

AR を用いた学習用 Paper-top Interface の試作と予備実験

森山 利幸[†] 山田 佳幹^{††} 光原 弘幸^{†††} 金西 計英^{††††} 矢野 米雄^{†††}

[†] 徳島大学工学部知能情報工学科 ^{††} 徳島大学大学院先端技術科学教育部

^{†††} 徳島大学大学院ソシオサイテックノサイエンス研究部 ^{††††} 徳島大学大学開放実践センター

1 はじめに

近年、教室での授業に ICT (Information and Communication Technology) が盛んに組み込まれている [1]。授業中、学習者は、授業内容 (板書やスライドの内容) をノートに書き込む。このようなノートテイクを ICT で支援するシステムとして、例えば AirTransNote がある [2]。このシステムでは、デジタルペンで学習者がプリントやノートに筆記した情報を収集し、教師が計算機上で閲覧したりプロジェクタによって提示することができる。

本研究では、授業に組み込む ICT として、現実世界にデジタル情報を合成表示する AR (Augmented Reality) に着目している。AR を用いた学習支援として、HMD (Head Mount Display) 越しに仮想 3 次元物体をデスク上可能にするシステムも開発されている [3]。

本研究では、ノートテイク支援として、テーブル上のノートにデジタル教材を投影表示する Paper-Top Interface (以下 PTI と記す) を提案・開発している。PTI は、現実世界のノートと仮想世界のデジタル教材の融合であり、テーブルトップインターフェイスのひとつと捉えることができる。

本稿では、試作した PTI の予備実験として、4 つの学習スタイルと比較し、PTI が学習者に受け入れられるかを検討する。

2 Paper-Top Interface の概要

開発中の PTI はビジュアルマーカ型 AR をベースにしており、マーカ認識用 WEB カメラ、教材投影用プロジェクタ、マーカ認識・教材選択・投影を処理する PC から構成されている。図 1 に PTI のシステムの全体像を示し、以下に大まかな処理手順を概説する。

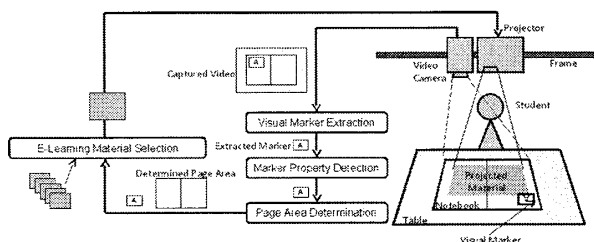


図 1: システムの全体像

Prototype of AR-based Paper-top Interface for Learning and its Preliminary Experiment

[†]Toshiyuki Moriyama, ^{††}Yoshiaki Yamada, ^{†††}Hirokyu Mitsuahara, ^{††††}Kazuhide Kanenishi, ^{†††}Yoneo Yano

[†] Department of Information Science & Intelligent Systems, Faculty of Engineering, The University of Tokushima

^{††} Graduate School of Advanced Technology and Science, The University of Tokushima

^{†††} Institute of Technology and Science, The University of Tokushima

^{††††} The University of Tokushima Center for University Extension

類似システムとして、PC ディスプレイに近づけた紙の上にそのディスプレイの画像を投影表示する Paper Windows [4] が開発されている。PTI は学習用として授業での利用を想定している。

2.1 処理手順

(1) マーカの検出・認識

学習者の上部に設置したカメラで常にテーブルを撮影し、マーカの検出・認識を行う。ノートの各ページに異なるデザインのマーカが貼付されている。投影する教材の向きがあるため、マーカは上下左右非対称とした。マーカの検出・認識には、AR ライブラリである ARTool kit [5] を C# に移植した NyARToolkit for C# を使用している。

(2) 教材の選択・投影表示

教材は、認識したマーカの位置を基準に、標準的なノートのサイズに収まるよう投影される。教材として主に、授業で使われるデジタルスライドを想定しており、各ページに 1 スライドが投影される。その他、3D オブジェクトも表示可能で、動画やアニメーションを組み込んだ教材により、従来の教科書やノートよりも表現力が増す。また、複数のマーカに対してそれぞれ教材を投影表示することで、複数人が同時に PTI を利用できる。

2.2 期待される効果

(1) 慣れ親しんだノートに使い慣れた筆記用具で書き込みできるため、学習者にとって大きな負担にならない。また、手でスライドを閲覧できる。

(2) PTI では、スライドの内容はノートに投影表示されるため、要点や補足だけをノートに書き込めばよい。

(3) 教師がすでに表示し終えたスライドでも、ノートのページをめくると再閲覧できる。

(4) カメラやプロジェクタの範囲内であれば、ノートに自由に配置できる。

以上のように、効率よくノートテイクしたりスライド閲覧できるようにし、学習者自らが考えることを促すことで、学習効果が向上すると期待している。

3 予備実験

3.1 実験の目的

PTI が他の学習方法と比較して、学習活動や学習効果の面で優劣があるか調査し、PTI が学習者に受け入れられるかを検討する。

3.2 実験方法

被験者である情報工学科の学部生と大学院生 (計 20 名) を 4 つのグループ (A, B, C, D) に分けて、グループごとに異なる学習スタイルで授業を受けてもらった。グループ分けは被験者の理解度や興味によりある程度均等にしている。授業内容はすべてのグループにおいて

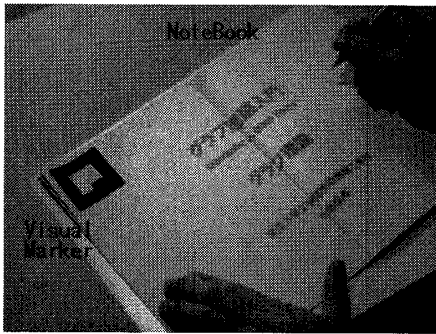


図 2: PTI の使用風景

「グラフ理論」とし、教師がスライドを教室前面にプロジェクタで投影して説明を行う形式とした。できるだけ被験者の使い慣れた筆記用具を使ってもらうことにした。学習活動等に影響を与えることを懸念して、話し合いや私語は厳禁とした。グループごとの学習スタイルを以下に示す。

- ノートテーキング(グループ A : 5 名)
無地のノートが配布される。
- アノテーション(グループ B : 5 名)
授業スライドの印刷物 (1 スライド 1 枚の A4 用紙) が配布される。
- タブレット PC(グループ C : 5 名)
授業スライドを表示するとともに、自由に切り替えでき、タッチペンでスライドに書き込みができるタブレット PC が配布される。
- Paper-Top Interface(グループ D : 5 名)
無地のノート (マーカ付き) の上に講義のスライドが投影表示される。図 2 に PTI の使用風景を示す。

学習活動はビデオ撮影した。学習効果 (理解度) と被験者の意見を調べるためにすべてのグループにおいて授業終了直後にポストテストとアンケートを行った。

3.3 結果

予備実験の集計結果を表 1~4 に示す。ここでは、分析対象を授業の最後の 4 スライドとする。学習者の顔の向きを視線として捉え、正面 (スライド) を向いている回数と時間を集計した (表 1)。またノートや印刷物、タブレット PC に何かを書き込んでいる回数と時間を集計した (表 2)。各表ともグループの平均値を示しており、時間の (%) は全体時間の割合となっている。ノートの分析 (表 3) として、ノートや印刷物、タブレット PC に書き込んだ文字数とグラフ数を集計している。テストの分析 (表 4) として、ポストテストの得点を調査した。テスト全体は 14 点満点で、最後の 4 スライドに関しては 4 点満点となっている。

表 1 からグループ D はグループ A と正面を向いている時間が同程度であるが、表 2、表 3 からは書いている時間や書いた文字数・グラフ数が少ない。このことから、ノートテーキングの負担が少なく、被験者は授業 (教師の説明) に集中していたと考えられる。また、表 4 から 4 つの学習スタイルとも大差のないテスト結果となり、PTI は従来の学習スタイルと比較して学習効果の点で劣ることはないと考えられる。今回の実験において、

表 1: 学習者の視線の分析結果

	正面を向いている時間 (%)	正面を向いた回数	最後の 4 ページの授業時間 (秒)
グループ A	47.9%	72.2	1000.27
グループ B	41.0%	41.2	917.54
グループ C	26.2%	21.6	917.26
グループ D	44.3%	30.6	929.89

表 2: 学習者の行動の分析結果

	書いている時間 (%)	書いた回数	授業時間 (秒)
グループ A	44.5%	14.0	1000.27
グループ B	18.3%	11.8	917.54
グループ C	49.3%	16.0	917.26
グループ D	19.9%	10.2	929.89

表 3: ノートの分析結果

	すべてのスライド		最後の 4 ページのスライド	
	文字数	グラフ数	文字数	グラフ数
グループ A	710.6	14.6	155.6	4.4
グループ B	252.4	4.2	59.0	0.4
グループ C	258.8	5.4	79.0	0.6
グループ D	283.6	5.0	74.2	0.4

表 4: テストの分析結果

	テストの点数	
	すべての問題	最後の 4 ページの範囲の問題
グループ A	11.2	3.0
グループ B	10.8	2.8
グループ C	10.6	2.8
グループ D	10.0	3.0

PTI はノート上に授業スライドを投影しただけであり、グループ B と似た結果となったといえる。またアンケート結果から、グループ D は PTI に対してメモを思うように取れるという印象をもっていると分かった。以上より、PTI は学習者に受け入れられると結論づけたい。

4 結論および今後の課題

本原稿では、AR を用いた学習用 Paper-Top Interface の試作について述べ、予備実験の結果を示した。試作システムを使用することで学習者はノートテーキングの負担が減り、授業に集中することができる。さらに AR という新しい技術を教室に取り入れることで、学習者が授業内容に興味を持つことも期待できる。

今後の課題として、ノートとデジタル教材のインタラクションを考えている。ノートを傾けると投影教材が下に落ちて消えたり、2 つのノートを近づけることで片方のノートからもう一方のノートへ教材をコピーする機能等を考えている。また学習者が授業後に学習内容を復習できるよう、ノートに投影した教材と書き込んだ内容を画像として保存することも考えている。

参考文献

- [1] 矢野洋子, 新地辰郎, 荒木賢二, 河南洋: “ユビキタス社会の大学の授業に向けて—完全 ICT 化された授業検証から”, 日本教育情報学会学会誌, 23(3), pp.3-13, 2008.
- [2] 三浦元喜, 國藤進, 志築丈太郎, 田中二郎: “デジタルペンと PDA を利用した実世界指向インタラクティブ授業支援システム”, 情報処理学会論文誌, 46(9), pp.2300-2310, 2005.
- [3] 城内和也, 曾我真人, 瀧寛和: “AR を用いた自由に視点位置決定が可能なスケッチ学習支援環境”, 第 14 回日本 VR 学会大会論文集, 2009.
- [4] David Holman, Roel Vertegaal, Mark Altosaar, Nikolaus Troje, Derek Johns: “Paper windows: interaction techniques for digital paper”, Proc. CHI 05, pp.591-599, 2005.
- [5] 加藤博一: “拡張現実感システム構築ツール ARToolkit の開発”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.101, 79-86, 2002.