

A-10 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

ビジュアルインタフェース研究室 方波見 優斗

1. 背景と目的

物理学を学習する際、学習者は実際に物体に働く力を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実際に目で見る事ができないため、学習者は、実際にどのような力が働いているのか理解しづらいことがある。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きた[1][2][3][4]。

AR とは、現実世界にコンピュータで生成した情報を空間や物に重ねて表示することによって、現実世界では見る事の出来ない情報を付加することができる技術である。その特性を用い、近年では、AR 技術を利用した教材の開発も行われている。

本研究では、本研究室で過去に開発された教材をもとに、多数のセンサーを用い、多数の物体や同一物体の別の部分にかかる力を AR によって可視化をする物理実験教材の開発を行う。

2. 先行研究

本研究室の 2016 年から 2018 年の卒業研究 [1][2][3]では、AR マーカー、加速度センサー、Bluetooth を内蔵したセンサーボックスを開発し、物体にかかる力のベクトルを可視化した。さらに、昨年度の卒業研究[4] (図 1) では、ゲームエンジンの Unity を用いることで、物理シミュレーション機能を実装させた。それにより、現実の実験装置と物理シミュレーションによる仮想の実験装置の比較ができるようになった。また、M5StickC という加速度センサー

付きのマイコンを用いることでセンサーボックスの小型化が実現できた。

3. 本研究の提案

昨年度の卒業研究[4]では、センサーとして新たなマイコンを使用し、その通信方法として、Bluetooth 通信を使用したため、端末とセンサーの 1 対 1 での通信しかできず、多数のセンサーへの対応ができなかった。しかし、多数のセンサーを使用することが可能であれば、条件の違いによる物理量の変化の違いが比較できるようになり、物理学に対する理解をさらに深めることができるようになると考えた。

そこで本研究は、昨年度の研究をふまえ、多数のセンサーを用い、多数の物体にかかる力のベクトルの可視化または、1 つの物体の異なる複数の部分にかかる力のベクトルの可視化を行い、物体の力の比較ができるようなアプリケーションを開発することを目的とした。

本研究は、先行研究と同様に、現実の実験装置において物体に対して働いている力をセンサーで取得し、リアルタイムに AR を用いてベクトルの矢印を表示する。それにより、昨年の研究で開発した AR 空間上の仮想実験装置に加え、現実の実験装置を多数の使用し、同時に比較することができるようになる。

4. 実現方法

本研究は、基本的に昨年度の卒業研究のプログラムをもとに開発を行った。昨年と同様、Unity の ARFoundation を用い、スマートフォンおよびタブレット端末のアプリケーションとして開発した。

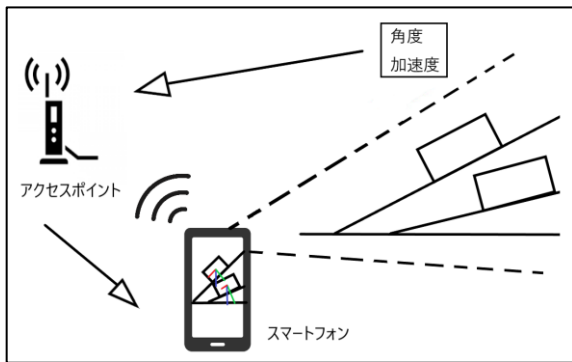


図1 Wi-Fiを使用したシステムの概要

センサーも昨年度の卒業研究でも使用された M5StickC という小型の Arduino 互換マイコンを複数個使用した。

本研究は、新たに複数のセンサーを対応させるための通信方法として、Wi-Fi 通信を使用した。昨年の研究では、Bluetooth 通信を使用していたが、1対1の通信にしか対応していなかったため、1度に多数のセンサーと通信できる Wi-Fi 通信に変更した。そして、Wi-Fi 通信の中でも、UDP 通信を採用した。理由としては、処理が簡単であり、遅延が少ないため、データがリアルタイムに求められる本研究に適しているからである。

通信の概要は、図1のように M5stickC から角度や加速度などのデータを Wi-Fi を用いた UDP 通信で Wi-Fi のアクセスポイントに接続し、送信する。そこから、スマートフォンがアクセスポイントからデータを受信し、カメラで認識した AR 空間に表示する。

5. アプリケーションの運用結果

斜面での実験における実際のアプリケーションの使用画面を図2に示す。角度による力のベクトルの違いが AR により可視化され、そこに加速度の違いが表示されることで斜面での力のベクトルや物理量の違いが理解しやすくなった。

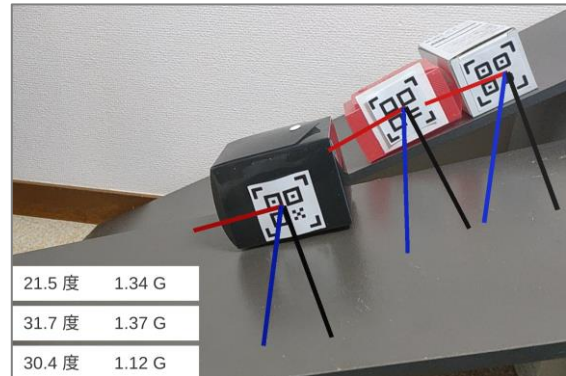


図2 実際のアプリケーション画面

6. まとめ

本研究は、昨年度の研究を踏まえ、AR 技術と M5stickC を多数使用した物理実験教材の開発を行った。Wi-Fi を用いた UDP 通信を使用することで端末とセンサーの 1 対多の通信を可能とした。多数の実験装置を使用することで学習者は、多数の実験装置の物理量の変化を比較しつつ、物理量や物理法則について視覚的に理解しやすくなったと考える。

参考文献

- [1] 小松京平, AR 技術を利用した物理学教材の開発, 平成 28 年度玉川大学卒業論文, 2017.
- [2] 廣田翔平, AR 技術とセンサーを用いた物理実験教材の小型化, 平成 29 年度玉川大学卒業論文, 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, 平成 30 年度玉川大学卒業論文, 2019.
- [4] 西原稔, AR とシミュレーションを用いた物理実験教材 令和 2 年度玉川大学卒業論文, 2021.