

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年6月13日現在

機関番号：32515

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2009～2011

課題番号：21500953

研究課題名（和文） パズル型プログラミング学習支援システムの研究

研究課題名（英文） Research of Puzzle based Programming Learning Support System

研究代表者

布広 永示 (NUNOHIRO EIJI)

東京情報大学・総合情報学部・教授

研究者番号：50348421

研究成果の概要（和文）：

本研究では、プログラミングに対する学習意欲を喚起し、やる気を継続させる学習環境を提供することを目的として、ゲーム感覚的な学習機能を取り入れたプログラミング学習支援システムを開発した。次に、開発した学習支援システムをプログラミング演習や企業の新人教育などで活用し、本システムの学習効果を評価した。確認テスト・期末テストの平均点の推移やアンケートの結果から、本システムを使用することで、プログラミングに興味を持つという観点では有効であったと考える。更に、プログラムの構造や処理の流れを理解するという目的に関しても効果があったと考える。しかし、プログラム作成能力の向上については十分な効果を得られてなく、学習機能やシステム活用方法などの改善を検討していく必要がある。今後の研究課題として、エンタテインメント性を取り入れたプログラミング講義・演習の学習方法や学習支援機能の研究を進めていく予定である。

研究成果の概要（英文）：

In this research, we developed game based learning features in a programming learning support system, to offer a learning environment that stimulates and sustains the motivation of the learner during programming training. The proposed system was applied to an actual college programming course to verify the effectiveness of the proposed system. From the result of transition of the average score for mid-term, final exams and questionnaire, we concluded that the developed CAPTAIN system was effective in the viewpoint that the student showed interested in programming. Moreover, we concluded that this system was effective for the purpose of understanding the structure and processing flow of the program. However, from the result of t-test for some cases, it could not be established that the proposed method had a positive effect in improvement of the programming skill, and improvement of the learning features and revision on method of applying the proposed system in the programming course is necessary. For future works, we plan to improve learning support functions by taking further steps to incorporate entertainment in e-learning.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
平成21年度	1,200,000	360,000	1,560,000
平成22年度	700,000	210,000	910,000
平成23年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	2,600,000	780,000	3,380,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育，教育工学・教育工学

キーワード：eラーニング

### 1. 研究開始当初の背景

情報系の教育機関に進学する学生が目指す分野は、情報科学や情報システムなどの分野だけではなく、Webデザイン、ゲーム、メディアなどの分野へと拡大している。このような幅広い分野の学生が混在する授業、特にプログラミングなどの演習授業では、学習効率を上げるために学習者を習熟度別のクラスに分けて実施している。しかし、教員の人的制約などから、クラス分けをしても1クラスの学生数が50～60名程度になってしまい、学習者の習熟度に対応した指導が不十分となる場合がある。この結果、進捗の遅い学生や早い学生の両方で授業内容に不満を持つようになり、学習者の学習意欲の低下を招いてしまう。

このような背景から、学習者の興味や学習意欲を喚起するなど、学習者の動機付けに関連した学習支援システムの必要性は高くなっている。

### 2. 研究の目的

初心者を対象としたプログラミングの教育効果を上げるためには、プログラミングの学習意欲を喚起させ、やる気を継続させるインタフェースやプログラミングの知識を適切なプロセスで修得させる学習方法が必要である。

本研究は、それらの課題を解決し、プログラミング学習を支援するために、次のような学習効果が期待できるプログラミング学習環境の開発を目的とした。

- (1) ゲーム感覚でプログラミングを演習することによりプログラミングに興味を持てる。
- (2) プログラミング言語の文法やアルゴリズムなどの知識では無く、ゲーム感覚でプログラムの構造や制御の流れを覚える。

### 3. 研究の方法

本研究では、「2. 研究の目的」の(1)、(2)に示すプログラミング学習環境を提供するために、次のような学習支援項目を提案し、パズル型の学習機能を検討した。

- (1) パズル形式のインタフェースにより、ゲーム感覚でプログラミングする環境を提

供することができる。

- (2) 学習者の習熟度にあった演習問題を提示することで、学習者に自信を与えることができる。
- (3) アニメーションやイラストなどを表示することで、学習プロセスの中に気分転換や視覚的な刺激を与えることができる。
- (4) 学習履歴や習得した内容を表示することで、学習者に達成感を与えることができる。
- (5) 競争的な学習により、ゲーム感覚で演習課題に取り組む環境を提供することができる。
- (6) 学習者の学習状況を教員がリアルタイムに確認して進捗が遅れている学習者を迅速に支援することで、学習者に満足感を与えることができる。

本研究期間である平成21年～平成23年において実施した、前記①～⑥の学習支援項目を実現するための具体的な研究内容を次に示す。

#### ➤ 平成21年

平成21年度の具体的な研究としては、本研究の基盤となる次の研究開発を実施し、その成果をプログラミング学習支援システムCAPTAIN (Computer Aided Programming Training And INstruction) として実装した。

- ・プログラミング学習支援のユーザインタフェースに関する研究
- ・ソースプログラム解析とプログラムのパズル化に関する研究
- ・知的アルゴリズムを利用した課題難易度決定に関する研究

#### ➤ 平成22年

平成22年度の具体的な研究としては、プログラミング学習の動機づけに係る要素技術に関連した次の研究開発を実施し、実際のプログラミング演習授業で活用した。

- ・プログラミング学習に対する動機づけ学習モデルに関する研究
- ・学習状況をリアルタイムに把握し、進捗状況を分析する学習モニタリング機能に関する研究
- ・プログラム構造を意味的な単位に分割指定

するプログラム構造表記方法に関する研究

▶ 平成23年

平成23年度の具体的な研究項目としては、平成22年度までに開発した学習支援システムの機能拡張と共に、エンタテインメント性を取り入れたプログラミング講義・演習の学習方法や学習支援機能、更に、学習者の学習状況や問題点をリアルタイムに評価して進捗が遅れている学生に対する迅速な個別指導を実現する機能などに関する次の研究開発を実施した。

- ・ゲーム感覚的要素を取り入れたプログラミング学習支援システムに関する研究
- ・学習状況をリアルタイムに把握し、進捗状況を分析する学習モニタリング機能に関する研究
- ・ゲームのような競争的学習環境を提供する学習機能に関する研究
- ・競合的学習機能や学習モニタリング機能の適用による学習効果に関する研究

次に、前記の研究項目を実装した学習支援システムを検討し、ゲーム感覚的な学習機能を実装したパズル型のプログラミング学習支援システム CAPTAIN を段階的にエンハンスした。そして、CAPTAIN を東京情報大学総合情報学部情報システム学科の Java 言語プログラミング演習科目や企業の新人教育などに導入し、学習効果や問題点について評価した。

#### 4. 研究成果

プログラミング学習支援システム CAPTAIN を導入したプログラミング科目は、90分の講義と90分の演習で構成される一年間の授業である。本科目では最初にクラス分けテストを行い、上級クラス、中級クラス、初級クラスに分ける。CAPTAIN は、初級クラスの演習の最初30分間使用した。ここで、授業内容や授業で使用する資料などは全クラス共通である。

本システムを活用したプログラミング演習授業におけるテストの平均点の推移やアンケート結果から、本システムを使用することで、プログラミングに興味を持つ、プログラムの構造や流れを理解するという観点では有効であったと考える。しかし、プログラムを実際に作成するコーディング能力の向上に対しては十分な成果が出ていなかった。コーディング能力の向上は、本研究の直接的な目的では無いが、学習者の学習意欲を喚起するためには必要な項目であるので、コーディング能力を向上させるための新たな学習機能の拡張が必要である。

今後の研究は、本研究成果であるプログラ

ミングの学習意欲を喚起するユーザインタフェースやプログラミング学習支援機能などを基礎として、アニメーションを活用したユーザインタフェースやゲーム感覚的な競合的学習機能などのエンタテインメント的要素を更に拡張すると共に、処理フローの構成能力やコーディング能力の向上に寄与する学習線機能を取り入れた新しいプログラミング学習環境を検討したいと考える。そして、プログラミングの初心者や不得意な学生に対して、課題の分析、プログラムの解読や作成に対して効率的な学習環境を実装したプログラミング学習支援システムの実用化を進めていく予定である。

#### 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)

[雑誌論文] (計10件)

① “プログラミング学習支援システム「CAPTAIN」の開発”, 山川裕子, マッキンケネスジェームス, 松下孝太郎, 大城正典, 布広永示, 教育システム情報学会研究報告, vol.24,no.3, pp.10-13, 2009/9

② “Modeling Layered Artificial Neural Networks using a Visual Programming Paradigm”, Kenneth J. Mackin, Journal of Artificial Life and Robotics, Vol.14, No.3, pp.422-424, 2009/12

③ “プログラミング学習支援システム「CAPTAIN」における動機付け学習法の検討”, 山川裕子, 大城正典, 松下孝太郎, マッキンケネスジェームス, 布広永示, 日本教育工学会研究報告集, JSET 10-1, pp.77-80,2010/3

④ “プログラミング学習支援システム CAPTAIN における学習状況把握機能の開発”, 大城正典, 山川裕子, マッキンケネスジェームス, 松下孝太郎, 布広永示, 日本教育工学会研究報告集, JSET 10-1, pp.81-84,2010/3

⑤ “Applying Visual Programming for Cellular Automaton Modeling”, Kenneth J. Mackin, Joint 5th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 11th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (SCIS & ISIS 2010), pp.1419-1422, 2010/12

⑥ “Programming Learning Support System ‘CAPTAIN’ with Motivational Study Model”, Yuuko Yamakawa, Masanori Ohshiro, Kotaro Matsushita, Kennth J. Macin, Eiji Nunohiro, Proceedings of the 18th International Conference on Computers in Education, pp.171-175, 2010/11

⑦ “Programming Learning Support System with Learning Progress Monitoring Feature”, Masanori Ohshiro, Yuuko Yamakawa, Kennth J. Macin, Kotaro Matsushita, Eiji Nunohiro, Proceedings of Joint 5th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 11th International Symposium on Advanced Intelligent Systems, pp.1465-1468, 2010/12

⑧ “Applying Visual Programming for Fuzzy Controller Modeling”, Kenneth J. Mackin, Proceedings of 2011 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC 2011), pp.3592-3596, 2011/10

⑨ “Development of Game Based Learning features in Programming Learning Support System”, Eiji Nunohiro, Kotaro Matsushita, Kennth J. Macin, Masanori Ohshiro, Proceedings of the 17th Artificial Life and Robotics, pp.230-233, 2012/1

⑩ “Programming Learning Support System with Competitive Gaming Using Monitoring and Nicknames”, Masanori Ohshiro, Kotaro Matsushita, Kennth J. Mackin, Eiji Nunohiro, Proceedings of the 17th Artificial Life and Robotics, pp.238-241, 2012/1

[学会発表] (計1件)

①ビジュアルプログラミングを用いたソフトコンピューティング教育支援, マッキンケネスジェームス, 第37回ファジィワークショップ, 2011/3

[その他]

ホームページ等

[http://www.rsch.tuis.ac.jp/~nunohiro/captain/CAPTAIN\\_panel\\_120501\\_.pdf](http://www.rsch.tuis.ac.jp/~nunohiro/captain/CAPTAIN_panel_120501_.pdf)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

布広 永示 (NUNOHIRO EIJI)  
東京情報大学・総合情報学部・教授  
研究者番号：50348421

### (2) 研究分担者

マッキン ケネスジェームス (KENNETH J. MACIN)  
東京情報大学・総合情報学部・准教授  
研究者番号：60348422  
大城正典 (OHSHIRO MASANORI)  
東京情報大学・総合情報学部・准教授  
研究者番号：80364959  
松下孝太郎 (MATSUSHITA KOTARO)  
東京情報大学・総合情報学部・准教授  
研究者番号：60386886