

フルカラーLED テープを用いた物理的可視化と物理的直接操作による ネットワーク学習教材の開発

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

吉原 和明^{*1}, 渡辺 健次^{*1}, 井口 信和^{*2}
Kazuaki YOSHIHARA^{*1}, Kenji WATANABE^{*1}, Nobukazu IGUCHI^{*2}

^{*1}広島大学大学院教育学研究科

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

^{*2}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。本研究では、ボタンで ping を実行したらフルカラーLED テープでその様子が示されることで、ネットワークの動作を物理的可視化し、ネットワークを直感的に理解できるようなネットワーク学習教材を開発した。

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⁾。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。

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、ネットワークの動作を LED 点灯制御することにより物理的に可視化し、ボタンやダイヤルで物理的に直接操作できる教材を開発している⁽³⁾。

本研究では、ネットワークの動作を、フルカラーLED テープ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ネットワーク学習教材を開発した。

2. ネットワーク学習教材

2.1 研究方法

我々は、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：ネットワーク学習教材開発環境

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	フルカラーLED テープ
直接操作機器	DIP ロータリースイッチ

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 RaspberryPi 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、RaspberryPi 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⁾

RaspberryPi 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 開発した教材

ネットワーク学習教材は、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2)。ルータは(1)、(2)の機能を有し、端末は(1)、(2)、(3)、(4)の機能を有している。教材の回路図は図3に示す。

- (1) ダイヤルとボタンによる IP アドレス設定機能
- (2) ダイヤルとボタンを操作することにより特定の IP アドレス機器に ping を送信する機能
- (3) 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
- (4) 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

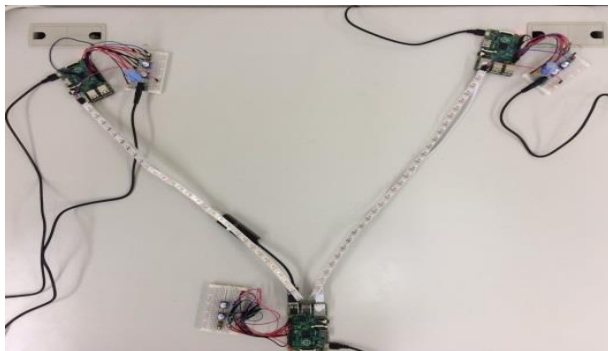


図 2：開発した教材

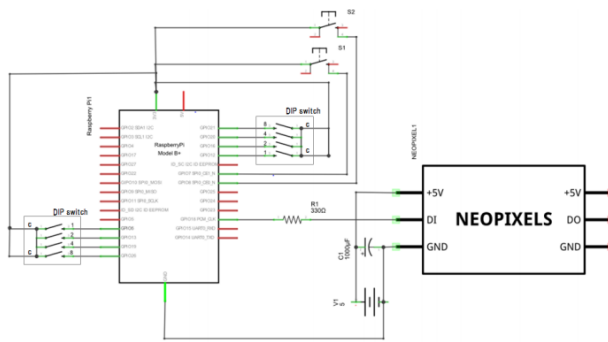


図 3：教材の回路図

(3)は、ping 送信時に、送信先から帰ってくるタイプ 0 の ICMP メッセージを解析し、LED テープが ping の送信側から受信側に向かって光が流れるように正方向の光の軌跡を表現し、ping 受信時は、ping 受信時に受け取るタイプ 8 の ICMP メッセージを解析し、同様に ping の送信側から受信側に向かって光が流れるように逆方向の光の軌跡を表現するようにフルカラーLED テープを制御し実装した。

(4)は、(3)で解析した ICMP メッセージからさらに送信元の IP アドレスを解析し、ネットワーク部を図4のように異なる色によって表現し、ホスト部を図5のように流れる LED 群の数の違いによって表現するように LED フルカラーテープを制御し実装した。

ネットワーク部	色	
192.168.1.*/24	赤	
192.168.2.*/24	緑	
192.168.3.*/24	青	
192.168.4.*/24	黄	
192.168.5.*/24	紫	
192.168.6.*/24	水色	
192.168.7.*/24	白	
192.168.8.*/24	黄緑	
192.168.9.*/24	桃色	
192.168.10.*/24	天色	

図 4：ネットワーク部の表現

ホスト部	LED群の数	
***.1/24	1	
***.2/24	2	
***.3/24	3	
***.4/24	4	
***.5/24	5	
***.6/24	6	
***.7/24	7	
***.8/24	8	
***.9/24	9	
***.10/24	10	

図 5：ホスト部の表現

3. おわりに

本稿では、通信ネットワークの動作をフルカラーLED テープの制御による物理的可視化し、ダイヤルやボタンで物理的に直接操作し、実際にネットワークの構築を行うことのできる教材について述べた。フルカラーLED テープを用いることで IP アドレスの可視化を行うことができ、また、パケットの流れを具体的にイメージすることができ、ネットワークの動作を直感的に理解できる教材となっている。

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6月5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6月5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)