

物理的インタフェースを用いた経路制御学習教材の開発に関する研究

Research on Development of Equipments Using Physical Interface for Learning Network Routing

吉原 和明^{*1}, 石川 有彩^{*2}, 渡辺 健次^{*1}
Kazuaki YOSHIHARA^{*1}, Arisa ISHIKAWA^{*2}, Kenzi WATANABE^{*1}

^{*1} 広島大学大学院教育学研究科

^{*1}Graduate School of Education, Hiroshima University

^{*2} 広島大学教育学部

^{*2}Faculty of Education, Hiroshima University

Email: d173863@hiroshima-u.ac.jp

あらまし: 学習指導要領において中学校技術科や高等学校情報において情報通信ネットワークについて学習するようになっている。そのような中、情報通信ネットワークを実験的・体験的に学習できる教材はあまりなく中学生や高校生にとって敷居が高いと考えられる。そこで本研究では、フルカラーシリアルLEDテープによって、情報通信ネットワークの主要な技術であるルーティングを物理的に可視化し、体験的に情報通信ネットワークの仕組みを学習できる教材の開発に関する研究を行った。

キーワード: ネットワーク学習教材 Raspberry Pi フルカラーLED テープ

1. はじめに

平成 33 年度全面実施予定の中学校学習指導要領では、技術・家庭科技術分野における D 情報の技術において、制作するコンテンツのプログラムに対し、「ネットワークの利用」及び「双方向性」の規定を追加している。また、平成 34 年度から年次進行で実施予定の高等学校の新学習指導要領では、情報科の科目が再編され、すべての生徒が履修する「情報 I」にてネットワークの基礎等の内容を必修化する内容が含まれた。

しかしながら、情報通信ネットワークの技術は利用者の目に触れることなく動作しているため、実生活と結びつける学習が難しい。さらに、情報教育ではネットワークの技術を実感できるような教材が少なく、実験や実習を通して体験的な学習が行われていないのが現状である。

そこで我々は、物理的可視化と物理的直接操作という考えに基づき、LED などの物理的インタフェースを用いた情報通信ネットワーク学習教材を開発している。

本研究では、物理的インタフェースであるフルカラーLEDテープによって、情報通信ネットワークの主要な技術であるルーティングを物理的に可視化し、体験的に情報通信ネットワークの仕組みを学習できる教材の開発に関する研究を行った。

2. 情報通信ネットワーク学習教材

2.1 研究方法

本研究では、情報通信ネットワークの経路情報を、フルカラーLEDテープの光の軌跡を用いて物理的可視化し、情報通信ネットワーク上の経路制御を直感的に理解できるネットワーク学習教材を開発した。教材にはシングルボードコンピュータである

Raspberry Pi を用いた。教材の開発環境を表 1 に示す。

表 1: ネットワーク学習教材開発環境

分類	詳細
コンピュータ	Raspberry Pi 2 Model B+
OS	Stretch
開発言語	Python
物理的可視化機器	フルカラーLED テープ

2.2 フルカラーLED テープ

フルカラーLEDテープは、フルカラーLED が図 1 のようにテープ状に連なったものである。5V, GND, PWM 信号の入力端子といった 3 つの端子があり、5V と GND を電源に、PWM 信号の入力端子を Raspberry Pi に接続することで使用できる。PWM 信号のみでフルカラーを制御でき、LED 一つ一つを個別に制御できる。

GRB の順に各色 8bit で 1 モジュール当たり 24bit のデータを決められたタイミングで信号を入力することでデータを送信する。連結して使用する場合、Raspberry Pi から近い側のモジュールのデータから送信し、50 μ s 以上 LOW が続いた場合、全モジュールでデータが確定し LED への出力へ反映される。(4)

Raspberry Pi で使用する場合、フルカラーLEDテープを制御するためのライブラリ“rpi_ws281x”を利用することで簡単に制御することができる。



図 1: フルカラーLED テープ

2.3 教材の概要

本教材では、IP アドレスの割り振りや、経路表の

設定を行い、その結果パケットがどのように動くかをフルカラーLEDテープの流れで確認することができる。また、経路表の設定を動的にすると、パケットが迂回路を通る様子も可視化することができる。教材を用いた実験の様子を図2、本教材の回路図を図3に表す。



図2：ネットワーク教材を用いた実験の様子

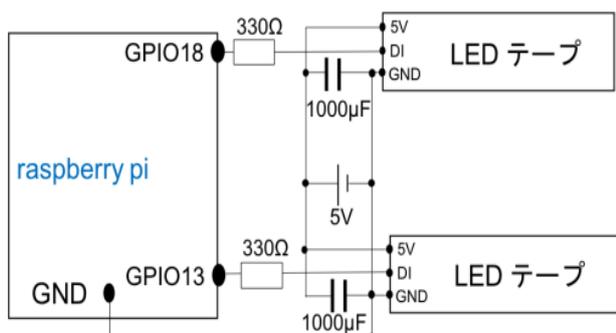


図3：ネットワーク学習教材の回路図

2.4 ルーティングの物理的可視化

開発した教材は、icmp パケットが異なるネットワークを経由して目的のホストまで到達する様子を、フルカラーLEDテープで可視化する。図4はネットワーク配線の例である。

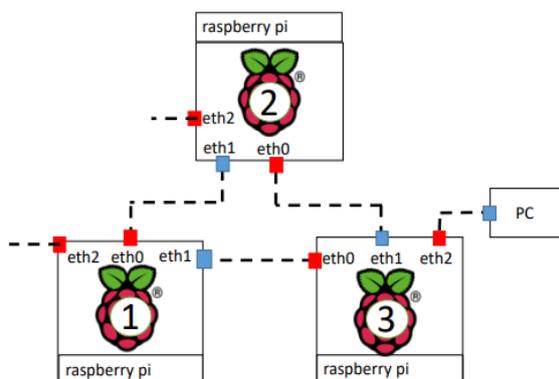


図2：ネットワーク配線図

端末から、Raspberry Pi を介した宛先へ ping を送信すると、Raspberry Pi が icmp パケットをキャプチャして分析し、送信元 IP アドレスや宛先 IP アドレスに応じて、光の向きなどを決定する。

icmp エコーでは、パケットが宛先ホストへ到達したのち、宛先ホストから応答が返ってくる。本来の通信速度は一瞬であるが、パケットの流れを可視化するために、フルカラーLEDテープの光るタイミングを調整する必要がある。本教材では、フルカラーLEDテープの光るタイミング調整を、インタフェース間のソケット通信でのメッセージのやり取りで制御している。

メッセージには2種類あり、スタートの合図を送るメッセージと、帰りの合図を送るメッセージである。J 複数のネットワークを通ってパケットが移動する際、一番初めに透ネットワークを表すフルカラーLEDテープが光り終わるまで、次のネットワークを表すフルカラーLEDテープを待機している。一番初めのフルカラーLEDテープが光り終わると、そのフルカラーLEDテープを制御していた Raspberry Pi から、次のフルカラーLEDテープを制御する Raspberry Pi にスタートの合図が送信され、次のフルカラーLEDテープが光り始める、という仕組みである。また、スタートのメッセージには送信したインタフェースの IP アドレスが格納されており、帰りのメッセージはそのアドレスに合図を送信する。そうすることにより、帰りのメッセージを待機中のフルカラーLEDテープを制御している Raspberry Pi へ送信することができる。

3. おわりに

本研究では、フルカラーLEDテープを用い、パケットの流れを物理的に可視化することによって、経路制御の技術を体験的に理解することのできるネットワーク学習教材を開発した。

今後は、本教材を中学生や高校生がより簡単に設定できるようにし、実際に中学校技術科・高等学校情報科の授業で本教材を用いた授業実践を行い、有用性を確認する必要がある。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 18K11570 の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) 文部科学省: “中学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説 技術・家庭編”
<http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2018/05/07/1387018_9_1.pdf> (2019 年 2 月 10 日アクセス)
- (2) 文部科学省: “高等学校学習指導要領改訂のポイント”
<http://www.mext.co.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/080/siryo/_icsFiles/afieldfile/2018/09/05/1406428_1.pdf> (2019 年 2 月 10 日アクセス)
- (3) 吉原和明, 井口信和, 渡辺健次: “物理的可視化と物理的直接操作によるネットワーク学習の支援”, 教育システム情報学会 第 40 回全国大会 A4-4 (2015.9)
- (4) スイッチサイエンス: “フルカラーシリアル LED テープ”, <https://www.switch-science.com/catalog/1399/> (2016 年 6 月 5 日アクセス)