

## タブレット端末との連携を考慮した 電子教材フレームワークの提案と試作

植田 将基<sup>†1</sup> 久原 政彦<sup>†1</sup> 遠藤 守<sup>†2</sup>  
山田 雅之<sup>†2</sup> 宮崎 慎也<sup>†2</sup> 岩崎 公弥子<sup>†3</sup> 安田 孝美<sup>†4</sup>

†1 中京大学大学院 情報科学研究科 〒470-0393 愛知県豊田市貝津町床立 101

†2 中京大学 工学部 〒470-0393 愛知県豊田市貝津町床立 101

†3 金城学院大学 国際情報学部 〒463-8521 愛知県名古屋市守山区大森二丁目 1723 番地

†4 名古屋大学大学院 情報科学研究科 〒464-8601 愛知県名古屋市千種区不老町

E-mail: †1 [mueda@om.sist.chukyo-u.ac.jp](mailto:mueda@om.sist.chukyo-u.ac.jp), [mail@mkubara.com](mailto:mail@mkubara.com), †2 {[endo](mailto:endo@om.sist.chukyo-u.ac.jp), [myamada](mailto:myamada@om.sist.chukyo-u.ac.jp), [miyazaki](mailto:miyazaki@om.sist.chukyo-u.ac.jp)}@om.sist.chukyo-u.ac.jp,  
†3 [iwazaki@kinjo-u.ac.jp](mailto:iwazaki@kinjo-u.ac.jp), †4 [yasuda@is.nagoya-u.ac.jp](mailto:yasuda@is.nagoya-u.ac.jp)

あらまし 近年、若者が科学技術に関心を持たなくなる「理科離れ」が進み、その影響を受けて技術者不足が叫ばれており、技術者育成における科学教育の重要性が再認識されている。そうした背景から科学教育支援の一端として、タブレット端末による電気を学ぶアプリを開発し小中学生を対象に「電気を学ぶワークショップ」を実施した。この取り組みの中で、見えないものである電気を「見える化」した点に児童が関心を寄せたことから、身の回りにある様々な事象の潜在的情報を可視化し出力できるようになる手段を提供することで、科学的関心を集めることが期待できると考えられる。そこで、本研究では組み込み機器とスマートデバイスを用いて、複数のモジュールを自由に組み合わせるだけで電子工作できる教材フレームワークを提案する。

キーワード 組み込みシステム, 電子回路, 電子教材, フレームワーク, タブレット端末, Android

## Construction and Trial Manufacture of the Module Framework for Electronic-work with Tablet Device

Masanori UEDA<sup>†1</sup> Masahiko KUBARA<sup>†1</sup> Mamoru ENDO<sup>†2</sup>  
Masashi YAMADA<sup>†2</sup> Shinya MIYAZAKI<sup>†2</sup> Kumiko IWAZAKI<sup>†3</sup> and Takami YASUDA<sup>†4</sup>

†1 Graduate School of Computer and Cognitive Science, Chukyo University

101 Tokodachi, Kaidu-cho, Toyota, Aichi, 470-0393 Japan

†2 School of Information Science and Technology, Chukyo University

101 Tokodachi, Kaidu-cho, Toyota, Aichi, 470-0393 Japan

†3 College of Faculty of Global and Media Studies, Kinjo Gakuin University

2-1723 Omori, Moriyama-ku, Nagoya, Aichi, 463-8521 Japan

†4 Graduate School of Information Science, Nagoya University

Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya, Aichi, 464-8601 Japan

E-mail: †1 [mueda@om.sist.chukyo-u.ac.jp](mailto:mueda@om.sist.chukyo-u.ac.jp), [mail@mkubara.com](mailto:mail@mkubara.com), †2 {[endo](mailto:endo@om.sist.chukyo-u.ac.jp), [myamada](mailto:myamada@om.sist.chukyo-u.ac.jp), [miyazaki](mailto:miyazaki@om.sist.chukyo-u.ac.jp)}@om.sist.chukyo-u.ac.jp,  
†3 [iwazaki@kinjo-u.ac.jp](mailto:iwazaki@kinjo-u.ac.jp), †4 [yasuda@is.nagoya-u.ac.jp](mailto:yasuda@is.nagoya-u.ac.jp)

**Abstract** In late years it became remarkable that a youth was not interested in technology. Therefore lack of engineer advances, and importance of the science education is realized again. From such a background, we developed application to learn the electricity with the tablet terminal as one end of the science education support and carried out "the workshop which could learn electricity" for elementary and middle students. In this workshop, the point that visualized the electricity which we could not see attracted the interest of many children. Therefore, we visualize various information, and it is thought that we can gather scientific interest by offering the means that can output it. In this study, we suggest the teaching materials framework that can design the electronic circuit simply by connecting an input and output module using by embed system and Android.

**Keyword** Embed System, Electronic Circuit, Electronic-work, Framework, Tablet Device, Android



図 1 電気を学ぶアプリケーションと発電玩具  
Fig.1 Digital teaching material for learning electricity

## 1. はじめに

近年、若者が科学技術に無関心となってしまう「理科離れ」をはじめとした様々な教育問題が挙げられている。一方で、そうした問題をよそに急速な発展を続ける IT 社会において、教育現場への ICT 活用の需要は高まっている。しかし PC など、従来からの高額で設置場所が限定される機器の使用は、学習者にとってもその操作方法の習熟のために何時間も学習を必要とすることから、必ずしもコンピュータ以外の学習への積極的な活用には結びつきにくいのが現状である。

そこで、我々は科学教育、とくに電気の仕組みを分かりやすく学ぶための図 1 に示したデジタル教材をタブレット端末と組み込み技術とを組み合わせたアプリケーションとして、設計・開発を行った。更にこれらを、図 2 に示すような児童を対象としたワークショップの実施により活用することで、開発アプリケーションの可能性・有効性の検証を行った[1]。そのなかで開発した発電玩具は、発電機によって作り出した電気を自由に接続可能なハブ接続によって各モジュール間で共有することで電気が伝わる様子と電力が消費される様子を観察し学ぶことができる。しかし、各モジュールの出力は発電量に依存し、加えて電源線のみによる接続のためモジュール毎に動作が完結してしまっており、例えばスピーカによるドレミの音階表現や LED を規則的に点滅させるといった複雑な制御を行う場合は、あらかじめ制御プログラムを仕組んだマイコンを用いる必要があるが、その場合、仕組まれたプログラムによって動作が固定されてしまう。そのため、ハブ接続による回路の組み合わせとしての多様性はあっても、モジュール同士の組み合わせに意味を持たないため、どのように組み合わせても各モジュールのもつ以上の動作へ発展させることは難しい。そのため現状では、



図 2 ワークショップの様子  
Fig.2 The situation of a workshop

本アプリケーションによって電気が作られ使われていく仕組みについて学習できる環境ではあるが、次のステップとして電化製品などの電気で動くものがどのように作られているかを学習する段階になると、本システムではその再現が難しいため、以降の発展した電気の学習につながりにくいと考えられる。

このことから本研究では、電気を学ぶアプリケーションの取り扱いやすさを継承しながら、モジュール同士の組み合わせを考慮した電子回路を設計できるような仕組みを開発すると同時に、より機能を充実させた発展的な電子工作が可能なフレームワークを提案し、試作を行う。

## 2. 関連研究

我々はこれまで、複数のデバイスを同時に利用できるアプリケーションについて、電気を学ぶアプリケーションの他、汎用通信プロトコルを用いた酔酩度測定デバイスの開発[2]やコースター型飲酒検知デバイスの開発[3][4]などを行ってきた。しかし、本研究のように電子回路レベルでモジュール同士の連携を考慮する場合、マイコンによる SPI, I2C, UART といった汎用通信プロトコルを用いる通信方法が一般的であるが、複数のモジュールを同時に扱う場合、通常はバス接続方式の I2C が利用される。I2C は、マスタとスレーブの間で双方向のデータの送受信ができる仕組みであるが、マスタは各スレーブを区別するために、スレーブごとに異なるアドレスをプログラム上で設定する必要があるため、複数モジュールを同時に利用するためには、使用するモジュールごとにマスタのプログラムを更新する必要がある。そのため、任意のモジュールを自由に接続し連携させるということが難しいため、本研究への適用には別の手段を検討する必要がある。

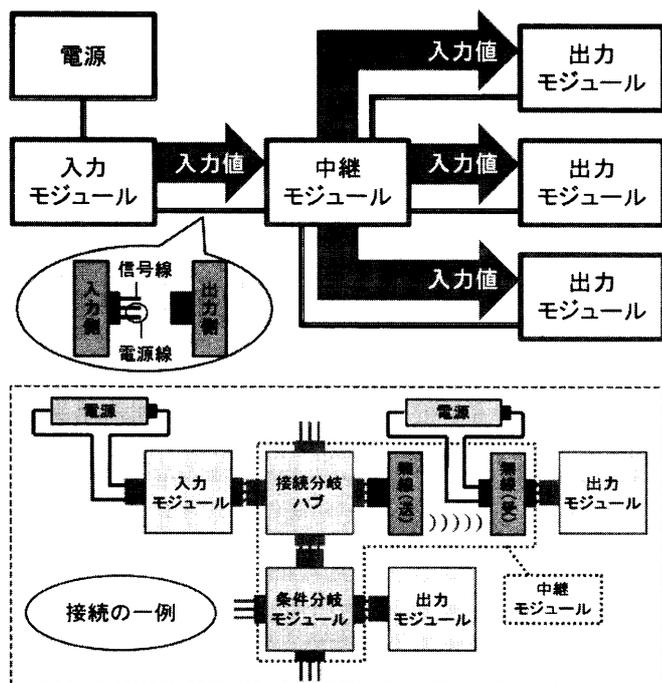


図 3 システム概要と接続例

Fig.3 Outline of System and Example of connecting

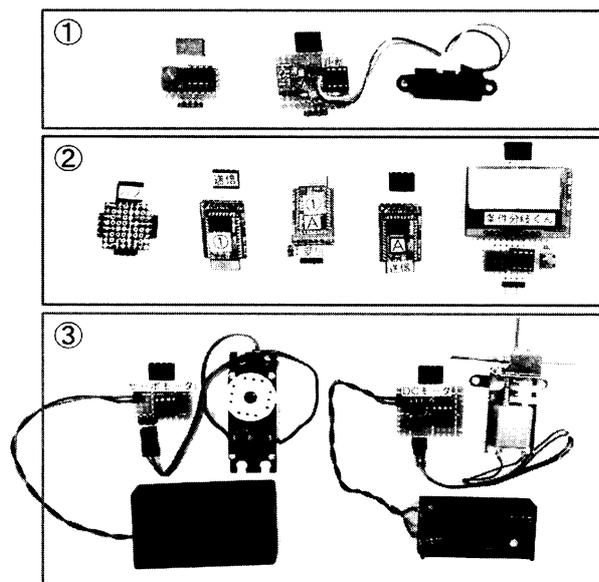
### 3. 電子教材フレームワークの開発

#### 3.1. システム概要

図 3 に本研究において開発するフレームワークのシステム概要を示す。システムはだまかに、接続するだけで電子工作が可能なモジュールによるハードウェア部と、ハードウェアと連動して動作するタブレット端末によるソフトウェア部とに分かれる。またタブレット端末では、ハードウェアの利用方法や組み合わせを提示することで、ワークショップでの利用以外でも自主的な活用を想定した構成とする。

#### 3.2. ハードウェア設計

発展的な電子工作を実現するため、アクチュエータやディスプレイといった出力モジュールをセンサやスイッチなどの入力モジュールと連携させることで制御可能な設計とする。このとき、入力モジュールで生成された信号を出力モジュールに送信するために、シリアル通信方式である UART を利用する。UART は一般的に RX (受信) と TX (送信) の 2 本の信号線による 1 対 1 の双方向通信に利用されるが、本システムではモジュールの受信側の端子を RX, 送信側の端子を TX に振り分けることにより入力モジュールの送信線から出力モジュールの受信線へ一方通行で伝達される。そのため、本システムの基本ルールとして、入力モジュール→出力モジュールの順に接続しなければならない構造となっている。また、入力モジュールと出力モジュールを中継できる中継モジュールによって、多種多様な組み合わせの電子回路を作成可能にする。



①入力モジュール(ボリューム、距離センサ)  
②中継モジュール(接続分岐ハブ、無線通信モジュール、条件分岐モジュール)  
③出力モジュール(サーボモーター、DCモーター)

図 4 試作したモジュールの例

Fig.4 Example of prototyping modules

#### 3.3. ハードウェア実装

##### (1) 入力モジュール

内蔵されたセンサやスイッチといった、外部入力装置からの取得値を出力モジュールへ送信する。このとき、センサごとに取得可能な数値領域が異なるため、センサが取得できる最小値を 0, 最大値を 255 として抽象化した値を送信する。よって信号値に単位がないため、変換式を用いて単位計算する必要がある。

##### (2) 中継モジュール

入力モジュールからの信号値を出力モジュールへ中継する。中継方法は接続分岐ハブ、無線通信モジュールなどを利用する。また、受け取った信号値が条件を満たさなければ中継伝達を止めてしまう条件分岐モジュールを実装した。これにより、入力値が一定値以上にならなければ出力しないといったプログラムの制御が可能となる。条件分岐モジュールで使用している条件文は if 文であり、「if(信号値 不等号 任意値)」という固定の構文に従って利用者は不等号と任意値をそれぞれ指定するだけで利用することができる。

##### (3) 出力モジュール

入力モジュールからの 0 ~ 255 の信号値をそのまま出力値として動作させる。これにより、DC モーターであれば回転速度、サーボモーターであれば角度、7セグメント LED であれば数値表示といった出力が可能となる。またこのときに、モーターなど消費電力の大きいものは、モジュールに駆動用の別電源を内蔵することで全体の電力と切り離して対応している。

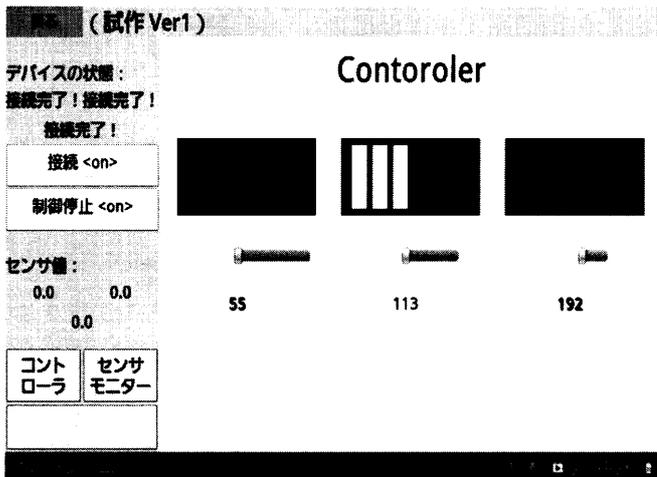


図 5 モジュールと連携するアプリケーション  
Fig.5 Application in conjunction with a module

### 3.4. ソフトウェア実装

タブレット端末用コンテンツとして、ハードウェアを含めた本システムの利用方法や組み合わせの提示、およびフレームワークのモジュールと連携させることが可能な Android アプリケーションを開発した。

モジュールとの連携方法は、中継モジュールの1つである無線通信モジュールを用いる。この無線通信モジュールは Bluetooth を利用しているため、対応している Android 端末とも接続が可能であることから、モジュールへの入力信号の送信とモジュールからの出力信号の受信ができるため、Android 端末を入力モジュールおよび出力モジュールとして利用することができる。図 5 では、シークバーをタップすることで 0～255 の値を設定し、接続された無線通信モジュールへ入力信号を送信することができる様子を示す。なお、Android 端末には、Bluetooth の仕様上最大 7 台まで同時接続することが可能である。

### 4. 試作

本フレームワークを利用した電子工作の一例として図 6 に示すラジコンカーを試作した。このラジコンカーの主な制御回路は、①前進速度の制御回路と②進行方向の制御回路の2つである。仕組みとしては、①は距離センサの入力値によって DC モーターの回転数が変化することで、前方に障害物があると自動的にモーターの回転数が制御され、②はボリュームとサーボモーターを無線モジュールで中継することで、進行方向を操作するリモコンとなる。試作をラジコンカーとした理由としては、車体や構造が安価な材料で用意でき、操作性があり、かつセンサによる制御がモーターに直接的に影響を与えるため、制御の効果が視覚的にもわかりやすいためである。

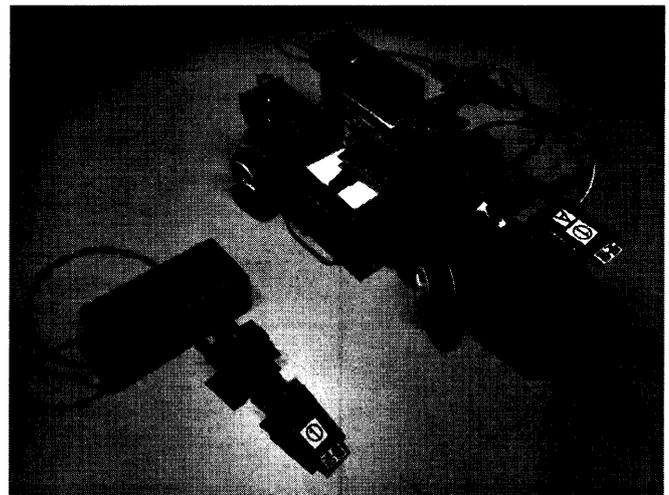


図 6 フレームワークを使用した工作の例  
Fig.6 An example of the work by the framework

### 5. おわりに

本研究では、我々の生活に欠かせない「電気」をテーマとし、電気の仕組みだけでなく電化製品の動く仕組みやその応用方法を子供たちにわかりやすく理解してもらい、電気を楽しく学ぶことができることを目的とした、タブレット端末と組み込み技術による入出力モジュールからなる電子教材フレームワークの設計・開発を行った。今後は、このフレームワークを用いて実際にワークショップなどを開催し、子供たちにどのような影響を与えるか検証を行っていききたい。またそれらの結果に基づき、更なる改善や新たなデジタル教材・インターフェースの開発を行っていききたい。

### 謝辞

本研究の一部は、文部科学省科学研究費補助金、人工知能研究振興財団研究助成、中京大学特定研究助成ならびに中京大学プロジェクト研究助成による。

### 文 献

- [1] 塚平彩, 植田将基, 久原政彦, 遠藤守, 岩崎公弥子, 山田雅之, 宮崎慎也, 上拾石弘, 安田孝美, “タブレット端末による電気を学ぶアプリの開発とその活用,” 情報処理学会研究報告, Vol.2012-DCC-2, pp.1-4, 2012.10.18.
- [2] 植田将基, 久原政彦, 伊藤誠, 遠藤守, 山田雅之, 宮崎慎也, “汎用通信プロトコルを用いた酩酊度測定デバイスの開発,” 2011 信学技報, 111 号, no.24, pp.115-120, Oct.2011.
- [3] 植田将基, 久原政彦, 伊藤誠, 遠藤守, 山田雅之, 宮崎慎也, “快適な飲酒を支援するコースター型飲酒検知デバイスの開発,” 2012 信学技報, 112 号, no.25, pp.43-46, May.2012.
- [4] 植田将基, 久原政彦, 伊藤誠, 遠藤守, 山田雅之, 宮崎慎也, “コースター型デバイスによる快適な飲酒支援のための評価手法の検討,” 2012 信学技報, 112 号, no.221, pp.1-6, Sep.2012.