果、実用性を確保するために、改善する点はあるものの、以上のこ
から、本研究ではデジタルデータの特長を活かし、教育用コンテンツに関する以下の事項に
ついて、問題点を明確にし、その解消法を明らかにしたと確信する。

- すなわち、
- i) 肉眼で観察することが困難な立体物に特化した情報理解の手法として、
「覗き込み」動作を用いたビューワシステムの有用性
- ii) 難解な専門用語を理解するための手法として、ピクトグラムを用いた
視覚的情報提示手法の有効性

を確認した。

この2点の結果をもって、現状の教育用コンテンツの問題点がある程度解消し、'分かりや
すい'教育用コンテンツとして、ひとつの可能性を示すことに成功したと結論づける。

今後は、これらの手法を用いたシステムや成果物が実社会において広く利用されることを
期待する。また本手法を活用することにより IT 社会において、デジタルデータの有効性を十
分に活用した、専門知識を持たない“一般ユーザに優しい”教育用コンテンツの制作が盛ん
なることを切に望むものである。

本研究では教育用コンテンツにおける新しい情報提示の試みとして、「覗き込み」動作と、ピクトグラムによる
情報提示手法を用いた視覚的情報提示システムの開発を行った。

従来、教育用コンテンツは教材として、紙媒体を用いたものが主に使用されていた。これらは教科書のみでは網
羅しきれない内容や、視覚的な説明が必要な対象への内容理解を補助することを目的とする。このため図表やイラ
ストなどを用いて効果的、視覚的に分かりやすく説明がなされている。

一方、このような教材は急速なパーソナルコンピュータ（以下 PC とする）の普及に伴い、PC を利用した学習
機会は増大する傾向にある。これと同時に教材そのものも、そのプラットフォームをアナログからデジタルへと移
行している。特にデジタル教材のひとつであるデジタルアーカイブの分野は、この流れに伴い大きな広がりを見せ
つつある。

しかし現状では、このようなデジタルコンテンツはデジタルデータの利点を活かしてきているとは言い難く、紙
媒体とあまり差異のない内容のものが多い。例えば、文字情報のみを用いたコンテンツや、紙の教材からスキャニ
ングした図表をそのまま使用したコンテンツなどである。

特に紙媒体で表現の困難な、立体的な対象物を扱う場合、デジタルデータの利点を活かすことで、ユーザの情報
理解度のさらなる向上が期待できる。

そこで本研究ではデジタルデータ本来の動的・視覚的表現や双方向性などの利点を活かし、デジタルアーカイブ
に特化した新しい視覚的情報提示の手法を提案した。これは専門知識を持たない一般の人々を対象としたもので
ある。

まず、「覗き込み」動作という人間の本能的動作に着目し、ユーザとコンテンツとの間に双方向性を持たせた「覗
き込み」ビューワシステムの開発を行った。「覗き込み」動作は、日常生活において対象を様々な角度から観察し、
それが何であるかを総合的に判断するための動作であり、特に立体物の観察に有効的であると考えられる。これに
より、二次元的なディスプレイ上で三次元のオブジェクトを、あたかも目の前に存在するように「覗き込んで」
観察を行うことが可能となる。これまで、「覗き込み」動作を用いたユーザインタフェースの研究はいくつか行わ
れているが、複数のカメラを使用したものであったり、立体物を対象としたシステムではなく、実用性や利便性の
面で問題点があった。本システムでは、単体のカメラと PC のみで「覗き込み」ビューワシステムを実現したこと
で、これらの問題点を解消した。

本システムの評価として、大学生を対象としたアンケート形式による調査を行った。これによりユーザの興味の
喚起や情報理解の向上に関して良好な結果を得ることができたが、「覗き込み」動作に関して違和感を感じる
という問題点も明らかとなった。筆者はこの違和感がユーザの情報理解を妨げていると考えた。そこで、さらなるユ
ーザの情報理解の向上のために、数人の被験者から取得したユーザ頭部の三次元座標を「覗き込み」ビューワシ
ステムに適用して違和感なく「覗き込み」動作を行えるようにした。本研究ではこれまで定められていなかった「覗
き込み」という動作の定義づけを行い、不明瞭であった「覗き込み」という動作を明確に示す事で、より自然なイ
ンタフェースを実現した。

次にこのシステムをデジタルコンテンツに導入し、立体物に対する有用性の検証を行った。今回は、特に立体物
を対象に視覚的な観察を行うことが重要となるデジタルアーカイブに着目した。

まずその足がかりとして、これまで手付かずであった世界文化遺産高野山の丹生都比売神社のデジタルアーカイ
ブ化を行った。丹生都比売神社は明治時代の神仏分離令により起こった廃仏毀釈により、堂塔仏閣のほとんどが取
り壊されたという経緯をもつ。この貴重な堂塔仏閣を、3DCG を用いて立体的に再現し、「覗き込み」ビューワシ
ステムにより観察を行うことで、本来肉眼で観察のできない「失われた文化遺産」を覗き込んで観察できる。

このデジタルアーカイブは「全国マルチメディア祭 in わかやま 2004」において2会場で一般に公開された。
また産経新聞において関連記事が掲載された。特にマルチメディア祭では、一般の人々から良い反応を得られた。
またユーザ評価として、大学生を対象にアンケート調査を行った結果、全体的に高評価を得ることができた。しか
し、デジタルコンテンツの問題点として文字情報による専門用語がユーザの情報理解を妨げているという問題点が
明らかとなった。

そこで、本研究ではピクトグラムを用いたデジタルコンテンツにおける新しい視覚的情報提示手法を提案した。
ユーザはある用語を理解する際、自らの経験則からそのイメージを頭に描く。しかし、専門用語はその分野に特化
した用語であるため、イメージして理解することは難しい。筆者はこの専門用語をイメージ化することで、専門知
識を持たないユーザの情報理解の補助が期待できると考えた。

従来のデジタルコンテンツにおける情報提示手法は、文字情報によるものが主である。ピクトグラムは、これま
でユーザインタフェースの中で「アイコン」という形で使用された例は多いが、コンテンツの解説文中に専門用語
の視覚化として使用された例は少ない。本研究ではこのピクトグラムにアニメーションを付与し、情報提示時にお
ける省スペース性と動的な視覚刺激によるユーザの情報理解度の向上を図った。

このピクトグラムによる情報提示の手法を、前述したデジタルアーカイブに導入し、ユーザ評価を得た。その結
果、実用性を確保するために、改善する点はあるものの、多くのユーザから良い評価を得ている。

以上のことから、本研究ではデジタルデータの特長を活かし、教育用コンテンツに関する以下の事項について、
問題点を明確にし、その解消法を明らかにした。

すなわち、

- i) 肉眼で観察することが困難な立体物に特化した情報理解の手法として、「覗き込み」動作を用いたビューワシステムの有用性
- ii) 難解な専門用語を理解するための手法として、ピクトグラムを用いた視覚的情報提示手法の有効性

を確認した。

この2点の結果をもって、現状の教育用コンテンツの問題点がある程度解消し、「分かりやすい」教育用コンテンツとして、ひとつの可能性を示すことに成功した。

今後は、これらの手法を用いたシステムや成果物が実社会において広く利用されることが期待される。

また本研究に関しては、既に各学会への論文として、もしくは口頭発表で公判され、学会での評価も得ている。

投稿論文

主論文

1. 古川耕平, 渡邊和男, 長江貞彦, 遺伝子工学を理解するための視覚媒体, 近畿大学先端技術総合研究所紀要第7号, pp.11-17, 2002.
2. 古川耕平, 米村貴裕, 廣瀬健一, 長江貞彦, 「覗き込み」動作を利用した教育コンテンツの制作, パーソナルコンピュータユーザ利用協会論文誌, Vol.13, No.1, pp.79-84, 2003.
3. 古川耕平, 米村貴裕, 廣瀬健一, 長江貞彦, 3次元表現の特徴を用いた双方向性教育コンテンツの提案, 芸術科学会論文誌, 第2巻, 第3号, pp.114-115, 2003.
4. 森貞幸, 米村貴裕, 古川耕平, 長江貞彦, 3DCGを用いたIT機器用マニュアル, パーソナルコンピュータユーザ利用技術協会パソコンリテラシ, 第28巻, 第10号, pp.33-38, 2003.
5. 米村貴裕, 古川耕平, 徳山和弘, 長江貞彦, Java言語とネットワークを用いたテーマパーク構築システムの開発, パーソナルコンピュータユーザ利用技術協会パソコンリテラシ, 第29巻, 第1号, pp.34-38, 2004
6. 米村貴裕, 古川耕平, 長江貞彦, Java言語を用いたコンテンツ構築システムの開発と運用事例, 芸術科学会論文誌, 2005, 採録決定
7. 古川耕平, 米村貴裕, 廣瀬健一, 長江貞彦, 視覚シンボルを用いたインタラクティブ教育コンテンツの一提案, 日本図学会図学研究, 第107号, 2005, 採録決定

副論文

1. Kohei Furukawa, Takahiro Yonemura, Kenichi Hirose, Sedahiko Nagae, Educational Audiovisual Media for Comprehension of Genetic Engineering, Proc. The 5th Japan-China Joint Conference on Graphics Education, pp.190-194, (Osaka, Japan) Aug 2001.
2. Kohei Furukawa, Takahiro Yonemura, Sedahiko Nagae, Presenting Educational Contents by Using a Non-contact Viewer, Journal for Geometry and Graphics Volume 6, No.2, pp.213-219, 2002.
3. 米村貴裕, 廣瀬健一, 古川耕平, 長江貞彦, CCDカメラを用いた新しい3次元コンテンツの操作, 映像情報メディア学会論文誌, Vol.56, No.12, pp.132-134, 2002.
4. 米村貴裕, 廣瀬健一, 古川耕平, 長江貞彦, 非接触型インタフェースを用いたソフトウェアの開発, 日本図学会図学研究, 第98号, pp.3-8, 2003.
5. Kohei Furukawa, Takahiro Yonemura, Kenichi Hirose, Sedahiko Nagae, A proposal on Educational Contents by Using Section Indication System, Proc. The 6th Japan-China Joint Conference on Graphics Education, pp.15-20, (Xi'an, China) Aug 2003.
6. Kohei Furukawa, Takahiro Yonemura, Kenichi Hirose, Sedahiko Nagae, A proposal on Interactive Educational Contents by Using Visual Symbols, Proc. The 11th International Conference on Geometry and Graphics, pp.512-515, (Guangdong China) Jul-Aug 2004.

口頭発表

1. 古川耕平, 渡邊和男, 長江貞彦: “遺伝子工学を理解するための視覚媒体”, 2000年映情学冬季大, 3-5, pp.70 Dec.2000.
2. 古川耕平, 米村貴裕, 廣瀬健一, 長江貞彦: “非接触ビューワ～遺伝子工学を理解するための視覚媒体”, 2001年映情学年次大, 1-6, pp.11 Aug.2001.
3. 古川耕平, 米村貴裕, 廣瀬健一, 長江貞彦: “非接触ビューワを用いた教育コンテンツ制作の一試行”, 2001年映情学冬季大, 3-5, pp.70 Dec.2001.

以上のことにより、本論文は博士論文として十分なものと認める。

氏名	かじや たすく 加治屋 資
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	工業 第9号
学位授与の日付	平成17年3月22日
学位授与の要件	学位規程第4条第1項該当
学位論文題目	固体吸着剤を用いるオンラインカラム前濃縮/誘導結合プラズマ質量分析法による多元素同時定量に関する研究
論文審査委員(主査)	教授 相原 将人
(副主査)	教授 野村 正人
(副主査)	教授 井原 辰彦