

事例ベース推論を用いた学習支援機構について*

5K-9

郭 斑† 松本 哲也 古城 則道
 (株) 学習情報通信システム研究所‡

はじめに

知的学習システムは、学習者の知識状態や認知能力などに応じて最適な学習環境を提供するものである。これまで、我々は問題駆動型学習システム [1] をベースに学習者の認知モデルに適した支援情報の構成 [2]、ニューラルネットワークを用いた学習支援方略の決定機構 [3] などの学習環境の設計を試みた。本稿では、知識状態を参照して問題難易度を動的に算出する出題支援機能と事例ベース推論に基づく正誤予測を用いる解答支援機能で構成される学習支援機構を提案する。

一般的な学習システムは予め難易度の付いた教材や問題の中から学習者の能力や認知状態に応じて選んだものを提示する。しかし、異なる学習者から或は異なる学習段階で見た場合、同一問題でも難易度が違うように見ると我々は考える。このため、各学習段階において学習者の知識状態から見た問題難易度を動的に算出し教授方略に提供できれば、よりきめ細かな出題制御が可能となる。また、学習者が実際に問題を答える前の正誤予測は、支援情報の提示や探索学習の助言を通じて学習効果を高める方略を可能にする。

学習支援機構

この学習支援機構の基本概念は図1に示す。全体のシステムは大きく分けて、個別学習者対応の難易度算出による出題支援機能、事例ベース推論による正誤予測の解答支援機能、および学習システム情報の更新機能の三つの部分から構成される。

難易度算出のため、すべての未学習問題についてその時の学習者知識構造から各問題に対応する知識状態を抽出する。これを基に事例ベース検索を行ない、キーワード重要度と事例信頼度を考慮した類似度評価値により問題ごとに類似事例を抽出する。類似度評価値から当該問題に対する学習者の正答確率が求められ

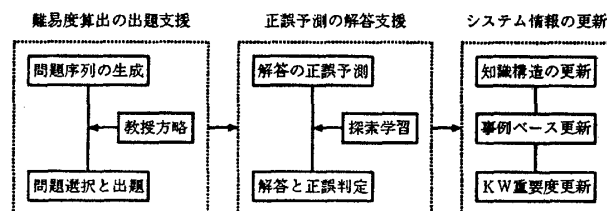


図1: 学習支援機構の基本概念図

る。正答確率の高い問題は難易度が低い、正答確率の低い問題は難易度が高いと定義し、これらの未学習問題を序列化する。次問題を提示するため、教授方略が適当な難易度に基づきこの序列から問題を選択し学習者に提示する。

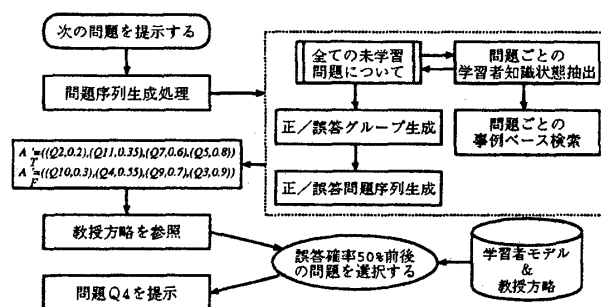


図2: 難易度の算出による出題支援

学習進行に伴い変化してゆく学習者の知識状態の中には各問題に対して正解し易いものと知識の欠落により誤答に至り易いものがあると考えられる。解答の正誤予測のため、これらの知識状態を事例として扱い、それぞれ正答事例と誤答事例として問題ごとに事例ベースを構築する。学習者が問題を解く時の知識状態を基に事例ベース検索を行ない、解答の正答/誤答の確率を予測する。正答の確率が低い場合、状況に合った支援メッセージの提示および探索学習の手かかりになるキーワードリストを学習者の理解の弱い順で提示することによって問題解答の支援を行なう。

学習システムの情報については、学習結果(正/誤)と探索学習履歴(探索キーワード・項目・自己申告理

*A Case-Based Approach on Intelligent Learning Assistance, by Ban Kaku, Tetsuya Matsumoto, Norimichi Kojo (Software Research Lab.)

†E-mail: kaku@srl.co.jp

‡Software Research Laboratory Co., Ltd.

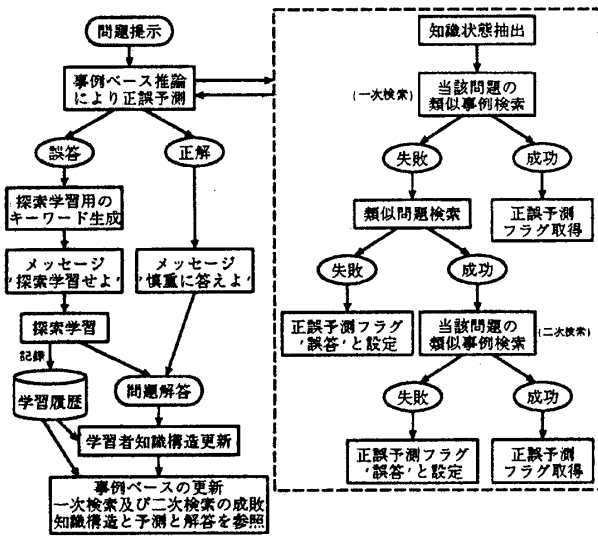


図 3: 正誤予測による解答支援

解度) を基に学習者知識構造が更新され, 事例ベース検索と適用結果を基に事例データベースが更新(獲得・修正・忘却)される。さらに, 各問題に属しているキーワードについて理解度と解答正誤の相関の強さから問題ごとにキーワードの重要度が再計算される。

学習者の知識状態の抽出

問題の関連知識キーワードと重要度 KB_p を参照して学習者の知識構造 KB_s から当該問題に対する学習者の知識状態 KB_t を生成できる。図4を参照。この時, 未学習知識キーワードが存在する場合, 当該キーワードについての理解度を 0.0 と定義する ($R_{10} = 0.0$)。

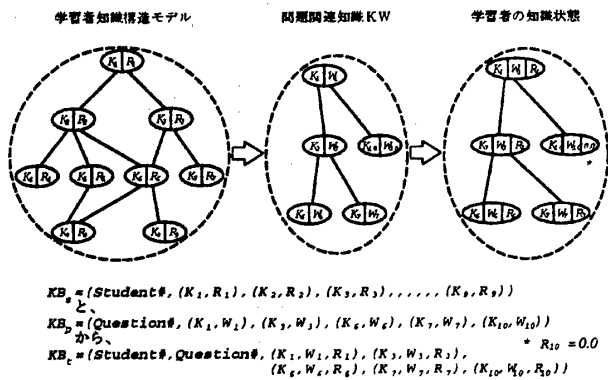


図 4: 学習者の知識状態の抽出

事例ベース検索と問題序列生成

学習者の知識状態 KB_t を用いて各問題ごとに事例ベース検索を行なう。キーワード理解度の多元空間に

おける知識状態と事例間の距離にキーワード重要度 W_i と予測成功率 V を使って重み付けした値を類似度評価値として下式のように定義する。

$$D = \frac{Sim}{e^{(V-0.5)}} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^m W_i (R_{ti} - R_{ci})^2}}{e^{(V-0.5)}}$$

各未学習問題ごとに最も学習者の知識状態と類似する事例を一つずつ抽出し, 解答予測フラグ $AnsFlag$ によりそれぞれを正答グループ A_T と誤答グループ A_F に分類する。さらに, 評価値 D_i を基にソートすることによって現時点の学習者が問題 Q_i を正解と誤答する確率順の問題序列 A'_T と A'_F ができる。

$A_T = (Student\#, Right, (Q_1, D_1), (Q_3, D_3), \dots, (Q_7, D_7))$
 $A_F = (Student\#, False, (Q_4, D_4), (Q_5, D_5), \dots, (Q_9, D_9))$

正答序列 A'_T
 (評価値が小さい) \leftarrow (評価値が大きい)
 易しい \leftarrow \rightarrow 難しい

誤答序列 A'_F
 (評価値が小さい) \leftarrow (評価値が大きい)
 難しい \leftarrow \rightarrow 易しい

$A'_T = (Student\#, Right, (Q_7, D_7), (Q_3, D_3), \dots, (Q_1, D_1))$
 $A'_F = (Student\#, False, (Q_5, D_5), (Q_9, D_9), \dots, (Q_4, D_4))$

まとめ

本稿では事例ベース推論を用いた学習支援機構を提案した。本機構は, 同一問題であっても異なる学習者には異なる難易度を持つべきことに着目し, これらの難易度を動的に算出し問題を序列化する出題支援機能を検討した。また, 学習者の知識状態を基に解答の正誤予測を行ない, この結果を用いて探索し易い学習環境を提供する解答支援機能について述べた。

本システムは事例データの自動獲得・修正・忘却機能および学習者知識構造の自動更新機能を有する。事例データの信頼度および各問題における関連知識キーワードの重要度ファクタの導入により事例ベース検索の信頼性を高めた。

今後は学習システムへの実装を通じて本支援機構の有効性を検討し, 各機能の評価と改善を行ないたい。

参考文献

- [1] 松本 哲也 他: 問題駆動型 CAI における認知プロセスの記述, 1995 年信学会情報・システムソサイエティ大会 講演論文集, Sep. 1995, D-263(9/7), (1995).
- [2] 松本 哲也 他: 学習状態に応じた支援環境の構成, 信学技報, 教育工学研究報告, Mar. 1996, ET95-112(3/23), (1996).
- [3] 郭 斑 他: ニューラルネットワークを用いた学習支援方略の決定機構, 信学技報, 教育工学研究報告, Mar. 1996, ET95-113(3/23), (1996).