

情報技術学習支援システムの開発と学習評価

—MT 法による解答要因の推定—

Development of the Information Technology Learning Supporting System and Learning Evaluation

- Presumption of Answer Factor by MT Method -

○瀬沼航太郎¹, 宮川裕介¹, 泉隆²*Kotaro Senuma¹, Yusuke Miyakawa¹, Takashi Izumi²

Abstract: In this study, we are examining how to assess the learners by using the Information Technology Learning Support System which was developed in previous studies. We used the evaluation method examined the MT method, in order to grasp the primary factor of a student's answer using correctness data and answer time data.

1. はじめに

インターネットを用いて学習を行う e-Learning システムが教育機関や企業の研修で多く利用されている。e-Learning システムを利用した学習での欠点として、学習の頻度が学習者の学習意欲に依存することが挙げられる。学習意欲が低下することは、目標とする試験や達成度に大きな影響を与える。そのため学習意欲が向上するシステムが求められる。

本研究では、視認性や利便性を考慮しつつ、先行研究で開発した基本情報技術者試験対策 e-Learning システム¹⁾を利用する。本システムで獲得できる解答情報をもとに学習評価のフィードバックをすることで学習意欲の向上をはかる。そこで、各学習者が苦手な問題やケアレスミスしやすい問題などのカテゴリに解答要因を識別し、学習者のオリジナルな問題集を作成し、学習者の復習や試験直前対策の教材として提供することを考える。本報告では、マハラノビス・タグチ(MT)法を用いて学習者の解答要因を推定する手法を検討した。

2. 学習評価

e-Learning での学習では強制力が低く学習意欲の低下により学習が継続しないことが考えられる。また、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、学習者の弱点や各問題の傾向を把握することができない。そこで、これらの問題を解決するために、学習良好やケアレスミスなどの学習者の解答要因を MT 法により推定する手法を検討する。

2. 1. MT 法²⁾

MT 法は目的に対して均質な集団を単位空間として定義し、未知データを単位空間の中心からの距離をマ

ハラノビス距離(MD)として求める。MD が小さければ単位空間に近いパターン、MD が大きければ単位空間から遠いパターンであると判断することができる。

2. 2. MT 法の手順

本研究での MT 法の手順について述べる。

① 目的の明確化

学習者情報から解答要因を推定することを目的とする。

② 単位空間の定義

単位空間とは、基準とみなすデータの群のことである。本報告で考える解答要因は“学習良好”、“ケアレスミス”、“無作為解答”、“不得意”、“学習不足”の5つからなる特徴空間上にそれぞれの単位空間を定義する。

③ 特徴量の決定

本システムで取得できる特徴量は、学習者の各問題の正誤、解答時間、確信度、不正解時の解答、テスト(20問)の正解数、正解率、総解答時間、問題の分野などが挙げられる。本報告では、各問題の解答時間、確信度、テストの正解数、正解率、解答時間割合(問題の解答時間/総解答時間)を用いる。

④ 単位空間の作成

解答要因ごとの単位空間を作成する。MT 法においては、相関行列の逆行列が単位空間に相当する。以下に単位空間の作成方法を示す。

特徴量 x 、特徴量数 k 、サンプルデータ数 n に対し平均値 \bar{x} と標準変差 σ を求め、これに対してデータの規準化する。

$$X_{ij} = (x_{ij} - \bar{x}_{ij}) / \sigma_{ij} \quad (1)$$

$$(i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,k)$$

k 種類の変数について、相関行列 \mathbf{R} を計算する。相関行列は $k \times k$ の正方行列であり、成分 r_{ij} は変数 i と変数 j の相関係数である。

$$\mathbf{R} = \begin{pmatrix} 1 & \cdots & r_{1k} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{k1} & \cdots & 1 \end{pmatrix} \quad (2)$$

ここで、 r_{ij} は以下である。

$$r_{ij} = \left(\sum_{l=1}^n X_{il} - X_{jl} \right) / n \quad (3)$$

$(l = 1, \dots, n)$

次に、相関行列 \mathbf{R} の逆行列 \mathbf{R}^{-1} を計算し、これを行列 \mathbf{A} とする。これが単位空間となる。

$$\mathbf{A} = \mathbf{R}^{-1} = \begin{pmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1k} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{k1} & \cdots & a_{kk} \end{pmatrix} \quad (4)$$

⑤ 識別処理

識別処理とは、未知データと単位空間との MD を求め、解答要因を識別する処理である。

未知データの変数、

$$\mathbf{y} = (y_1, y_2, \dots, y_k) \quad (5)$$

が与えられたとき、単位空間を作成したときの平均、標準偏差で式(1)により規準化する。これを、

$$\mathbf{Y} = (Y_1, Y_2, \dots, Y_k) \quad (6)$$

として、以下の式より MD を求める。

$$D^2 = \mathbf{YAY}^T / k$$

$$= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k a_{ij} Y_i Y_j / k \quad (7)$$

ここで \mathbf{Y}^T は行列 \mathbf{Y} の転置行列である。

MD の値が最小である単位空間の解答要因を識別結果とする。

3. 評価実験

本手法を検証するために、学習評価実験を行った。使用データは 2013 年 4 月 13 日～21 日に実施したテスト(20 問)、学習者数 15 名である。予め学習者からアンケートにより取得した解答要因が既知のデータ 703 問を用いる。そのうち単位空間を作成するためのサンプルデータ 455 問、未知データ 248 問として使用する。表 1 に解答要因識別の実験結果を示す。ここで、正識別とは、識別結果が正しい解答要因に識別できたものであり、誤識別とは、識別結果が異なる解答要因に識別されたものである。

表 1 より解答要因が“学習良好”では 97.1%の高識別率、“無作為解答”、“ケアレスミス”、“不得意”では

77～51%程度、全体では 82.7%と良好な識別率を得ることができた。なお、“学習不足”はデータ数が少ないため識別できなかった。

誤識別として、“無作為解答”を“ケアレスミス”として識別したものが 13 問と最も多く、“不得意”を“無作為解答”としたものが 8 問見られた。これは、“無作為解答”、“ケアレスミス”、“不得意”の MD 値が近く、特徴量の解答傾向が似ていたためと考えられる。特に、正解率と確信度の相関係数が近い値であった。

“学習良好”と他の解答要因の識別結果が大きく異なった原因として、単位空間を作成する際に用いたサンプルデータ数 455 問に対して“学習良好”が 246 問に対し、他の解答要因では 80～50 問程度でありデータ数不足が考えられる。このため、異常なサンプルデータの解答を抑制することができず、単位空間が不十分であったと考えられる。このことよりサンプルデータを増やす必要がある。

Table 1. Discernment rate for answer factor

解答要因	識別数 [問]	正識別 [問]	誤識別 [問]	識別率 [%]
学習良好	139	135	4	97.1
無作為解答	51	35	16	67.3
ケアレスミス	27	21	6	77.8
不得意	28	14	14	51.9
学習不足	3	0	3	0
計	248	205	43	82.7

4. まとめ

本報告では MT 法を用いて、学習者の解答要因の推定について検討した。5 つのカテゴリに対する識別率は 82.7%であった。特に“学習良好”では 97.1%の高識別結果が得られた。

今後は、MT 法の単位空間の作成時に用いるサンプルデータを増やして、単位空間の更新を行う。また単位空間を作成する際の特徴量として、学習者の分野における得意・不得意の程度を特徴量として扱えないか検討を行う。

5. 参考文献

- [1]久津間啓右, 金子勇太, 泉隆:「インターネットを利用した情報技術学習支援システムー学習状況の評価に用いる問題に関する検討ー」, FIT2011.N-018(2011-09)
- [2]立林和夫, 手島昌一, 長谷川良子:「入門 MT システム」, 日科技連出版社(2008-12)