

プログラミング演習用eラーニングシステム

宮武明義* 篠山学* 高城秀之** 金澤啓三* 鱒目正志* 河田進*

e-Learning System for Programming Exercise

Akiyoshi MIYATAKE*, Manabu SASAYAMA*, Hideyuki TAKAJO**,
Keizo KANAZAWA*, Masashi SAWARAME* and Susumu KAWATA*

Abstract

We develop an e-Learning System that supports programming exercise on the Web. In a practice class, the rate of progression varies among individuals. Therefore, the environment of the exercise by the self is necessary for the student who falls behind in the progress. On the other hand, teacher should supervise and manage the many students' progress at short times. However, the load of doing so for the teacher is big. Our system assists exercise of students after-school-hours, and reduces the load and time of the teacher. At any time, students can read the problems of reports and upload reports on the Web. Also teacher can review and assess the report, and write a comment of the report. In this paper, we describe the specification, and show implementation and assessment of our system.

Keywords : e-Learning System, Programming Exercise, Report Management

1. はじめに

本校情報工学科では、プログラミング教育に重点を置いている。第1学年の創造実験・実習では3学科で実験テーマを用意しており、情報工学科はVisual Basicによるプログラミング導入実習を担当している。第2, 第3学年では、情報処理Ⅱと基礎工学実験・実習, ソフトウェア設計論Ⅰ, ⅡにおいてC言語のプログラミング演習を週4時間行っている。

プログラミング演習は、学生間の理解レベルに差が出やすく、授業時間だけでは十分に教育することが困難である。そこで、本学科では学生が放課後でも主体的にプログラミング課題に取り組めるよう、Web上で動作するプログラミング演習用e-Learningシステムを開発し、一部の授業で使用している。

本e-Learningシステムは、これまで初等・中等教育にe-Learningシステムを普及させるために開発していたELシステム¹⁾²⁾をプログラミング演習用に改良した。

本稿では、ELの概要と、本システムの仕様と実現を述べ、システム評価アンケートの結果を示す。

2. ELの概要

本システムの基となったELは、PHP言語で開発しており、フリーのLinuxディストリビューションであるCentOSとWindows上で動作している。CentOSでは、WebサーバApacheとPHP実行環境、Windowsでは、XAMPP³⁾をインストールして開発と動作の確認をしている。

現在、レポートの管理、小テスト、アンケート、掲示板、配布ファイル、講義記録、用語集、行事カレンダーの8つの機能を実現している。ELの特徴は、既存のe-Learningシステムのほとんどがデータベースを使用して情報を管理しているのに対し、ファイルベースで情報を管理していることである。

3. プログラミング演習用e-Learningシステムの仕様

本システムは、2.で概要を述べたELを改良して本校の演習授業で使用するため以下の機能を追加する。

1) 機構の認証サーバでユーザ管理

ELは、独自のMD5による暗号化されたパスワード管理とLDAPによるユーザ認証機能を有するが、機構の認証サーバと連携することで学生は統一したログイン、パスワードを使用できる。

* 香川高等専門学校詫間キャンパス 情報工学科

** 香川高等専門学校詫間キャンパス 通信ネットワーク工学科

2) ソースプログラムのカラー構文表示

レポートは、ほとんどが課題プログラムなのでアップロードとダウンロードだけでなく、ブラウザ上にプログラムリストを表示する。これにより、レポートのファイルをダウンロードする必要がなく、そのまま内容を確認できる。この時、各プログラミング言語に合わせてカラー構文表示することで視認性が向上する。

3) レポートに対するエラーコメント付加

教員は学生に対し、どのレポートにどんなエラーが含まれているか、容易に提示できる。プログラムの添削に置いて、適切なエラーコメントを与えることで学生の理解を深めることができる。

4) 挑戦的課題レポート

正規の課題レポート以外に、挑戦的課題を用意する。正規課題は全員が提出することを目標としているため基本的な内容となり、プログラミング能力の高い学生は早期に提出を終える。そこで、より実践的な課題(挑戦的な課題)を設けることで、空いた時間を無駄にすることなくさらなるスキルアップが期待できる。

4. 本システムの実現

3.で示した仕様を満たすよう、ELを改良した。

1) 機構の認証サーバでユーザ管理

図1にログイン画面を示す。ログイン情報により、学生と教員を区別している(図2)。

図1 ログイン画面

図2 ログイン後のトップページ

2) ソースプログラムのカラー構文表示

レポートの提出と確認ページでは、レポートのアップロードと提出状況の確認ができる(図3)。

レポートが締め切られると、過去のレポート確認ページで出席番号、氏名、レポートのファイル名、ファイルサイズ、提出日、今回のレポートで提出したファイル数が表示される(図4)。

図3 レポート提出と確認ページ (学生用)

図4 提出したレポート一覧 (学生用)

レポートの内容を確認したいときは、ファイル名をクリックすると、プログラムリストに行番号を付けて、カラー構文表示される(図5)。カラー構文表示には、PHPで実現されたフリーのシンタックスハイライターGeSHi⁴⁾を使用した。

```

1. /* 番号 「第2回レポート プログラム3」 */
2.
3.
4. #include <stdio.h>
5.
6. int main (void)
7. {
8.     int a[10], i, s, max, min;
9.
10.    for (i=0; i<10; i++) {
11.        scanf ("%d", &a[i]);
12.    }
13.    max=a[0];
14.    min=a[0];
15.    for (i=0; i<10; i++) {
16.        if (max<a[i])
17.            max=a[i];
18.        if (min>a[i])
19.            min=a[i];
20.    }
21.    printf("最大値 = %d 最小値 = %d\n", max, min);
22.    return 0;
23. }

```

図5 単一のレポート表示

また、プログラムを一つずつ表示するだけでなく複数の課題プログラムをまとめて表示することもできる。氏名をクリックすると、その回のレポートすべてがファイル名を区切りとしてまとめて表示される(図

6)。これにより、学生は自分のレポートの内容をまとめて確認することができる。教員も、各回のレポートをまとめて評価することが容易となる。

```
===== [ r2-1.c ] =====
/* 番 「第2回レポート プログラム1」 */

#include <stdio.h>

int main (void)
{
    int a[10], i, s;
    double x;
    s=0;

    for(i=0; i<10; i++){
        scanf("%d", &a[i]);
        s=s+a[i];
    }
    x=s/10.0;
    printf("合計=%d, 平均=%.2f\n", s, x);
    return 0;
}
/*[実行結果]
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
合計=55, 平均=5.50
*/

===== [ r2-2.c ] =====
/* 番 「第2回レポート プログラム2」 */

#include <stdio.h>
```

図6 レポートをまとめて表示

3) レポートに対するエラーコメント付加

学生へのエラーコメントは、エラーを含むファイル名とそのコメントをカンマ区切りのファイルとしてアップロードすることで対象学生にフィードバックできる。図7にエラーコメントファイルの例を示す。

```
1. r5-1.c, 36行目: i<=nではなくi<n↓
2. r5-1.c, 39行目: i<=nではなくi<n↓
3. r5-1.c, 37行目: i<n-1ではなくi<n↓
4. rep5-1.c, a_bigの値が不足です。 35行目: a
5. r5-2.c, プログラムが途中で終わっています。
```

図7 エラーコメントファイルの内容

エラーコメントのファイルは、教員のページよりアップロードすることができ、その内容はファイル名の横に表示される(図8)。コメントを追加する場合は、同ページから現在のエラーコメントファイルをダウンロードして追記後、再アップロードする。

第5回レポート				
コメントのダウンロード 確認日付: 2014/03/24 コメントのアップロード: C:\... error.csv 参照... 送信				
No	氏名	ファイル名	コメント	
		r5-1.c	36行目: i<=nではなくi<n	
		r5-2.c		
		r5-3.c		

図8 エラーコメントのアップロードページ (教員用)

エラーコメントがアップロードされると対象ファイ

ル名の横に*マークが表示される(図9)。これにより、学生はエラーがあることを容易に確認できる。

第5回レポート					
ファイル名に*が付いたものは、間違いがあります。確認して下さい。					
No	氏名	ファイル名	サイズ(Byte)	最終更新日時	ファイル数
		r5-1.c*	586	2014/03/24 14:14	3
		r5-2.c	766	2014/03/24 14:14	
		r5-3.c	617	2014/03/24 14:14	

図9 エラーコメントが付与されたレポート (学生用)

エラーコメントが付与されたファイル名をクリックすると図10に示すようにレポートの先頭にコメントの内容が表示される。

```
間違い情報
36行目: i<=nではなくi<n

1. //No
2. //第5回レポート 1
3.
4. #include<stdio.h>
5.
6. int readdata(int a[]);
7. int maxf(int a[], int n);
8.
9. int main(void)
10. {
```

図10 エラーコメントが付与されたレポート表示

4) 挑戦的課題レポート

授業のWebページにおいて、正規レポートの提出締切日やヒントと共に挑戦的課題を用意している(図11)。

第5回レポート(レポート提出日: 6/14)

ヒント <== クリック

3. void histogram(int a[], int n);

挑戦的課題

- (5-1) 課題3のヒストグラムを縦に出せ。

```

*
*
*
*
*
*
*
*
*
*
7 3 5 0 2

```

- (5-2) 2つの整数配列とdata, dataのデータ数に関する関数rankingを定義せよ。

図11 授業のWebページ (抜粋)

挑戦的課題は、特に提出締切日は設定せず、いつでも出せるように正規レポートとは別に提出ページを設けている(図12)。正規レポートとは違い、提出時に

レポートの課題番号を指定することで、統一したファイル名でレポートを保存している。

レポートを締め切るごとに、各回の解答例をPDFファイルで配布したことが理由と考えられる。

送信ファイル

第5	回おまけレポート	第1	番	参照...
第12	回おまけレポート	第2	番	参照...
第11	回おまけレポート	第3	番	参照...
第10	回おまけレポート	第4	番	参照...
第9	回おまけレポート			
第8				
第7				
第6				

送信

図12 挑戦的課題の提出ページ (学生用)

5. 本システムの評価

本システムのアンケート機能を用いて、平成25年度の第3学年ソフトウェア設計論Ⅰの受講生46人にシステムの評価アンケートを実施した(図13)。

ソフトウェア設計論Ⅰ
アンケート

LOGIN: 匿名 ログイン ログアウト トップページ

第2回アンケート

No. 1

【質問】レポート提出システムについて

便利だと思いますか。

○【1】 とても便利
●【2】 便利
○【3】 普通
○【4】 不便
○【5】 とても不便

No. 2

【質問】どんなところが便利、または不便ですか。

【記述】印刷しなくてよい

No. 3

【質問】レポートを印刷して提出する場合と比べて、どう思いますか。

○【1】 このシステムの方がよい。

図13 アンケート回答フォーム (学生用)

アンケートの質問項目と集計結果を表1に示す。概ね良好な回答が得られた。また、No.5の質問において配布ファイルが役に立つと答えた者が多いが、これは

6. おわりに

本稿では、初等中等教育への普及を目的としたe-LearningシステムELのプログラミング演習を支援するシステムへの改良について報告した。改良点としては、プログラミング演習を担当する教員にとって時間のかかるレポートのチェックを、複数ファイルをまとめて表示したり、カラー構文表示による視認性の向上を図るなどして効率化を試みた。また、学生へのエラーコメントのフィードバックを簡単に行うための機能や挑戦的課題も追加した。

本システムは、まだ科目数は少ないが本科の授業だけでなく専攻科の授業でも使用されており、実際に利用者の要望も聞きながら改良を重ねている。

これまでレポート管理機能の改良を行ってきたが、今後は小テスト機能などもプログラミング演習用に改良していきたい。

参考文献

- 1) 宮武明義, 河田進, 矢野米雄: 初等・中等教育へのeラーニング導入支援—簡易eラーニングシステムELの試作—, 詫間電波工業高等専門学校研究紀要, 第36号, pp.81-86, 2008
- 2) 宮武明義, 河田進, 矢野米雄: ポータブル簡易eラーニングシステムELの開発—図や数式を用いた小テスト問題の作成—, 詫間電波工業高等専門学校研究紀要, 第37号, pp.125-128, 2009
- 3) XAMPP, <https://www.apachefriends.org/jp/index.html>
- 4) GeSHi, <http://qbnz.com/highlighter/>

表1 本システムについてのアンケート (回答46人)

No.1	便利だと思いますか。					
	とても便利	便利	普通	不便	とても不便	
回答	17人	18人	10人	0	0	
No.2	どんなところが便利、または不便ですか。					
回答	いつでも出せる 提出が楽					
No.3	レポートを印刷して提出する場合と比べて、どう思いますか。					
	このシステムの方がよい。		印刷して提出する方がよい。		どちらでもよい。	
回答	41人		2人		3人	
No.4	上の質問の回答理由を教えてください。					
回答	印刷するのが面倒 印刷するのは資源の無駄					
No.5	レポート管理以外に役に立つと思う機能を選んでください。(複数選択可)。					
	小テスト	アンケート	配布ファイル	講義記録	用語集	カレンダー
回答	20人	19人	36人	11人	18人	9人