

拡張オーバレイモデルに基づく CAI システム

—教材へのカテゴリ付与支援システムの提案—

織田和基[†] 金子真也[†] 上之菌和宏[‡] 古宮誠一[‡]

芝浦工業大学[†] 芝浦工業大学大学院[‡]

1. 研究背景と目的

近年、インターネットの普及により、Web 環境下で稼動する学習支援システムに期待が寄せられている。しかし、実際に商用で利用されている CAI (Computer Assisted Instruction) システムのほとんどは、学習者の理解状況の良し悪しに拘わらず、教材画面の提示順序（教授ロジック）が誰に対しても同じであるリニア型のものであるため、理解済みの分野まで学習することになってしまい、学習効率の良いシステムとは言えない。そこで、著者らは、この問題を解決するため、システムが学習者の理解状況を把握する必要があると考え、何処が学習者の不得意分野であるかを把握する拡張オーバレイモデル[1]を提案してきた。しかし、昨年度までの研究では、カテゴリの分類基準、不得意分野であるとの判断基準が確立されていなかった。そのため、拡張オーバレイモデルの有効性を議論できていなかった。

そこで本研究では、適切なカテゴリの分類基準、適切な不得意分野特定の判断基準を明確にした上で拡張オーバレイモデルの有効性を検証し、それらの結果を踏まえ、教材へのカテゴリ付与支援システムを提案する。

2. 昨年度までの問題点

2.1. カテゴリの分類基準

適切なカテゴリの分類基準を定めるということは、本システムを構築する上で、非常に重要な作業である。なぜなら、この作業が十分に出来ていなければ、学習者の不得意分野を特定することができないからである。しかし、我々がこの作業を最初から行うことは不可能である。そのため、昨年度までは適切なカテゴリの分類基準を定めることができていなかった。

そこで、本研究では、既に十分に検討が行われている IT 共通知識体系[2]を基に、カテゴリを分類し、必要に応じて我々で手を加え、各設問にカテゴリレベル 3~4 のカテゴリを付与（図 1 参照）した。

1. 数値変換とデータ表現	1.1. 基数変換	1.1.1. 2進数	
		1.1.2. 8進数	
		1.1.3. 10進数	
		1.1.4. 16進数	
1.2. 数値表現	1.2.1. 補数表現	1.2.1.1. 2進数	
		1.2.1.3. 10進数	
		1.2.1.4. 16進数	
	1.2.2. 小数表現		

図 1. カテゴリの付与

2.2. 不得意分野の判断基準

学習者の不得意分野を特定する際、全てのカテゴリから 1 問ずつ設問を出題し、不正解した設問に関するカテゴリが不得意分野であると仮説を立てる。その後、仮説立証のために確認問題を 5 問出題する。ここで、昨年度の問題点として挙げたのが、確認問題において何問中何問間違えれば不得意分野とするのかということであった。そこで、本研究では、不得意分野である以上、全問不正解するであろうとの仮説を立て、全問不正解で不得意分野と判断することにした。そして、カテゴリレベルを最後まで下げてでも正解・不正解を含む場合は、「準不得意分野」として保存し、一通りの学習を終えてから学習することにした。これは、本システムの「学習者に効率の良い学習を提供する」という目的に沿った考えによるものであり、こうすることで学習の流れに沿った上で、より理解できていない分野から学習できるため、学習者の効率的な学習に繋がると考えられる。

3. 実験

2.1, 2.2 のような明確な基準を定めた上で、拡張オーバレイモデルを用いた提案手法の有効性（=学習者の不得意分野をどの程度特定できるか）を検証するため、実験を行った。実験は、カテゴリを意図することなく作成した基本情報技術者試験レベルの設問 200 問を本学情報工学科 2 年生 57 人にペーパーテストで解答してもらった。設問は、非選択肢型の穴埋め記述式である。これは、選択式の設問では、偶然正解してしまう場合があり、不得意分野の判断に影響が出てしまうと判断したためである。実験結果を表 1 に示す。

実験の結果、設問の準備が不十分ながらもカテゴリの分類基準と不得意分野の判断基準を明確にしたことで、9 割以上の学習者の不得意分野を

An Enhanced-Overlay-Model-Based CAI System:
Proposal of the Facilities to give an Appropriate Category Each
Question of Teaching Material
Kazuki Oda[†] Shinya Kaneko[†] Kazuhiro Uenosono[‡] Seiichi
Komiyama[‡]
Shibaura Institute of Technology[†]
Graduate School of Engineering, Shibaura Institute of
Technology[‡]

特定することができた. このことから, 昨年度の問題であったカテゴリの分類基準と不得意分野の判断基準は今回想定したもので良いと言える.

最後に, 不得意分野を特定することが出来なかった学習者に出題した設問を分析した結果, カテゴリレベル 2~4 において重複したカテゴリが多数見受けられた. このことから, 出題する設問は, 各レベルのカテゴリにおいて, 出来る限り重複しないものを出題する必要があることがわかった. また, そうすることで, 不得意分野を特定できる学習者が増加すると考えられる.

表 1. 実験結果

	件数(割合)	状態	理由
A	50(90.91%)	不得意分野を特定できた	-
B	2(3.64%)	仮説の立証に失敗	立証の際, 全問正解してしまった
C	3(5.45%)	仮説を立てることができなかった	カテゴリレベルを最大まで下げても特定できなかった
計	55(100%)	-	-
※	2(3.51%)	不得意分野がない	カテゴリレベル1における問題を全問正解

4. ここまでのまとめと新たな問題

以上のことから, 判明した点が二つある.

一つは, 昨年度の問題点であった「カテゴリの分類基準」と「不得意分野であるとの判断基準」を適切に定めることができたという点である.

もう一つは, 本来, 学習者モデルはカテゴリ毎に教材を用意する必要があったが, 既存の教材にカテゴリを付与しても学習者の苦手分野を 9 割以上の確率で特定できたという点である. このことから, わざわざ教材を用意する必要はなく, 既存の教材を用いて良いということがわかった.

そこで, 教材にカテゴリを付与していく作業に移るわけだが, ここで大きな問題が発生した. それは, 既存の教材にカテゴリを付与する作業には, 多大なる時間と手間が掛かるということである. 拡張オーバーレイモデルに基づく CAI システムを完成させ, 実用するためには, 数多くの教材にカテゴリを付与する作業が必要になってくることから, カテゴリ付与を手作業で行うことは, あまりにも効率が悪い. そこで, 本研究ではこの問題を解決するため, カテゴリ付与支援システムを提案することにした.

5. カテゴリ付与支援システム

教材にカテゴリを付与する手順を説明する.

まず, 各教材を図 2 のように XML ファイルで用意する (ただし, この時点では, カテゴリ付けはされていない).

そして, カテゴリ付与支援システムを起動し,

カテゴリを付与する教材を選択する. すると, 教材の内容が表示されるので, 教材作成者はその内容を見ながら, カテゴリレベルごとに該当するカテゴリを選択する.

この時, 教材作成者がカテゴリ名を選択するだけで, XML ファイルには各カテゴリレベルのカテゴリに対応した 4 桁の英数字 (左から, カテゴリレベル 1, 2, 3, 4 となっている) が格納されるようになっている (図 2 参照).

また, 同一のカテゴリレベルにおいて, 複数のカテゴリが存在する場合があるが, チェックボックスでカテゴリを選択するため, 問題は無い.

```
<question>
  <number>2</number>
  <text>8進法で5桁のすべての自然数を2進法で表現するには, 少なくとも何桁必要か.</text>
  <answer>15</answer>
  <categories>
    <category>1000</category>
    <category>1100</category>
    <category>1110</category>
    <category>1120</category>
  </categories>
</question>
```

図 2. カテゴリ付けされた教材

6. 今後の課題

このシステムにより, 教材にカテゴリを付与する作業に掛かる, 多大な時間と手間は大幅に削減することが出来た. 今後の課題としては, これらの作業効率を更に上げるべく, オントロジーを用いたものを実現することが望まれる.

また, 我々の第一の目的は, 学習者が「拡張オーバーレイモデルに基づく CAI システム」で学習することにより, 基本情報技術者試験に合格できる能力を身に付けることである. しかし, 現段階では, 全カテゴリを網羅するのではなく, あるカテゴリに限って完全に稼動することを目指している. そのため, このカテゴリ付与支援システムも, それに見合ったものとなっている. そのため, 現在のカテゴリの管理方法では, 各カテゴリレベルにおいて, 0~Z を使用しても 36 種類しか表せない. しかし, カテゴリレベル 1 においては, もっと多くのカテゴリが存在するため, 最終的には, 桁数を増やす必要がある.

【参考文献】

- [1] 小野寺 直樹, 馬場 純子, 山本 洋介, 中溝 昌佳, 古宮 誠一, “拡張オーバーレイモデルに基づく CAI システム～教授ロジックと教材の作成事例～,” 情処研報, CE2004-1, pp. 1-8, Feb. 2005
- [2] 情報処理推進機構 情報処理技術者試験センター, “情報処理技術者スキル標準 IT 共通知識体系,” [http://www.jitec.jp/\(2007/1現在\)](http://www.jitec.jp/(2007/1現在)).