

VR で学ぶ電気回路の動作

VR Contents to learn Electrical Circuit Structure

渡辺 修斗

Shuto Watanabe

山岸 芳夫

Yoshio Yamagishi

新潟工科大学

Niigata Institute of Technology

Email:201911181@cc.niit.ac.jp

あらまし:我々の周囲には様々な電化製品があるが、電気の流れは目に見えないのでその動作原理は実際にイメージしづらいものである。そこで我々は、VR を使って電気回路について分かりやすく学び、身をもって体験しながら楽しく理解を深められる教材を作成する。本研究で作成される教材では、電子回路の組み立てを VR 環境上でシミュレートし、回路の中を流れる電流を可視化することによって、その動作原理を深く理解することが可能になる。また、誤った配線を行った場合は現実と同様に部品が焼損したり破裂したりするが、実際にそのようなことが起きているわけではないので、失敗を恐れず安全に学習できる。

キーワード: 電気回路、VR、教材

1. はじめに

今や電気は我々の生活に欠かせないものとなっており、様々な電化製品が身の周りに存在している。電気については小学校の理科から高校物理に至るまで学ぶ機会があるのだが、電気の流れは基本的に目に見えないものであり、それがどのように機械を動かしているのかはなかなか理解しづらい。

また、昨今のコロナ禍の影響で、生徒が学校に通学できなくなり、実験・実習の機会が失われている、という問題があり、その解決策としてそれらをシミュレートする VR 教材が現在注目を集めている。完全に現実を再現しているわけではなくても、VR であれば自分の手を動かして実験ないし実習のシミュレーションが行えるので、単に動画を見るだけよりも高い学習効果が期待できる。

そこで我々は VR を用いて電気回路の動作を分かりやすく学ぶことができる教材の構築を考えた。

2. 先行研究

本研究に類する先行研究として、岩崎らによる「3D モデルを用いた電気回路学習支援システムの開発」が挙げられる⁽¹⁾。この研究では小学校理科での電気回路の学習において、電源と抵抗を接続しただけの回路の中を移動する電流を小球で表現し、抵抗の動作を障害物のある斜面のアナロジーで可視化している。ただし、この研究では現状では電源と抵抗だけの回路にしか対応しておらず、動作を力学的なアナロジーで直観的に理解できるものの、実際のデバイスとは形状が全く異なり、かえって誤解を生むのではないかと、という懸念もある。

また、寺西らは 2017 年に VR による自作 PC 組み立てシミュレーションシステムを構築した⁽²⁾。この教材では HMD (ヘッドマウントディスプレイ) で

VR 環境を学習者に提供し、ハンドトラッキングセンサーを用いて学習者の手の動作を VR 環境内に反映し、パソコン内のパーツの配置が理解できるようになっている (図 1)。



図 1 先行研究⁽²⁾の画面例

本研究においても同様な手法を用いることで、仮想的な電子回路の組み立ての実現が期待できる。

3. 開発及び動作環境

本研究で開発するシステムでは、VR HMD として Oculus Quest2 を用いる。またシステム開発はゲームエンジン Unity 上で行う。

3.1 Oculus Quest2

Oculus Quest2 は、Meta (旧称 Facebook) の一部門 Facebook Technologies が開発したバーチャル・リアリティヘッドセットである (図 2)。スタンドアロン型だけではなく PC 上で動作する Oculus 互換の VR ソフトウェアも実行できる。性能は高いが廉価であり、後述する Unity の公式な動作環境としても認定されている。



図2 Oculus Quest2

3.2 Unity

UnityはUnity Technologiesが開発・販売している、IDE(統合開発環境)を内蔵するゲームエンジンである。現在ではVR機器向けのコンテンツ開発では定番の開発環境となっている。本研究でもUnityを用いてコンテンツの開発を行う。

現段階では物理演算エンジンとしてUnityに標準で搭載されているnVIDIA PhysX⁽³⁾を使用する予定であり、必要に応じてElectric wire⁽⁴⁾等のアセットの利用も検討する。

4. システム概要

現段階のシステム構成は図2のようになる。学習者は頭部にHMDを装着し、両手にコントローラーを握ってVR空間内にて回路の構築および動作実験を行う。

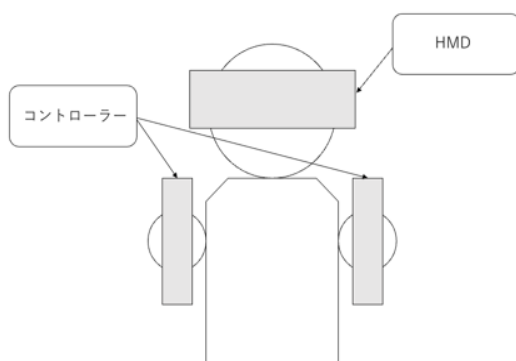


図3 システム概要

まず回路図から回路を組み立てるシミュレーションを体験する。予め用意された回路図を見ながら、その回路を再現するように適切な部品を選んで適切に配線する。手始めとして、直流電源と抵抗、スイッチ、豆電球、LEDを用いた回路の構築を行う。現実世界での実験との対応を容易にするために、配線にはブレッドボードとジャンパ線を用いる。

部品の設置と配線が終了したら、スイッチを入れて動作を確認する。それぞれの部品には入力電圧/電流の最大定格が設定されており、回路で想定され

る電圧ないし電流がそれを超えるような設定になっていた場合、焼損したり破損したりするようになっている。さらに、回路内に短絡がある場合は過大電流が流れてブレーカーが落ちるようにもなっている。このような状況になったとしたら、学習者はその原因を調べて適切に回路を配線しなおす。現実世界と異なり、このような失敗を何度繰り返しても部品が消耗することもなく危険も発生しない。失敗からの学びは非常に重要であり、本教材の教育効果がさらに高まることが期待できる。

これほど致命的な状況にならなくても、回路図通りの配線になっておらず正しく動作しない、という状況もあり得る。いずれにせよ「可視化モード」を使うと、回路内の電流の流れが可視化されるため、問題発見が容易になる。もちろん現実世界にはそのような「可視化モード」は存在しないため、可視化ができないようにして、現実世界と同じように電流計、電圧計、導通チェッカーを使って問題を発見する、というような、いわゆる「ハードモード」に設定することも可能である。このような問題発見、解決の経験も、座学だけでは学べないものである。

回路図通りに動作する回路が作成できた場合はミッションクリアとなり、次のミッションに進むか終了するかを選ぶことができる。

5. 終わりに

本システムは開発中であり、当面はシステムの完成が目標となる。システムの完成後は評価試験を行い、協力者からのフィードバックに基づきシステムの有用性や評価を検証する。今後はコンデンサー、コイルなどのパッシブ素子や半導体、交流電源、発電機なども加わった回路にも対応させ、さらに配線の手段もプリント基板へのハンダ付けや空中配線、圧着など、様々なかたちのもに対応できるようにシステムを拡張する予定である。

謝辞

本研究はJSPS 科研費 21K02786 の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) 岩崎 匠良, 星野 貴弘: “3D モデルを用いた電気回路学習支援システムの開発”, 令和3年度 日本大学理工学部 学術講演会予稿集, L-41.pdf(参照 2022. 05. 27)
- (2) Teranishi, S. & Yamagishi, Y. (2018). Educational Effects of a Virtual Reality Simulation System for constructing Self-Built PCs. Journal of Educational Multimedia and Hypermedia, 27(3), 411-423.
- (3) Physics - Unity Documentation <https://docs.unity3d.com/ja/current/Manual/class-PhysicsManager.html> (Retrieved May. 30, 2022)
- (4) Electric wire – for Unity <https://assetstore.unity.com/packages/templates/systems/electric-wire-163229> (Retrieved May. 30, 2022)