

平成 28 年 6 月 25 日現在

機関番号：53901

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25350373

研究課題名(和文)「情報学」教育のためのICTを活用した「協働的な学び」を促進する学習環境の構築

研究課題名(英文) Development of the Learning Environment for Informatics Using ICT Which Can Help Collaborative Learning

研究代表者

稲垣 宏 (INAGAKI, HIROSHI)

豊田工業高等専門学校・情報工学科・教授

研究者番号：40213110

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、「情報技術の本質」を学ぶことに重点を置いた教育を支援するため、情報通信技術を活用した「協働的な学び」を促進する学習環境の構築を目指した。そして、様々な学習分野を対象に、多様なITデバイスを利用したプロトタイプシステムを開発し、高専の教育現場において評価実験を実施してきた。開発した主なシステムとして、(1)Kinectセンサーを利用した講義支援システム、(2)プロジェクションマッピングを利用した講義支援システム、(3)ポケットプロジェクタを利用した答え合わせ支援システム、(4)デジタルペンのストロークデータを用いた講義支援システムなどが挙げられる。

研究成果の概要(英文)：In this study, we aim to construct the learning environment to promote collaborative learning by use of ICT. Then we want to support an education style in which the essence of computer technology can be acquired. Consequently, we have developed some effective prototype systems by use of various ICT devises. Moreover we have verified the effectiveness of these developed systems in the classroom of our technical college. The major achievements of this study are as follows: (1) Lecture Support System Using Kinect Sensor, (2) Lecture Support System Using Projection Mapping Techniques, (3) Automatic Scoring System Using Pocket Projector, (4) Automatic Board Writing System Using Stroke Data of Digital Pen.

研究分野：教育工学

キーワード：学習支援システム 講義支援システム ICTによる教育支援 高専教育

1. 研究開始当初の背景

(1) 文部科学省の「学びのイノベーション事業」や総務省の「フューチャースクール推進事業」を通して、「情報通信技術（ICT）」を利用した学校教育・生涯教育の環境の整備が進められている。そこでは、ICTを活用することで、従来からの「一斉指導による学び」に加え、「子どもたち一人ひとりの能力や特性に応じた学び（個別学習）」、そして「子どもたち同士が教え合い学び合う協働的な学び（協働学習）」といった21世紀にふさわしい教育環境の実現を目指している。

(2) わが国の情報教育を振り返ってみると、当初、「情報活用」が重視され、学術的な基盤は弱かった。その後、デジタル技術の急速な普及に伴い、若者たちの情報活用能力は飛躍的に高くなり、スマートフォンやタブレット端末といった情報端末を苦もなく使いこなしている。しかし、本当にそれだけでよいのであろうか。「情報化の概念」や「デジタル機器の動くしくみ」について、もっと深く理解し、検討できる能力が必要ではなからうか。そのためには、単なる「情報活用力」を超えた「情報の本質を理解する力」を身につけなければならない。そのような力を育成する教育を、ここでは「情報学」教育とよぶことにする。

(3) 高専（高等専門学校）は、創設50周年を迎えたが、創設以来一貫して、実験・実習を重視した実践的な早期専門教育を行ってきた。筆者の所属する情報工学科においても、中学を卒業したばかりの学生に、「座学」と「実験」を効果的に組み合わせながら、独自のカリキュラムに基づき、「理論」と「実践」の両面から、「情報や情報技術の本質」を身につけさせる教育を行ってきた。そこには、「情報学」教育に関する効果的な教授方法のヒントが数多く蓄積されている。

(4) 情報処理学会が提案する「教育ビジョン2011」の中では、「誰もが主体的に情報技術に向かい合う社会を実現する」ために、情報工学の研究者や技術者が中心となって、「学びのに適した教材・教具や教育方法」を開発していくことの必要性が謳われている。これに関して、高専も大きく貢献できるはずである。

2. 研究の目的

(1) 「情報学」教育を対象として、「情報や情報技術の本質」を学ぶことに重点を置いた教育を支援するため、様々な最新の情報通信技術（ハードウェアもソフトウェアも）を活用した「協働的な学び」を促進する学習環境の構築を目指す。

(2) 高専教員が培ってきた「教授能力」や「教材開発力」を、ICTを利用して強化し発信するしくみ（インタラクティブ教材や学習支援システム）を構築することで、現代の情報化社会に生きるすべての人を対象とした「情報学」教育の推進に取り組む。

3. 研究の方法

(1) ICTを活用した新しい教育空間の創出

「Kinect センサーを利用した骨格トラッキング技術」「AR(拡張現実)技術」「コンピュータビジョン技術」「マイクロプロジェクタの活用技術」「モバイル端末のセンサー活用技術」等の最新の情報通信技術を利用することで可能となる新しい教育空間の創出を目指す。

ここでは、現実の教室空間を、情報通信技術を使って拡張することで、教師と生徒および生徒同士のコミュニケーションを促進し、さらに、直感的な説明や議論を可能にする。

(2) モバイル機器で動作するインタラクティブ教材の開発

タブレット端末やスマートフォン等のモバイル機器で動くインタラクティブ教材の開発を行う。昨今、デジタル教科書・デジタル教材は増えつつあるが、紙媒体のテキストを電子化しただけのものも多い。本研究では、「情報学」教育を対象に、「子どもたちの協働学習を支援する」ことを強く意識し、インタラクティブ性や操作性に優れた教材の開発に取り組む。

(3) 研究計画

(a) Kinect センサーを利用した講義支援システムの授業への展開と評価、(b) マイクロプロジェクタを利用した協働学習を支援するAR空間の実現、(c) 「デジタル機器の動くしくみ」を理解するためのインタラクティブ教材の開発、(d) 協働学習を促進するプログラミング体験システムの開発、という四つの課題に対して、並行して研究を進める。

その後、(e) Android ADK を利用したハードウェア制御プログラミングの学習環境の構築と、(f) 初等・中等教育向けのフィジカルコンピューティング演習環境の構築、といった課題に取り組む。

4. 研究成果

本研究では、「情報や情報技術の本質」を学ぶことに重点を置いた教育を支援するため、情報通信技術（ハードウェアもソフトウ

エアモ)を活用した「協働的な学び」を促進する学習環境の構築を目指してきた。主な成果を以下に示す。

(1) Kinect センサーを利用した講義支援システムの授業への展開と評価

以前より, Kinect センサーを利用した拡張現実に基づく講義支援システムの開発に取り組んでおり, 本研究において, そのプロトタイプシステムが完成した。

Kinect センサーを利用することで, AR(拡張現実)空間内に配置された仮想的なオブジェクトを, 教師の動きに合わせて操作すること(ナチュラルユーザーインターフェース)が可能になる。

今回開発したシステムでは, 仮想的なオブジェクトとして, 「教材フリップ」「メニューボタン」を実装し, それらを教師の身体動作によって制御する機能を実現した。さらに, 仮想的な聴講者のシルエットを表示し, 教師の動きに合わせて, それらを動作させる機能を実装した。

さらに, 本システムを利用した実験的な授業を行った結果, 教師と学生が AR 空間に構築された「ハイパークラスルーム」内で教育・学習を行うというこれまでにない教育環境を創出できることが確認できた。

(2) Kinect センサーと無線センサデバイス SunSPOT を利用したフィジカルコンピューティング演習環境の構築

Kinect と SunSPOT を用いたプログラミング演習環境の構築に取り組み, その基礎となる部分を開発した。現時点で, Kinect を通して得られた利用者のジェスチャから, SunSPOT 子機の LED 制御が実現できている。

「人間の動きという自然で直感的な入力によって, 離れている(ケーブルでつながっていない)モノを制御する」というプログラムを開発することで, 多くの学生に, プログラミングという技術(さらには情報工学という学問)に興味をもってもらいたいと思っている。本研究では, このような体験を支援するため開発環境の構築を目指した。

従来の Kinect プログラミングの演習事例では, プログラムの結果はモニタ画面上に出力されることが多い。今回の提案である「Kinect と SunSPOT を組み合わせる」ことで, 姿勢認識プログラムの出力を, 離れた場所にあるハードウェア制御という形で現実世界の動きとして見せることができる。これにより, 効果的なフィジカルコンピューティング演習環境を構築することができた。

(3) プロジェクションマッピングを利用した講義支援システムの開発

プロジェクションマッピングを利用して,

対面授業の雰囲気維持したまま, スライド教材を効果的に提示できる授業支援システムを開発した。

ここでは, 教師が手に持っている白紙のフリップボードをスクリーンとみなし, その上に, スライド教材を投影する。そして, 教員がフリップボードを動かしても, その動きを検出し, 自動追跡して, 常にフリップボード上にスライド画面を表示し続けるようにする。これによって, あたかも印刷してあるフリップボードを提示しているかのように感じさせる(図1)。

本システムを利用することで, 板書ベースの授業スタイルを変えることなく, 教師が手に持った白紙のフリップボード上に, 視覚教材を瞬時に提示できる。PCの操作も一切不要であり, フリップボードを構えたと同時に, 視覚教材が投影される。非常に直感的であり, 操作を覚える必要がない。これまで板書スタイルの授業の苦手な部分であった「視覚教材の提示」が, 格段に便利になるものと期待している。



図1 白紙のフリップボード上に投影された視覚教材

(4) Android ADK を利用した「制御プログラミング体験教材」の開発

マイクロコントローラ Arduino を用いて, 比較的容易に制御プログラミングを体験できる「車型ロボット」教材を製作した。さらに, Android 端末上で, 直感的な GUI 画面を通して, コード入力をすることなく「車型ロボット」の制御プログラムを生成できる Android アプリケーションを開発した。

(5) RAPIRO を用いたフィジカルコンピューティング演習環境の構築

Arduino 互換の制御ボードをもった人型ロボットキット「RAPIRO」をベースに, フィジカルコンピューティング用ロボット教材を開発した。ここでは, RAPIRO に, 超小型シングルボードコンピュータ「Raspberry Pi」を取り付け, 無線 LAN アダプタやカメラモジュールも実装した。

(6) ポケットプロジェクタを利用した答え合わせ支援システムの開発

家庭学習における、従来の紙媒体のプリント教材に対して、デジタル教材の利便性の一つである「自動採点機能」を実現するため、Web カメラとポケットプロジェクタを利用した答え合わせ支援システムを開発した。なお、対象とする教材は、選択肢形式のプリント教材である。

本システムの利用方法は次のとおりである。まず、学習者は解答済みの課題プリントを Web カメラの下に置く。その後、ポケットプロジェクタを手に持ち、採点したい解答欄上にプロジェクタをかざす(図2)。そうすると、本システム内で自動的に答え合わせが行われ、プロジェクタから正誤判定画像が投影される(図3)。すべての答え合わせが終わった後、正解率と評価が投影される。

ここで、学習者が向かい合うのは、情報端末の画面ではなくて、従来からの紙のプリントである。しかし、見えないところで ICT が活用され、学習者を支援しているのである。

家庭学習においては、デジタル教材、紙教材のどちらにもそれぞれ長所がある。今回の試みが、お互いの長所を活かしたシステムを構築することでより効果的な学習につながるのではないかと期待している。



図2 採点作業の様子

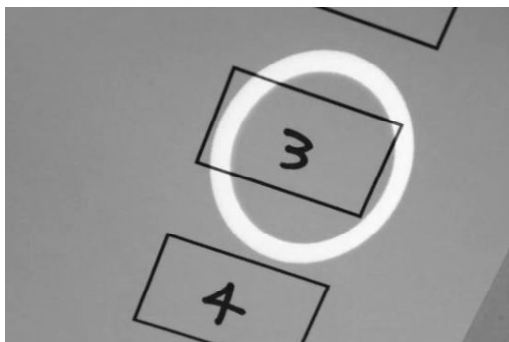


図3 自動採点機能

(7) デジタルペンのストロークデータを用いた講義支援システムの開発

本研究では、従来の板書による授業形態を

可能な限り維持したまま、教員の書き損じによる授業時間のロスなど、板書を用いた授業が抱える問題を解決するシステムの開発を行った。具体的には、デジタルペンを用いて講義ノートを作成することで、そのストロークデータを取得する。その後、講義時にそのストロークデータをアニメーションとして、黒板に直接投影することによる自動板書を実現した。

いままで、板書中心で授業を行っていた教員が違和感なく使用するために、「講義ノートを書く」、「PCに取り込む」、「投影する」、「アイコンを直接操作する」という簡単な手順で使用できるように工夫した。さらに、黒板の端にある操作アイコンを IR ペンで直接触ることにより、板書速度、色、大きさをリアルタイムに変更する機能等を実装した(図4)。

試行実験を通して、学生による評価を行ったところ、「授業進行がスムーズだった」、「板書が見やすかった」との回答が多く、教育効果が確認された。

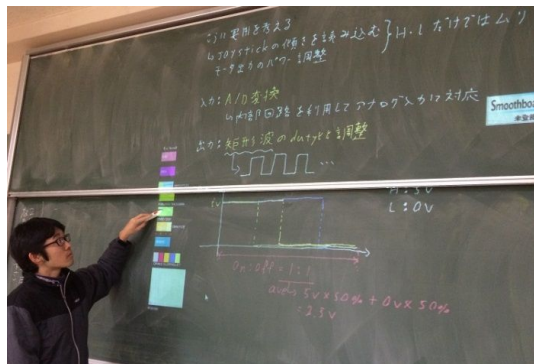


図4 自動板書システムの利用風景

(8) 多様な IT デバイスを利用した学習支援システム

上記の他にも、様々な学習分野を対象に、多様な IT デバイスを利用した学習支援システムの開発に取り組んだ。以下に例を挙げる。

「プログラムの制御構造」の概念の直感的な理解を促すミッション提示型学習支援システム

3D カメラを利用し、手の動きで操作する英語学習支援システム

3次元入力デバイスを利用し、手の動きで操作する空間図形認識力向上システム

視線追跡デバイスを利用した自動解説システム

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5件)

稲垣 宏, 木村 哲朗: プロジェクションマッピングを利用したフリップボードシステムの開発. 計測自動制御学会 中部支部教育工学研究委員会・教育工学論文集, 査読有, Vol.38, pp.46-48 (2015年12月).

稲垣 宏, 岡本 拓斗: ポケットプロジェクトを用いた答え合わせ支援システムの試作. 日本教育メディア学会 研究会論集, 査読無, 第38号, pp.5-10 (2015年2月).

稲垣 宏, 岡本 拓斗: 電子教材と紙の教材の良さを併せもつ自動採点システムの試作. 計測自動制御学会 中部支部 教育工学研究委員会・教育工学論文集, 査読有, Vol.37, pp.29-31 (2014年12月).

稲垣 宏, 岡本 拓斗: ポケットプロジェクトを利用した答え合わせ支援システムの開発. 電子情報通信学会技術研究報告, 査読無, Vol. 114, No. 82, pp.73-76, 教育工学研究会, ET2014-21 (2014年6月).

稲垣 宏, 木村哲朗: Kinect センサと無線センサデバイス SunSPOT を利用したフィジカルコンピューティング演習環境の構築. 計測自動制御学会中部支部教育工学研究委員会・教育工学論文集, 査読有, Vol.36, pp.44-46 (2013年12月).

〔学会発表〕(計8件)

田中孝治, 稲垣 宏: デジタルペンのストロークデータを用いた講義支援システムの開発. 教育システム情報学会学生研究発表会, 2016年2月29日, 名城大学名駅サテライト(愛知県名古屋市) 「優秀賞」受賞

稲垣 宏, 木村 哲朗: プロジェクションマッピングを利用したフリップボードシステムの開発. 計測自動制御学会中部支部第158回教育工学研究会, 2015年9月11日, 大同大学 滝春校舎(愛知県名古屋市).

岡本 拓斗, 稲垣 宏: 紙教材で利用できる答え合わせ支援システム. 情報処理学会第77回全国大会, 4ZF-08, pp. 4-969 - 4-970, 2015年3月18日, 京都大学 吉田キャンパス(京都府京都市).

木村 哲朗, 稲垣 宏: プロジェクションマッピングを用いた視覚教材提示システムの試作. 教育システム情報学会学生研究発表会, 2015年3月4日, 愛知県立大学名駅サテライト(愛知県名古屋市) 「優秀賞」受賞

木村 哲朗, 稲垣 宏: プロジェクションマッピングを利用した視覚教材提示システムの開発. 平成26年度電気・電子・情報関係学会 東海支部連合大会 講演論文集, M1-3, 2014年9月8日, 中京大学 名古屋キャンパス(愛知県名古屋市).

岡本 拓斗, 稲垣 宏: ポケットプロジェクトを利用した自動採点システムの開発. 平成26年度電気・電子・情報関係学会 東海支部連合大会 講演論文集, M1-1, 2014年9月8日, 中京大学 名古屋キャンパス(愛知県名古屋市).

稲垣 宏, 岡本 拓斗: デジタル教材とアナログ教材の良さを併せもつ自動採点システムの試作. 計測自動制御学会中部支部第156回教育工学研究会, 2014年9月6日, 大同大学 滝春校舎(愛知県名古屋市).

木村哲朗, 稲垣 宏: プロジェクションマッピングを利用した講義支援システムの開発. 平成25年度電気関係学会東海支部連合大会講演論文集, N3-1, 2013年9月25日, 静岡大学 浜松キャンパス(静岡県浜松市).

6. 研究組織

(1) 研究代表者

稲垣 宏 (INAGAKI, Hiroshi)

豊田工業高等専門学校・情報工学科・教授
研究者番号: 40213110