

B-23 AR 技術とセンサーを利用した物理実験教材に関する研究

ビジュアルインターフェース研究室 宇田川 駿介

1. 背景と目的

物理学では、物体に働く力とそれによる物体の運動について考察する必要がある。しかし、力やエネルギーなどの物理量はそのままでは人間の目に見えないため、学習者は目の前で起きていることを理解しにくい。この問題を解決するために本研究室では、AR (Augmented Reality) 技術とセンサーを利用して、測定した物理量を可視化する教材の開発を進めている。

AR とは、コンピュータが生成した情報を、現実世界の空間や物体に重ねて提示する技術である。これにより、ユーザーは実世界から得られる情報を増強することができる。近年では AR を用いた教材も開発されており、様々な応用が期待されている技術であると言える。

本研究では、本研究室の過去の先行研究を発展させて、複数のセンサーを用い、多数の物体や同一の物体の別部分にかかる力を AR によって可視化する実験教材の開発を行う。これによって学習者がより物理学に興味を持ち、理解が促進される教材の実現を目指す。

2. 先行研究

本研究室では、先行研究[1]から AR を用い

た力学の物理実験教材の開発に取り組んでいる。本研究では、図1のように AR マーカーを読み取るのに、スマートフォンを利用する。AR の表示は、スマートフォンのカメラで撮影した映像にマイコンのセンサーで取得した加速度を用い、物理量をプログラムで計算させて物体に働いている物理量を表示させる。

先行研究[1][2][3]では、Processing を用いた AR 表示を用いて現実の物体に働く力の向きと大きさをリアルタイムに可視化するシステムが開発された。先行研究[4][5]ではゲームエンジンである Unity を用いることで、物理シミュレーション機能が実装された。Unity によって多数のプラットフォームへの対応が可能になり、スマートフォンやタブレット端末でもシステムを実行できるようになった。

3. 本研究の提案

2021 年度の先行研究[5]のシステムは、各種センサーが組み込まれた小型マイコンを利用し、マイコンで計算した物理量の値を Unity のプログラムに送信して AR で表示するものであった。このシステムの実装方法では、マイコンの配置が真横になる方向から AR マーカーを読み取らなくてはならず、それ以外の方向か



図1 実験教材の利用方法

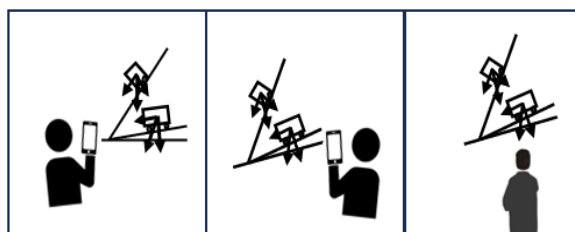


図2 多方向からの物理量の可視化

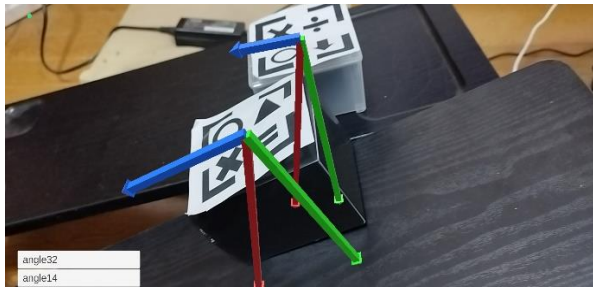


図3 アプリケーション実行画面①

らでは力の分解の AR 表示が正しく表示されなかった。

そのため、本研究では過去の研究を踏まえて図 2 のようにセンサーとカメラの位置関係が真横以外の場合でも正しく AR によって物理量の情報を表示するシステムを開発する。昨年度と同様に複数のマイコンを使用することで、場所や状況による物理量の違いがわかるようにする。

4. 実現方法

本研究では、先行研究[5]と同様に小型の Arduino 互換マイコンである M5StickC と Unity の ARFoundation を用い、スマートフォンアプリとしてシステムを開発した。

センサーからの情報の受信方法はUDP通信を利用し、スマートフォンと複数の M5StickC が通信できるようにした。スマートフォンでは、AR 表示を行う Unity のプログラムを実行する。これは複数のマイコンから情報を受信し、その情報をもとにそれぞれの物体が受けている力のベクトルとそれを分解したベクトルをリアルタイムに映像を重ねて AR 表示をする。

5. システムの利用例

斜面に置いた物体にかかる力に関する実験における実際のアプリケーションの画面を図 3, 図 4 に示す。先行研究[5]では力のベクトルを 2 次元のグラフィックスで表示していたが本研究では 3 次元表示を実現した。先行研究

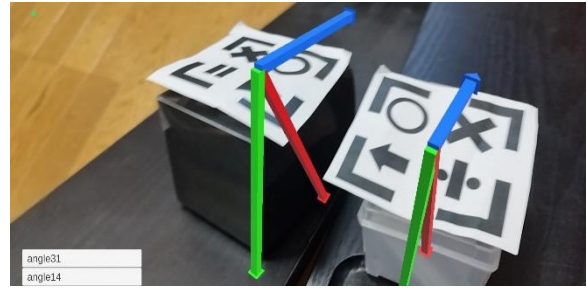


図4 アプリケーションの実行画面②

[5]では力の分解の AR 表示が正しく計算されていなかったため、本研究ではリアルタイムで力の分解の変化を正しく表示できるように改良した。また、本研究の目的であった様々な方向からの表示も図 3, 図 4 のように行うことができた。

6. まとめ

本研究では、先行研究[5]の改良と多方向からの物理実験教材の活用を可能とした。これにより、先行研究と比較して、物理法則について視覚的に理解しやすいアプリケーションが実現できたと考えている。

今後の課題は、力の分解の AR 表示だけではなく、様々な物理量を AR 表示することでより便利な物理実験教材を開発することである。

参考文献

- [1] 小松京平, 塩澤秀和, マーカー型 AR とセンサーを用いた物理実験教材の開発, 日本 VR 学会第 61 回 CS 研究会, 2017.
- [2] 廣田翔平, 塩澤秀和, AR 技術と加速度センサーを利用したカード型の力学実験教材, 日本 VR 学会第 63 回 CS 研究会, 2018.
- [3] 山本陽介, AR とセンサーを用いた物理実験教材に関する研究, 玉川大学卒業論文, 2019.
- [4] 西原稔, AR シミュレーションを用いた物理実験教材, 玉川大学卒業論文, 2020.
- [5] 方波見優斗, AR 技術を利用した物理実験教材における多数のセンサーへの対応, 玉川大学卒業論文, 2021.