

機関番号:13801  
 研究種目:基盤研究(B)  
 研究期間:2008~2012  
 課題番号:20300268  
 研究課題名(和文) デジタル情報を搭載した科学技術教材と双方向教育システムの開発  
 研究課題名(英文) Development of Interactive Science and Technology Systems and Educational Materials with Embedded Digital Information Carriers  
 研究代表者  
 金武佳明(KANEV Kamen)  
 静岡大学・電子工学研究所・教授  
 研究者番号:60404894

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:マルチモーダルユーザーインターフェース、クラスターパターンインターフェース(CLUSPI)、教育工学、科学教育

### 1. 研究計画の概要

本研究では、ある規則性をもって生成されたクラスターパターン(たとえば、ドットやバーなどのグラフィックオブジェクトの組み合わせ)から、平面上の絶対座標を特定する新規技術 CLUSPI(Cluster Pattern Interface)を応用して、文章などを印刷した紙媒体教材と関連する音声や画像、映像などのデジタル情報を直接インタラクティブに結合させる方法を提案する。それにより学生の理解度を高め、学習過程を促進する教育環境、特に科学技術教育とグループ単位の学習法に応用する。また、このようなシステムを作る上で必要となる、印刷情報とデジタル情報を結合する斬新なツールを提案・開発し、科学技術教育に関する新たな e-learning 環境と学習進捗状況把握システムの構築を目指すものである。

### 2. 研究の進捗状況

大学工学部で教えられる流体力学入門の授業を例にとり、流体力学の原理の理解度や運用能力を格段に高める潜在的な可能性を秘めた先端的 e-learning 環境構築の検討を行った。特にベルヌーリの式を用いたタンクからの流体流出現象について、流出口のオフィス形状が与える影響を数値シミュレーションにより可視化し、流体力学の原理の理解度を増進させる方法を開発した。本ソフトウェアにより、学生は画面上に仮想的に描かれた現象を見ながら、物理パラメーターの影響を疑似体験することが出来る。

本 e-learning 環境では通常の紙媒体の他に、金属やプラスチック表面にレーザー等で刻印されたクラスターパターンを含む教材が使われている。物理的に異なる表面処理により記号化された情報を、画像データとして取込むことが出来る多機能表面情報読み取り器(SCR)の試作を行い、その性能について検討を行った。

これまで培ってきた多言語・マルチメディア辞書に関するソフトウェアシステムに、更なる機能の高度化と広範囲化を行った。即ち、手話に関する辞書(データベース)の研究を実施し、ビデオ映像を取り入れた多言語・マルチメディア辞書への集積・統合化を行った。デジタル情報への直接かつ迅速なアクセス

を可能にするために、紙面上に印刷した符号パターンに基づくインターフェースを用い、印刷物やデジタルコンテンツ情報へのリンク構成を形成した。即ち対象となるものや教材が認識番号(ID)と対応が付いているシステム基盤構造を導入することで、人間とコンピュータ間の信頼性ある双方向情報通信手段が提案された。ここで、対象物の検索や確認法に関するいくつかの方法が検討された。その結果、有望な方法として物理的な表面に意味を付与する方法が提案され、種々の符号画像について、符号の大きさ、表面積占有率、およびその符号の表面密度などの観点から検討された。

工学部 1, 2 年生を対象とした基礎的な専門教科(例えば、伝熱工学における相変化現象等)を教育する際に、抽象的な内容を具体的現象の疑似体験から直感的に理解させる為には、流体力学の場合と同様に e-learning が極めて効果的である。多くの学生に同時に実験をさせることは難しいが、これらの学生に同時に現象の疑似体験をさせる事は可能である。一例として、本研究では非定常な凝固現象を取上げ、実時間では非常に長時間掛かる現象を、早送り動画にした e-learning 用教材を完成させた。この教材は、凝固現象の種々のパラメーターの変更に対する変化を迅速に計算し、リアルタイムで動画化出来る。この物理現象の動画化の為に、GIFES(Graphical Interface Framework for Educational Support)を用い、数値データを容易に動画として可視化する事ができ、その有用性を示せた。

グループ学習法への応用研究については、平面上の絶対座標位置と関連付けされたデジタル情報データベースを用いた、音声の生成によるシステムからの応答を可能にする、所謂ヒューマン・コンピュータ間の双方向コミュニケーションシステムの構築を行った。平面上に座標情報を符号化する為の微細レーザー加工法の研究を実施し、その為の透明及び不透明物質へのレーザー加工実験を行った。

### 3. 現在までの達成度

①当初の計画以上に進展している。

CLUSPI の採用により印刷物とデジタルデータの融

合を画期的に発展させることができた。物質表面にデジタル情報を埋め込む表面の記号化、それを光学的に読み取り復号化するきわめて汎用性の高い表面情報伝達技術を開発した。印刷された文章または画像がインターフェースの一部として働き、手話や読唇術などに関するデジタルデータを含む広範なマルチメディアコンテンツへの結合を可能とした。教科書等の紙ベースの情報を、個々に関連する事項についての注釈や参考資料としてのマルチメディアなどのデジタル情報源と関連付けを行うことにより、紙媒体の有する情報量の飛躍的な増大化を図ることができる。この技術は、マルチメディアとの双方向コミュニケーションを可能とし、新たな教育方法への道を開く可能性があることから、この分野での研究を継続して推進している。

#### 4. 今後の研究の推進方策

本年度においては、3年間の各担当分野での成果を統合し、e-learningシステムの中でそれぞれが果たすべき役割、必要な要素技術、及び機能に再検討を加えながら研究を推進する。その為、引き続き工学部1,2年生を対象としたe-learningを目標とし、流体力学、伝熱工学的現象のより直感的理解を助ける、画像インターフェースGIFESを持つシステムの開発を行う。また、CSCL(Computer Supported Collaborative Learning)システムを用いたダイナミックなグループ学習について更に研究を推進する。平面座標とコンピュータ上の音声デジタルデータとのインターフェース(スマートテーブル)を構築し、教育目的のためのゲーム、ダイナミックなグループ学習法への応用を図る。

スマートテーブルとは、デジタル情報源のデータと関連付けされた平面、印刷物、物体上の面などから構成されるものである。この概念に基づくシステムの開発は、同時に重要な研究課題を提起する。即ちこれまでの映像・音声によるプレゼンテーションでは、聴衆はみな一様にスクリーンに注目しなければならなかったが、スマートテーブルの導入により、音声による情報提供を個人レベルで選択出来るシステムの構築が可能となる。このため、スマートテーブルは偏在的(エビクタス)な計算環境の構築へ道を開く事になる。現在のように、一人が一台の独立したコンピュータを占有する環境から、スマートテーブルを介した相互コミュニケーションを重視する新たなシステムの構築に向かう事になる。この様なシステムは学校、家庭での教育環境を劇的に変化させる可能性を秘めている。この新たな概念によるシステムを応用して、学習の為のより効果的な仮想環境構築も検討する。

#### 5. 代表的な研究成果

[雑誌論文](計10件)

① Kanev, K., Gnatyuk, P, Gnatyuk, V., Laser Marking in Digital Encoding of Surfaces, *Advanced Materials Research*, Vol. 222, 2011, pp.78-81.

② Kimura, S., Kanev, K., E-learning of Phase Change Processes Under Vigorous Convection Heat Transfer, *Information Technologies and Control*, Vol. 8, No. 3, 2010, pp.12-18.

③ Kanev, K., Barneva, R., Brimkov, V., Kaneva, D., Interactive Printouts Integrating Multilingual

Multimedia and Sign Language Electronic Resources, *Journal of Educational Technology Systems*, Vol. 38, No. 2, 2009-2010, pp. 123-143.

④ Barneva, R., Brimkov, V., Kanev, K., Combining Ubiquitous Direction-Sensitive Digitizing with a Multimedia Electronic Dictionary for Enhanced Understanding, *Int. Journal of Imaging Systems and Technology*, Vol. 19, No. 2, June 2009, pp. 39-49.

⑤ Kanev, K., Kimura, S., Orr, T., A Framework for Collaborative Learning in Dynamic Group Environments, *Int. Journal of Distance Education Technologies*, Vol. 7, No. 1, January-March 2009, pp. 58-77.

[学会発表](計25件)

① Kimura, S., Kanev, K., Phase Change Control Under Vigorous Convection Heat Transfer, In *Proceedings of the Int. Conf. Automatics and Informatics'10*, Sofia, Bulgaria, Oct. 3-7, 2010, pp.315-318.

② Bottoni, P., Kanev, K., Mirenkov, N., Distributed and Context-focused Discussion on Augmented Documents and Objects, *International Reports on Socio-Informatics*, Vol. 7, No. 1, 2010, "Workshop Proceedings of the 9<sup>th</sup> Int. Conf. on the Design of Cooperative Systems", Aix-en-Provence, France, May 18-21, 2010, pp.298-307.

③ Kanev, K., Barneva, R., Brimkov, V., Kaneva, D., Print-Based Interaction Interfaces for Multilingual Multimedia and Sign Language Electronic Resource Integration, In *Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Conference on Software and Data Technologies (ICSOFIT'09)*, Sofia, Bulgaria, July 26-29, 2009, pp. 223-228.

④ Kanev, K., Kimura, S., Yoneya, M., E-learning Fluid Flows: Tank Discharge Through an Orifice, In *Proceedings of the 7<sup>th</sup> International Conference on Global Research and Education Inter-Academia 2008*, Pecs, Hungary, September 15-18, 2008, pp.144-151.

⑤ Kanev, K., Mirenkov, N., Hasegawa, A., Newsputers: Digitally Enhanced Printouts Supporting Pervasive Multimodal Interactions, In *Proceedings of the First IEEE International Conference on Ubi-media Computing (U-Media 2008)*, Lanzhou, China, July 15-16, 2008, pp.1-7.

[図書](計2件)

① Kanev, K., Mirenkov, N., Pervasive Carpet Encoding for Active Knowledge Semantic Surfaces, Book chapter in "Ubiquitous Multimedia Computing", Qing Li and Timothy K. Shih (Eds), Chapman & Hall/CRC Press, 2010, pp.197-213.

② Kanev, K., Kamiya, N., Mirenkov, N., Digitally Enhanced Documents, Chapter in "Communicating Mathematics in the Digital Era". J.M.Borwein, E.M.Rocha, and J.F.Rodrigues (eds), A.K.Peters Press, 2008, pp.157-170.