

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 17 日現在

機関番号：24402

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350327

研究課題名(和文) 情報の科学・技術の仕組みを体験的に学べる教材ソフトウェアの開発に関する研究

研究課題名(英文) Research on the Development of Teaching Materials through which Students can
Experientially Learn the Essence of Information Science and Technology

研究代表者

松浦 敏雄 (MATSUURA, Toshio)

大阪市立大学・大学院創造都市研究科・教授

研究者番号：40127296

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、既に広く利用されているがその仕組みについてはあまり知られていないような情報技術を取り上げ、その仕組みを体験的に分かり易く学習するための教材ソフトウェアとして、公開鍵暗号の仕組みを学ぶための教材、画像のデジタル化学習支援教材、データベースの情報処理過程の可視化教材、CPUの仕組みを学ぶための教材、入出力機器の取り扱いについて学ぶためのソフトウェア他を開発し、それぞれの教材の有効性を確認した。

研究成果の概要(英文)：In this research, we focused on information technologies that are widely used but not well-known about the mechanism, and developed teaching materials to learn the mechanism experimentally and easily. They include the mechanism of public key cryptography, how to digitize images, visualization of database, the mechanism of CPUs, how to handle input/output equipment, and so on.

研究分野：情報工学

キーワード：情報教育 情報技術のしくみ インタラクティブ教材 初等中等教育 情報の科学的理解

1 研究開始当初の背景

情報科学の基礎的な知識を学ぶための教材として、ニュージーランドの Tim Bell 博士が考案した Computer Science Unplugged(CSU)が知られている。CSU はコンピュータを用いずに、身体的な体験を通して情報科学のいくつかの基礎的なテーマを学ぶ小中学生向けの優れた教材であり、国内でもしばしばこの技法を用いた教育が実践されている。しかし CSU は授業の際に、様々な道具や紙の教材を事前に用意しておかねばならず、授業の準備は必ずしも容易ではない。WEB 上にも情報科学の入門教材はいくつか存在するが、文字や映像をベースとした教材がほとんどであり、学習者が実際に動かしてみるような体験的(インタラクティブ)な中高生向けの教材は見当たらない。

2 研究の目的

本研究では、既に広く利用されているがその仕組みについてはあまり知られていないような情報技術を取り上げ、その仕組みを体験的に分かりやすく学習するための教材ソフトウェアを開発し、その有効性を検証する。本研究で開発する教材は、中高生でも「なるほど」と納得できるようなものを目指している。

3 研究の方法

次章で示すように研究対象の教材は多岐にわたる。教材ソフトウェア毎に研究方法も異なるが、いずれの場合も、学習者が実際に動かしてみることができ、試行錯誤の結果納得して理解できるものを目指す。また、興味を持った受講者には、より深いレベルまで学習できる仕組みを用意する。さらに、授業での利用を考慮し、教員に余分な負担をかけずに、授業で容易に活用できるものを作成する。

4 研究成果

(1) p2p ネットワークの仕組みを学ぶためのソフトウェア

p2p ネットワークの代表的アルゴリズムである Chord に基づいて動作する p2p ネットワークシミュレータを作成した。

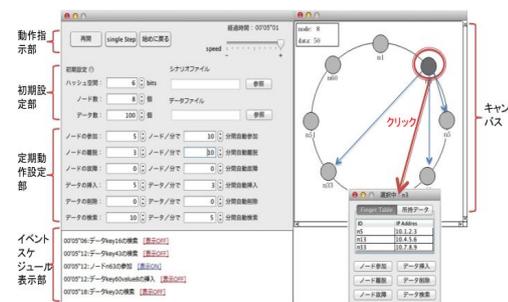


図 1 p2p ネットワークシミュレータ

(2) ブロック型プログラミング学習環境の構築

ブロックを並べることでプログラムを作成できるプログラミング学習環境 oPEN を開発した。本学習環境では、必要なブロックを学習段階に応じて徐々に増やせる仕組みを実現しており、初学者に易しい学習環境を提供している。



図 2 ブロック型プログラミング学習環境

(3) 公開鍵暗号の仕組みを学ぶための教材

PKI を体験できるページ、HTTPS の学習ページ、および、RSA 暗号体験ページを追加する

など、公開鍵暗号の仕組みを学ぶための Web 教材を開発した。また、文系大学生数名に対して評価実験を行った。



図 3 公開鍵暗号の仕組みの学習教材

(4) CPU の仕組みを学ぶための教材

CPU の仕組みを学ぶための教材を開発し、北海道大学の一年生後期の選択科目「情報学 II」(受講者 25 名)において、一コマ(90 分)の授業で試用した。アンケートの結果から、コンピュータの基本原則に関する理解度、興味、今後の意欲などが向上していることが確認できた

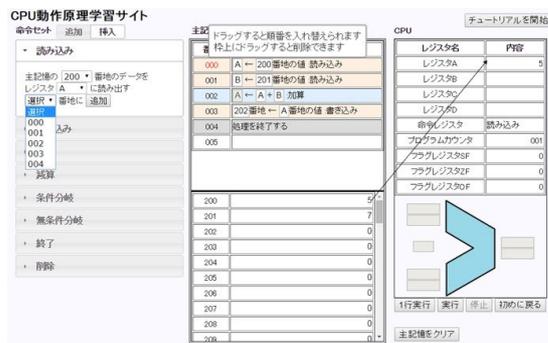


図 4 CPU の動作原理を学習するソフトウェア

(5) データベースの情報処理過程の可視化教材



図 5 データベースの可視化教材

学生に馴染みのあるコンビニの POS システムを取り上げ、商品の管理方法等を可視化する教材を開発した。高校生および大学生数名に対して、評価実験を行い、教材の有効性を確かめた。

(6) 画像のデジタル化学習支援教材

任意の画像に対して、解像度と階調を変換でき、見え方や容量を観察できる教材を開発した。



図 6 画像のデジタル化学習教材

(7) 入出力機器の取り扱いについて学ぶためのソフトウェア

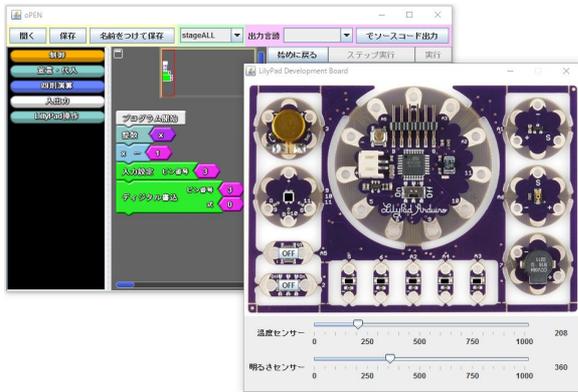


図7 Arduino Simulator を備えた oPEN

我々のグループが開発したブロック型言語を採用した oPEN に Arduino を制御するためのブロックを追加し、さらに、Arduino Simulator を実装した。これによって、従来よりも初学者に易しい学習環境で「計測と制御」の学習が可能となった。既に授業でも使用している。

(8) フローチャートに基づくプログラミング学習環境の構築

画面上でフローチャットを作成することでプログラムに変換できるソフトウェアを実際の授業で使用し、その有用性を明らかにした。

(9) まとめ

以上のように、情報の科学的理解を深める様々な教材・ソフトウェアを開発した。開発途中のものもあるが、一部は実際の授業で利用してその有効性を確認している。

5 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 4 件)

[1] 中西渉, 辰己丈夫, 西田智博: PenFlowchart を用いたフローチャートによるプログラミング学習の効果に対する評価, 情報処理学会論文誌教育とコンピュータ(TCE), Vol.1, NO.4, pp.75-82 (2015). [査読有].

[2] 森 美月, 松浦 敏雄: Peer-to-peer ネットワークの仕組みを学ぶための対話型教材の開発, 大阪市立大学 大学院創造都市研究科 都市情報学専攻 電子紀要「情報学」, Vol.13, No.2 pp.1-8 (2016). [査読有]

[3] 稲葉 夏希, 中村 亮太, 松浦 敏雄: 初学者向けプログラミング学習環境 oPEN の改良: 部品複製機能とステージ作成機能, 大阪市立大学 大学院創造都市研究科 都市情報学専攻 電子紀要「情報学」, Vol.13, No.2, pp.22-27 (2016). [査読有].

[4] 布施 泉, 岡部 成玄, 中西 通雄: 大学初年次の一般情報教育における CPU シミュレータを用いたプログラム作成によるコンピュータ動作の教育, 北海道大学高等教育ジャーナル, vol.24, pp.97-105 (2017). [査読有]

[学会発表] (計 14 件)

[1] 中村亮太, 吉田智子, 松浦敏雄: プログラムによる計測・制御を学ぶための LilyPad Arduino シミュレータと学習環境の開発, 情報処理学会 77 回全国大会, 2015/03/17-19, 京都大学(京都市).

[2] 稲葉夏希, 中村亮太, 松浦敏雄: 段階的学習機能を備えた初学者向けプログラミング学習環境: oPEN, 情報処理学会 77 回全国大会, 2015/03/17-19, 京都大学(京都市).

[3] 森三月, 中村亮太, 松浦敏雄: 情報の科学的理解を深めるための教材開発---p2p ネットワークの仕組み---, 情報処理学会 77 回全国大会, 2015/03/17-19, 京都大学(京都市).

[4] 山崎亨, 中西通雄: 日本語表現の機械語命令を用いて CPU の動作原理を学ぶ高校生向け Web 教材, 教育システム情報学会関西支部学生研究発表会, 2015/03/07 関西学院大学梅田キャンパス(大阪府, 大阪市).

[5] 吉本健司, 中西通雄: 暗号化通信を学ぶための暗号化と復号の過程を可視化した Web 教材,

教育システム情報学会関西支部学生研究発表会，
2015/03/07 関西学院大学梅田キャンパス（大阪
府，大阪市）。

[6] 西田 知博，横山 成彦: 高大連携による「情報
の科学」の授業設計，日本情報科教育学会 第 7
回全国大会，2014/07/20 千歳科学技術大学（北
海道，千歳市）。

[7] Seiichi Tani, Takeharu Ishizuka, Tomohiro
Nishida: Computer Science Unplugged:
Teaching CS Concepts Using Activities, ISSEP
2014, 7th International Conference on
Informatics in Schools: Situation, Evolution
and Perspectives, Sep. 22-25, 2014, Istanbul,
Turkey.

[8] 源本幸祐，中西通雄: 解像度と階調数の変更
および符号化を体験できる画像のデジタル化
学習支援教材，教育システム情報学会関西支部学
生研究発表会，2016/03/04，関西学院大学梅田キ
ャンパス（大阪府，大阪市）。

[9] 野口広夢，中西通雄: データベースの情報処
理過程を可視化した POS システムの高校生向け
学習教材，教育システム情報学会関西支部学生研
究発表会，2016/03/04，関西学院大学梅田キャン
パス（大阪府，大阪市）。

[10] 布施泉，中西通雄: 一般情報教育での CS ア
ンプラグドによる大学生の意識と知識の変化－
公開鍵暗号に関わる教材を通して－，情報処理学
会研究報告，コンピュータと教育，2016/02/13-14，
東京農工大（東京都，府中市）。

[11] Tomoko Yoshida, Toshiyuki Kamada, Ryota
Nakamura, and Toshio Matsuura:
Development and Use of a Programming
Environment for Learning the Mechanism of
Measurement and Control by Programs
Computer Engineering and Education
Technologies, 2015/09/07-09, Asia Pacific
University of Technology and Innovation,
Kuala Lumpur, Malaysia.

[12] Tomohiro NISHIDA, Ryota NAKAMURA,
Yuki Shuhara, Akira HARADA, Michio
NAKANISHI, Toshio MATSUURA: A
Programming Environment for Novices with
Visual Block and Textual Interfaces,
Educational Alternatives, Vol. 14, pp.470-478,
Sep. 4-8, 2016, Elenite, Bulgaria.

[13] 田中凌，中西通雄: 通信の暗号化・復号およ
び公開鍵暗号基盤の Web 学習教材の改良と評価，
教育システム情報学会学生研究発表会，
pp.103-104 (2017.2.28)，関西学院大学梅田キャン
パス（大阪府，大阪市）。

[14] 尾上健人，中西通雄: POS システムによる情
報処理・データ分析体験 Web 教材の操作画面の
改良と解説項目の追加，教育システム情報学会学
生研究発表会，pp.105-106 (2017.2.28)，関西学院
大学梅田キャンパス（大阪府，大阪市）。

6 研究組織

(1) 研究代表者

松浦 敏雄 (MATSUURA, Toshio)
大阪市立大学・大学院創造都市研究科・教授
研究者番号： 40127296

(2) 研究分担者

西田 知博 (NISHIDA, Tomohiro)
大阪学院大学・情報学部・准教授
研究者番号： 00283820

原田 章 (HARADA Akira)
追手門学院大学・経営学部・教授
研究者番号： 10263336

中西 通雄 (NAKANISHI, Michio)
大阪工業大学・情報科学部・教授
研究者番号： 30227848

吉田 智子 (YOSHIDA Tomoko)
京都ノートルダム女子大学・人間文化学部
研究者番号： 60329977