

# デバイスレスな教育学習環境における適応的な UI の提供方法

水谷晃三† 野田雄希†

帝京大学大学院理工学研究科†

## 1. はじめに

我が国の GIGA スクール構想をはじめ、学校教育の場においてひとり1台の端末を配備し、これを活用する試みが世界的に進められているが、コスト面、教育面などで多くの課題も残っている。この課題を解決するため、筆者らは従来のような端末を配備する方法に代わるデバイスレスな教育学習環境の実現方法を研究している。本稿では、机上のスペースを効率的に扱うことができる適応的な UI の提供方法について述べる。

## 2. 研究背景

学校教育の場において IT を活用した教育を実現するために、タブレットなどの端末をひとり1台ずつ配備する方法がとられている。この方法については、先行導入の事例を中心に以下のような課題が指摘されている。

(a) コストの問題：特に運用コストについては、端末管理（バッテリー切れ、故障、紛失、ソフトウェア更新対応など）だけでなくネットワークインフラの管理にも及ぶ。これらのコストに見合う教育効果が明らかにされていないとする指摘もある[1]。

(b) 注意散漫になりやすい問題：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という指摘がある。Karsenti らの実証事例ではこの対策が最大の課題だったと述べられている[2]。

これらに加え、本研究では学校教育で用いられている学習机が狭いという点についても注目している。学習机の天板は 650mm×450mm 程度の大きさであり、この上に、教科書、資料、ノート、筆記具などを置くと、タブレットなどを置くスペースはほとんどない。将来的にこれらの物理的な教材がすべて端末に置き換わる可能性も考えられるが、机の上に置くことができ、児童でも携帯できる程度の重量の端末は画面が狭く、紙の教科書や資料に比べれば視認性が低い。画面内の仮想的なものではなく、あえて物理的な教材を用いたほうが教育効果の面で好ま

A Method to Provide Adaptive UI on Deviceless Learning Environment

†Kozo Mizutani, Yuki Noda, Graduate School of Science and Engineering, Teikyo University.

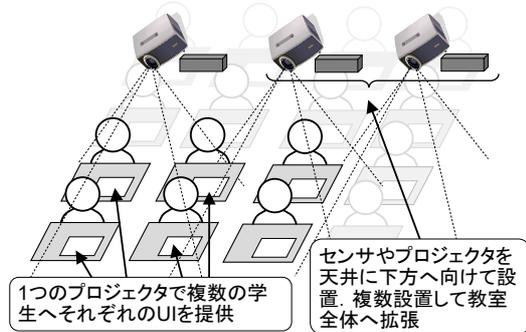


図1 Followable Learning Environment (FLE) のコンセプト



図2 FLEにおけるUIの投影例  
(1プロジェクタで疑似画面を投影した例)

しい場合もある。したがって、従来型の教材を使いつつ IT を活用できる教育環境が望まれる。また、教育工学分野では、学習者の状況を端末のセンサなどを用いて捉え、分析して、その結果を学習支援に活かそうとする試みが行われている。高度に IT 化された教育学習環境を効果的に提供するためには、これらの試みをふまえて前述の課題を解決していくことが望まれる。

## 3. デバイスレスな教育学習環境

前述の課題を解決するため、筆者らはデバイスレスな教育学習環境“Followable Learning Environment (FLE)”の実現方法を研究している[3]。図1のように、下方へ向けて天井に設置したプロジェクタから複数の机にそれぞれ異なる UI

を投影する。プロジェクションベースの AR システムと同様であるが、FLE では各プロジェクタの一部分を使用して各机に UI を投影する。こうすることで、投影可能な UI の数、大きさ、向き、を自由に制御できるようにしている (図 2)。将来的には教室全体で本環境を使用できるようにすることを目指している。端末を配備せずにこれと同等の環境を提供することが可能になれば、特に (b) および机上のスペースが狭いという問題は大幅に改善される。必要なときにのみ UI を投影すればよく、机上に投影される UI の大きさも目的に応じて制御可能である。

#### 4. Followable Learning Environment における適応的な UI の提供方法

机上に教科書などの教材が並んでいる状況下においては、その配置を踏まえて机上の空き領域に UI を投影する仕組みが必要である。教科書等の教材や文房具などの位置は、学習上の状況や学習者の習慣などの要因により様々である。空き領域の大きさや形状も様々であるが、FLE では UI の大きさや形状を自由に制御することが原理的に可能である。この特徴を踏まえ、1) 机上のオブジェクトを認識、2) UI 投影可能な空き領域の大きさと形状を決定する方法を検討する。

1) のための認識モデルとして Mask R-CNN と呼ばれるニューラルネットワークを用いる。Mask R-CNN では検出した個々のオブジェクトの領域をその形状に合わせて得ることができる。得られたオブジェクトの形状と、あらかじめ取得している机の形状から空き領域を検出する。2) では、検出された空き領域を走査して連続した領域ごとの面積、形状 (縦横比など) を算出する。算出結果から UI 投影に最も適した領域を選択し、その領域の形に合わせて UI を投影する。

#### 5. 試作および考察

4. で述べた方法を FLE の試作システムに実装して評価を行った。認識モデルには TensorFlow Object Detection API の Mask R-CNN Inception ResNet V2 1024x1024 を用いた。これを ONNX 形式に変換して FLE の試作システムに組み込んだ。図 3 は実際の認識結果の例である。また、図 4 に例示するように空きスペースに適用的に UI を投影できることを確認した。しかしながら、認識モデルの精度、認識に要する時間については課題が残っている。特に精度については、教材の紙面上の内容や、文房具などの形状、机の天板

☆著作権保護のため図中の教科書部にはモザイクを入れたが実際には入っていない。

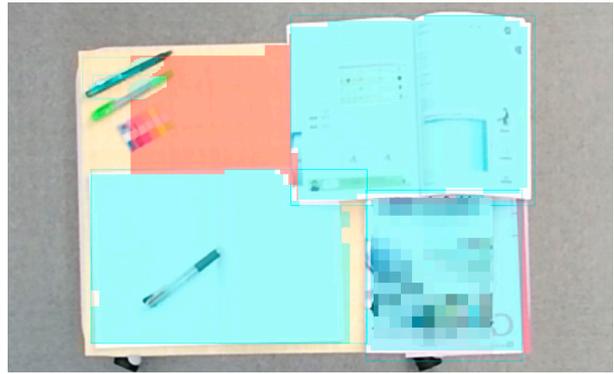


図3 机上オブジェクトの検出 (水色部分) と空きスペースの検出結果 (赤色部分) の例☆



図4 実際の投影例☆  
(ボタンオブジェクトの配置例)

の色などの条件によっては誤検出が多い。深度センサで得られた深度データと組み合わせるなどして精度を向上させる必要がある。

#### 6. おわりに

本稿では、プロジェクションベースのデバイスレスな教育学習環境において、机上の状況に適応的な UI の提供方法について述べた。机上の空きスペースの大きさや形状に合わせて UI を投影できることを示した。

#### 謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 JP18K11580, 21K12163 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] Kozo Mizutani, "Proposal for Deviceless Learning Environments Instead of Environments Using Smart Devices", Proceedings of the 27th International Conference on Computers in Education, pp.435-440, 2019.