

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

New Materials for Networking Study by Physical Visualizations and Physical Direct Manipulations

吉原 和明^{*1}, 渡辺 健次^{*1}, 井口 信和^{*2}
 Kenzi WATANABE^{*1}, Kazuaki YOSHIHARA^{*2}, 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}Graduate School of Science and Engineering, Kindai University
 Email: m153581@hiroshima-u.ac.jp

あらまし：ネットワークの学習の問題点に、実験や実習を行うことが難しいことがある。加えて、ネットワークそのものが利用者の目に触れないところで働いているため、動作を直接見ることができないことも、学習を難しくしている。そこで我々は、物理的可視化および直接操作という考えを取り入れたネットワークを学習するための教材を開発している。本研究では、ネットワークの動作を LED の点灯を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することで、実際にネットワークの構築を通して IP アドレスを理解するための教材を開発した。

キーワード：ネットワーク技術学習教材, 物理的可視化, 物理的直接操作, RaspberryPi

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。情報系の大学を中心に、ネットワーク構築の演習を行っているところも多い。しかし、多くの場合、本物のルータや 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、本物のルータや 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。

我々は、中学校や高等学校で利用できる、ネットワークを学ぶための良い教材が無いことが、ネットワークの学習で実験や実習を行うことが難しくしていると考えた。そこで我々は、物理的可視化および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⁾⁽⁴⁾。

まず本研究では、実際にネットワークを構築しながら、IP アドレスを理解するための教材を開発した。教材はルータと端末から構成されており、それぞれを LAN ケーブルで接続することで、ネットワークを実際に構築することができる。ダイヤルとボタンによる操作で自機の IP アドレスを設定でき、ping や traceroute をボタンを押すことで実行でき、その結果を LED の点滅で示すことができる。

教材を利用することで、IP アドレスの設定、ネットワークの構築、経路の確認、トラブルシューティングなどの実験を行うことができる。

2. 物理的可視化と物理的直接操作

物理的可視化とは、コンピュータ上で可視化する通常の可視化とは異なり、例えば LED の点灯や物の動きのような物理的な現象を用いて可視化を行うことを意味している。

物理的直接操作とは、コンピュータ上のアイコンを操作する直接操作とは異なり、ダイヤルやボタンなどの物理的な物を操作すること意味している。

物理的可視化と物理的直接操作は新しいコンセプトであり、中学生や高校生が実験を行う際に、単にコンピュータを操作するだけでは感じるができないリアリティを提供すると考える。

3. IP アドレスの学習

現在主流のネットワークであるインターネットについて学ぶ内容には、アプリケーション層、トランスポート層、ネットワーク層、LAN (データリンク層、物理層) の各層に含まれる多岐にわたる技術が含まれる。我々は、その中の IP アドレスに注目した。

IP アドレスはネットワーク層 (IP 層) における識別子であるが、単にコンピュータを識別するための記号に留まらず、図 1 に示すように、他の層の技術や、経路制御技術などのネットワーク層の他の内容と関連する、インターネットの中心に位置づけられる技術である。

4. 開発した教材

我々は、IP アドレスの構造と規則を正しく理解することが、インターネット技術を理解するために欠かすことができないと考え、実際にネットワークを構築することを通して IP アドレスを理解するための教材を開発した。

本研究では、ネットワークを構成する要素である、ルータおよび端末を開発した (図 2)。ルータおよび端末は RaspberryPi をベースに、実際のインターネットで用いられているものと同等の機能を持った上で、物理的可視化および物理的直接操作による、次の 4 つの機能を有している。

- ダイアルとボタンを操作することで IP アドレスを自機に設定する機能(Config 機能)
- ping の受信を LED の点灯で物理的可視化する機能(ping 受信通知機能)
- ダイアルとボタンを操作することで特定の IP アドレスの機器に ping を送信する機能(ping 送信機能)
- ダイアルとボタンを操作することで特定の IP アドレスの機器までの経路を LED の点灯で物理的可視化する機能(traceroute 機能)

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、IP アドレスについて学ぶことができる。

- ルータと端末を配線して物理層のネットワークを構築する実験
- IP アドレスの構造を知り、IP アドレスの設定を行い、ネットワーク層のネットワークを構築する学習
- 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
- 通信経路を確認する実験
- 通信経路を切り替える実験

5. おわりに

本稿では、物理的可視化および物理的直接操作という考えを取り入れ、通信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、ボタンやダイアルで直接操作できることで、実際にネットワークの構築を通して IP アドレスを理解することができる教材について述べた。

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。

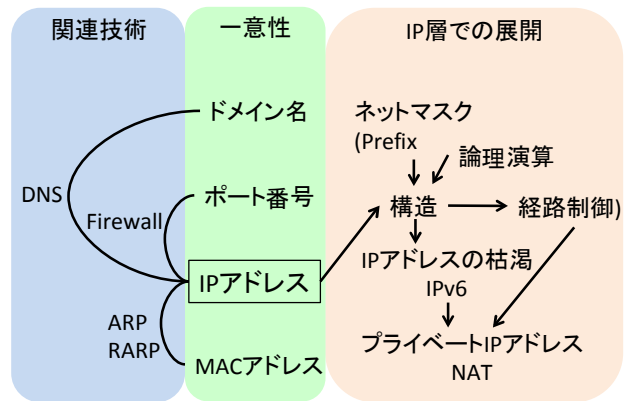


図 1 IP アドレスの位置づけ

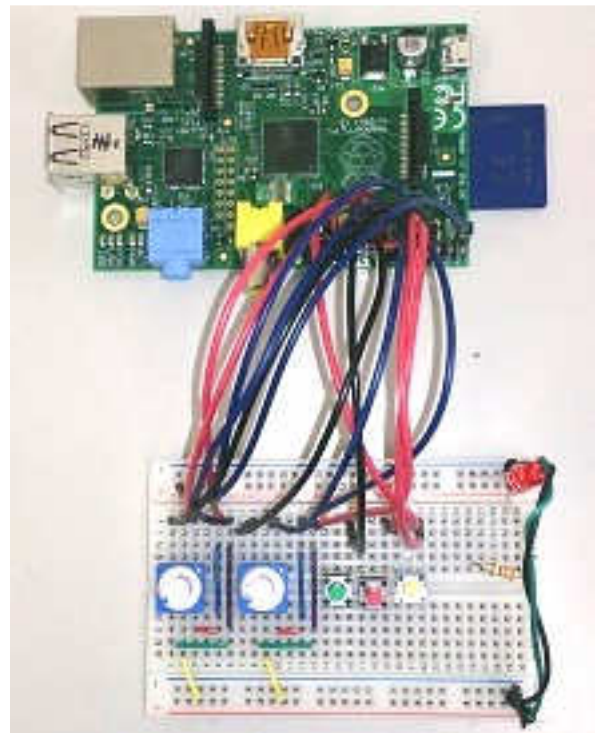


図 2 開発した教材 (端末)

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/ch (2015 年 6 月 9 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 (2015 年 6 月 9 日アクセス)
- (3) 吉原和明, 井口信和, 渡辺健次：“物理的可視化と直接操作による通信ネットワーク学習教材の開発”，教育システム情報学会 2014 年度学生研究発表会(中国地区), A03 (2015.3)
- (4) 吉原和明, 井口信和, 渡辺健次：“物理的可視化と直接操作によるネットワーク学習教材の開発”，情報処理学会研究報告, Vol. 2015-IOT-29, No. 5 (2015.5)