

IoT 環境での利用を意識した「情報の符号化」教材の改良の試み

大島 亨貴^{†1}, 香山 瑞恵^{†2}, 舘 伸幸^{†3, †4}, 山根 ゆりえ^{†5}

アブストラクト:本研究では、「情報の符号化」教材:Let's Go! Go! マジカル・スプーンを, IoT 環境での利用を意識して改良することを目的としている. そのために, 教材基板の汎用化, クラウドを利用した情報の送受信機能の実装, ソフトウェアシミュレータの改良を行った. 本稿では, 既存教材の概要を述べ, 教材を IoT 化することのメリットや IoT 環境での利用を意識した課題を述べたうえで, 提案教材の概要を示す.

A improvement of a learning material about information coding with IoT concept

Koki Oshima^{†1}, Mizue Kayama^{†2}, Nobuyuki Tachi^{†3, †4}, Yurie Yamane^{†5}

^{†1}Graduate School of Science & Technology, Shinshu University

^{†2}Faculty of Engineering, Shinshu University

^{†3}Interdisciplinary Graduate School of Science & Technology, Shinshu University

^{†4}Center for Embedded Computing System, Nagoya University

^{†5}Tatsu-zine Publishing Inc.

Abstract: The purpose of our research is to improve and extend our learning material about information coding named "Let's Go! Go! Magical spoons" with IoT oriented concept. For this purpose, we introduce a new electronic board as our learning tool, a cloud framework as a data storage, and a 3D map library for simulation environment. In this paper, firstly, we briefly describe the learning objectives and some features of our current learning material. Then, we discuss the needs and barrier for the current material. Finally, we propose improved learning tool, especially for the Magical board and the Magical simulator.

1. はじめに

近年, IoT(Internet of Things)への注目が高まっている. IoT とは「モノのインターネット」のことであり, 従来情報発信の主体であったヒトではなくモノ自身が情報発信の主体になるしくみをさす. 本研究では, 既存の「情報の符号化」に関する教材:Let's Go Go! マジカル・スプーン(以下 MS と称す)^(1, 2)を IoT 環境で対応したものに改良することを目的としている. 本稿では, MS の概要と, 改良に関しての課題を示したうえで, 教材基板とソフトウェアシミュレータの改良の成果について述べる.

2. 既存教材の概要

本章では, 既存教材の機能, 利用フロー, 教材構成を述べた後で, 既存教材のうち, 教材基板とソフトウェアシミュレータの問題点を示す.

2.1. 機能

本研究での対象教材である MS は, 情報処理における符号化を体験的に学ぶための学習プログラムである. この学習プログラムの目的は, 情報システムの構成, 符号化, 符号列の設計, システムの構成要素の制御などを体験させ, 情報の科学的な側面に対する関心と理解とを向上させることにある⁽²⁾.

また, 本プログラムの主たる特徴は 3 点ある. 1 点目は, 利用者自ら飛行船のコードセットを設計することにより, ソフトウェア設計者の立場で情報処理に関わることである. この際, 3 ビットで表現される状態やパリティビットの概念を学習する. さらに, 自ら設計したコードセッ

^{†1} 信州大学大学院総合理工学研究科

^{†2} 信州大学工学部

^{†3} 信州大学大学院総合工学系研究科

^{†4} 名古屋大学大学院情報科学研究科付属組込みシステム
研究センター

^{†5} 達人出版会

トを用いて本物の飛行船を操縦することで、納得を伴う学習項目の理解が得られることを期待する。

2 点目は、飛行船を実際に飛ばす際に、利用者が情報システムにおける処理論理の制御動作の一部(同期符号列生成・飛行船位置センシング・発信符号決定)を代行することである。これにより、ヒューマンエラーや情報伝達の課題解決を体験する。

3 点目は、利用者が実世界を対象とした情報処理を経験することである。シミュレータソフトウェアによる仮想世界での飛行船操縦とリアル世界での操縦の両方を経験することで、両者の違いを実体験でき、さらに実世界における例外対策の必要性への認識が得られるものと期待する。

教材構成は、金属スプーン、マジカル・ボックス(以下 MB と称す)、飛行船、ソフトウェアシミュレータである。ソフトウェアシミュレータはコードセットの設計・登録、スプーン指令の入力練習、飛行計画の立案・検討に利用される。シミュレータ上の飛行船は、プロペラ動作を確認できるよう、飛行船後部の第 3 者視点のアニメーションで表現される。

2.2. 利用フロー

図 1 に示した MS 利用フローの詳細を示す。まず、利用者は設計済みコードセットをシミュレーションを介して MB に登録する。この時登録されるコードセットは、8 種の飛行船動作(上昇・下降・前進・後進・右旋回・左旋回・停止・停留)を表現するための 3 ビットとの符号と 1 ビットのパリティビットで構成される。次に、利用者が自ら想定したタイミングで、コードセット内のコードに対応するよう金属スプーンを叩くことで、MB にスプーン指令を送信する。この時、MB 上の超音波センサによりスプーン指令が感知される。そして、MB は受信したスプーン指令に対応する飛行船動作を、登録されているコードセットにより決定する。この時、飛行船動作は左右上下制御用の 3 つのモータの推力として表現される。MB から飛行船に対してモータの推力指示命令を送信する。飛行船は実機を用いる場合とシミュレーションを用いる場合とがある。実機への命令送信には約 30m の通信距離を確保できる ZigBee 規格の無線が用いられる。

2.3. MS の基本構成

図 2 に既存の MS の基本構成を示す。この構成の説明とデータの流れを以下に示す。①は飛行船の動作セット登録 GUI である。MS ではシミュレータ内(④-A)にコードセット登録画面がある。②はスプーンを叩くことにより生じる超音波信号によって決定されるコード入力部分を指す。③-A は動作コードをシミュレータ

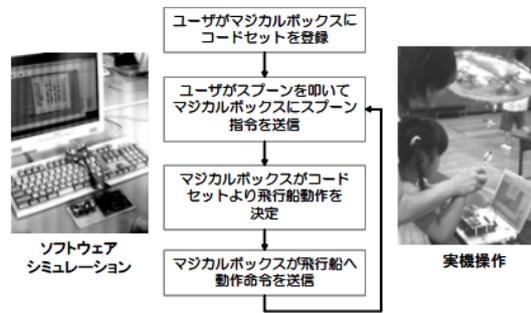


図 1: MS 利用フロー

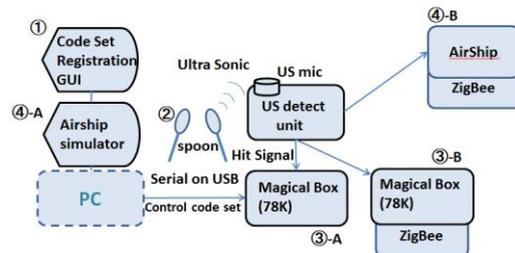


図 2: 既存の MS 基本構成

に送信する MB を指し、③-B は動作コードを実機に送信する MB を指す。④-B は MB から送信されてきた動作コードを受信する ZigBee 搭載の小型飛行船を指す。

2.4. 問題点

既存教材のうち、教材基板とソフトウェアシミュレータの問題点を以下に示す。

1. MB の汎用性
2. 通信範囲の制約
3. ソフトウェアシミュレータの動作

1. について、既存の MB は 78K マイコンを使用している。しかし、このマイコンは今や入手不可能であり、また、ユーザによるカスタマイズも困難であるため、拡張性に乏しい。また、既存の MB は、ソフトウェアシミュレータ接続用と飛行船操作用で使用される基板が異なる。どちらの MB もドライバが特定 OS 上でしか機能しない。

2. について、既存の MB では、飛行船への動作コード送信手段として ZigBee 通信を採用しているため、通信距離が約 30m という制約を受ける。また、通信切断が生じる可能性も高い。3. について、既存のシミュレータは、プロペラの動きと飛行船動作コードの対応を確認するためのインターフェースであるため、視点が飛行船後部からの第 3 者視点に固定されている。また、利用者が実際にシミュレータ上の飛行船を操作する際、プロペラは動くが、背景に変化はなく、実機操作の際の運用イメージと合わなかった。

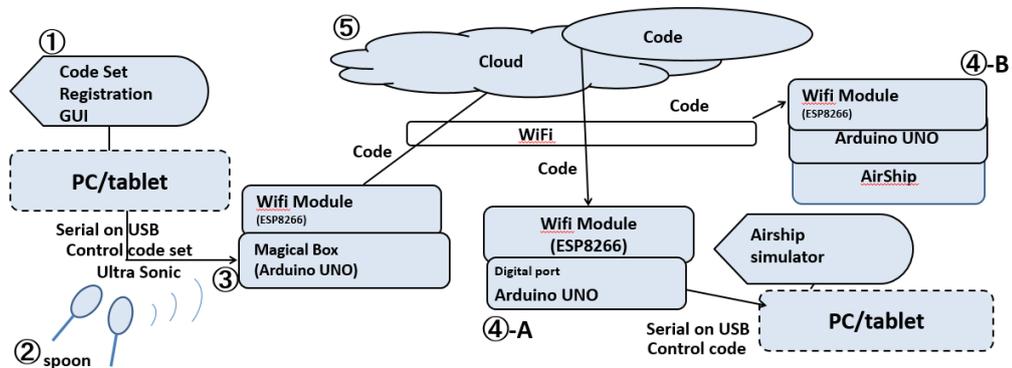


図 3 : IoT 版 MS 基本構成

3. IoT 環境での利用を意識した改良

ここでは、まずこの教材を IoT 化することのメリットと、IoT 環境での利用を意識した IoT 版 MS の基本構成を示し、2.4 で挙げた 3 つの問題点に対する改良の成果について述べる。

3.1. IoT 化のメリット

既存の MS 教材を IoT 化することのメリットは、まず利用者の立場からは、情報の符号化について体験的に理解できることに加えて、情報通信やクラウドについての学習機会を得ることができることである。それらに関する体験的な理解を通して、深い知識定着が期待できる。また、開発者の立場からは、管理効率の向上が挙げられる。現状では教材一式が利用者の手元に届いた後の利用については、利用者からの報告のみにより知っていた。しかし、IoT 化により教材の遠隔監視が可能になるため、教材の利用状況などを地理的制約に関わらずに確認できるようになる。すなわち、直接利用現場に出向かなくとも運営支援が可能となる。

3.2. IoT 版 MS 基本構成

図 3 に IoT 版 MS の基本構成を示す。この構成の説明とデータの流れを以下に示す。ここでは、IoT 化により MB を接続する端末の制約をなくし、PC のみならずタブレット端末からの利用、あるいは MB 単体での利用を意識している。①、②は図 2 と同様の構成と機能である。③は WiFi モジュールを搭載した MB が動作コードをクラウドに送信する部分を指す。⑤は WiFi を介してクラウドにコードをストアする部分である。④-A はシミュレータのみを用いる場合であり、この端末でシミュレータを使用することで、遠隔操作・監視が実現する。④-B は小型飛行船に WiFi モジュールを取り付けることにより、MB を介さず小型飛行船を動作させることができるようになる。



図 4 : ソフトウェアシミュレータ画面

3.3. MB の改良

78K マイコンを使用していた 2 つの MB を汎用型マイコンである Arduino に変更した。これにより、利用者による MB の拡張や変更が可能となり、MB の汎用性が向上すると考えられる。さらに、WiFi モジュールと組み合わせることで、通信範囲の拡大と、接続の安定性を確保した。さらに、ソフトウェアシミュレータ接続用と飛行船操作の MB を同一の基板で実現した。これにより、改良版 MB では、これまで実現しなかったシミュレータの遠隔操作も可能になる。

3.4. ソフトウェアシミュレータの改良

図 4 に Cesium^③を利用したソフトウェアシミュレータの画面例を示す。ソフトウェアシミュレータの問題点を解決するにあたり、実世界の地図を利用することで、実機操作のイメージと合うようにした。今回は、3D 地図作成オープンソースの JavaScript ライブラリ Cesium を利用することとした。Cesium は、WebGL を利用して高度な 3D 表現ができ、Web ブラウザ上でプラグインなしで利用可能である。

この Cesium を利用したソフトウェアシミュレータを実



図 5: コード登録 GUI

現することで、背景が 3D の実世界の地図上に飛行船が配置される。そのシミュレータと改良版 MB とを接続することにより、スプーンから入力された動作コードに対応して飛行船が 3D の地図上を動くようになる。

改良版ソフトウェアシミュレータの新機能は主に 2 点ある。まず 1 点目は、実世界の地図を利用することで飛行船を配置する地名を指定できるようになったことである。2 点目は、任意の視点で飛行船を操作できるようになったことである。例えば、飛行船のパイロットの視点や、地上から飛行船を見上げる視点などの設定が可能である。これにより、利用者は様々な視点から飛行船や地図を見ることができ、更なる現実感の提供が期待できる。

これらの機能の利用した学習課題例として、飛行船のフライト開始地と目的地を指定することが考えられる。具体的には、「新宿駅から東京駅まで、実際の道路に沿って飛行船を移動させよう」などである。この場合、利用者はまずフライト開始地点を新宿駅上空に指定する。そして、どのような経路を選択すれば、東京駅にたどり着けるのかを考えさせよう、実際に操作させる。

3.5. コード登録 GUI の改良

ソフトウェアシミュレータの改良に伴い、コード登録の部分も新規に作成する必要がある。コード登録 GUI 部分は、IoT 化に特化した改良はせず、既存のソフトウェアシミュレータのコード登録 GUI を参考にし、改良型ソフトウェアシミュレータと連携するよう改良した。図 4 にコード登録 GUI の画面例を示す。

既存の GUI からの主たる 3 つの改良点を示す。1 点目は、動作コードに対応する数値の表示方法である。既存の登録画面では、利用者のコードに対応した 16 進数表記のみであったが、これに 2 進数と 10 進数を追加した。それにより、利用者の進数に対する関連知識と、

動作コードに対応した認識を補助できることを期待する。

2 点目は、登録クリア機能の追加である。既存のコード登録画面にはなかったクリアボタンを追加することで、利用者が一から設計し直したい場合にワンクリックで解決できるようにした。

3 点目は、パリティに関するパラメタ設定機能である。図 5 には表示されていない機能として、パリティ設定に関しても改良を加えた。既存のパリティ設定は、偶奇のパリティどちらかを設定できた。今回はこれに、「パリティなし」を新たに加えた。これにより、パリティの必要性に関する理解補助を期待する。

4. おわりに

本稿では、MS の概要と改良に関しての課題を示したうえで、教材基板とソフトウェアシミュレータの改良の成果について述べた。

しかし、ソフトウェアシミュレータは、まだまだ改良の余地がある。具体的には、改良したシミュレータの遠隔操作を可能にする機能や、飛行船が動いた軌跡を表示させる機能、さらに、その操作履歴をクラウドに記録し再利用する機能などの実装を目指す。また、既存教材には実飛行船の課題もある⁽⁴⁾。今後は、それらの問題点の解決を図り、教育実践を目指す。

謝辞 本研究は科研費 16H03074 の支援を受けた。

参考文献

- [1] 香山瑞恵:“小型飛行船を使った初等中等教育向け情報教育”,情報処理学会誌, 56(1), pp.77-79 (2016).
- [2] 香山瑞恵,二上貴夫:“Let’s Go Go! マジカル・スプーン:高等学校情報化における符号化と基礎概念学習用プログラム・プログラム展開と教育成果”,教育システム情報学会誌, 26(2), pp.172-183 (2009).
- [3] Cesium - WebGL Virtual Globe and Map Engine : [https://cesiumjs.org/\(2017.06.28 参照\)](https://cesiumjs.org/(2017.06.28 参照))
- [4] 大島亨貴,香山瑞恵,館伸幸:“「情報の符号化」教材に対する IoT 環境での利用を意識した改良に関する考察”,教育システム情報学会 2016 年度学生研究発表会, pp.19-20(2017).