

フルカラーLED を用いた物理的可視化による ネットワーク学習教材の開発

New Materials for Networking Study by Physical Visualizations Using Full Color LED

吉原 和明^{*1}, 入田 雄基^{*2}, 花堂 祐将^{*2}, 渡辺 健次^{*1}, 井口 信和^{*3}

Kazuaki YOSHIHARA^{*1}, Yuki IRITA^{*2}, Yusuke HANADO^{*2}, Kenji WATANABE^{*1}, Nobukazu IGUCHI^{*3}

^{*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

^{*3} 近畿大学理工学部情報学科

^{*2} School of Science and Engineering, Kindai University

Email: m153581@hiroshima-u.ac.jp

あらまし：現行の学習指導要領では中学校技術・高等学校情報で通信ネットワークの仕組みについて学ぶ内容が含まれている。しかし、ネットワークの動作を見ることができないため、生徒が直感的に理解しにくいなどの問題がある。そこで、我々はフルカラーLED を制御し、ネットワークの仕組みを物理的可視化することによって、ネットワークを直感的に理解できるような2つの学習教材を開発した。1つは、パケットの流れをフルカラーLED テープで可視化する教材、もう1つは、DHCP で割り当てられた IP アドレスをフルカラーLED パネルに表示する教材を開発した。

キーワード：ネットワーク技術、物理的可視化、RaspberryPi、フルカラーLED

1. はじめに

現行の学習指導要領では、中学校技術・家庭科（技術分野）および高等学校情報において、ネットワークの仕組みについて学ぶ内容が含まれている⁽¹⁾⁽²⁾。特に高等学校情報の学習指導要領では、情報通信ネットワークシステムに関する知識と技術を習得させ、実際に活用する能力と態度を育てることを目標に、データ通信やプロトコルなどのネットワークの基礎や、ネットワークシステムの設計と構築に関する内容を、実習を通して学ぶ項目が設けられている。ネットワークを学ぶには、実際にネットワークを構築することが、最も良い学習方法である。しかし、多くの場合、実機のルータやLinux の設定を行いながら、ネットワークを構築する演習となっている。中学校や高等学校においてネットワーク構築の演習を行うことを考えると、実機のルータやLinux を設定するのは、中学生や高校生にとっては敷居が高いと考えられる。

一方で、近年のネットワークは社会のインフラとなっており、我々が目にしないところで働いているシステムとなっている。そのため、ネットワークに対する実感が乏しくなっており、ネットワークの仕組みを学ぶ際に、具体的な物や動作がイメージできず、学習を難しくしているという問題もある。

そこで本研究では、ネットワークの動作を、フルカラーLED を制御することにより物理的可視化し、ネットワークの仕組みを直感的に理解できるような中学生や高校生を対象にした教材を2つ開発した。1つはパケットの流れを物理的可視化した IP アドレス学習教材と、DHCP で割り当てられた IP アドレスを表示する DHCP 学習教材である。

2. IP アドレス学習教材

2.1 研究方法

ダイヤルを直接操作することで IP アドレスを設定し、ping によるネットワークの疎通を LED テープを用いて物理的可視化し、LED テープが IP アドレスによって異なる色の光の軌跡を表現することで、ネットワーク上の通信を直感的に理解できるネットワーク教材を開発した。教材の開発環境を表1に示す。

表1：IP アドレス教材学習開発環境

分類	詳細
コンピュータ	RaspberryPi Model B+
OS	wheezy
開発言語	Python
物理的可視化機器	フルカラーシリアル LED テープ
直接操作機器	DIP ロータリースイッチ

2.2 開発した教材

IP アドレス学習教材は、ネットワークを構成する要素である、ルータおよび端末である。(図1) ルータは(1)、端末は(1)、(2)、(3)の機能を有している。

- (1) ダイヤルによる IP アドレス設定機能
- (2) ping 送信時は LED テープが正方向に、受信時は逆方向に光の軌跡を表現する機能
- (3) パケットから IP アドレスを解析し、LED テープがネットワーク部に応じて異なる色を、ホスト部に応じて異なる LED 群（ひとまとまりになっている LED の数）を表現する機能

2.3 学習内容

本教材を用いることで、以下の内容の学習を行うことができる。

- IPアドレスの構造を知り、IPアドレスの設定を行いネットワークを構築する実験
- 異なるネットワークの通信を可能とするルータの役割を確認する実験
- 誤ったIPアドレスの設定を行った場合、通信ができないことを確認する実験

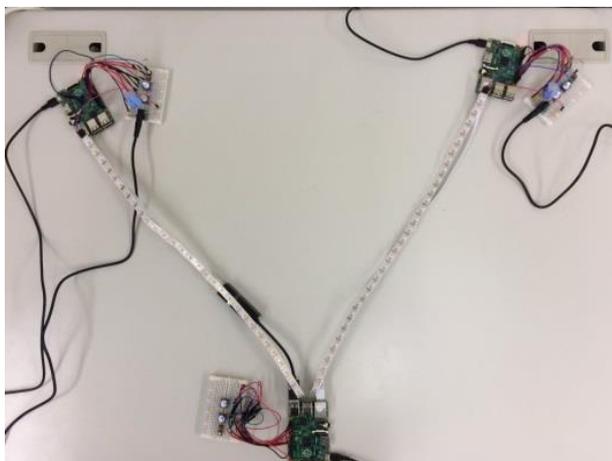


図1：IPアドレス教材

3. DHCP 学習教材

3.1 研究方法

DHCPサーバが割り当てたIPアドレスを教材が受け取り、受け取ったIPアドレスをフルカラーLEDMatrixに表示するDHCP学習教材を開発した。教材の開発環境を以下の表2に示す。

表2：DHCP学習教材開発環境

分類	詳細
コンピュータ	RaspberryPi Model B+
OS	wheezy
開発言語	Python
物理的可視化機器	16*32 LEDMatrix

3.2 開発した教材

DHCP学習教材は、実験用の情報ネットワークを構成する要素である端末である。教材は以下の機能を有している。

- (1) DHCPをキャプチャする機能
- (2) 取得したDHCPパケットの種類に応じてLEDMatrixに画像が表示される機能
- (3) 割り当てられたIPアドレスを表示する機能
- (4) ネットワークに無線で接続する機能

3.3 学習内容

DHCP教材を用いることで、次の内容の学習を行うことができる。

- DHCPサーバとIPアドレスの割り当てを要求している端末との間で行われるDHCPパケットの流れを画像で認識する実験
- DHCPでDHCPサーバから割り当てられたIPアドレスを確認する実験

以下の写真は、実際に割り当てられたIPアドレスを表示している様子を撮影したものである。



図2：DHCP教材

4. おわりに

本研究では、通信ネットワークの動作をフルカラーLEDの制御による物理的可視化し、実際にネットワークの構築を行うことを通してIPアドレスやDHCPを理解することができる教材を開発した。IPアドレス学習教材では、LEDテープで光の軌跡を表現することで、パケットの流れを直感的に理解することができる。また、DHCP学習教材では、DHCPサーバと端末とのやり取りや、割り当てられたIPアドレスなどを視覚的に捉えることができ、体験的な学習を行うことができる。

今後は、開発した教材をまず大学の授業で用いて初期評価を行い、その後、中学校技術と高等学校情報の授業で用いて評価を行うことを考えている。

参考文献

- (1) 文部科学省：“中学校学習指導要領”，http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/chu/ (2016年2月13日アクセス)
- (2) 文部科学省：“高等学校学習指導要領”，http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/1304427.htm (2016年2月13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)