

2Y-06

電子回路図から水路図への自動変換に基づく AR を用いた可視化の提案*

小島 有貴[†]安達 拓也[‡]濱川 礼[§]

中京大学 情報理工学部 情報システム工学科

中京大学 情報科学研究科 情報科学専攻[¶]

1 概要

本論文では電子回路図から AR を用いた三次元水路図への自動変換に基づく可視化の手法について述べる。AR を用いて三次元水路図を表示することで不可視な電気を水に変換し可視化する。これにより回路の働きや関係を視覚的に学ぶことが可能になり「電流」単元の理解促進や学習意欲向上を図る。

2 背景・目的

教育現場においてタブレット端末の普及により AR を取り入れた教材が開発されている。例えば化学の勉強で教科書にタブレット端末をかざすと分子構造が立体的に表示される [1]。このように AR を教材に用いることで今までイメージすることが難しかったものがイメージしやすくなる効果がある。我々は AR を用いて電子回路図を可視化することで理解促進に繋がると考えた。電気は視覚的に理解することが困難なため、電気の本質や関係をイメージすることは難しいからである。しかし、電子回路図をそのまま可視化するだけではイメージがわきにくい。椋原ら [2] の調査では「電流」単元の問題点の 1 つとして実態と概念が結びつきにくいことが挙げられている。このような中学生の「電流」単元の学習対策として電子回路を「水」に変換する教え方がある。これは不可視な「電気」を「水」に変換することで可視化し理解促進に繋げるといものである。そこで「AR」と「電気から水への変換」を組み合わせることで三次元水路図を表示することで中学生の「電流」単元の理解促進や学習意欲向上に繋げる。

3 関連研究

馬らの研究 [3] では現実空間を示す画像に重畳表示する AR 技術を導入し学習することが困難である不可視な物理現象を学べる教育用ソフトウェアを開発し、電子回路の学習支援に応用している。直列回路の電流や電圧の情報を実験器具の位置に同期し、電流の流れる様子と方向や電圧の大きさをアニメーションで表示することが可能である。沖花らの研究 [4] では「電気」を「水モデル」(水)に変換して水流模型を作成し、中学生を対象に評価を行っている。この研究では電子回路に

実際の水を利用し、電位を水の高さに変換し、視覚化することで深く学ぶことが可能である。馬らの研究では電流の大きさと方向を表示することは可能であるが電流変化を動きで見ることができない。沖花らの研究は一から水流模型を作成しなければいけないため、利便性は低いと言える。本提案では電気を水に変換することで電流変化も視覚的に学習可能である。またタブレット端末を使い、値を設定するだけで三次元水路図が自動構築されるため回路作成する手間を省略できる。

4 AR を用いた可視化の手法

システムの構成を図 1 に示す。ユーザーは参考書の電子回路図をタブレット端末のカメラで写真撮影する。システム内部 (画像処理, 回路解析) で処理を行い三次元水路図を表示する。システム内部とサーバーに関しては論文 [5] を参照のこと。本論文では AR を用いた表示部分の可視化の手法について述べる。

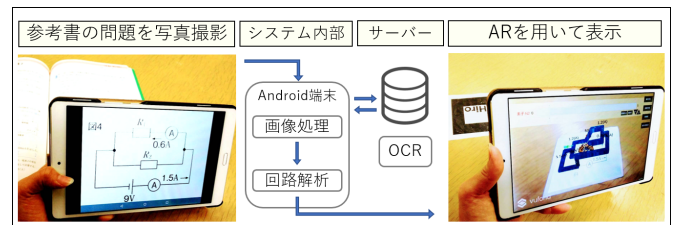


図1 システム構成

4.1 電気から水への変換

電気は視覚的に理解することが困難なため「電圧」「抵抗」「電流」の関係は数式で説明することになる。そのため電気の関係はイメージがしにくく、学生の理解不足に陥りやすい。また電子回路図を教科書上で理解しようとする計算式の暗記が優先になることがあり、公式に数字を当てはめるだけの単純作業と感じることから学習意欲の低下に繋がってしまう。そこで不可視な電気を水に変換し、可視化することでイメージしやすくなり、原理や法則の理解促進や学習意欲向上に繋げる。電気と水の対応関係は以下の通りである。

- 電圧 - 水の落差
電圧は水路図に水の落差を作るためポンプで表現。
- 抵抗 - 水車の大小
抵抗は水の流れを邪魔する水車で表現。
- 電流 - 水の流量

電圧値や抵抗値の変化にしたがって、三次元水路図を動的に構築することで水の流量が変化する。これによりユーザーは視覚的に「電流」の変化を学ぶことが可能。

* A proposal of visualization using AR based on automatic conversion from electronic circuit diagram to waterway diagram

[†] Kojima Yuki

[‡] Adachi Takuya

[§] Hamakawa Rei

[¶] Chukyo University

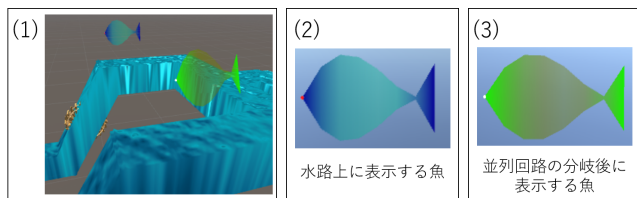


図2 水路上の魚

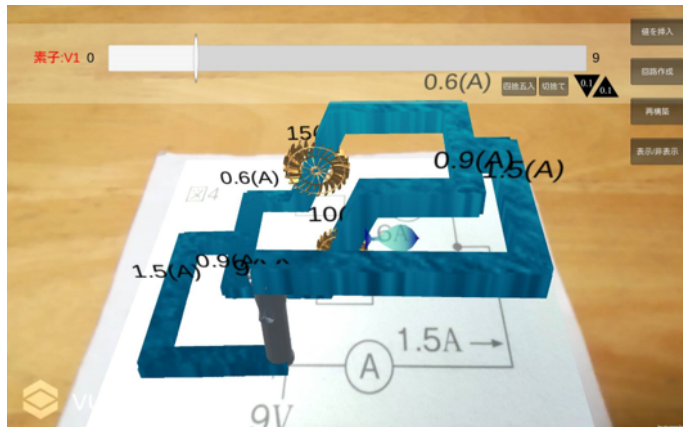


図3 電子回路図を変換した、三次元水路図

4.2 魚による表現

水の流れがわかりやすいように図2(1)のように水路上に魚を表示した。流れを表すために球体をあまり大きく表示すると球体は電子と似ているため、間違えた認識を与える可能性がある。そこで中学生が水の流れをイメージしやすいように球体を小さくし図2(2)のように魚を表示した。また魚を複数個表示するのではなく1つだけ表示した。複数個表示すると抵抗値が大きい水路は魚の速度が遅いため抵抗値が小さい水路に比べ、魚が多く表示されてしまい、魚の数が多い水路の方が電圧値が大きいと間違えた認識を与える可能性があるからである。並列回路では水路の分岐点で魚が2つに分かれ、色の違う図2(3)の魚も表示した。これは抵抗値の大きさにしたがって魚の速さが異なるため、電流値の違いを数字で比較するだけではなく視覚的にも比較することを可能にするためである。

4.3 AR表示

AR表示部はARを用いて、三次元水路図を表示する。ARを用いることで三次元水路図を様々な方向や角度から見る事が可能になる。撮影した電子回路図を実際に変換したものが図3の三次元水路図であり以下を表示する。

- **ポンプ表示**
電圧の大きさに比例してポンプの高さを表示。
- **水車表示**
抵抗の大きさに比例して水車の大きさを表示。
- **水路表示**
電流を水の流量で表現するため波の速さが変化。
(電流の大きさと魚の流れる速さは比例)
- **魚表示**
水路上を小さなサイズの球体が移動しており、球体の軌道の幅を魚の形にすることで表現している。また軌道の色と透過度であるアルファ値に変化をつけることで、魚の動きをより見やすくしている。

4.4 値設定

ユーザーはオブジェクト(ポンプ, 水車, 抵抗)をタッチし、図3の上部にあるスライダーとボタンを使い「電圧値」「抵抗値」「電流値」を設定する。値を自由に設定できるためユーザーが欲する三次元水路図を表示することが可能である。

スライダー 数値は小数点第二桁で50まで選択可能。

中学生対象の参考書[6]の値を参考に設定した。

ボタン

- 「値挿入」 スライダーの値をオブジェクトに挿入。
- 「回路作成」 (値を挿入後)回路作成。
- 「再構築」 (回路作成後)値を変更し、回路を再構築。

5 評価

本システムを利用することで中学生の「電流」単元の学習に繋がるか検証するために評価実験を行った。評価方法は、教員免許をもつ教師または塾講師の計6名を対象にシステムを利用してもらい、その後選択形式(4:非常に思う,3:思う,2:思わない,1:非常に思わない)のアンケートに回答してもらった。評価結果は「電子回路を水に置き換えることで理解が深まると思う」は3.17点、「ARは効果的だと思う」は3.33点評価が得られた。また「水の流れを可視化しているためイメージしやすい」といった意見があった。このことから本システムは中学生の「電流」単元の学習に効果的であると考えられる。一方「もっと中学生に考えさせる工夫があっても良い」など教育的視点からの意見もあった。

6 終わりに

本論文では、電子回路図を電気から水に変換し、ARを用いてに表示する手法について示した。ARを用いて三次元水路図を表示することで教科書だけではイメージしにくい回路の働きを視覚的に学ぶことが可能になる。また値の違いを数字のみで比較するのではなく、視覚的にも比較することが可能であることから中学生の「電流」単元の理解促進や意欲向上に繋がる事が実証された。本論文では評価対象が教員のみであったため、今後は学ぶ側である中学生を対象に評価実験を行い、本システムの有効性を調査していく。

またARを他の学習に応用することへの期待は大きい。例えば化学の物質質量の問題では「モル」という特有な単位を使用するため教科書だけではイメージしにくいARを用いて可視化することで学習支援に繋げる。

参考文献

- [1] 改訂化学,AR教科書,東京書籍,2018.
- [2] 梶原俊司,松村佳子:アンケート調査に見る中学校電気学習の問題点. 出典:教育実践研究指導センター研究,1997.
- [3] 馬文鵬,伊藤陽介:拡張現実技術を用いた教育用ソフトウェアの開発と応用. 出典:鳴門教育大学情報教育ジャーナル,2017.
- [4] 沖花彰,谷口信一:中学生電気分野における電位概念の導入と学習教材の開発. 出典:日本物理教育学会,2009.
- [5] 安達拓也,小島有貴,濱川礼:OCR技術を活用した電子回路図からARを利用した三次元水路図への自動変換システムの構築. 出典:インタラクティブ2018.
- [6] くもんの中学基礎がため100中2理科第1分野編-学習指導要領対応粒子・エネルギー,くもん出版,2012.