

分数計算のための相互学習環境の構築（2）

1G-7

鷹岡 亮

岡本 敏雄

電気通信大学大学院 情報システム学研究科

1 はじめに

初等数学の分数領域は、習得が困難である領域の一つである。従来、この領域で開発されたITSは、主に2項間の分数式を題材にし、支援を行っていた[1]。2項分数式を利用した学習支援は、分数領域の概念・公式の伝達を目的とされていると考えられる。しかし、学習者が教えられた概念・公式等を適切に適用できるようになるためには、3項以上の分数式を取り扱い、その問題解決過程の中で適用できる公式等を取捨選択できるような能力が必要とされる。2項分数式に比べて3項以上の分数式の解法では、「概念・公式等をどの部分に適用するか」という解決視点が加わり、それに伴い問題解決空間が大きくなる。そのために、「どのような状況の基で、どの部分に概念・公式等を適用するか」という知識が問題解決において重要になってくる。実際、2項間では解を導けるが3項以上では行き詰まってしまふ学習者が多く見受けられる。このような場合、問題解決という文脈の中での公式の適用方法が未分化であると考えられる。

本稿では、最初に研究の目的を述べる。次に、学習環境全体の構成について記述し、最後に教師の持つ問題解決に関する経験則的知識を自動獲得する方法論について言及する。

2 研究の目的

本研究の目的は、手続き的問題解決領域における相互学習環境型の知的学習支援システムの構築である。具体的には、3項以上の分数式を取り扱い、教えられた概念・公式等が問題解決という文脈の中で適切に適用できるようになることを教育目標とする。本研究では、次の二つのステップを遂行する。最初に、機械学習手法を利用した問題解決に関する経験則的知識の獲得方法と自己組織化機構を探求する。具体的には、経験則

An Interactive Learning Environment
for Fraction Calculation (2)

by Ryo Takaoka and Toshio Okamoto, Graduate School of Information Systems, University of Electro-Communications,
1-5-1 Chofugaoka, Chofu-shi, Tokyo, 182 Japan,
E-mail:{ryo,okamoto}@ai.is.uec.ac.jp

的知識獲得のためのサブシステムを構築し、教材知識ベースを構築するためのオーサリングツールと位置付ける。次に、手続き的問題解決分野での学習形態を提案し、相互学習環境を考慮した学習者モデル診断技法、及び教授戦略モデルの探求を行なう。

3 システムの構成

本研究の学習形態は、「問題解決」という文脈の中での学習者主導の学習を目指している[2]。そこで、システムは次の機能を付加する。

- (1) 学習者の問題解決の具象化
計算手続き過程の構造的表示を行なう。
- (2) 他者の解法との比較
教師、他の学習者の解答を提示する。
- (3) 解法戦術の具象化(明確化)
次に行なう計算手続きの選択を行なわせる。

図1は、上記の機能を付加した相互学習環境の画面イメージを示している。

4 経験則的知識の獲得方法

本研究の対象教材は、3項以上の加減分数式である。問題解決過程の中で重要なことは、各々の状態において次にどの操作を行えば回答を導き出すことができるかということである。本研究では次の二つのルールを経験則的知識として獲得する。

- (1) マクロルール
- (2) 競合解消ルール

システムは、これらの経験則的知識を教師の解法手順から獲得する。経験則的知識獲得のために、数式を変形するための基本ルールが、システムに与えられている。教師は、問題とその問題に対する解法例をシステムに教示する。システムは、教師の各々の解法ステッ

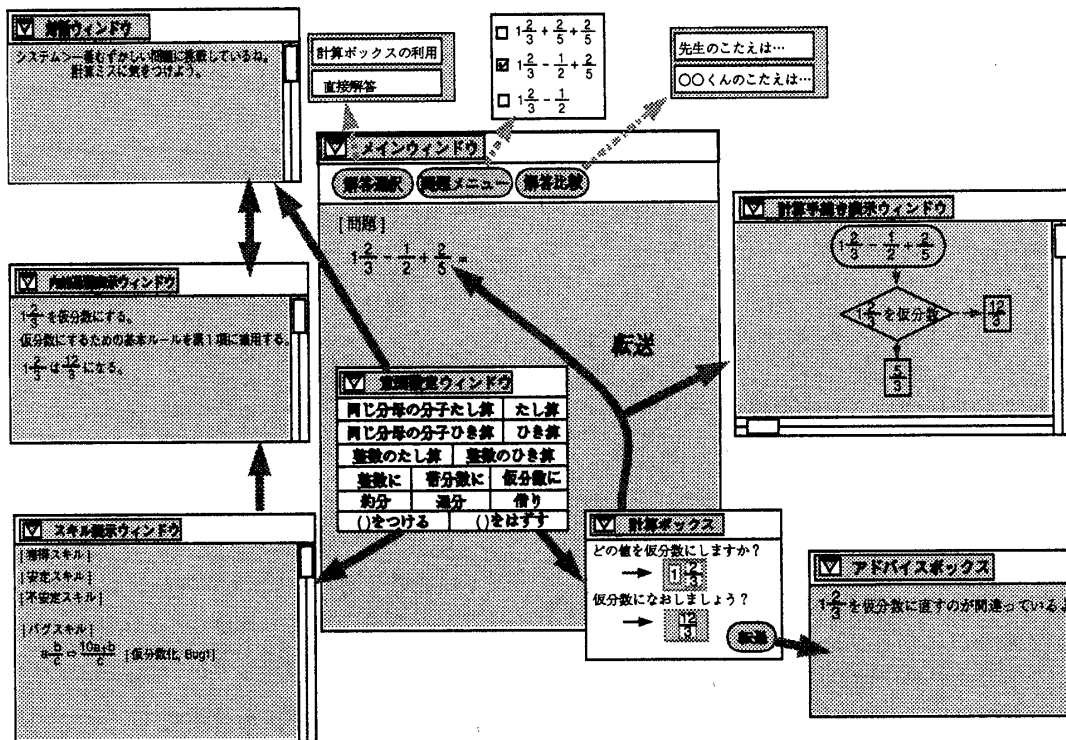


図 1: 相互学習環境の画面イメージ

問題を問題に対するサブゴールとし、その解法過程を同定するためにプロダクションシステムを使用する。システムは、各問題状態で基本ルールの競合集合を作成する。教師の教示は、ある問題状態における競合解消を行なっていると考えられるので、経験則的知識として競合解消ルールを獲得することができる。

システムは、問題を解き終ると解法過程を基本ルール系列として保持する。この系列から次に述べる基準で部分ルール系列に分解し、マクロルール抽出範囲を決定する。マクロルール抽出基準は、教師の教示ステップをリスト化し、基本ルール系列の条件部、実行部の因果性のある部分をリスト化する。次に、教示ステップから因果性リストの範囲をマクロルール抽出範囲とする。ここで、「因果性のある部分」とは、ルール系列 $\{Rule(1), \dots, Rule(n)\} (1 \leq i \leq n)$ が存在する時、 $Rule(i)$ の実行部が $Rule(i+1)$ の条件部に存在し、かつ $Rule(i+1)$ が $Rule(i)$ の次に適用された場合、そこに因果関係が存在すると考える。

上記の方法だけで獲得される経験則的知識は、同じインスタンスにしか適用できない。そこで、「基本ルール系列」と「各問題状態」とからなる解法過程を説明に基づく一般化 (Explanation-Based Generalization: EBG) 手法を用いて一般化を行なう。システムは、解法例を「一般化の伝搬」、「変数の特殊化」することにより、「各問題状態」と「適用されたルール」を一般化する。分

数式の構造において、「同じ数」という要素が重要になるので、「変数の特殊化」過程を組み込むことにより、問題を解く上での分数式の特徴を保存させている。この操作により経験則的知識が獲得される。複数の問題を解くことにより次々に経験則的知識が獲得されるが、全く同じ知識が導出される時に限り、その知識を削除している。

5 おわりに

本稿では、手続き問題解決領域における相互学習環境型の知的学習支援システムの全体構成を述べた。また、教師の持つ問題解決に関する経験則的知識を自動獲得する方法を述べた。今後、「EBLの領域理論として使用した知識」と「領域に関する教育的な知識」との動的な結び付きの機能を付加することが必要とされる。

参考文献

- [1] 渡辺健次, 岡崎泰久, 只木進一, 近藤弘樹: 分数計算を指導する知的CAIシステムの実現. 電子情報通信学会論文誌A, Vol.J77-A, No.3, pp.518-529(1994).
- [2] H.Mandl, A.Lesgold 編 (菅井勝雄, 野嶋栄一郎監訳): 知的教育システムと学習. 共立出版,(1992).