

理解度を用いた適応型学習コース生成 CMS の実装

2005MT002 青木 宏樹 2005MT089 大野 剛

指導教員 河野 浩之

1. はじめに

現在の学習システムは、全ての学習者に同一の問題を出題しているため、学習者の学習理解度と学習意欲を考慮して出題していない。しかし、学習理解度と学習意欲を考慮して出題するとなると、教育者が学習理解度と学習意欲を判断して問題を提供する必要があり、負担が大きくなってしまふ。この学習システムでは、学習者には学習効果が期待できるが、教育者にとって良いシステムとは言えない。

本研究では、協調フィルタリング(Collaborative Filtering; CF)のシステムを利用し、学習者の学習理解度と学習意欲を考慮して学習者に学習コースを提供する「適応型コース提供機能」を CMS(Content Management System) 上に実装する。また、学習に関するアンケートを用いて学習意欲を測定する GAMI(Gakugedai Academic motivation Inventory:学芸大式意欲検査)を CMS 上に実装する。これにより正確に測定できる。これらを用いて学習理解度と学習意欲を考慮した学習システムを実装する。

2. 従来の適応型学習システム

2.1. 適応型学習システムの先行研究

我々が調べた適応型学習システムに関連した先行研究は、主に以下の3つの学習システムが存在する。

- ① ACGs(Adaptive Course Generation system)
- ② APeLS(The Adaptive Personalized e-Learning Service)
- ③ 協調フィルタリング(CF)を用いた適応型学習システム

ACGs は、適応性のあるコースを各学習者の要求、能力、学習スタイルの評価を基に作成するシステムである。APeLS は、マルチモデルとメタデータからのアプローチを基にした個人的な学習コースを提供するシステムである。協調フィルタリングは、他学習者と自分の類似度を比較して、コースを提供するシステムである[1][3][4]。

2.2. 適応型学習システムの比較

それぞれの学習システムをコンテンツ管理者と利用者の2つの観点からこれらのシステムを評価した。

表 2.1 適応型学習システムの比較

	ACGs	APeLS	協調フィルタリング
学習意欲	×	×	○
授業利用	○	×	○
個人学習	×	○	○
管理者負担	○	○	×

これらの比較より、学習意欲を考慮している協調フィルタリングを用いたシステムが、学習者にとって学習効果が高いことがわかる。しかし、コンテンツ管理者の負担も大きかった。

そこで、本研究では協調フィルタリングのシステムを利用し、さらに管理者の負担を減らすため、コンテンツ管理をブラウザ上から簡単に行える CMS と学習意欲を測る GAMI を用いて学習者に最も適当な問題の出題を行う。

3. 学習システムの提案

3.1. システムの CMS への導入案

適応型コース提供システムを実装するのに、本研究では CMS を導入する。我々は、先行研究の比較から、協調フィルタリングを使用することを決定した。さらに、協調フィルタリングでは、学習意欲の測定が必要であり、学習意欲を測定するシステムとして、GAMIを導入する。本研究で構築する CMS の概念図を図 3.1 に示す。

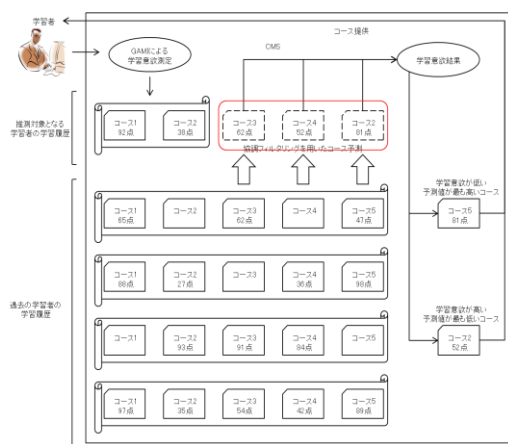


図 3.1 CMS の導入案

3.2. 教育用 CMS の説明

我々が調べた教育用の CMS は、主に以下の4つが存在する。

- ① exCampus
- ② CEAS
- ③ Claroline
- ④ Moodle

exCampus は、成果を公開するのを目的に開発され、各講義に掲示板を作成できる。CEAS は、多人数の対面授業の実施を目的に開発され、授業に関する細かい管理ツールが豊富である。Claroline は、専用技術習得のトレーニング無しで教師がシステムを理解できるように開発され、シス

テム動作が軽快である。Moodle は、インターネットに基づいたコミュニティの学習を目的に開発され、フォーラム機能と学習者の管理機能が充実している[2]。

3.3. 教育用 CMS の比較

それぞれの教育用 CMS をコンテンツ管理者と利用者の2つの観点からこれらのシステムを評価した。

表 3.1 教育用 CMS の比較表

	exCampus	CEAS	Claroline	Moodle
授業利用	○	○	×	×
個人学習	×	×	○	○
管理機能	×	○	×	○
利用性	×	×	○	○

これらの比較により、本研究では個人学習に向いており、学習者が使いやすく、管理機能が充実している Moodle を利用する。

3.4. GAMI を用いた学習意欲調査

本研究では、学習者の学習意欲を測るために、GAMI(Gakugeidai Academic Motivation Inventory;学芸大式学習意欲検査)を使用する。GAMI は、下山らが開発した学習意欲を8つの因子から構成されるとして、それらの程度を測定するための尺度である[5]。「いろいろなことが知りたいので、学校の勉強だけでなく、家でも勉強しています。」「家の人に、『勉強をなさい』と、言われなくても、勉強をします。」、「言われなくても、にがてな勉強をします。」などの40項目の質問を用意して判断する。これらの要素は、クラスター分析によって、アンケートの 1-25 までを学習活動を高める積極的あるいは促進的な側面(促進傾向)、アンケートの 26-40 までを学習活動を阻害する消極的あるいは抑制的側面(抑制傾向)の2つに分類する。

これらのアンケートでは、「まったくあてはまらない」を1点、「とてもよくあてはまる」を4点として各要素の合計点を求める。ここで、 P は促進傾向の各要素の合計得点、 N は抑制傾向の各要素の合計得点、 σ は標準偏差、 n は学習者の数、 P_i は学習者 i の得点、 \bar{P} は、 P の平均、 Z は標準得点である。

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=0}^n (P_i - \bar{P})^2}$$

$$Z = \frac{(P_i - \bar{P})}{\sigma} \cdot 10 + 50$$

図 3.2 促進、抑制傾向の標準得点を求める式

図 3.2 の式を用いて、 P と N の標準得点を求める。この値を利用して、標準得点のうち 34 点以下を 1、35 点～44 点を 2、45～54 点を 3、55～64 点を 4、65 点以上を 5 で 5 段階化する。この得点で 4 以上取ったものを高(H)、3を取ったものを中(M)、2 以下を取ったものを低(L)に分類する。

そして、促進(P)と抑制(N)の得点の組み合わせによって9つのタイプに分け、学習意欲が高いか低いか判定する。

従来のシステムでは、学習意欲の判断が教師によって測られていた。本研究では、GAMI を用いることによって、システムが学習意欲を測るため、教師は学習者の学習意欲を測る手間が省ける。

4. 学習システムの実装

4.1. Moodle1.9 の動作環境

学習システムの管理者負担を軽減するため、又、学習者のシステムに対するユーザビリティを向上するために、本研究では学習サイトにCMSを導入する。使用するCMSは、Moodle1.9とする。Moodle1.9の動作環境は、以下のようになっている。

- PHP4.3.0またはそれ以上
- データベース
 - MySQL 4.1.16 またはそれ以上
 - PostgreSQL 8.0 またはそれ以上
- WWW
 - Apache 2.0 またはそれ以上

本研究では、Moodleを動作させるために、以下の動作環境を用意した。

- PC:STATION PT875
- プロセッサ:AMD Athlon 64×2 4000+
- メモリ:480MB RAM
- PHP 5.2.6
- MySQL 5.0.51b
- Apache 2.0.63
- OS :Microsoft Windows XP Home Edition Version 2002 Service Pack 3

Moodleのインストールを行うためにApache, MySQL, PHPをインストールする必要がある。そこで、VertrigoServをインストールする。VertrigoServは、Apache, PHP, MySQL, SQLite, SQLiteManage, phpMyAdmin, Zend OptimizerをWindowsにまとめてインストールすることができる。さらにブラウザ上から各ソフトについて簡単に設定の変更ができる。

4.2. GAMI の導入

本研究では、学習意欲を測るために、学習者にアンケートを取る必要がある。そこで、CMSにアンケートモジュールのquestionnaireを追加し、さらに学習意欲を計算するGAMIをCMSに追加する。まず、Moodle用アンケートモジュールquestionnaireを<http://moodle.org>からダウンロードし、展開する。すると、moodleのデータベースに自動的にquestionnaireのテーブルが作成され、モジュールの追加が終わる。

追加後、questionnaireを用いてアンケートを作成する。本研究では、質問に対して4つの選択肢で答えってもらうアンケートを作成する。Nib of scale itemsの項目で選択肢の数を決める。4つの選択肢を作成するため4と入力する。そして、

Question Textの部分に質問内容を記述する。実行された結果は、questionnaireテーブルに格納される。

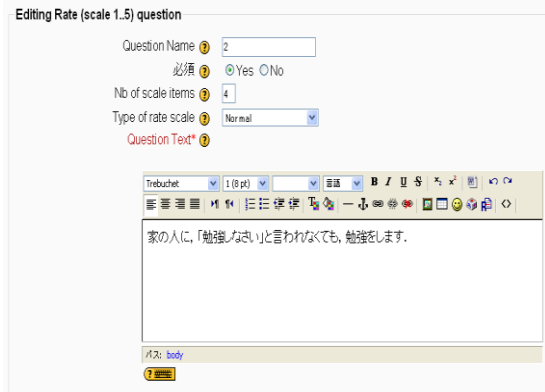


図4.1 questionnaireを用いたアンケート作成画面

格納されたデータを取り出して、GAMIとして利用するために、GAMIモジュールを作成する。GAMIモジュールは、図4.2に示すように、mdl_userからユーザの情報を読み込み、mdl_questionnaire_response_rankから、そのユーザのアンケート結果を取り出し、学習意欲を測定する。

```

$link = mysql_connect('localhost', 'データベース名', 'パスワード');
if (!$link) {
    die('接続失敗です。'.mysql_error());
}

$db_selected = mysql_select_db('データベース名', $link);
if (!$db_selected) {
    die('データベース選択失敗です。'.mysql_error());
}

$result = mysql_query('SELECT straight_join
                        mdl_user.id,username,userid,
                        rid,response_id,question_id,rank from
                        mdl_user,mdl_questionnaire_attempts,
                        mdl_questionnaire_response_rank');

if (!$result) {
    die('クエリが失敗しました。'.mysql_error());
}
    
```

図 4.2 GAMI モジュールのソース例

4.3. 協調フィルタリングを用いた適応型システムの導入

本研究では学習コースを6つ用意した。コースの得点を格納するフィールドをMoodleに用意されているテーブルmdl_userに追加する。作成したフィールドには、まだ履修していないので0点の値を格納する。そこに格納されている情報からコースを学習者に合わせて提供する。コース1が0点の場合、コース1を履修させる。さらにコース2が0点の場合、コース2を履修させる。それぞれのコースの得点をmdl_userテーブルに作成した、course1、course2のフィールドを更新する。コース1とコース2を履修していた場合。コース1とコース2で取った得点と、他の学習者の得点をもとに、まだ履修していないコースでとる得点を予測する。予測された複数のコースから、学習意欲が高い者には予測値が低いコースを提供し、意欲が低い者には予測値が高いコースを提供する。コースを履修し終えたら、その結果をmdl_user

に用意した、それぞれのコースのフィールドを更新する。

5. 適応型学習システムの評価

5.1. 適応型学習システムの評価

本研究の目的は、学習者の学習意欲と能力に応じた学習コースの提供である。Moodle 上に実装した適応型学習システムが、実際に学習者の意欲と学習者の理解度を考慮しているかを知る必要がある。そのため、従来のすべての学習者に同一の問題を提出するシステムと我々の作成したシステムとの比較、評価した。

我々の作成したシステムを評価するにあたって、実際に学習者に作成した学習システムを利用してもらい必要がある。そこで、南山大学、数理情報学部、情報通信学科13名に作成したコースを利用してもらい、従来の学習システムを利用した感想と、適応型の学習システムを利用した感想、Moodleを利用した感想を5段階評価のアンケートをとって評価した。

学習に関するアンケートは以下の項目で行った。

- 学習システムがあなたの理解度に応じていたか (項目 1)
- 学習の量はちょうどいい量か (項目 2)
- この学習システムに満足したか (項目 3)

アンケートは、5段階で実施し、それぞれの項目に対し平均点を、「満足したか」の項目で満足度を計算する。平均点計算時に各段階に応じた重みをつける。本研究では、思う:5、やや思う:4、まあまあ:3、あまり思わない:2、まったく思わない:1 のように重みを付加する。満足度の計算にあたり、「満足したか」の項目の全体に対する割合を計算する。「そう思う:5」、「やや思う:4」の割合の和が各項目の満足度となる。結果は、表 5.1 になった。

表 5.1 学習システムに対するアンケート評価結果と満足度

項目	従来の学習システム	CFを用いた学習システム	差(CF-従来)
1	2.58	3.33	+0.75
2	3.67	4.25	+0.58
3	3.50	4.25	+0.75
満足度	42%	100%	+58%

学習システムの評価は、Moodleに実装した従来の学習システムと、協調フィルタリングを用いた学習システムで3項目行った。強調フィルタリングを使用した学習システムでのアンケート結果の平均は、項目1で0.75、項目2で0.58、項目3で0.75高く、3項目ともに従来の学習システムのアンケート結果の平均を上回った。これは、学習システムに協調フィルタリングを用いたことによって、理解度が考慮されるようになり、さらに、学習の量を自分で調整できることによって、学習者が満足するまで学習を行うことができるようになった。その結果、協調フィルタリングを用いた学習システムの満足度は、従来の学習システムの56%と比べて、100%となり、

+58%の結果となった。

5.2. 学習意欲調査の評価

我々は、学習意欲測定を学生が行って、どのように感じたかをアンケートを取ってみた。

学習意欲測定に関するアンケートは以下の項目で行った。

- 学習意欲調査は容易に行えたか (項目 1)
- 学習意欲結果は妥当であったか (項目 2)
- 学習意欲調査に満足したか (項目 3)

これを節 5.1 と同様に、各項目の平均点と満足度を計算する、その結果は表 5.2 になった。

表 5.2 学習意欲調査に対するアンケート評価結果と満足度

項目	結果
1	4.67
2	4.45
3	3.25
満足度	42%

学習意欲調査システムの評価を 6 項目で行った。大半の学習者が学習意欲調査を容易に行えたと考えており、平均 4.67 と大きな値となった。これは、Moodle の questionnaire モジュールを使用したので、システムの操作性、レイアウトが向上して、ユーザビリティが向上したためだと考えられる。また、学習意欲調査の結果は妥当であるかについては、平均 4.45 となり高い評価を得た。この結果から、学習意欲調査は正確に行われたと言える。しかし、学習意欲調査システムに満足したかと言うとそうではなく、満足度 42% と低い結果となった。これは学習者自身が、アンケートに答えて学習意欲を測る必要があるため、学生に負担が発生したためだと考えられる。しかし、アンケートを取るのは最初の一回だけであり、意欲調査の妥当性は高い値であり、システムに問題はないといえる。

5.3. 結論

本研究で提案した学習システムは、アンケートの結果、従来の学習システムと比較してすべての項目で上回った。これにより、学習者の学習意欲と理解度を促したため、学習者により望ましい学習システムが作成できたと言える。また、学習意欲調査の結果は正確であるとわかった。しかし、学習者にアンケートに答えてもらう必要があるため、学習意欲調査の満足度は 42% となり低い値となった。これは、学習者に実際にアンケートを取る必要があるため、学習者に負担が生じたためだと考えられる。しかし、システムの妥当性は高い値を出しており、又、学習者の意欲調査を一度行うとそれを再利用できるため問題はないと言える。

従来の協調フィルタリングを用いたシステムでの教育者の負担は、生徒一人一人の理解度と学習意欲を測る必要があったため、負担が大きかった。我々のシステムは、システムが教育者の代わりに学習者の理解度と学習意欲を測るために、教育者にかかる負担は軽減された。

6. おわりに

本研究では、学習システムの構築として、CMSである Moodle を導入し、そこにアンケート形式の学習意欲を測定するシステムと、コースの得点を利用した協調フィルタリング機能を用いて、従来のシステムの問題点の解決を試みた。アンケート形式の学習意欲調査を行うために、CMS に questionnaire モジュールを追加した。アンケート結果はデータベース内に格納され、その結果を用いて学習意欲を判定する。強調フィルタリングで、学習者がとるであろう得点の予測値を出し、学習意欲が高い学習者には予測値が低い問題を、学習意欲が低い学習者には予測値が高い問題を出題する。コースで取った得点は、Moodle の機能を利用して作成したデータベースに格納する。

学習システム作成後アンケートによる評価を行った。従来の学習システムと強調フィルタリングを用いた学習システムとの比較と、学習意欲調査システムの利用しやすさを評価した。学習意欲調査は、Moodle の questionnaire モジュールを利用したので、操作性が向上した。しかし、学習者がアンケートに答える必要があるために、学習者に負担が生じ、満足度は高い値をだせなかった。しかし、アンケートを取るのは最初の一回だけであり、意欲調査の正確度は高くシステムに問題はないといえる。従来の学習システムと比べて、我々の作成したシステムは、アンケートのすべての項目の平均で、従来の学習システムを上回り、高い満足度を得ることができた。

参考文献

- [1] Anh Nguyen Viet, Dam Ho Si, “ACGs: Adaptive Course Generation System – An Efficient Approach to Build E-learning Course,” Sixth IEEE International Conference on Computer and Information Technology, p.259, 2006.
- [2] 林良雄, 姫野完治, 上田晴彦, 成田堅悦, “Moodle による e ラーニングシステムの構築と運用について,” 秋田大学教育文化化学部研究紀要(自然科学), Vol.61, pp.51-58, 2006.
- [3] Micheal Tiarnaigh, Vincent Wade, “An integration of Moodle(Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment)with an AHS(Adaptive Hypermedia System),” CSLL, pp.14-19, 2005.
- [4] 田口浩, 糸賀裕弥, 毛利公一, 山本哲男, 島川博光, “個々の学習者の理解状況と学習意欲にあわせたプログラミング教育支援,” 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.2, pp.958-968, 2007.
- [5] 田中健太, 金澤秀知, 新井哲平, 栄永道, “学習者の個性に合わせた e-Learning 教材の効果,” 電子情報通信学会技術研究報告(教育工学), Vol.105, No.488, pp. 59-64, 2005.