

平成 21 年 6 月 5 日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2006～2008

課題番号：18500726

研究課題名（和文）対話型 C G 映像メディア提示システムと映像コンテンツの制作技法の研究

研究課題名（英文）Development of e-Learning System based on the Interactive 3D Computer Graphics Animation

研究代表者

新藤 義昭（SHINDO YOSHIAKI）

日本工業大学・工学部・教授

研究者番号：40265369

研究成果の概要：操作者と対話が可能なリアルタイム 3D-CG アニメーションを再生する新たな映像メディア提示システムと、その映像コンテンツを制作するためのシナリオ型記述言語を開発した。この技術を利用した 2 種類の教育システムを開発した。ひとつは、小中学校における理科の対話型映像教材の開発である。規模が大きすぎて目に見えない題材（宇宙や気象）や本質的に見えない題材（電気と磁気や化学反応）を 3D-CG 技術で可視化して提示する映像教材コンテンツの開発に成功した。実際に小中学校で実験授業を 3 回行い成果を確認した。また映像をシナリオ記述言語で簡単に制作できる利点を生かして、非専門家でも短時間で 3D-CG アニメーションを用いたプレゼンテーション映像を制作できる映像制作キットの開発も行った。実際に、高等学校の 1 年生を対象に 3 年間（3 回）の映像創作実験授業を行い、その成果を確認した。これらの成果は、IEEE 主催の国際会議等で精力的に報告した。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合 計
2006 年度	2,000,000	0	2,000,000
2007 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2008 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総 計	3,600,000	480,000	4,080,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学

キーワード：e-ラーニング，コンピュータグラフィックス，映像制作技法

1. 研究開始当初の背景

教材映像を CG アニメーションで制作する最も一般的な技法は、CG モデラとレンダラ（Poser, Light Wave 等）を用いて 3 次元 CG モデルと動きを作り、画像を 1 フレームずつ時間をかけてレンダリングしてアニメーション化し、音声、効果音、音楽をデジタルビデオ編集技術（Premiere 等）を用いてデジタルビデオ映像に統合する方法である。この映

像と WEB プログラミング技術を組み合わせれば映像提示型の e-Learning システムを構築できる。しかし、リアルタイム映像ではないため、学習者が直接映像と対話したり、操作に合わせて映像を多様に変化させる教材は制作が困難である。学習者の操作に応じて映像を変化させていく映像制作技法としては、3 次元 CG モデルの動きを C 言語等のプログラミング言語で記述し数学的な処

理で映像を開発する技法がある。(米国ペンシルバニア大学の Jack や、カーネギーメロン大学の Alice 等)。しかし、高度に訓練された映像制作の専門家による長時間の作業を必要とするためシステム開発コストが多大となる。映像制作コストを軽減するために、専用のスクリプト言語を用いて映像を制作する技法として、NHK の TVML や東京大学の DMP 等が報告されている。しかし TVML は、ニュース番組用に特化しており、複雑な小道具の動きや操作者との対話を実現できない。DMP は先進的な言語仕様を提案しているが、実験的な試作品であり映像との対話機能も無く、実用的な教材コンテンツの制作には適していない。研究代表者は、これらに対して 3D-CG 技術と音声合成技術で作出した人間型の仮想教師を主役とし、学習者と直接対話が可能なリアルタイム 3D-CG アニメーションを再生する新たな映像メディアシステムと、その映像コンテンツを制作するためのシナリオ型記述言語を開発した。本研究課題の基盤となったシステムは、Cyber Teaching Assistant (CTA) と Cyber Theater (CT) である。CTA は、3D-CG アニメーション技術と音声合成技術で作出した人間型ソフトウェアロボットを利用した、大学における教育支援システムである。CTA は、大学における情報技術演習を情報処理演習室(コンピュータ室)で集団教育する際に、3DCG アニメーション映像を用いて受講者を支援する。CTA は、受講者の質問に対して、質問回答シナリオデータベース(FAQ シナリオデータベース)を用いて、講師に代わって回答する。CTA を開発した時点で、人間型ソフトウェアロボットの顔の表情変化、体演技、音声合成による発声機能などを開発した。また、3DCG アニメーション映像の制作コストを低減するため、アニメーションのシナリオをタグ形式のハイパーテキストで記述できる言語 Cyber Person Scenario Language (CPSL)を開発した。しかし、CTA の映像は、質問に答えるだけの短い映像であった。小道具を複雑に動かして科学の原理や仕組みを解説する機能や、映像と対話してストーリーを変更したり、問題提示と回答操作による映像の分岐機能などは開発されていなかった。一方、長時間の 3DCG アニメーションを制作することを目標にした研究として、Cyber Theater(CT)の開発も行ってきた。CT は、最初は小学校低学年児童に 3DCG アニメーションを用いて童話を見せるメディアプレーヤとして開発した。映像制作コストを低減するため、CTA の技法を応用して、映像のシナリオを、タグ形式のハイパーテキスト Cyber Theater Scenario Language (CTSL)で記述する技法を開発した。この結果、長時間の 3DCG アニメーション映像の制作

でも、シナリオ記述言語を用いた映像制作技法の制作コストが低いことを確認することができた。しかし、CT は、小道具をダイナミックに動かす振り付け機能はあっても、数値制御で正確に動かす機能や、長い映像シナリオを構造的に記述する機能は有していなかった。本研究では、CTA と CT の技術を融合させ、新たに映像との対話機能、シナリオの構造的記述法、シナリオ制作支援ツールの開発を行い、小中学校での理科教材の制作が可能な映像メディア提示システムとその映像コンテンツをシナリオ型記述言語で制作する新たな技法の開発を目標とする。さらに映像教材として、小学校 4 年生から 6 年生の理科教材を制作し、教材データベース化することを目標としていた。

2. 研究の目的

操作者と対話が可能なリアルタイム 3D-CG アニメーションを表示する新たな映像メディア提示システムとその映像コンテンツをシナリオ型記述言語で制作する新たな技法を提案する。本システムの特徴は、人間型や擬人化した動物型の仮想俳優 (3DCG 技術で作出したソフトウェアロボット) を主役とした映像を提示する点である。用途として、以下のものを目標としている。

- (1) 教育現場での教材提示。主に、FAQ(よくある質問)に対する回答や、視覚化提示に効果のあるもの。
- (2) 自学自習型 e-Learning システム。特に、小学校での理科の対話型映像教材コンテンツ。
- (3) 創作学習支援ツール 中学校、高等学校での総合学習におけるプレゼンテーション映像の創作演習

仮想俳優は、(1)では TA(Teaching Assistant)として、(2)では、仮想教師として演技する。(3)ではプレゼンタとなる。映像だけではなく、音声合成、効果音、音楽再生などを統合して動作する。仮想俳優を中心とする映像教材を制作する従来技法としては、以下のものがあげられる。

- (1) 人間型 CG モデラ(Poser 等)とレンダラ(Light Wave 等)を用いて形状と動きを作り、動画を 1 フレームづつレンダリングし、音声、効果音、音楽をデジタルビデオ編集技術(Premiere 等)を用いて統合する方法。
- (2) 形状と動きをプログラミング言語で作成し、数学的な処理で映像を開発する技法。米国ペンシルバニア大学が開発した Lisp 言語で動作する Jack や、専用の言語を用いるカーネギーメロン大学の Alice 等。

- (3) 専用のスクリプト言語を用いて形状と動きを記述し、専用のブラウザで閲覧する方法。NHKの開発した TVML (ニュース番組用) や、東京大学が開発した MPML や DMP 等。

(1)と(2)は、映像制作に高度に訓練された専門家の長時間の根気よい作業を必要とする。(1)は対話形式の動作は困難である。(2)の Alice はプログラミング学習環境である。(3)の TVML は、ニュース番組用に特化しており、複雑な小道具の動きや操作者との対話を実現できない。MPML は、対話形式の記述はできるが、舞台が 3 次元仮想世界ではない、等の問題がある。DMP は先進的な言語仕様を提案しているが、実験的な試作品であり、映像との対話機能も無く、実用的な教材コンテンツの制作には適していない。本研究の目標は、これらの問題点を改善するため、ホームページを記述するのと同程度の作業効率で、画面に映し出される 3 次元仮想舞台の中に、人間型ソフトウェアロボット(擬人化した動物型も含む)を登場させ、演技させるシナリオを文章で記述し、教材映像を制作、提示する技法を提案する。また、非専門家による対話型映像コンテンツの普及促進の可能性がある。本研究の主な目標は、小中高等学校向けの対話型教材映像の制作であるが、企業活動における機械装置の操作方法の解説や販売支援活動における効果的な映像制作技法としての活用も期待できる。

3. 研究の方法

操作者との対話能力をもつ教育システム Cyber Assistant Professor (CAP)とその映像制作用のシナリオ記述言語 Cyber Person Scenario Language 2 (CPSL2)を開発した。現在、小学校には理科を専科とする教師が少ないため、理科学習の支援が求められている。そこで、CAP を用いて、小学校高学年 (4 年生~6 年生)の理科の自学自習型 e-Learning システムの開発と対話型の教材映像を制作し、実際に小学校で実験授業を行う予定である。また、童話や昔話を CG アニメーションで人形劇風に再生する Cyber Theater と、その映像制作用のシナリオ記述言語 Cyber Theater Scenario Language (CTSL)を開発し、幾つかの作品 (ピノキオ、オズの魔法使い、赤頭巾ちゃん、桃太郎の冒険、親指姫など)を開発した。これらの作品から、大量の仮想俳優、舞台、小道具の CG ギャラリーが資産として得られた。この資産を用いて高等学校での情報処理総合学習として、3D-CG アニメーションの創作学習を設計し、Creative Lesson と名づけた。これは、Cyber Theater と CTSL 言語及び 3D-CG ギャラリーを用いて、生徒にテーマを与えたプレゼンテーション 3D-CG 映像

を創作させる講座である。実験授業は、高等学校の協力を得て、1 年生約 80 名を大学に招待して行う予定である。この実験講座は、既に 2 回実施している。しかし、与えられた時間内に目標とする映像制作に到達した生徒の数は、まだ満足な結果となっていない。そこで Cyber Theater の機能的な改善(制作支援機能を拡充)、シナリオ記述言語 CTSL の学習のための段階的学習キット GCLKit の開発、3D-CG ギャラリーの知識データベースの整備 (演技や表情などのデータベースの拡充)を計画している。さらに、実験授業を継続して行い、最適な学習ツールの整備と学習形態の設計開発を行う。本研究の実験授業は、埼玉県南埼玉郡宮代町立笠原小学校と百間小学校、埼玉県立白岡高等学校の協力を得て実施する予定である。

4. 研究成果

ハイパーテキスト型シナリオ記述言語を用いた CG 映像制作技法を開発し、対話型映像教材による e-Learning システムと高等学校用の映像創作ツールの開発を行った。小学校用として、CAP(Cyber Assistant Professor)を用いた対話型映像教材を開発し実際に小学校で実験授業を行った。高等学校用の CG 映像創作ツールとして、CT(Cyber Theater)を用いた映像制作環境の整備を行った。特に、仮想俳優、小道具、舞台等をデータベース化した CT-Gallery を開発した。また、シナリオ記述言語の入力を支援する CSW(Cyber Theater Script Writer)、カメラワークの開発を容易にする CWT(Camera Work Tracker)を開発した。これらを用いて、実際に高校生対象の実験授業を行い評価データを取得した。これらの成果の一部は、第 5 回情報科学技術フォーラム、および、国際会議 International Conference on Advanced Learning Technology 2006, 2007, 2008 で発表した。さらに CAP を用いた中学校理科の対話型映像教材として、電気と磁気に関する対話型仮想実験を行えるシステムを開発した。CG 映像を用いてゲームソフトウェアの様な操作感覚で仮想的に組み立て実験を行うシステムである。このシステムも、実際に中学校で実験授業を行って評価データを取得した。この成果は、平成 21 年 6 月に開催される国際会議 Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications 2009 で論文発表する予定である。

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6件)

松田 洋, 新藤 義昭, Development of e-Learning System which enables Virtual Science Experiment for Junior High School Students based on the Interactive 3D Computer Graphics Animation, Proceedings of Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications, 2009, 査読有

松田 洋, 新藤 義昭, Virtual Chemical Experiment using Cyber Assistant Professor: CAP, Proceedings of The 8th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, pp.977-981, 2008, 査読有

松田 洋, 新藤 義昭, Development of the Integrated Animation Studio for Cyber Theater, Proceedings of The 15th International Conference on Computers in Education, pp.441-448, 2007, 査読有

新藤 義昭, 松田 洋, Virtual Experiment using Cyber Assistant Professor: CAP, Proceedings of The 7th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, pp.865-869, 2007, 査読有

松田 洋, 新藤 義昭, Interactive Lecture using Cyber Assistant Professor: CAP, Proceedings of The 6th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, pp.467-468, 2006, 査読有

松田 洋, 新藤 義昭, Interactive Lecture using Cyber Assistant Professor: CAP, Proceedings of The 6th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, pp.629-633, 2006, 査読有

〔学会発表〕(計4件)

石塚寿彦, 松田 洋, 新藤 義昭, シナリオ記述言語を用いた映像制作環境の研究, 情報処理学会, 電子情報通信学会 合同開催第6回情報科学技術フォーラム, FIT2007 技術フォーラム講演論文集, Vol.3, pp.549-552, 2007年9月5日, 中京大学豊田キャンパス

有馬寛子, 松田 洋, 新藤 義昭, シナリオ記述言語による3DCGカメラワークの制作技法, 情報処理学会, 電子情報通信学会 合同開催第5回情報科学技術フォーラム, FIT2006 技術フォーラム講演論文

集, pp.445-448, 2006年9月6日, 福岡大学七隈キャンパス

渥美朋繁, 松田 洋, 新藤 義昭, Creative Lesson: 高校生を対象とした3D-CGアニメーション制作教材の開発と実験授業, 情報処理学会, 電子情報通信学会 合同開催第5回情報科学技術フォーラム, FIT2006 技術フォーラム講演論文集, pp.449-452, 2006年9月6日, 福岡大学七隈キャンパス

松林武士, 松田 洋, 新藤 義昭, Cyber Assistant Professor(CAP)による小学校理数教材の開発, 情報処理学会, 電子情報通信学会 合同開催第5回情報科学技術フォーラム, FIT2006 技術フォーラム講演論文集, pp.453-456, 2006年9月6日, 福岡大学七隈キャンパス

6. 研究組織

(1)研究代表者

新藤 義昭 (SHINDO YOSHIKAKI)

日本工業大学・工学部・教授

研究者番号: 40265369

(2)研究分担者

松田 洋 (MATSUDA HIROSHI)

日本工業大学・工学部・助教

研究者番号: 00275843

(3)連携研究者

なし