

演習型学習支援環境 SEBLE の評価 (2)

2P-4

杉本公一 小出善太郎 松本哲也 郭班 古城則道
 学習情報通信システム研究所

1 はじめに

WWW上で動作する教育システムとして演習型学習支援環境 SEBLE (Supportive Exercise-Based Learning Environment)を試作した。このシステムの評価指標として、利用者アンケートのような主観的評価ではなく、個別対応機能及び教育効果の客観的な評価基準を設けて評価を行っているので途中経過を報告する。

2 学習の流れと機能

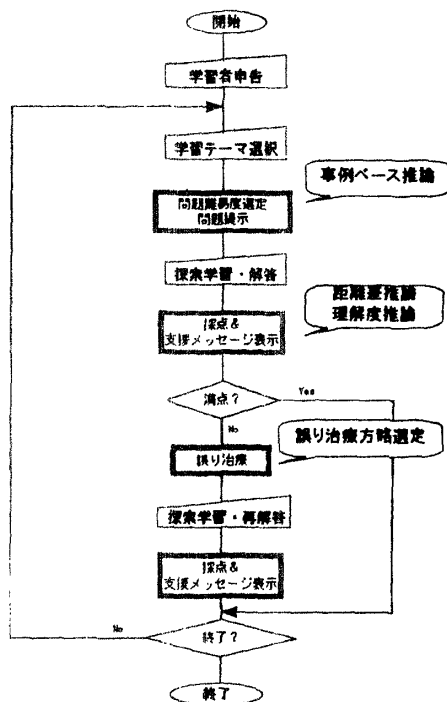


図1 学習の流れ

本システムは、システムが学習者に問題を提示し、辞書を調べながら解答していくという形態をとっている。

学習者モデルは①学習した問題に含まれるキーワードの理解度を表すキーワード理解度モデル、②問題解答時の認知的特性を表す学習者特性、の2つの要素より構成される。

この学習者モデルを利用した個別対応機能として、距離差推論による支援メッセージ選定機能、事例ベース推論による問題序列生成機能、問題難易度選定、理解度推論、誤り治療選定機能、知識確認問題生成機能等を組み込んでいる。

3 評価項目

(1) 事例ベース推論により、問題を難易度順に序列化し、学習者の学習状況に合った難易度の問題を選定し学習者に出题する。この時の事例ベース推論から得られた予測正答率 P_{iexp} の信頼度を評価する。[1]

問題 i に対して事例ベース推論に基づく予測正答率 P_{iexp} の信頼度は P_{iexp} と正答率 P_i の相関係数より評価できる。

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})(P_{iexp} - \bar{P}_{exp})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (P_{iexp} - \bar{P}_{exp})^2}} \dots\dots(1)$$

なお、

$$\bar{P} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i, \bar{P}_{exp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_{iexp} \dots\dots(2)$$

である。ここで、 n は事例の総数である。

この相関係数の値が1に近い程事例ベース推論の予測精度が高いことを示す。また、その値の信頼度は統計量 T

Appraisal of SEBLE (2)

Koichi SUGIMOTO, Zentaro KOIDE, Tetsuya MATSUMOTO, Ban KAKU, Norimichi KOJO
 Software Research Laboratory
 Hikkaido SE Building, 1-2-3, Techno Park,
 Shimonoporo, Atsubetsu-ku, Sapporo 004, Japan

$$T = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}} \dots\dots\dots(3)$$

の値がt分布の値 $t(n-2, \alpha/2)$ より大きいかどうかにより有意水準 α の精度で推定できる。

(2) 上記と同様に問題 i でのキーワード j の重要度 $W^{(i)}_j$ と個人の理解度 $R^{(i)}_j$ で定義される量 P_{iexp}

$$P_{iexp} = \frac{\sum W^{(i)}_j R^{(i)}_j}{\sum W^{(i)}_j} \dots\dots\dots(4)$$

は一種の予測正答率にあたる。したがって、この量と正答率 P_i の相関係数から理解度推論の信頼度を推定できる。

(3) 本システムでは、学習履歴から二値4分割法を用い、学習者特性を把握する。学習者特性として9個の評価視点を設けている。これらは、A,B,C,Dの4段階の評価値を持ち、1問題単位に計算され累積記録される。評価値をA→4、B→3、C→2、D→1のように数値化したときの学習者特性Cの平均値 y

$$y = \frac{\sum_{j=1}^9 C_j}{9} \dots\dots\dots(5)$$

と解答回数 x との関係、単回帰式

$$y = ax + b \dots\dots\dots(6)$$

により表現すると、傾き a は、最小二乗法により

$$a = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\overline{x^2} - \bar{x}^2} \dots\dots\dots(7)$$

のように得られる。ここで $a \geq 0$ の場合、認知モデルの特性が向上していることを表わし、問題の難易度選定などの方略が適切であったと判断できる。

この回帰係数 a の誤差の範囲は、以下のように統計的検定の手法[2]により推定できる。すなわち、相関係数 r 、 y の偏差平方和 S_{yy} 、残差変動の不偏分散 V_E 、 x の偏差平方和 S_{xx} :

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \dots\dots\dots(8)$$

$$S_{yy} = \sum (y_i - \bar{y})^2 \dots\dots\dots(9)$$

$$V_E = S_{yy}(1-r)/(n-2) \dots\dots\dots(10)$$

$$S_{xx} = \sum (x_i - \bar{x})^2 \dots\dots\dots(11)$$

を用いて統計量 T

$$T = a / \sqrt{V_E / S_{xx}} \dots\dots\dots(12)$$

を定義する。

このとき、母集団の回帰係数 A は下記のように区間を推定することができる。

$$a - t(n-2, \alpha/2) \sqrt{V_E / S_{xx}} < A < a + t(n-2, \alpha/2) \sqrt{V_E / S_{xx}} \dots\dots\dots(13)$$

ここで $t(n-2, \alpha/2)$ はデータ数 n 、有意係数 α の t 分布である。

4 評価状況

予測正答率については、 P_{iexp} 及び P_{iexp}' 共に事例を多く集める必要がある。学習初期の計測結果では、実際の正答率と P_{iexp} 、 P_{iexp}' の間には、かなりのズレがあった。表1は、数回の学習を行った後の計測結果であるが、まだまだ十分な事例が集まったとは言えない。

現在、SEBLE のシステム評価のための計測を開始したばかりである。今後、多くのデータ収集をし、評価基準に照らしての評価を行っていく。

表1. 予測正答率計測結果

	1	2	3	4	5
正答率	1.0	1.0	0.0	0.66	1.0
P_{iexp}	0.99	0.11	0.85	0.0	0.96
P_{iexp}'	0.69	0.45	0.75	0.0	0.52

参考文献

[1] 杉本、松本、郭、古城：“演習型学習支援環境 SEBLE の評価(1)”，教育工学関連学協会連合 第5回全国大会，1997年9月予定
 [2] 菅民郎：入門パソコン統計処理、技術評論社 (1990)