

学習者の不得意分野を同定し、矯正するCAIシステムの機能拡張について

Function Enhancement of a CAI System to Identify/Remedy Weak Parts of a Learner

Fuminori Hirose[†] Kazuhiro Uenosono[‡] Marie Hashidate[‡]
小倉彩実[†] 古宮誠一[‡]
Ayami Ogura[†] Seiichi Komiya[‡]

[†] 芝浦工業大学 工学部

[‡] 芝浦工業大学 大学院工学研究科

[†] Faculty of Engineering, Shibaura Institute of Technology.

[‡] Graduate School of Engineering, Shibaura Institute of Technology.

要旨

現在、不得意分野を中心に学習者に学習させるようなCAI(Computer Assisted Instruction)システムの構築を目指している。一般的なCAIシステムは効率が良い学習を提供しているとは言えない。そこで、我々はこれまでに学習者の不得意分野を同定し、矯正するシステムを提案している。本稿ではさらに効率の良い学習を提供するために、現行システムにどのような機能を追加実装するかを述べている。

1. はじめに

近年、インターネットの普及により、Webを用いた学習支援システムに期待が寄せられている。これは、Web上に学習支援システムを構築すれば、時間的および地理的に制約の無い形で学習支援システムを利用できるからである。しかし、一般的なCAIシステムは、学習者が十分に理解している分野も学ばねばならず、効率が良い学習を提供しているとは言えない。この問題点を解決するには、学習者の理解状況をシステムが自動的に把握し、理解の点で学習者に欠陥のある部分をシステムが同定するとともに、矯正のためにその部分を集中的に学ぶような教授ロジックを採用する必要がある。ここでは、学習の開始から終了までに学習者に呈示する設問画面や設問の数が少ないほど効率の良い学習とする。本稿では我々の提案しているCAIシステムについての説明と学習者の不得意分野にふれ、学習者の不得意分野を同定し、矯正するまでの流れ、そして、学習の効率をさらに上げていくために、本システムにどのような機能を追加したかを述べる。

2. 我々の提案するCAIシステムについて

我々は、学習者の不得意分野を定義する為に、学習分野の分類区分を表すカテゴリという概念を導入し、学習者の学ぶべき学習対象を包含関係に基づいて階層的に分類する。そして、学習対象の1つとして、情報処理技術を選び、本システムを利用することで、基本情報技術者試験に合格することを当面の目標としている。学習者における理解という点での欠陥として、学習者の不得意分野を採り上げる。即ち、学習者の不得意分野を同定し、それを矯正するCAIシステムの構築を目指す。また、このとき、学習者の不得意分野を以下のように定義する。

“あるカテゴリCに属する設問を一定数出題し、その全てにその学習者が不正解したときに、その学習者が不正解した設問の全てを含む最小のカテゴリCをもって、その学習者の不得意分野と定義する。”このカテゴリCを不得意カテゴリと言う。学習者には複数の不得意カテゴリがある可能性がある。

2.1. 不得意カテゴリ同定のための戦略的知識

あるカテゴリが学習者の不得意分野であるかを判断するために、不得意分野ではないかというカテゴ

りに属する設問を一定数出題する。これに対する学習者による回答の正誤の在り方は、次の[S1]～[S3]の3つに分かれる。

[S1] 学習者がすべての設問に不正解した場合。この場合の戦略的知識は、このカテゴリが不得意カテゴリであると見なす。

[S2] 学習者がすべての設問に正解した場合。この場合の戦略的知識は、これらのカテゴリは不得意カテゴリではなく、理解済みのカテゴリである可能性がある。従って、この場合は不得意カテゴリの探索に失敗したと考える。

[S3] 学習者の回答が正解と不正解に分かれた場合。このカテゴリ階層ではこれ以上議論できないので、カテゴリ階層を1つ下げて考える。このとき、不正解した設問のそれぞれが属するカテゴリを B_1, B_2, \dots, B_m とし、正解した設問のそれぞれが属するカテゴリを G_1, G_2, \dots, G_n とすると、不得意カテゴリは B_1, B_2, \dots, B_m のどれか、またはこれらの下位カテゴリである可能性がある。そして、カテゴリ G_1, G_2, \dots, G_n およびこれらの下位カテゴリは、不得意カテゴリではない可能性がある。[S3]の場合、不得意である可能性のあるカテゴリの最上位を、 $B_1 \cup B_2 \cup \dots \cup B_m - G_1 \cup G_2 \cup \dots \cup G_n$ で表すことができる。従って、[S3]という戦略的知識から[S3-1]、[S3-2]という戦略的知識が導かれる。

[S3-1] $B_1 \cup B_2 \cup \dots \cup B_m - G_1 \cup G_2 \cup \dots \cup G_n$ が空集合でないとき、 $B_1 \cup B_2 \cup \dots \cup B_m - G_1 \cup G_2 \cup \dots \cup G_n = \{C_1, C_2, \dots, C_p\}$ とすれば、 C_1, C_2, \dots, C_p のそれぞれの下位に、この学習者の不得意カテゴリが存在する可能性がある。

[S3-2] $\{B_1 \cup B_2 \cup \dots \cup B_m\} \cap \{G_1 \cup G_2 \cup \dots \cup G_n\}$ が空集合でない場合 $\{B_1 \cup B_2 \cup \dots \cup B_m\} \cap \{G_1 \cup G_2 \cup \dots \cup G_n\} = \{D_1, D_2, \dots, D_q\}$ とすれば、 D_1, D_2, \dots, D_q のそれぞれについては、これらの下位カテゴリに不得意カテゴリと不得意ではないカテゴリがそれぞれ存在する可能性がある。従って、このとき、 D_1, D_2, \dots, D_q のそれぞれについては、注目するカテゴリ階層を1つ下げてから考察する必要がある。

[S3-2]という戦略的知は、[S3-1] という戦略的知よりも下位のカテゴリに関する知識なので、[S3-1]という戦略的知識の適用が終了した後に適用する。

2.2. 学習の流れ

図1は不得意分野を同定し、矯正する流れを示したフローチャートである。以下でどのようにして学習者の不得意分野を同定し、矯正していくのかを述べる。

(1) カテゴリ階層1での不得意カテゴリの絞り込み

システムは、学習者の学習状況を管理しているテーブルを参照し、出題可能である階層1のカテゴリに属する設問をカテゴリ毎に1問ずつ出題する。学習者はその全てに回答し、不正解が存在した場合、その設問が属するカテゴリ、または下位のカテゴリに不得意分野が存在しているという仮説を立て、(2)の処理を行う。

(2) 絞り込まれたカテゴリが不得意カテゴリであるか確認

システムは、仮説カテゴリに属する設問を5問出題する。学習者はその全てに回答する。全問不正解した場合には、[S1]よりそのカテゴリは不得意カテゴリであると判断し、(4)の処理を行う。正解と不正解が混在した場合には、[S3]より(3)の処理を行う。

(3) カテゴリ階層2以下での不得意カテゴリの絞り込み

あるカテゴリに属する設問ばかりを一定数出題したときに、学習者の回答が正解と不正解に分かれた、という場合には、[S3-1]と[S3-2]を適用し、不得意カテゴリの候補を絞り込む。ここで不得意カテゴリの候補が絞り込めれば(2)の処理を行い、絞り込めなければ、着目するカテゴリを下げて探索を行う。このとき、下位のカテゴリが存在しなければ、(1)の処理に戻る。

(4) 不得意カテゴリを矯正できたか確認

不得意カテゴリを同定したら、その不得意カテゴリの知識を補うための解説画面を呈示する。その後、

不得意カテゴリに属している設問を一定数出題し、全問正解すれば、[S2]より、そのカテゴリは矯正できたと判断し、(5)の処理を行う。このとき、一間でも不正解がある場合は、再び解説画面を呈示した後、設問を解かせる。つまり、全問正解するまで、(4)の処理は繰り返される。

(5) 学習が終了したか判定

学習者の理解状況を管理しているテーブルを参照し、全てのカテゴリが理解済みとなっていれば、学習は終了となる。学習が終了とならなかった場合、(1)の処理に戻り、再び、不得意カテゴリを探索する。

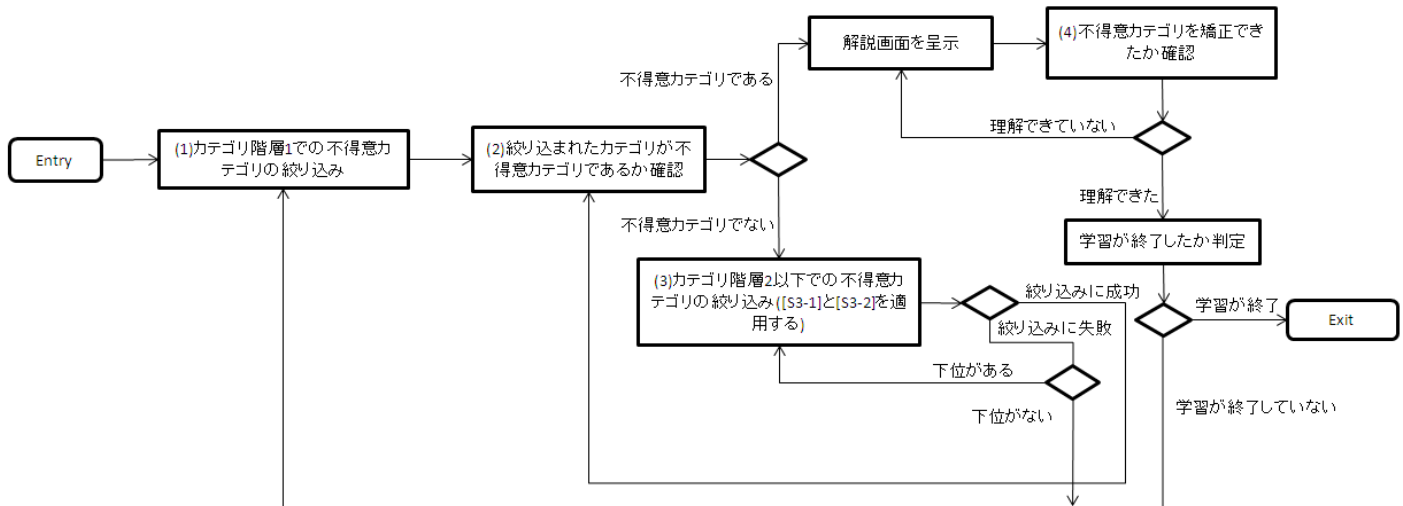


図 1 システム全体のフローチャート

3. 追加実装した機能

学習の効率をさらに上げるために、現行システムに以下のような機能の追加、修正を行った。

(ア) 不得意カテゴリ同定のための戦略的知識の改善

現行の CAI システムに実装されている不得意カテゴリ探索のためのアルゴリズムは、過去の不得意カテゴリ同定のための戦略的知識に基づいて実装されていた。そのため 2.1 節で述べた新しい戦略的知識に基づいて、不得意カテゴリを同定するアルゴリズムに修正した。以降でアルゴリズムの適用例を示す。

表 1 は、学習者の不得意カテゴリが C-1xxx ではないかという仮説の下に、C-1xxx に属する設問ばかりを一定数(この例では 5 問)揃えて出題した局面で、これに対する学習者の回答が正解と不正解に分かれている。このとき、戦略的知識[S3]を適用すれば、不正解した設問の現在着目しているカテゴリ C-1xxx の下位に、この学習者の不得意カテゴリと不得意でないカテゴリの両方が存在する可能性があると判断できる。そこで、注目するカテゴリ階層を 1 つ下げ、学習者の不得意カテゴリを求めるために戦略的知識[S3-1]を適用する。この学習者が不正解した設問が属するカテゴリ階層 2 のカテゴリの和集合は { C-11xx, C-13xx } である。一方、この学習者が正解した設問が属するカテゴリ階層 2 のカテゴリの和集合は { C-12xx, C-13xx } である。そして、これらの差集合をとれば、{ C-11xx } を得る。従って、{ C-11xx } が不得意カテゴリの候補として絞り込まれた。そして、C-11xx 以下のカテゴリ以下の探索を終えると、不得意カテゴリ探索のための戦略的知識[S3-2]を適用して、 $\{ C-11xx, C-13xx \} \cap \{ C-12xx, C-13xx \} = \{ C-13xx \}$ を得る。カテゴリ C-13xx に属する設問は正解した設問と不正解した設問の両方を持つので、このカテゴリ階層では C-13xx は不得意カテゴリであるとも不得意カテゴリでないとも言えない。そこで、注目するカテゴリ階層を 1 つ下げ、C-13xx の 1 つ下のカテゴリ階層カテゴリで不正解した設問が属するカテゴリの和集合をとると { C-132x, C-133x } である。一方、C-13xx の 1 つ下のカテゴリで正解した設問が属するカテゴリの和集合をとると { C-131x, C-132x } である。そこで、両者の差集合をとると { C-133x } となる。従って、{ C-133x } が不得意カテゴリの候補として絞り込まれた。以上が適用例である。

表1 戦略的知識適応の例

設問番号	正誤情報	着目階層	所属カテゴリ			
			階層1	階層2	階層3	階層4
D-006	○	1	C-1xxx	C-13xx	C-131x C-132x	C-1313 C-1323
D-007	○	1	C-1xxx	C-12xx	C-122x	C-1221 C-1223
D-008	×	1	C-1xxx	C-11xx C-13xx	C-112x C-133x	C-1121 C-1331 C-1332
D-009	○	1	C-1xxx	C-12xx	C-121x C-122x	C-1214 C-1222
D-010	×	1	C-1xxx	C-11xx C-13xx	C-111x C-132x	C-1112 C-1321

(イ) 解答画面の改善

解答画面は設問画面を呈示し、学習者が解答を終えると表示される画面である。現行システムの解答画面は、学習者が解答した設問の設問番号、正誤情報、学習者の回答しか表示されない。そこで、設問の内容や正しい答え、さらに、設問によっては解説も表示するようにし、より学習者の理解に役立つものに改善した。

表2 解答画面に表示される情報

設問番号	正誤情報	学習者の解答	設問の内容	解答例
D-006	正解	101101	8進数の55を2進数で表せ。	101101
D-007	正解	1A3B	8進数15073を16進数として表せ。	1A3B
D-008	不正解	未解答	10進数の42を16進数で表せ。	2A

(ウ) 設問の多様な出題形式を可能にする

現行システムでは単語記述形式の設問しか出題することができない。そのため、様々な出題形式に対応し、設問の出題形式を回答選択形式や回答が複数ある形式などの設問も出題できるようにした。

4. まとめ

まず、既存のCAIシステムの問題点を述べ、我々の提案しているCAIシステムについての説明をし、今後、学習の効率を上げるために、現行システムにどのような機能の追加、修正を行ったかを述べた。

参考文献

[1]. K.Uenosono, S.Kaneko, T.Tachibana, A.Sato, M.Hashidate, S.Komiya, "CAI System to Identify the weak part of Each Student on the Basis of Enhanced-Overlay-Model," DIWEB'08, Santander, Cantabria, Spain, Sept 23-25, 2008.

[2]. 佐藤 彰紀, “学習者の不得意分野を客観的に同定する CAI システム”, 修士論文 芝浦工業大学大学院 2009