

Interactive Floor Interface を用いた教育支援システムの開発 Developing Education Support System using Interactive Floor Interface

赤坂 総司¹⁾ 大野 智哉¹⁾ 大原 広暉²⁾ 金丸隆志¹⁾
Soshi Akasaka Tomoya Ono Hiroki Ohara Takashi Kanamaru

1. はじめに

情報社会化に伴い、教育分野が見直されている。2017年、日本の中等教育現場では約10年ぶりに学習指導要領が改訂された[1]。その中ではICT環境の充実に配慮されている。2018年には90%を超える中学校がプロジェクタを導入している[2]。また、アクティブラーニングという生徒参加型の教育効果も注目を集めている[3]。そこで本研究では生徒参加型授業を行えるICT教育支援システムを開発する。床にプロジェクタで教育情報を提示し、センサで人の動作を読み取る「Interactive Floor Interface」と、その上で動作する教育コンテンツが主な構成要素である。

(FIT2020 第19回情報科学技術フォーラム 講演論文集 第3分冊 (2020) pp.377-378.)

2. 類似研究

本システムの関連研究の一つとして、小西由香理氏らによる「2台のプロジェクタを用いた Interactive Floor の構築」[4]を紹介する。これは、2つのプロジェクタの投影範囲をフィールドとし、フィールド内の人物の位置を Kinect で認識するという研究である。ここでは、2つのプロジェクタから投影した映像の重畳によって、光の遮蔽で映像が消える問題を回避している。ただし、2つのプロジェクタの投影領域を黒のテープでマーキングし、Kinect とプロジェクタを予め天井付近に設置しているため、使用できる環境に制限があった。

もう一つは、中野博幸氏らによる「Kinect を用いた AR による鏡像シミュレーション教材の開発と試行」[5]で提案されたアクティブラーニング教材である。こちらの研究では、Kinect で取得した人間の骨格座標を大型ディスプレイに表示し、中学生に鏡が作る鏡像と虚像の関係を直感的に理解させる教材を開発している。このシステムは現象の形式的な理解には有効だったが、生徒による論理的・数学的な理解には至らなかったと述べられている。

以上の2つの研究を参考に、Kinect と2台のプロジェクタの相対位置を固定し移動可能なハードウェアと、映像と数式の両方を表示して論理的理解を可能にする教材から構成されるシステムを開発する。

3. Interactive Floor Interface

本研究で開発する Interactive Floor Interface(以下 IFI)の概要を図1に示す。IFIは Kinect v2(以下 Kinect)、プロジェクタ2台、Kinect およびプロジェクタを固定する装置、PC から構成されている。2章で述べたように、本研究では IFI を移動可能なハードウェアにすることで様々な場所で使用することも重視している。そのためプロジェクタの相対位

置を固定し、装置にキャスターをつけることにより移動可能なハードウェアとした。

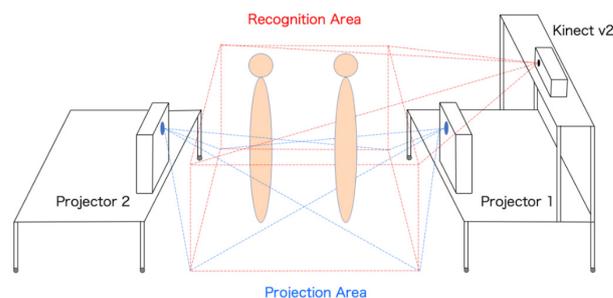


図1 IFIの概要図

IFI が動作する際のフローチャートを図2に示す。IFI に対する入力ユーザーの動作とし、出力はプロジェクタを通して床に投影されるものとする。図1の Projection Area でユーザーがあらかじめ登録された動作をすると、Kinect がそれを認識し、動作に応じて提示する情報がリアルタイムに変化するシステムである。

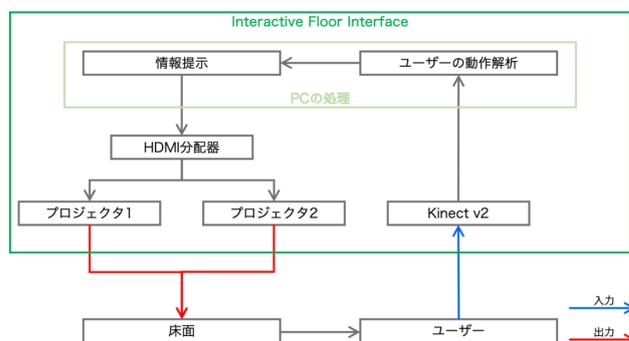


図2 IFIのフローチャート

3.1 教育コンテンツ:波の干渉

IFI で動作する教育コンテンツとして、高校物理で学ぶ波の干渉に注目した。なぜなら、波の干渉は日常生活で直感的に体験しにくく、苦手な高校生が多いからである。複数の波の動きとその干渉パターンを自ら操作しながら体験するシステムがあれば学習効率が上がることが期待される。

2章で述べたように、本研究では利用者である学生が数式を理解できることも重視している。いま、ある点 P から波長 λ である波の2つの波源 A と B までの距離をそれぞれ L_A 、 L_B としたとき、点 P における波の強め合いと弱め合いの条件は n を整数として以下の式で書ける。

➤ 波の強め合いの条件: $|L_A - L_B| = n\lambda$

➤ 波の弱め合いの条件: $|L_A - L_B| = (n + \frac{1}{2})\lambda$

これらの式を理解させることも開発する教育コンテンツの目標とする。

1) 工学院大学 Kogakuin University

2) 東京工業大学 Tokyo Institute of Technology

以上の内容を含む教育コンテンツを作成するため、Distanceモード、Realモード、Moiréモードという3つの動作モードを開発した(図3)。DistanceモードはProjection Area内で人が立った位置を波源として波が発生するモードであり、複数人がProjection Area内に立つことで波の強め合い・弱め合いを学習できる。さらに、Distanceモードでは画面中心において波が強め合うか弱め合うかを数式とともに表示している。RealモードはDistanceモードの背景を変え、現実の水面波に近づけたモードである。なお、DistanceモードとRealモードの作成には[6]で公開されているプログラムを参考にした。Moiréモードでは2つの波源を固定したときの強め合いと弱め合いの点を表示する。

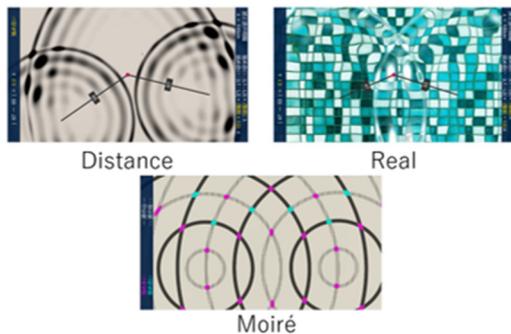


図3 波の干渉を学習するための3つのモード

3.2 人のジェスチャー認識

IFIはユーザーの動作により教育コンテンツを操作できるインタラクティブ性をもっている。その機能には、Kinectにより得られた骨格座標に基づくジェスチャー認識を利用している(図4)。

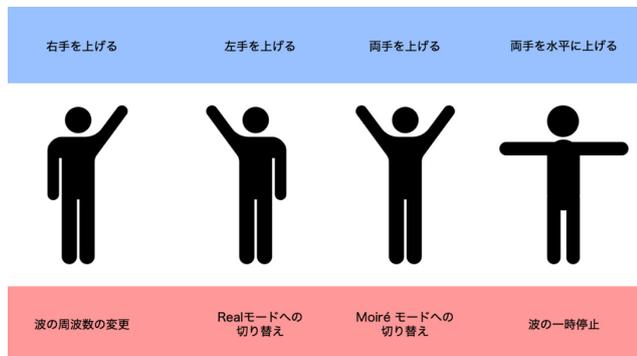


図4 各機能とジェスチャーの対応図

ジェスチャーには、「波の周波数の変更」、「Realモードへの切り替え」、「Moiréモードへの切り替え」、「波の一時停止」の4つの機能を割り当てた。「波の一時停止」とは、DistanceモードやRealモードにおいて波の動きを一旦止めて波とその重なりの様子を詳しく観察するための機能である。また、3.1で述べたように、RealモードからMoiréモードへ移行すると、波源の位置は固定される。

4. IFIを用いた教育支援システムの評価

IFIを用いて開発した教育コンテンツの有効性を調べる実験を行った。実験手順を図5に示す。実験協力者20人に波の干渉のテストを事前に解いてもらった。その後、教科書で学習するグループと本システムで学習するグループに分かれてもらい、学習後再度同じテストを解いてもらった。

実験の結果、両グループともに学習後に平均点が向上した(図6)。t検定を行ったところ、両グループの平均点推移には有意差があることが示された。しかし、2つの学習方法の違いに対して有意差を示すことはできなかったため、システムの改善が必要であることがわかった。

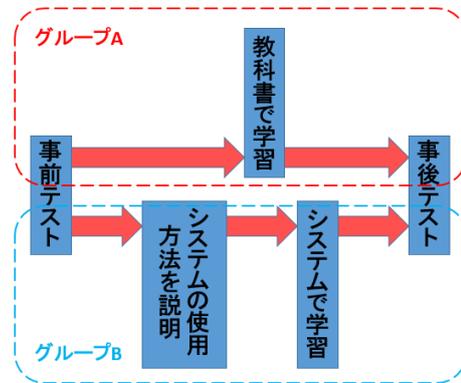


図5 実験手順

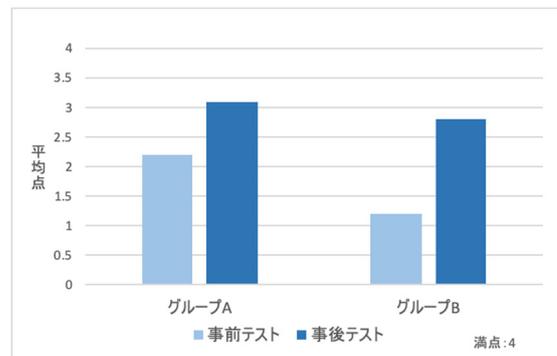


図6 事前・事後テストの平均点推移

5. おわりに

本稿では生徒参加型授業を行えるICT教育支援システムを開発し評価を行った。Kinectと2台のプロジェクタの相対位置を固定し移動可能なハードウェアを作成し、映像と数式の両方を表示できる教育コンテンツを開発することができた。しかし、教科書と本システムによる学習方法の違いに有意差を示すことができなかった。今後、有意差を示すため新たな機能の実装や機能の改善を行う予定である。

参考文献

- [1] 文部科学省, “新学習指導要領総則”, 2017
- [2] 一般社団法人 日本教育情報化振興会, “第11回教育用コンピュータ等に関するアンケート調査 報告書”, 2018.
- [3] 文部科学省, “新しい学習指導要領の考え方-中央教育審議会における議論から改定そして実施へ-”, 2017.
- [4] 小西 由香理, 藤田 悟, “2台のプロジェクタを用いた Interactive Floorの構築,” 第77回情報処理学会全国大会講演論文集, pp.247-248, 2015.
- [5] 中野 博幸, 久保田 善彦, 小松 祐貴, 大崎 貢, “Kinectを用いたARによる鏡像シミュレーション教材の開発と試行,” 日本教育工学会論文誌, 39巻 Suppl号, pp.105-108, 2015.
- [6] keijiro/RippleEffect, <https://github.com/keijiro/RippleEffect>