

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 29 日現在

機関番号：50103

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24501168

研究課題名(和文) 知識の熟達化を促す学習者指向のオープンプラットフォーム学習支援システムの開発

研究課題名(英文) Develop of Open Platform Learning Asystant System Advancing Proficient Knowledge

研究代表者

野口 孝文 (Noguchi, Takafumi)

釧路工業高等専門学校・電気工学科・教授

研究者番号：20141856

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,400,000円

研究成果の概要(和文)：我々は、コンピュータ上で直接操作によってオブジェクト部品を組み合わせることができる学習支援システム(IntelligentPad)を開発し、教育に利用してきた。本システムは、学習者自身が教材(例題)を作るばかりでなく、過去に作成したすべての教材を共存させることができる。本研究の提案は、我々がこれまで教材作成に利用してきた機能と同様のことをウェブブラウザ上で利用できるようにし、かつ学習者自身の作成した作品(教材等)を他の学習者も容易に利用可能にする。

研究成果の概要(英文)：We have been developing a learning support system which can be combined object components by direct manipulation on a computer, and using it for education. Learner not only can make teaching materials himself in our system, but also it is possible to coexist of all the teaching materials created in the past. Proposal of this study is to be able to use the teaching material that we have created so far, on the web browser and also to be able to easily use the learner's own created other learners teaching materials.

研究分野：教育工学

キーワード：学習支援 教材開発 授業支援 マイクロワールド Webble IntelligentPad

科学研究費補助金研究成果報告書

1. 研究開始当初の背景

1972年にアラン・ケイはダイナブックのコンセプトにおいて、低価格で片手で持て、映像や音声を扱うことができ、思考能力を高めるような使い方をすることを提案した。そして今、片手で持てる高性能のコンピュータが容易に入手できるようになったが、コンピュータ上のツールやデータを自由に組み合わせたり編集したりすることは未だ実現できていない。たとえば e-Learning システムは多くあるが、提供される教材の変更やこれを他の教材と組み合わせることができるシステムはない。知識を組み合わせるより高度な知識を得ることができるように、ツール同士を組み合わせる用いることができるようにすることは当然の要求である。

我々は、コンピュータ上で直接操作ができるオブジェクト部品を組み合わせることで、上述の問題を可能にした学習支援システム (IntelligentPad) を開発し教育に利用してきた。これを用いたプログラミング教育では、15年以上の実績がある。本授業方法に関して2000年には、教育システム情報学会の論文賞を受賞している。このプログラミングの授業では、初心者の学生にとって難しいと思われる機能を画面上に可視化した部品で与えることによって、簡単なプログラムでも学生の興味を維持しながら学習できるようにした。我々のシステムは、学習者自身が教材(例題)を作るばかりでなく、図1に示すように過去に作成したすべての教材を共存させ、学習者自身に変更したり組み合わせたりといった操作を試行錯誤しながら行うことができる。

一方、本システムは、windows上の1つのアプリケーションとして作られているため、他のOS上での利用や、システムをインストールしない環境での利用ができないという問題があった。この再編集再利用可能な教材システムを誰でも利用可能にするためには、煩雑なインストール操作を必要としないシステムを開発することが望まれる。

本研究の提案は、これまで教材作成に利用

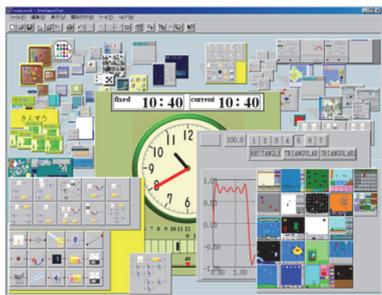


図1 IntelligentPadによる教材の共存が可能な学習支援システム

してきた機能と同様のことをウェブブラウザ上で利用できるようにし、かつ学習者自身の作成した作品(教材等)を他の学習者も容易に利用できるようにするという全く新しい学習支援システムを開発することである。教材の編集を可能にするこの技術は、学習者ばかりでなく教材制作者にとっても有用である。

本学習システムの開発には、北海道大学が開発している「Webble」システムを用いる。Webbleは、マイクロソフトのSilverlightを用いることで新規のオブジェクトの配送も容易に実現できるシステムである。Webbleの開発は2009年に北海道大学で開始された。システム内部のオブジェクトの管理やオブジェクト間のメッセージ制御にIntelligentPadの仕組みを用いている。そのため、IntelligentPadを用いて教材を開発してきた本研究者にとって、提案の学習支援システムの実現は可能である。

本学習支援システムは、多くのe-Learningシステムに見られるような受動的な学習はもとより学習者が積極的に関わる能動的学習のためのツールを誰でも容易に手に入れることを可能にする。

2. 研究の目的

我々は、IntelligentPadを用い学習支援システムを開発してきた。IntelligentPadは、パッドと呼ばれる部品(オブジェクト)をダイナミックに組み合わせ、より複雑な機能を持った部品を構築するシステムである。図2に示すように、IntelligentPadは、パッド間のメッセージを統一することによって、他のプロジェクトで開発したシステムとの共存やツールの再利用を可能にしている。IntelligentPadを用いた学習支援では、このメッセージの制約の下、教材に必要な基本部品を作成しときには既存の教材を再利用しながら教材を作成している。図3は、電気回路の教材例である。図4は、北海道大学が開発するWebbleシステムである。Webbleでは、IntelligentPadのMVC(Model, View, Controller)構造に対し、Cの機能をVに持たせることによって、VM構造を採用している。IntelligentPadに開発した部品を移植するに当たっては、Webbleのメッセージの制約の下に行う必要がある。

本研究では次の手順でシステムの開発を行う。1) 汎用的に用いる基本部品の開発、2) 部品を柔軟に連携するためのスクリプト記述を可能にした手続き部品の開発、3) システムを用いた教材の作成と評価である。2) の手続き部品は、現在プログラミング教

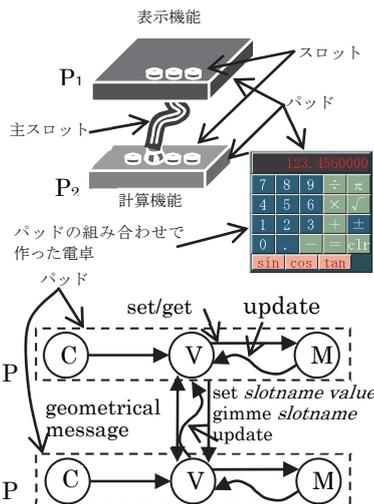


図 2 すべてのパッドの機能合成に共通する IntelligentPad のメッセージアーキテクチャ

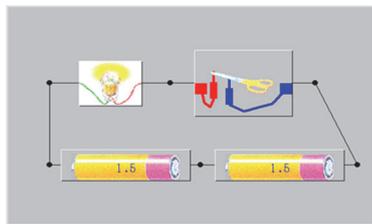


図 3 電気回路の教材



図 4 Webble システム

育においても用いているが、C 言語によるプログラミングの記述ができるインタプリタとする。これまで用いてきたシステムでは、数百の基本部品が開発されているが、授業では手続き部品を用いることで、基本部品のうち 20 個程度のみを用いて多様な作品を作ることができた。1 年間 80 人あまりの学生が 15 年間にわたって利用してきたことを考えると手続き部品から数千個相当の新規の部品を作ってきたことになる。その点で、この手続き部品の開発は重要と考えている。Webble による学習支援システムを構築することにより、「研究の特色」に示すようなこれまでにない学習が可能になる。

3. 研究の方法

Webble システムは、IntelligentPad と同様北海道大学で開発されたシステムである。マイクロソフトの .NET に準拠して動作する

Silverlight を用いて開発している。Webble はサーバを通して配送することができる。従って、IntelligentPad のようにカーネルシステムや基本部品を予めコンピュータに組み込んでおく必要はない。

基本部品は、Silverlight の XAP ファイルとしてサーバに保存しておくが、ユーザが合成した Webble は、XML ファイルとしてユーザのコンピュータに保存できる。また、サーバに保存することで、他のユーザが利用することもできる。サーバから取り込んだ Webble とローカルコンピュータで開発した Webble は混在させることができ、これらを組み合わせて用いることもできる。

図 4 は、北海道大学が開発した Webble システムである。Webble では、IntelligentPad の MVC 構造に対し、C の機能を V に持たせることによって、VM 構造を採用している。IntelligentPad に開発した部品を移植するに当たっては、Webble のメッセージの制約の下に行う必要がある。

4. 研究成果

作成した教材の例を図 5, 6 に示す。これらの教材は、北海道大学のサーバ (Webble World) に登録してあり、それらをサーバから取り込んだ様子を表示している。

図 5 は、我々が IntelligentPad を用いたプログラミングの授業の「モグラたたき」の課題を Webble で作成した例である。この教材では、モグラたたきの部品をローカルで作成し、サーバから取り込んだ時計や電卓を分解し取り出した「タイマ」や「ボタン」の部品と組み合わせて実現している。モグラを表示している Webble は、マウスクリックを入力する部品として用いることもできる。

図 6 に示した図形を使った学習を考えてみる。Silverlight の機能により図形の回転は容易にできるが、Webble ではこの回転角をスロットにしているため、数値 Webble をスロット結合するだけで直線 Webble を回転させるといったことが即座に試してみることができ

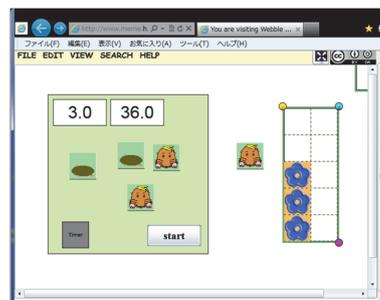


図 5 Webble によるモグラたたき

る。図 6 の下に示したように手続き Webble によって各スロットの値を変換することで円周角が一定であることや、直線の交点の軌道が円周上を通ることなどを簡単に試すことができるようになった。

また、本研究の開発の過程で教材オブジェクトの構成の特徴分類に関する研究や IoT を利用したサイバーフィジカルな学習環境といった新しい研究が生まれた。本研究は、基盤研究(C)(16K01150)に継承されている。

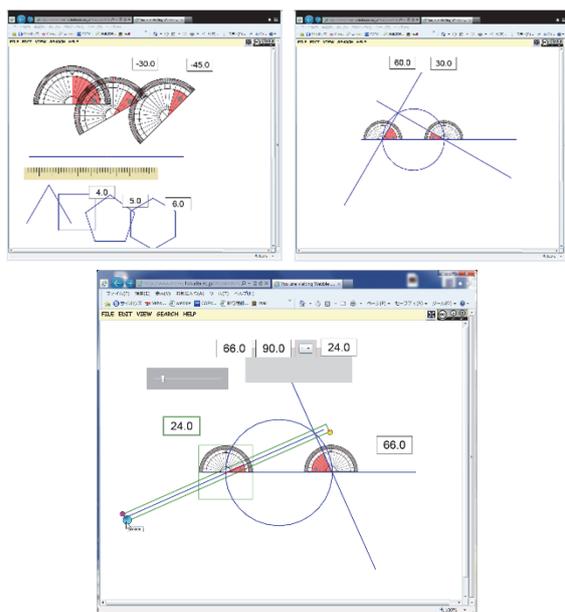


図 6 Webble による教材例

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[論文] (計 20 件)

- ①野口孝文, 梶原秀一, 千田和範, 稲守栄「直感的動作命令から構成的に学ぶロボットを用いた計測制御教材の開発」, ロボティクス・メカトロニクス講演会報告, 2P1-17b4, 2016. 6, 査読無
- ②野口孝文「構成オブジェクト数を指標としたクラスタリング手法の提案」, 人工知能学会全国大会, pp. 2, 3F3-2, 2016. 6, 査読無
- ③野口孝文, 梶原秀一, 千田和範, 稲守栄「直感的な命令からコンピュータの仕組みを学ぶことができるロボット教材」, 情報処理学会第 78 回全国大会, 4 分冊, pp. 4-485-486, 2016. 3, 査読無
- ④野口孝文「プログラミング教育におけるオブジェクトの構成比率による課題プログラムの分類と特徴」, FIT2015 第 14 回情報科学技術フォーラム, pp. 185-186 (第 1 分冊), 2015. 9, 査読無

- ⑤野口孝文, 梶原秀一, 千田和範, 稲守栄「プログラミング学習のための仮想コンピュータ制御ロボット」, 教育システム情報学会全国大会, pp. 47-48, 2015. 9, 査読無
- ⑥野口孝文「手続き型プログラミング教育におけるオブジェクト指向の思考」, 人工知能学会全国大会, pp. 4, 1E4-OS-11a-2, 2015. 5, 査読無
- ⑦野口孝文, 梶原秀一, 千田和範, 稲守栄「プログラミング教材ロボットの開発」, ロボティクス・メカトロニクス講演会報告, 1P2-R08, 2015. 5, 査読無
- ⑧野口孝文「データ共有と複数インタフェースを用いたコミュニケーション支援システム」, 情報処理学会第 77 回全国大会, 4 分冊, pp. 4-581-582, 2015. 3, 査読無
- ⑨野口孝文, 千田和範, 稲守栄「初心者から上級者までシームレスにプログラミングを学ぶことができる持続可能な学習環境の構築」教育システム情報学会論文誌, vol. 32, No. 1, pp. 59-70, 2015. 1. 査読有
- ⑩野口孝文「グループ学習と全体発表を支援するシームレスな学習環境の開発」, 教育システム情報学会研究報告 Vol. 29, No. 5, pp. 39-42, 2015. 1, 査読無
- ⑪野口孝文「コンピュータの仕組みを直感的に理解できるプログラミング教材の開発」電子情報通信学会, 教育工学研究会, vol. 114, No. 260, pp. 7-10, 2014. 10, 査読無
- ⑫野口孝文, 千田和範, 稲守栄「ゲームを課題としたプログラミング初心者のための学習環境に見られる特徴と分析」, 教育システム情報学会全国大会, pp. 295-296, 2014. 9, 査読無
- ⑬野口孝文, 梶原秀一, 千田和範, 稲守栄「ロボットを用いた初心者のためのプログラミング教材の開発」FIT2014 第 13 回情報科学技術フォーラム, pp. 269-270 (第 4 分冊), 2014. 9, 査読無
- ⑭野口孝文, 千田和範「ロボットを介在させた学習支援システムを構成する柔軟な機能部品の開発」, 教育システム情報学会全国大会, pp. 391-392, 2013. 9, 査読無
- ⑮野口孝文「初心者のためのプログラミング学習環境」教育システム情報学会全国大会, pp. 257-258, 2013. 9, 査読無
- ⑯野口孝文, 佐藤英樹, 稲守栄「電子計算機基礎教育のための実習システムの開発と実践」, 教育システム情報学会研究報告 Vol. 28, No. 2, pp. 95-98, 2013. 7, 査読無
- ⑰野口孝文, 梶原秀一, 千田和範, 稲守栄「計測制御教育のための教材ロボットの開発」教育システム情報学会研究報告, Vol. 27, No. 6, pp. 217-220, 2013. 3, 査読無

⑱野口孝文「ロボットと障害者の協創による自発的参加を促す音楽指向型作業療法システムの開発」, 釧路高専紀要, Vol. 46, pp. 131-132, 2012. 12, 査読無

⑲野口孝文, 千田和範「ロボットが見守る初心者のためのプログラミング学習環境の開発」電子情報通信学会, 教育工学研究会, pp. 55-58, 2012. 10, 査読無

⑳野口孝文「知識の熟達化を促すオープンプラットフォーム学習環境」教育システム情報学会全国大会, pp. 268-269, 2012. 8, 査読無

〔学会発表〕(計 23 件)

①野口孝文, 梶原秀一, 千田和範, 稲守栄「直感的動作命令から構成的に学ぶロボットを用いた計測制御教材の開発」, ロボティクス・メカトロニクス講演会報告, 2P1-17b4, 横浜, 2016. 6

②野口孝文「構成オブジェクト数を指標としたクラスタリング手法の提案」, 人工知能学会全国大会, 北九州国際会議場, pp. 2, 3F3-2, 2016. 6.

③野口孝文, 梶原秀一, 千田和範, 稲守栄「直感的な命令からコンピュータの仕組みを学ぶことができるロボット教材」, 情報処理学会第78回全国大会, 4分冊, pp. 4-485-486, 2016. 3, 慶応大学.

④ Takafumi Noguchi, Feature of Composition and Information Quantity of the Objects in the Synthetic-Media Programming Environment, ISIP' 2015 (International Workshop on Information Search, Integration, and Personalization), the University of North Dakota, Grand Forks, USA, October 1-2, 2015.

⑤野口孝文「プログラミング教育におけるオブジェクトの構成比率による課題プログラムの分類と特徴」, FIT2015 第14回情報科学技術フォーラム, 愛媛, pp. 185-186 (第1分冊), 2015. 9.

⑥野口孝文, 梶原秀一, 千田和範, 稲守栄「プログラミング学習のための仮想コンピュータ制御ロボット」, 教育システム情報学会全国大会, pp. 47-48, 徳島, 2015. 9.

⑦野口孝文「手続き型プログラミング教育におけるオブジェクト指向の思考」, 人工知能学会全国大会, 函館未来大, pp. 4, 1E4-0S-11a-2, 2015. 5.

⑧野口孝文, 梶原秀一, 千田和範, 稲守栄「プログラミング教材ロボットの開発」, ロボティクス・メカトロニクス講演会報告, 1P2-R08, 京都, 2015. 5.

⑨野口孝文「データ共有と複数インタフェースを用いたコミュニケーション支援システム」, 情報処理学会第77回全国大会, 4分冊, pp. 4-581-582, 2015. 3, 京都大学.

⑩野口孝文「グループ学習と全体発表を支援するシームレスな学習環境の開発」, 教育システム情報学会研究報告 Vol. 29, No. 5, pp. 39-42, 2015. 1, 大阪.

⑪野口孝文, 「コンピュータの仕組みを直感的に理解できるプログラミング教材の開発」電子情報通信学会, 教育工学研究会, vol. 114, No. 260, pp. 7-10, 2014. 10.

⑫野口孝文, 千田和範, 稲守栄, 「ゲームを課題としたプログラミング初心者のための学習環境に見られる特徴と分析」, 教育システム情報学会全国大会, 和歌山, pp. 295-296, 2014. 9.

⑬野口孝文, 梶原秀一, 千田和範, 稲守栄「ロボットを用いた初心者のためのプログラミング教材の開発」FIT2014 第13回情報科学技術フォーラム, 筑波, pp. 269-270 (第4分冊), 2014. 9.

⑭野口孝文「ロボットが見守る初心者のためのプログラミング学習環境の開発」, 平成25年度 第1回人ロボット共生学シンポジウム, ポスター発表, 東京大学 本郷キャンパス, 2014. 1. 11, 12.

⑮ Takafumi Noguchi, Development of Learning Environment with a Robot for Novice Programming Student, ISIP' 2013 (International Workshop on Information Search, Integration, and Personalization), Bangkok Thailand, September 16-18 2013.

⑯野口孝文, 千田和範「ロボットを介在させた学習支援システムを構成する柔軟な機能部品の開発」, 教育システム情報学会全国大会, pp. 391-392, 2013. 9.

⑰野口孝文「初心者のためのプログラミング学習環境」教育システム情報学会全国大会, pp. 257-258, 2013. 9.

⑱野口孝文, 佐藤英樹, 稲守栄, 「電子計算機基礎教育のための実習システムの開発と実践」, 教育システム情報学会研究報告 Vol. 28, No. 2, pp. 95-98, 2013. 7.

⑲野口孝文, 梶原秀一, 千田和範, 稲守栄: 「計測制御教育のための教材ロボットの開発」教育システム情報学会研究報告, Vol. 27, No. 6, pp. 217-220, 2013. 3.

⑳野口孝文「学習支援システムの開発 - IntelligentPad から Webble まで-」, 北海道大学情報基盤センター主催講演会「電子書籍とLMS」, 2013. 2. 22.

㉑ Takafumi Noguchi, Open Platform Learning Environment Developing Proficient Knowledge, ISIP' 2012 (International Workshop on Information Search, Integration, and Personalization), Sapporo Japan, October 11-13 2012.

㉒野口孝文, 千田和範「ロボットが見守る初心者のためのプログラミング学習環境の開発」電子情報通信学会, 教育工学研究会, pp. 55-58, 2012. 10.

②野口孝文「知識の熟達化を促すオープンプラットフォーム学習環境」教育システム情報学会全国大会, pp. 268-269, 2012. 8.

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.kushiro-ct.ac.jp/ipad/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

野口 孝文 (NOGUCHI Takafumi)

釧路工業高等専門学校・電気工学科・教授

研究者番号：20141856