

# 物理的操作によってネットワーク教材の設定を行う インタフェースの開発に関する研究

## Research on the development of an interface to configure network teaching materials through physical manipulation

中村 雄大<sup>\*1</sup>, 吉原 和明<sup>\*2</sup>, 渡辺 健次<sup>\*1</sup>

Yudai NAKAMURA<sup>\*1</sup>, Kazuaki YOSHIHARA<sup>\*2</sup>, Kenzi Watanabe<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 広島大学大学院 人間社会科学研究科

<sup>\*1</sup> Graduate School of Humanities and Social Sciences, Hiroshima University

<sup>\*2</sup> 近畿大学 情報学部

<sup>\*2</sup> Faculty of Informatics, Kindai University

Email:m214416@hiroshima-u.ac.jp

**あらまし**：高等学校学習指導要領情報編では、情報通信ネットワークの内容について「情報通信ネットワークの仕組みや構成要素について理解すること」が示されている。しかし、情報通信ネットワークは目に見えない概念的な存在であり、理解することが難しい。情報通信ネットワークの先行研究として、石川らはOpenFlowを用いてネットワーク学習教材を開発している。しかしこの教材は、ルータの設定やファイアウォールのパケットフィルタリングルールの設定にコマンドを用いる必要があり、学習者が操作を行うことが難しい。そこで、本研究ではM5stackを利用し、物理的な操作で簡単にネットワーク情報を設定できるインタフェースの開発を行い、実践を通して有効性の検証を行なった。

**キーワード**：情報教育，教材開発，ネットワーク，体験的学習，M5stack

### 1. はじめに

高等学校学習指導要領(平成30年告示)情報編では、全ての生徒が履修する内容として情報通信ネットワークの内容がある。その中には「情報通信ネットワークの仕組みや構成要素について理解すること<sup>(1)</sup>」が示されている。しかし、ネットワークは目に見えない概念的な存在であり、実際にどのように通信が行われているかを理解することは難しい。そのため情報通信ネットワークについて、実践的・体験的に実習することができる教材が必要である。情報通信ネットワーク教材の先行研究として、石川らが行った「OpenFlowを用いたネットワーク学習教材の開発<sup>(2)</sup>」がある。しかしこの教材は、学習者が経路を設定する際に難解なコマンドを入力しなければならない。そこで、本研究ではこの経路を設定する部分において、物理的な操作でより直感的に経路を設定することができるインタフェースの開発を行い、実践による評価を行なった。

## 2. インタフェースの開発

### 2.1 インタフェースの概要

本研究では、M5stackを用いてネットワーク情報・ファイアウォールのパケットフィルタリングルールの設定を行い、その内容をネットワーク教材に送信することで、設定ができるようなインタフェースの開発を行った。開発には無線通信機能を備えたCPUを持ち、液晶ディスプレイや3つのボタンを利用したプログラムを作成することができるM5stack Basicを利用している。

本研究の開発環境を表1に示す。

分類	内容
コンピュータ	M5stack Basic
開発言語	Arduino 言語
統合開発環境	PlatformIO
コンパイルした OS	macOS

表1 開発環境

### 2.2 IPアドレス・ゲートウェイの設定

経路制御の演習では、ルータにIPアドレスとゲートウェイを設定することができる。図2のように3つのルータから設定したいルータを選択する。その後、3つのボタンを利用して値の入力を行う。なお、IPアドレスとゲートウェイのどちらを設定するかは図3の画面で指定できるように実装を行なった。



図2 ルータ指定画面



図3 設定変更画面

### 2.3 経路の確認

経路の設定後は、設定した経路をアニメーションで確認することができる。これは設定されたIPアドレスの値とゲートウェイの値を比較し、経路を認識してアニメーションの実行を行なっている。図4、図5はその様子を示した一部分である。

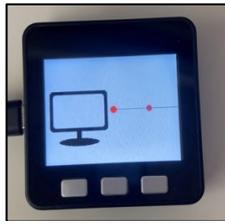


図 4:宛先画面

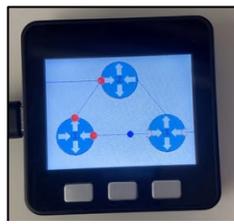


図 5:ルータ間の経路

## 2.4 経路の確認

ネットワーク教材では、パケットフィルタリングの様子を可視化する演習を行うことができる。本インタフェースを利用することで、そのフィルタリングルールを設定することができる。図 6 に設定画面を示す。



図 6 パケットフィルタリング設定画面

## 3. 実践によるインタフェースの評価

### 3.1 実践及び評価の手続き

実践は広島大学の学生 10 名を対象に実施した。実践では、インタフェースを用いて 2 つのホスト間を接続する経路設定の実習とファイアウォールの実習を行った。また、ネットワーク教材の LED テープとインタフェース上で表示されるアニメーションを活用して結果を確認するようにした。経路制御の演習では、インタフェースを利用して 3 つのルータに IP アドレスとゲートウェイを設定し、経路を設定する。ファイアウォールの演習では、2 つのパケットフィルタリングルールを設定し、それぞれどのようにパケットが動いているかを確認する。図 7 にインタフェースを利用して経路を設定している様子を、図 8 に LED テープで経路を確認している様子を示す。



図 7 経路設定の様子



図 8 経路の確認

評価は、実践の後にインタフェースに関するアンケートを実施した。内容はインタフェースを用いて値やルールを設定することができたか、ルータやファイアウォールといったネットワークの要素について理解することができたか、結果を LED テープで確認することができたかといった項目や、全体を通してインタフェースが操作しやすかったか、ネットワークについて興味を持ったかといった合計 16 項目で質問を行った。選択肢は 1 を「当てはまらない」、4 を「あてはまる」とした 4 段階で作成した。

## 3.2 結果と考察

アンケート結果を図 9 に示す。

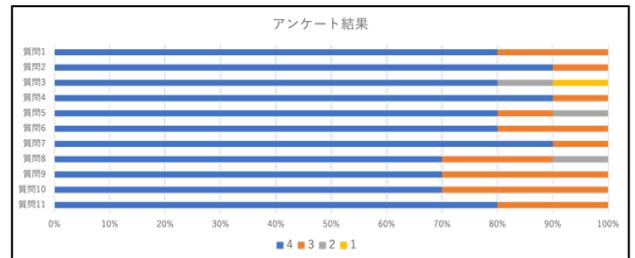


図 9 アンケート結果

また、質問ごとの平均点は表 10 の通りである。

質問	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
平均	3.8	3.9	3.5	3.9	3.7	3.8	3.9	3.6	3.7	3.7	3.8

表 10 質問ごとの平均点

これらの結果から、M5stack を用いたインタフェースを用いて直感的にルータやファイアウォールの設定を行うことができ、インタフェース上のアニメーションや LED テープを用いてパケットの流れを可視化することで、情報通信ネットワークの理解が深まることが示された。

## 4. まとめと今後の展望

本研究では、石川らが開発したネットワーク学習教材に対して、物理的な操作で経路を設定することができるインタフェースの開発を行った。また、開発したインタフェースを利用して実践を行い、有効性を確かめた。

本研究で開発したインタフェースを利用することで、学習者は簡単にネットワーク情報を設定したり、ファイアウォールのフィルタリングルールを設定したりすることができる。これにより学習者はこれまで必要であったコマンドを打つことなく、ネットワーク構築を行うことができる。実際に、実践の結果からも M5stack を利用することで、直感的にルータやファイアウォールの設定を行えることが確認できた。また、M5stack インタフェースのアニメーションやネットワーク教材の LED テープでその結果を可視化することで情報通信ネットワークの仕組みや構築について興味・関心を持って学習できることが確認できた。

今後は、ネットワーク学習教材に設定した値やフィルタリングルールをインタフェース上から削除する機能の追加といったようなシステムの利便性と安定性を高め、中学校や高等学校で授業実践を行い、有効性を確かめていく必要がある。

### 参考文献

- (1) 文部科学省:“高等学校学習指導要領解説情報編”, p.35 (2018)
- (2) 石川有彩, 吉原和明, 井口信和, 渡辺健次:“OpenFlow を用いたネットワーク学習教材の開発”, 研究報告インターネットと運用技術 (IOT), 第 52 巻, 第 2 号, pp.1-7 (2021)