

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 23 日現在

機関番号：32407

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010 ～ 2012

課題番号：22500933

研究課題名（和文） 対話型映像メディア技法による教育システムと教材映像制作技法の研究

研究課題名（英文） Development of e-Education System based on the Interactive 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（和文）：3次元CGアニメーション技術と音声合成技術で作り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3次元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。これらの成果として、教材映像の提示、ドリル形式の問題提示、受講者による数値や文章回答入力機能と正誤判定機能などをもつe-Educationシステムを開発し、実際に映像教材を開発してきた。また、シナリオ記述言語でCG映像を制作する際の制作コストの低減化にも着目し、非専門家でも短時間でCGアニメーション映像を用いた教材映像を制作できる統合映像制作環境も開発してきた。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。

研究成果の概要（英文）：Recently studies using the e-Education system are expected very much, but most of them would be based on the WEB style contents, which includes texts, figures, photographs and actual videos. Although it is thought that actual videos are very effective, production cost of it may be too large to produce interactive teaching materials. Meanwhile, Studies using 3D-CG animation have been reported to be fine. To solve this problem, e-Education system named Cyber Assistant Professor 2 (CAP2) has been developed in my laboratory. It is based on the human shaped software robots implemented by 3D-CG animation and voice synthesis technology, which act as Virtual Teachers or Virtual Students. Further, the hypertext language named Cyber Person Scenario Language 3 (CPSL3) has also developed to reduce a production cost of teaching materials. Furthermore, Virtual Exploratory Learning (VEL) has developed to assist students in Virtual Science Experiment.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合 計
2010 年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2011 年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2012 年度	300,000	90,000	390,000
年度			
年度			
総 計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学、教育工学

キーワード： 教育工学 映像メディア 3D-CG アニメーション

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くなる。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はできない。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。これらに対して 3D-CG 技術と音声合成技術で作り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。(基盤研究 (C) 18500726, 平成 18 ~ 20 年度) この成果として、教材映像の提示、ドリル形式の問題提示、受講者による数値や文章回答入力機能と正誤判定機能などをもつ教育システムを開発し、実際に映像教材を開発してきた。しかし、完全な仮想実験を実現できる教育システムには至っていなかった。本研究の目的は、3D-CG アニメーション技術で作り出した人間型の仮想教師を主役とし、学習者が映像と直接対話しながら仮想実験を体験できる新たな映像メディアシステムのアーキテクチャと、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と映像制作環境を研究開発することである。

2. 研究の目的

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。また中学校では助手や技術員がいらないため、少しでも危険を伴う実験や複雑な手順の実験を実際に行うのは困難な状況にある。これらの問題を支援するひとつの方法として、e-Education システムの活用が考えられる。特に理科の授業で求められているのは、生徒たちが実験装置や機械装置を自分で設計する仮想実験システムである。実際に実験を行う方が有効であるという考えもあるが、実験で重要なのは失敗を多々経験することである。仮想実験は失敗しても危険を伴わないという点では実実験よりも優れている。本研究の目的は、これを実現するため 3 次元 CG アニメーション技術と音声合成技術を用いて、映像メディア型 e-Education システムのアーキテクチャを研究開発し、高校生を対象とした対話型教材映像の映像制作技法についても研究開発する。

3. 研究の方法

これまでに、仮想教師を用いた e-Learning システム CAP (Cyber Assistant Professor) とその映像制作作用のシナリオ記述言語を開発してきた。これを用いた教材映像の提示、およびドリル形式の問題提示、受講者の数値や文章による回答入力機能と正誤判定機能などを開発してきた。しかし、完全な仮想実験を構築できる教育システムには至っていなかった。教育現場から求められている仮想実験機能は、生徒たちが実験装置や機械装置を自分で設計して組み立てる仮想実験である。画面の中でマウス等を用いて機材や部品、液体や固体などを選んで、仮想的な化学実験をしたり、機械を設計して組み立てることができるワークショップ型映像教材である。これらを実現するため、次のような機能を研究開発する予定である。

- (1) 設計や組み立てをゲーム感覚で行うために、マウスで画面内の小道具を触ったり動かしたり選択する機能、およびその実験経過を収集する学習ログ機能。
- (2) 受講者の設計結果の機械や仮想実験器具を組み立てる機能を実現するため、映像を動的に組み立て統合する機能。(動的映像統合機能)
- (3) 受講者の得点によって最終映像を切り替える場合わけ型シナリオリンク機能。
- (4) 仮想実験を行っている最中に、受講者を支援するためにヒント映像を提示したり、

使用する素材の解説をインターネットや動画ファイル、または CAP 自体の別のシナリオを動的に呼び出すことによって行う探索学習機能。

これは、きわめて広範囲なヒント情報と呼び出せるハイパーリンク機能で、インターネットの URL、各種動画ファイルの再生、CAP 自体を別シナリオで呼び出す等のほか、WORD や PowerPoint などの一般アプリケーションも自由に呼び出し可能である。受講者は、これらの情報を探索してヒントを収集しながら、仮想実験を進めて行くので、探索学習機能と名づけた。これは、本研究の中核機能のひとつと考えている。

またシナリオ記述言語で CG アニメーション映像を制作する際の制作コストの低減化にも着目し、非専門家でも短時間で CG 教材映像を制作できる統合映像創作環境 CT-Studio を開発する。これまでに、シナリオ記述言語で CG 映像を制作する際の制作コストを分析評価するため、童話や昔話を CG アニメーションで人形劇風に再生する CG 映像を制作してきた。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、非専門家でも映像を制作できる統合映像創作環境 CT-Studio の開発を行う。

4. 研究成果

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。また中学校では助手や技術員がいないため、少しでも危険を伴う実験や複雑な手順の実験を実際に行うのは困難な状況にある。これらの問題を支援するひとつの方法として、仮想教師を用いた e-Education システム CAP (Cyber Assistant Professor) とその映像制作作用のシナリオ記述言語を開発してきた。完全な理科仮想実験を構築できる教育システムを実現するため、生徒たちが実験装置や機械装置を自分で設計して組み立てたり、画面の中でマウス等を用いて機材や部品、液体や固体などを選んで、仮想的な化学実験をするワークショップ型教育システムを開発した。項目としては、設計や組み立てをゲーム感覚で行うために、マウスで画面内の小道具を触ったり動かしたり選択する機能、およびその実験経過を収集する学習ログ機能、受講者の設計結果の機械や仮想実験器具を組み立てる機能を実現するため、映像を動的に組み立て統合する機能。(動的映像統合機能、受講者の得点によって最終映像を切り替える場合わけ型ターゲットリンク機能等を開発し、IEEE 主催の国際会議等で精力的に報告した。

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 7 件)

- ① 松田 洋, 新藤 義昭, Effect of Virtual Exploratory Learning System , “Ubiquitous and Mobile Learning in the Digital Age”, Springer Science + Business Media New York 2013, pp.193-203, Springer, 2013, 査読あり
- ② 萩原大, 松田 洋, 新藤 義昭, CG アニメーションを用いた理科仮想実験システムに関する研究, 第 11 回 情報科学技術フォーラム(電子情報通信学会、情報処理学会合同) (FIT2012) 論文集(査読付き), Vol.3, pp.105-108
- ③ 松田 洋, 新藤 義昭, Development of Virtual Exploratory Learning for Cyber Assistant Professor (CAP), Proceedings of The 19th International Conference on Computers in Education (ICCE2011), pp.292-296, 2011, 査読有
- ④ 松田 洋, 新藤 義昭, EFFECT OF VIRTUAL EXPLORATORY LEARNING FOR CYBER ASSISTANT PROFESSOR (CAP), Proceedings of International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELDA2011), 2011, 査読有
- ⑤ 松田 洋, 新藤 義昭, Integrated 3D-CG Animation Production Environment named CT-Studio, Proceedings of The International Workshop on Advanced Image Technology (IWAIT 2011), 2011, ISBN: 978-602-8944-11-3, 査読有
- ⑥ 松田 洋, 新藤 義昭, Virtual Science Experiment System using Cyber Assistant Professor (CAP), Proceedings of The International Workshop on Advanced Image Technology (IWAIT 2011), 2011, ISBN: 978-602-8944-11-3, 査読有
- ⑦ 松田 洋, 新藤 義昭, Science Virtual experiment with Virtual Exploratory Learning (VEL) for Junior High School students , Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications (ED-MEDIA2010), pp.584-591, 2010, 査読有

〔学会発表〕(計 2 件)

- ① 古澤大樹, 松田 洋, 新藤 義昭, スクリプト言語を用いた CG アニメーション演習教材の開発, 第 11 回 情報科学技術フォーラム(電子情報通信学会、情報処理学

会合同)(FIT2012), 2012 年 9 月 5 日, 法政大学

- ② 齋藤章裕, 松田 洋, 新藤 義昭, 人間型ソフトウェアロボットを用いた理科仮想実験教材の制作技法の研究, 第 10 回情報科学技術フォーラム(電子情報通信学会、情報処理学会合同) (FIT2011), 2011 年 9 月 7 日, 函館短期大学

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

6. 研究組織

(1) 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

(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