

分数計算を指導する知的CAIのバグ同定と 指導方略の評価

1 P-3

伊藤 穰† 岡崎 泰久‡ 近藤 弘樹‡

†佐賀大学工学系研究科 ‡佐賀大学理工学部知能情報システム学科

1 はじめに

現在、初等中等教育を対象とする知的CAIシステムは、研究室内部での研究が進んでいる。しかし、システムが実際に使用される場面を想定した環境で実験を行ない、システムの検証を行なうという手法は、現在のところ、ほとんど用いられていない。

本研究では、本講座で開発を行なっている「分数計算を指導する知的CAIシステム」(以下、分数システム)[1]を、実際に使用される場面を想定した環境で児童に使用させる実験を行ない、システムによる誤り原因(バグ)同定と、システムの指導方略の有効性について評価を行う。

2 分数システムの概要

分数システムは、2口の分数の加減算問題を提示し、学習者に回答させる、ドリルタイプの知的CAIシステムである。以下で、このシステムの特徴について述べる。

○途中式入力

計算結果だけでなく、計算の途中式の入力が可能である。この機能により、システムは、教材知識を用いて学習者の式変形過程を認識し、指導に活かすことができる。また、学習者は、自身の式変形過程を画面上で見直すことができる(図1)。

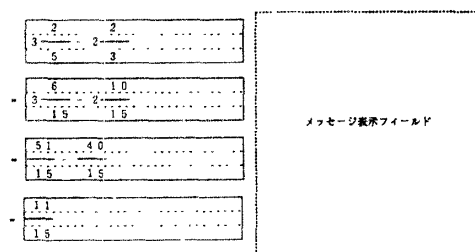


図1:途中式入力例

Evaluation of teaching paradigm and error origin identification in an ITS for Guiding Fraction Calculation
Joe ITOH(Graduate School of Science and Engineering, Saga University)
Yasuhisa OKAZAKI ,Hiroki KONDO (Department of Information Science, Saga University)

○バグ同定

学習者が、誤った式変形を行い、誤った回答を入力した場合、システムは、認識した式変形過程と、バグ知識と呼ばれる教材知識をもとに、誤り原因(バグ)を同定する。同定に用いるバグ知識は、小学校で行なわれたペーパーテストの誤り例をもとに定式化を行い、計85例を実装した。

また、約分忘れのように、正しい式変形を行いながらも、計算忘れや、それ以上の式変形ができずに行詰まり、正解に到達していないバグも、認識した式変形過程をもとに、同定することができる。

○段階的指導

学習者が誤った解答を入力した場合、3回の訂正の機会を与え、その都度、誤った式変形が行われた式の横に、指導メッセージを表示する。訂正の段階によって、指導メッセージの抽象度を変化させることにより、学習者に必要以上の情報を与えず、自発的な誤り箇所発見を促す。これを、段階的指導と呼ぶ。

第1段階では「あれ、ここだいじょぶ?」と、いうメッセージを表示し、誤り存在の示唆を行う。第2段階では「ここおかしいよ」と、メッセージを表示するとともに、誤った式の入力フィールドを赤く表示して、誤り箇所を指摘する。指導の3段階目では、各バグ知識に対応して、あらかじめデータベース内に用意した指導メッセージを表示する。指導メッセージは、バグの内容と、正しい解法の示唆によって構成される。

学習者が、3段階の訂正の機会に正解に到達しなかった場合、システムは、途中式を含めた正解例を表示する。

3 実験内容

児童に分数システムを使用させ、バグ同定と、システムの指導方略の有効性を検証する実験を行った。実験用には、NEC製PC-9821cb10/TmodelAを使用した。システムは、あらかじめ作成した問題を10問出題した。被験者は、傍らに位置した実験者の指示に従って、実

験システムを使用した。

実験は、佐賀県山内町立山内西小学校（10月23日～11月6日）、佐賀大学文化教育学部附属小学校（11月12日～11月18日）の両小学校で行なった。被験者は山内西小5年生15名、6年生3名、附属小6年生15名の計33名。異分母の足し算、引き算の学習を終えた児童とした。

○観察方法

ログファイルの解析、実験を直接観察したメモの採取、ビデオカメラの撮影、アンケートを、観察方法とした。以下図2に、実験会場の概略を示す。

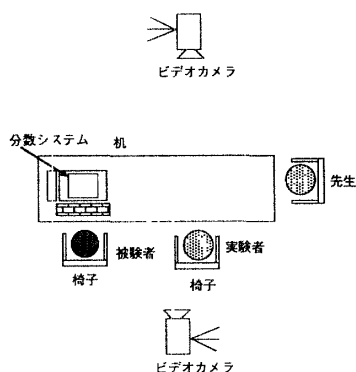


図2: 実験会場

4 実験結果

○バグ同定率

被験者の誤り例は、合計96例であった。このうち、58例、60%ものバグを同定することができた（表1）。バグ知識に基づいて同定したバグは22例、計算忘れや行詰まりなど、正しい式変形をしながら正解に到達していないバグの同定数は、36例であった。

表1: バグ同定数

バグ知識に基づく同定数	22例	23%
計算忘れ、行詰まり	36例	37%
計	58例	60%

バグを同定できた誤り例は、いずれも一意にバグ知識と対応した。同定できなかった誤り例の多くは、入力上のミスや、ケアレスミス、意味不明な解答などであった。入力上のミスや、ケアレスミスなどは、段階的指導の第1、第2段階での訂正が期待される。

○段階別の指導の効果

全誤り96例のうち、段階的指導によって、正解に到達したのは49例、51%であった（表2）。

表2: 指導の深さと、訂正された誤りの数

指導の深さ	訂正された誤り	%
第1段階	31	63%
第2段階	11	23%
第3段階	7	14%
計	49	100%

途中式を入力することにより、学習者が自身の式変形過程を見直しやすいく、指導メッセージが、誤った式変形を行っている箇所を的確に指摘しえたことなどが、有効であったと思われる。また、指導の第1段階で、被験者の誤りの63%が訂正されていることがわかった。このことは、学習者の自発的な誤りの発見を促す段階的指導が、有効に働いたことを示している。

また、解析の結果から、7例（6名）において、解答終了のリターンキーを押す以前に、自発的に訂正を行なっていることがわかった。途中式の入力が可能であることによって、学習者が、自分の解答を自分で見直すことができる、ということの効果裏付けられた。

5 おわりに

分数計算を指導する知的CAIシステムのバグ同定と指導方略について、検証した実験の内容と、その評価について報告した。システムが実際に使用される場面を想定した環境で実験を行うことによって、バグ同定と、システムの指導方略の有効性を確かめることができた。

今後の課題として、システムを中長期的に使用した場合の学習効果について、学習者モデルや、システムの使用状況と共に、検証していく必要がある。

謝辞

今回の実験に心良くご協力を頂いた山内西小学校の稲田義邦先生、附属小学校の山田良典先生、石田俊二先生、実験に参加してくれた小学生の皆さん、実験の為のパーソナル・コンピュータをお貸しいただいた日本電気株式会社九州支社、そして、本研究を行うにあたり、議論をして頂きました渡辺健次講師（和歌山大学）に深く感謝いたします。

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.3 518-529(1994).