

## L-4

## 3D ハプティックインタフェースの機械振動から電気回路及び電磁気学への応用に関する一検討

## Application of 3D Haptic Interface from Mechanical Vibration to Electric Circuit and Electromagnetism

○今西諒太<sup>1</sup>, 戸田健<sup>2</sup>\*Ryota Imanishi<sup>1</sup>, Takeshi Toda<sup>2</sup>

Abstract: Online education is required because of coronavirus infection control. In addition, interactive education has become an important part of engineering education. In this paper, a method for learning electromagnetism and electric circuits using a 3D haptic interface that acts on tactile perception is investigated.

## 1. 背景

コロナウイルス感染症対策から対面での双方向学習ではなくオンライン授業での双方向学習が求められている。また、e-learningなどオンライン教材を用いた予習、復習の需要が高まっている。しかし、工学教育では視覚のみに作用するオンライン教材のような学習方法では客観的になり教育効果には限界がある。このことから触覚による直観的な理解も重要であるとされている。<sup>[1]</sup>我々はこれまで機械振動系を模擬した1Dハプティックインタフェースの試作及び評価を行ってきた。<sup>[2],[3]</sup>

本稿では、1Dハプティックインタフェースの機械振動系をベースに電気回路及び電磁気学への応用について検討する。

## 2. 方法

教育用インタフェースとして Novint Technology社製の触・力覚提示デバイスNovint falconを用いた。これは、3自由度の点接触型のデバイスであり、ユーザーがデバイスを操作する際に抵抗力を与えることで力覚を提示可能となっている。レンダリング方式としてゲームエンジンUnityを用いている。演算処理として、MATLABを用いた。Unityからの動作指令信号を、シリアル通信を介してデバイスに送信することで映像に合わせて触覚に作用している。ここでFigure 1にインタフェースの構成を示す。

本研究の仮想環境は電気回路ではRLC回路、電磁気学では2点の点電荷に働くクーロン力を表現していた。RLC回路は $L\ddot{q} + R\dot{q} + qC = E$ で表される。ただし、 $E$ を電圧の大きさ、 $L$ をコイルのインダクタンス、 $R$ を抵抗の大きさ、 $C$ をコンデンサの容量とする。電圧 $E$ をデバイスで操作し電流の流れ具合を触覚としてフィードバックを得る。また、2点の点電荷に働くクーロン力 $F$ は、クーロンの法則より $F = k(Q_A \cdot Q_B)/r^2$ で表される。ただし、 $k$ をクーロン定数、 $Q_A$ を点電荷Aの

電荷量の大きさ、 $Q_B$ を点電荷Bの電荷量の大きさ、 $r$ を点電荷間の距離とする。この時、電荷をデバイスで操作し電界の強さを触覚としてフィードバックを得る。

現在、インタフェースを元にオンライン教材化するための試作・検討を行なっている。従来のオンライン教材では、テキストや動画で学び、その後問題を繰り返し解くことで学習する。今試作システムでは、オンライン教材で学ぶ環境をインタフェース上で表現し、手を動かし学習を行うことで更なる教育効果が得られるのではないかと検討している。

## 3. まとめ

本稿では、1Dハプティックインタフェースをベースに3Dインタフェースの電気回路及び電磁気学の検討を行なった。本試作システムでは、視覚のみに作用するオンライン教材に、触覚にも作用するシステムを追加することで学習効果の検討を行なった。今後実験を通して有用性評価を行なっていく予定である。

## 4. 参考文献

- [1] 戸田健, ハプティックインターフェースの工学教育への応用と課題, J.of JSEE, 2011  
 [2] 宮野公, 今西諒太, 戸田健, “ハプティックデバイスを用いたVoigt モデルの学習効果に関する一評価”, 第63回日本大学理工学部学術講演会, L-63, 2019  
 [3] 今西諒太, 宮野公, 戸田健, “機械振動モデルにおける1自由度ハプティックインタフェースの学習効果と有用性の評価”, 令和2年電気学科全国大会, 2020

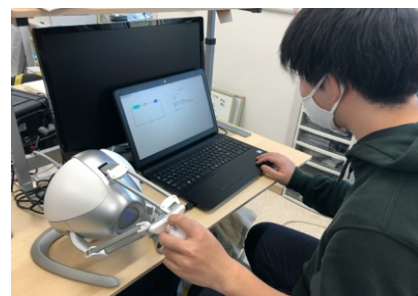


Figure 1 Experimental image