

情報技術学習支援システムを利用した学習状況の評価

S-P 表分析法と対数型注意係数による分析

Evaluation of Learning Assessment using Information Technology Learning Support System

Analysis by S-P List Analysis and the Caution Indices of Logarithmic Types

○久津間啓右¹, 佐々木龍¹, 泉隆²*Keisuke Kutsuma¹, Ryu Sasaki¹, Takashi Izumi²

Abstract: I have studied the method of evaluating the learning assessment of the learners who use the information technology learning support system. I used the evaluation method that S-P list analysis that is appreciable of learner group and the caution indices of logarithmic types in which individual is appreciable. For the caution indices of logarithmic types, because the result of exceeding the value region when evaluating it appeared, I evaluated by the valuation plan that adjusted the parameter to correct it.

1. はじめに

PC の普及率・インターネットの利用者数の増加に伴って、教材費などのコストや、時間・場所に拘束されない e-Learning が教育機関や企業の社員研修などに利用されている。本研究では、先行研究^[1]で開発した基本情報技術者試験対策の e-Learning システムを利用した学生の学習状況に対する評価方法について検討した。

2. e-Learning システム

e-Learning システムは、サーバ上の Web ページにアクセスすることで利用可能である。システムにログイン(ユーザ認証)後、モード選択により利用者は必要に応じた学習を行う。モードは 3 種類あり、各分野の解説付き問題を出題する「学習モード」、実際の試験と同じ形式で行う「テストモード」(利用後の成績は参照可能)、頻出問題をまとめた「自主学习モード」である。なお、各モードの問題形式は基本情報技術者試験午前試験と同様の 4 択問題である。

3. 学習状況の評価方法

基本情報技術者試験に採用されている、合計得点を評価対象とする素点方式では、学習者の弱点の評価が難しい。また、無作為解答やケアレスミスなどの解答傾向が影響している可能性があり、必ずしも実力と等しいとはいえない。そこで、S-P 表分析法と、対数型注意係数を検討する。

3. 1 S-P 表分析法^[2]

S-P 表分析法は、学習者や各問題に対する評価が可能であり、視覚的にも分かりやすいという利点がある。S-P 表の作成には、学習者の解答データを用いる。まず、学習者の各問題に対する正誤情報(1 を正解, 0 を不正解とする)、正答数、各問題の正解者数を格納し、学習者を正答数順、各問題を正解者数順にソートする。次に、各学習者に対して左から正答数分移動した場所に縦線を引き、縦線を繋げると学習者の得点分布を表す

線となる。この線を S(Student)曲線という。問題の正解者数に対しても同様に行うと、問題の正解率の分布を表す線となる。この線を P(Problem)曲線という。

3. 2 対数型注意係数^[3]

注意係数とは、対象とする学習者の周囲との逸脱性を示す指数であり、以下の式で示される。

$$\text{注意係数} = \left(\frac{\sum_l y_l - \sum_m y_m}{\sum_{j=1}^k y_j - \bar{y}} \right) \quad (\text{値域は } 0 \sim 1) \quad (1)$$

k : 正解数 \bar{y} : 全問題の正解率の平均

$\sum_l y_l$: S 曲線の左側の不正解問題の正解率の和

$\sum_m y_m$: S 曲線の右側の正解問題の正解率の和

文献[4]では、注意係数から、0.5 以上は要注意、0.75 以上は異質的であると経験的に分類されている。学習者の能力と問題の困難度を考慮し、正解と不正解、それらを利用した計 3 つの対数型注意係数が次のように定義されている。正解(C_C)・不正解(C_W)と、それを利用した対数型注意係数(C_a)は以下の式で示される。

$$C_C = \left(\frac{\sum_l \log x_{.l} - \sum_m \log x_{.m}}{D_C} \right) \quad (2)$$

$$D_C = \sum_{i=1}^k \left\{ \log x_{.i} - (1/N) \sum_{i=1}^N \log x_{.i} \right\} \quad (3)$$

$$C_W = \left\{ \sum_l \log(2M - x_{.l}) - \sum_m \log(2M - x_{.m}) \right\} / D_W \quad (4)$$

$$D_W = \sum_{i=1}^k \left\{ \log(2M - x_{.i}) - (1/N) \sum_{i=1}^N \log(2M - x_{.i}) \right\} \quad (5)$$

$$C_a = (D_C C_C + D_W C_W) / (D_C + D_W) \quad (6)$$

M : 学習者数 N : 問題数

$x_{.l}$: S 曲線の左側の不正解問題の正解者数

$x_{.m}$: S 曲線の右側の正解問題の正解者数

C_C が大きければ無作為解答する傾向が強くなり、 C_W が大き

ければケアレスミスする傾向が強いと分類される。なお(4)(5)式については、評価を行った際に値域を超える結果が出現したため、これを調整するために元の式に対して学習者数を 2 倍している。

4. 評価実験

実験に関して、使用データは 8 月 19 日と 9 月 6 日の認テスト(20 問)、対象講座は 2010 年度の基本情報技術者試験対策講座、対象人数は 14 人である。

Student Number	1	8	6	4	3	2	12	15	17	11	13	14	19	9	18	10	16	7	5	20	The number of correct answer	
4	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
6	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	14
5	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	13
3	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	13
10	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	11
9	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	11
14	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	9
11	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	9
7	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	8
13	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	8
12	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	8
8	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5
2	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
The number of the answer	11	11	10	10	9	8	8	7	7	7	7	6	6	6	5	5	4	3	2			

Student Number	11	1	3	8	2	9	17	4	6	12	15	18	5	14	7	13	10	19	20	16	The number of correct answer
6	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	18
10	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	17
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	15
9	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	14
3	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	13
11	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	13
14	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	11
12	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	10
8	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	9
13	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	8
7	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	8
2	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7
The number of the answer	13	11	11	11	10	10	10	9	9	9	9	8	8	7	7	6	6	5	3		

Figure1. S-P List on the 19th(above) and 6th(below) (solid line:S curve short dashed line:P curve)

上記のデータから作成した S-P 表を Fig.1 に示す。S 曲線は、中央から左寄りだったが、右寄りへ遷移したので、学習者集団の学力向上が分かる。P 曲線も同様に、中央から上寄りだったが、下寄りへ遷移したので、各問題の正解率上昇が分かる。

Tab.1 に学習者集団の各注意係数の計算結果を示す。19 日の結果は値域外の結果 9 個中 7 個を調整できたが、4 番の学習者の C_c と C_a が依然として値域を超える結果となった。6 日の結果は値域外の結果 6 個中 2 個を調整できたが、6 番の全係数が、特に C_W は提案式によって値域を超えてしまった。7 番は C_c 、 C_a が、特に C_a は提案式によって値域を超えてしまった。

C_c に関しては、分子第 1 項と第 2 項の差の増加と、正解数が多いことによる D_c の減少が考えられる。

C_W に関しては、 D_W の減少と C_W の分子の減少が考えられる。この結果は学習者を 3 倍以上にしても調整することはできなかった。

C_a に関しては、値域を超えた C_c あるいは C_c と C_W 両方を用いて計算を行ったことが考えられる。但し、7 番の学習者に関しては、提案式による分子第 2 項の増加が影響していると考えられる。

C に関しては、 $C_c \cdot C_W$ の原因と同様と考えられる。

Table2. Numerical result of each Caution Indices on 19th(left) and 6th(right)

Student number	C	C_a	C_c	C_W	Student number	C	C_a	C_c	C_W
1	0.54	0.53	0.53	0.53	1	0.70	0.65	0.68	0.71
2	0.27	0.16	0.21	0.30	2	0.31	0.23	0.27	0.32
3	0.67	0.63	0.64	0.67	3	0.50	0.52	0.51	0.49
4	0.92	1.06	1.02	0.88	4	0.55	0.77	0.69	0.51
5	0.22	0.19	0.20	0.22	5	0.19	0.17	0.18	0.19
6	0.35	0.26	0.29	0.37	6	1.08	1.11	1.10	1.06
7	0.26	0.17	0.21	0.28	7	0.90	1.10	1.01	0.88
8	0.56	0.37	0.44	0.59	8	0.12	0.07	0.08	0.13
9	0.46	0.33	0.37	0.48	9	0.40	0.37	0.38	0.41
10	0.41	0.37	0.38	0.40	10	0.43	0.28	0.34	0.46
11	0.83	0.71	0.75	0.84	11	0.62	0.55	0.57	0.62
12	0.57	0.53	0.54	0.57	12	0.51	0.46	0.48	0.51
13	0.52	0.78	0.69	0.48	13	0.36	0.31	0.33	0.36
14	0.72	0.77	0.75	0.71	14	0.67	0.54	0.59	0.69

以上より、 C_c と D_c に対する調整、 C_W に学習者数とは別の調整、 C の見直しが必要なが分かった。しかし、計算結果は学習者の解答傾向を捉えているので、上限値を超える結果は上限値での置き換えで評価可能ではないかと考える。

5. まとめ

e-Learning システムを利用した学生の学習状況に対する評価方法について検討した。

S-P 表分析法による評価は、全体の解答傾向を評価できたが、対数型注意係数は、提案した式を用いても値域を超える結果を調整しきれず、これには提案式以外の新たな調整が必要であることが分かった。また、上限での置き換えにでも評価可能ではないかと考える。

今後は、上限値での置き換えでの評価よりも、評価式の見直しを主として検討していく。

6. 参考文献

[1] 及川亮介, 泉隆:「情報技術演習システムの構築に関する検討」, 電気学会産業応用部門大, Y-91, p.91(2008)
 [2]佐藤隆博:「S-P 表の作成と解釈〜授業分析・学習診断のために〜」, 明治書店(1975)
 [3]藤垣雅司, 藤垣康子:「対数型注意係数による S-P 表の解析」 岐阜工業高等専門学校紀要, Vol.22, pp.55-58(1987)
 [4]藤垣雅司, 藤垣康子, 中島光洋:「注意係数の規格化: S-P 表における反応パターンの指数について」, 日本科学教育学会, Vol.9, pp.260-261(1985)