

# ダイナミックプロジェクションマッピングによる デバイスレスな教育学習環境の提案

## Proposal for Deviceless Learning Environments Based on Dynamic Projection Mapping Techniques

水谷 晃三<sup>\*1</sup>

Kozo MIZUTANI<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 帝京大学理工学部情報電子工学科

<sup>\*1</sup>Department of Information and Electronic Engineering, School of Science and Engineering,  
Teikyo University

Email: mizutani@ics.teikyo-u.ac.jp

**あらまし:** ひとり 1 台の情報端末を配備して教育に活用していく取組みが世界的に行われている。その効果を確実に得るためには整備された ICT 環境とその運用を支える技術スタッフが不可欠であり、これに伴うコストの増加は大きな課題である。本論文ではプロジェクションマッピングを応用したデバイスレスな教育学習環境の実現方法を提案する。前述の課題の改善に加え、既存技術にはない新しい教育学習環境を提供できる可能性があることを述べる。

**キーワード:** 教育学習環境, スマートデバイス, AR/MR, Dynamic Projection Mapping, One-to-One Computing

### 1. はじめに

情報活用能力の育成などのために、情報端末をひとり 1 台ずつ配備して教育に活用していく取組みが世界的に行われている (One to One Computing, 以下 1:1 と略す)。一方、端末の購入から運用までの全体としてのコストや、コストに対する教育効果はしばしば議論される課題であり、解決が望まれる。その解決を目指し、筆者は既存の情報端末の活用代わる新しい形の教育学習環境の実現方法を研究している。本稿では、現状の課題を俯瞰するとともに、その課題の改善を目指すデバイスレスな教育学習環境の実現方法について述べる。一部の機能を実装したシステムの試作を通じて、提案手法が諸課題を改善するだけでなく、既存手法にはない新しい教育学習環境を提供できる可能性があることを述べる。

### 2. 研究背景

本研究では、次に示す課題を解決する教育学習環境の実現を目指している。

#### 2.1 導入から運用に関わるコストと教育効果

安価なタブレット型端末の登場により、1:1 のために要するコストは低下しつつある。一方、端末を活用することの効果を得るためには、端末やネットワーク回線などの IT 環境のトラブルが支障になって授業が滞ることがないように、専任の技術スタッフを配置したり、予備の端末を用意したりするなど対策が不可欠である。端末のセキュリティの確保のためのツールや未成年に有害なコンテンツのフィルタリングなどのための製品、これらの導入やメンテナンスの費用なども必要になる。すなわち、端末の配備や関連設備の導入に関わる一時的なコストだけでなく、これらの運用コストが継続的に生じることにな

る。コストに対する教育効果も課題である<sup>(1)</sup>。

類似する課題は企業内の IT インフラにおいても生じており、その解決方法の一つとして VDI (Virtual Desktop Infrastructure) が導入されることがある。一方、教育における 1:1 の取組みにおいては VDI を導入する事例はほとんど見られない。

#### 2.2 初等・中等教育における課題

初等・中等教育において、とりわけ低学年での利用ケースを想定すると以下に示すような課題もある。

- (a) バッテリー：充電忘れや寿命により、必要な時に使用できないことがある。休み時間中の娯楽目的での消費する可能性もある。
- (b) 汚損・紛失
- (c) 注意散漫になりやすい：端末の操作に意識が向きがちになり、授業に集中できなくなるなどの課題が指摘されている<sup>(2,3)</sup>。不要なときは端末を所定の場所にしまうなどの対応が考えられるが、積極的かつ効果的な利用を妨げる要因になり得る。
- (d) 狭い学習机：教科書、ノート、資料、配布物などに加えてタブレットを置くには机が小さい。将来、これらは端末に統合される可能性もあるが、物理的な道具を使うほうが教育上好ましい場合もある。狭い机は落下による汚損の要因にもなる。

### 3. デバイスレスな教育学習環境の提案

本研究で実現を目指している教育学習環境の概要を図 1 に示す。天井部に下方へ向けてプロジェクタとセンサを複数配置する。センサにより机の配置や受講者の動作を認識する。その結果に基づいて UI (User Interface) を各机に投影する。いわゆる、プロジェクション方式のダブルトップ UI と同様であるが、提案手法ではプロジェクタの投影範囲の一部分を使って各机へ UI をダイナミックに投影する。

1つのプロジェクタで複数の UI を同時に投影できるため、従来方式に比べて少ない機材で複数の机へ対応できる。UI の投影先の位置、大きさ、向き、自由度も高い。これを教室内全体で使用できるようにすれば、タブレットなどの情報端末の代替手段となる。デバイスレスであり、受講者の動作に追従するように UI が投影されるため、本研究ではこの環境を Followable Learning Environment (FLE) と呼ぶ。

図 2 に机の検出と模擬的な UI の投影機能を実装した試作システムの実行例を示す。各机へ UI が投影されるほか、グループ活動を想定した机配置ではこれに適したサイズの UI が投影される。

#### 4. 考察

FLE の実現には、センサを用いた机や受講者の動作の認識、複数センサのデータの統合方法や複数プロジェクタによる UI の投影制御の方法、実用的なアプリケーションの実装など、解決しなければならない課題も多い。本稿では、これらが解決されたときの実現可能性と改善効果、将来性を考察する。

##### 4.1 実現可能性

教室内全体をカバーするようにプロジェクタやセンサを複数配置することは、現時点では現実的ではない。しかしながら、室内照明とプロジェクタが一体になった製品が提案されており、将来このような製品が普及した場合は室内全体で FLE を提供できるようになる可能性がある。

##### 4.2 改善効果

VDI と同様に FLE では各 UI を提供するプログラムをシステム内部で実行する。情報端末を配備する方式に比べて運用コストを下げ、セキュリティ性も向上すると考えられる。2.2 で述べた(a), (b)も同時に解決される。(c)についても UI の投影・非投影を教授者側で容易に制御できるため改善が見込まれる。

FLE では投影される UI のサイズを変更したり、矩形ではない UI を投影したりすることが理論上可能である。狭い机の上を効果的に使用できるため、(d)に対する改善効果も期待できる。

##### 4.3 将来性

###### ① 協調学習に適した環境の提供

IT を活用した協調学習では、メンバー間の情報共有や協働作業のために、大型のディスプレイなどをグループ毎に配置した専用の教室が使用されることがある。ディスプレイの数が限られるためグループの最少人数が決まっていたり、グループあたり人数が多い場合ではディスプレイが小さかったりするなど、柔軟な運用が難しい。一方、FLE ではグループの構成に応じて UI のサイズや位置を最適化できるため、より効果的な協調学習が可能になると考えられる。

###### ② プロジェクションベースの AR 教材

机の上の教材やノートなどにオーバーラップする形で学習支援のコンテンツを投影するプロジェクショ

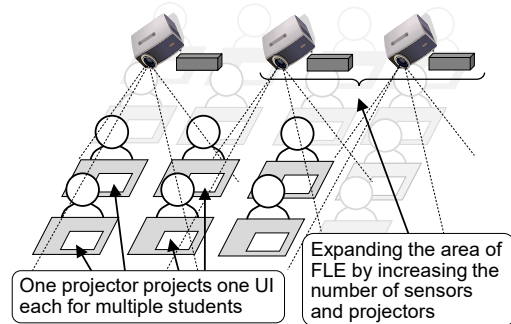


図 1 デバイスレスな教育学習環境 (FLE) の概念



図 2 1つのプロジェクタによる UI の投影例  
(左：受講者別、右：2名グループ別)

ンベースの AR 教材を提供することができる。そのような手法はすでに DigitalDesk<sup>(4)</sup>など古くから存在しているが、FLE では AR 教材を複数の机へより少ない機材により提供できる。

#### ③ Learning Analytics

FLE では教室全体をカバーするようにセンサを配置する。このデータを活用した新しい形の教育支援が可能になると考えられる。

#### 5. おわりに

本論文ではひとり 1 台の情報端末を配備する教育学習環境の諸問題を解決する手法を提案した。提案手法ではプロジェクションマッピングを応用してデバイスレスな環境を提供する。本手法には、諸問題の改善だけでなく新しい形の教育学習環境を提供できる可能性があることを述べた。

謝辞 本研究の一部は JSPS 科研費 JP18K11580 の助成を受けた。

#### 参考文献

- (1) Valiente, O.: "1-1 in Education: Current practice, international comparative research evidence and policy implications", OECD Education Working Papers 44, OECD Publishing (2010).
- (2) Karsenti, T., & Fievez, A.: "The iPad in education: Uses, benefits, and challenges—A survey of 6,057 students and 302 teachers in Quebec (Canada). Montreal", QC: CRIFPE. (2013)
- (3) Ditzler, C., Hong, E., & Strudler, N.: "How tablets are utilized in the classroom", Journal of Research on Technology in Education, Vol.48(3), pp.181-193 (2016).
- (4) Wellner, P.: "The DigitalDesk calculator: Tangible manipulation on a desk top display", In Proceedings of the 4th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST '91), pp.27-33 (1991).