

PHÂN TÍCH VÀ LỰA CHỌN CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM KHÁCH QUAN DỰA TRÊN BẢNG S-P, PHÂN TÍCH QUAN HỆ XÁM VÀ ĐƯỜNG CONG ROC

NGUYỄN PHƯỚC HẢI*, DƯ THỐNG NHẤT**

TÓM TẮT

Mục đích của bài viết này là đề xuất phương pháp phân tích và lựa chọn câu hỏi trắc nghiệm khách quan (TNKQ) dựa trên bảng S-P, phân tích quan hệ xám và đường cong ROC. Kết quả nghiên cứu cho thấy phương pháp này không chỉ giúp giáo viên cải thiện chất lượng và hiệu quả của việc thiết kế câu hỏi TNKQ mà còn sử dụng để xây dựng ngân hàng câu hỏi TNKQ.

Từ khóa: câu hỏi trắc nghiệm khách quan, bảng S-P, phân tích quan hệ xám, đường cong ROC, ngân hàng câu hỏi.

ABSTRACT

The analysis and selection of objective test items based on S-P chart, Grey Relational Analysis, and ROC curve

The purpose of this paper is to propose the analysis and selection method of objective test items based on S-P chart, Grey Relational Analysis and ROC curve. Results showed that this method not only helps teachers to improve the quality and efficiency of designing objective test items but also can be used to build an objective test item bank.

Keywords: objective test items, S-P chart, grey relational analysis, ROC curve, item bank.

1. Giới thiệu

Việc sử dụng ngân hàng câu hỏi và thi TNKQ hiện đang được các trường khuyến khích, tuy nhiên đa số các câu hỏi TNKQ do giáo viên tự biên soạn có thể chưa theo đúng quy trình, đặc biệt các câu hỏi sau khi sử dụng thường không được phân tích, đánh giá nên các đề thi hiện nay là chưa tốt và chất lượng chưa cao. Kết quả nghiên cứu của bài viết này sẽ là tài liệu cần thiết góp phần vào quá trình cải thiện chất lượng và hiệu quả của việc biên soạn và thiết kế đề thi TNKQ, đồng thời góp phần nâng cao kỹ năng của giáo viên trong việc thiết kế câu hỏi TNKQ dùng để kiểm tra đánh giá kết quả học tập của học sinh (HS). Sau đây là phần giới thiệu sơ lược về bảng S-P, phân tích quan hệ xám và đường cong ROC.

Năm 1969, Sato đã đề xuất bảng S-P (Student-Problem Chart), nó được sử dụng không chỉ để chẩn đoán và đánh giá trong học tập, mà còn góp phần nâng cao hiệu quả trong giảng dạy. Bảng S-P cung cấp thông tin về hệ số chú ý của HS và hệ số chú ý của

* GV, Trường Cao đẳng Sư phạm Kiên Giang; Email: phuochai1979@gmail.com

** NCS, Trường Đại học Sư phạm Quốc lập Đài Trung, Đài Loan

câu hỏi [8]. Năm 1982, Deng đã đề xuất lí thuyết hệ thống xám (Grey System Theory) trong đó phân tích quan hệ xám (Grey Relational Analysis – GRA) là một trong những công cụ toán học được sử dụng rất hiệu quả [2]. Chức năng của nó là để tính toán các số liệu rời rạc và định lượng các nhân tố thông qua sắp xếp trình tự để giải quyết các mối liên hệ phức tạp giữa các nhân tố [9], [10]. Trong những năm gần đây, GRA đã được sử dụng trong rất nhiều lĩnh vực, đặc biệt là trong lĩnh vực giáo dục [4], [5], [6], [7], [8]. Đường cong ROC (Receiver Operating Characteristic) có nguồn gốc từ lĩnh vực quân sự, nó được ứng dụng trong việc phát hiện tàu của địch trên màn hình radar trong Thế chiến thứ 2 [1]. Đường cong ROC đã được ứng dụng chẩn đoán và tiên lượng trong y học rất thành công [3]. Trong những năm gần đây, đường cong ROC cũng được sử dụng trong lĩnh vực giáo dục để phân tích, chẩn đoán và đánh giá trong quá trình dạy học [5], [6]. Hiện nay các lí thuyết về bảng S-P, phân tích quan hệ xám và đường cong ROC chưa được sử dụng phổ biến ở Việt Nam, đặc biệt là dùng để phân tích, chẩn đoán và đánh giá trong giáo dục.

Trong bài viết này, người nghiên cứu sử dụng kết hợp bảng S-P, phân tích quan hệ xám và đường cong ROC để phân tích và lựa chọn câu hỏi trắc nghiệm. Phương pháp này đã được sử dụng để phân tích sự nhận thức sai (misconception) của HS trong quá trình học tập [6], [7]. Hơn nữa, người nghiên cứu còn sử dụng phần mềm MATLAB để thiết kế một hộp công cụ MATLAB cho phân tích và lựa chọn câu hỏi trắc nghiệm. Hộp công cụ MATLAB giúp cho quá trình tính toán dễ dàng, nhanh chóng, chính xác, hiển thị kết quả và hình ảnh trên giao diện đồ họa người dùng một cách trực quan sinh động.

2. Cơ sở lí thuyết và phương pháp nghiên cứu

2.1. Bảng S-P (Student-Problem Chart)

Bảng S-P được đề xuất bởi Takahiro Sato vào năm 1969. Nó thường dùng để sắp xếp, phân tích và phân loại kết quả học tập của học sinh và câu hỏi trắc nghiệm dựa trên hệ số chú ý của học sinh (CS) và hệ số chú ý của câu hỏi (CP). [8].

Bảng 1. Bảng S-P

Câu hỏi (CH) Học sinh (HS)	Số câu hỏi $P_j, j = 1, 2, \dots, n$	Tổng điểm	CS
Số học sinh $S_i, i = 1, 2, \dots, m$	$X = [x_{ij}]_{m \times n}$	Cao ↓ Thấp	CS_i
Tổng số HS trả lời đúng	Nhiều ↔ Ít	—	—
CP	CP_j	—	—

Trong bảng S-P, X là ma trận có m hàng và n cột, trong đó $x_{ij} = 1$ nếu HS trả lời đúng CH và $x_{ij} = 0$ nếu HS trả lời sai CH. Số học sinh là $S_i, i=1,2,\dots,m$; số câu hỏi là $P_j, j=1,2,\dots,n$.

Hệ số chú ý của HS được tính bằng công thức sau:

$$CS_i = 1 - \frac{\sum_{j=1}^n (x_{ij})(x_{\bullet j}) - (x_{i\bullet})(\bar{x})}{\sum_{j=1}^n (x_{\bullet j}) - (x_{i\bullet})(\bar{x})} \quad (1)$$

trong đó $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{\bullet j}$ và $N = x_{i\bullet} = \sum_{j=1}^n x_{ij}$

Hệ số chú ý của CH được tính như sau:

$$CP_j = 1 - \frac{\sum_{i=1}^m (x_{ij})(x_{i\bullet}) - (x_{\bullet j})(\bar{x}')}{\sum_{i=1}^m (x_{i\bullet}) - (x_{\bullet j})(\bar{x}')} \quad (2)$$

trong đó $\bar{x}' = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m x_{i\bullet}$ và $M = x_{\bullet j} = \sum_{i=1}^m x_{ij}$

Trong bài viết này, người nghiên cứu chỉ sử dụng hệ số chú ý của CH để kết hợp với giá trị Γ và giá trị AUC phân tích và lựa chọn câu hỏi TNKQ.

2.2. Phân tích quan hệ xám (Grey Relational Analysis)

Người nghiên cứu chỉ sử dụng phân tích quan hệ xám dựa theo giá trị lớn nhất (Lager-the-Better) để làm vector tham khảo x_0 trong nghiên cứu này [9]. Phân tích quan hệ xám được tính toán như sau:

Dựa trên dữ liệu thô từ bảng S-P để thiết lập vector x_0 , vector x_0 là giá trị lớn nhất ở mỗi cột và x_i là số liệu từng hàng dựa trên dữ liệu thô để so sánh với x_0 .

$$x_0 = (x_0(1), x_0(2), \dots, x_0(k), \dots, x_0(m)) \quad (3)$$

$$x_1 = (x_1(1), x_1(2), \dots, x_1(k), \dots, x_1(m))$$

$$x_2 = (x_2(1), x_2(2), \dots, x_2(k), \dots, x_2(m))$$

\vdots

$$x_i = (x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(k), \dots, x_i(m)) \quad (4)$$

\vdots

$$x_n = (x_n(1), x_n(2), \dots, x_n(k), \dots, x_n(m))$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

Sau khi đã thiết lập được số liệu phân tích thì tiến hành tính toán mức độ quan hệ xám. Công thức tính mức độ quan hệ xám đã được dựa trên lí luận cơ bản về khoảng cách Minkowski. Mức độ quan hệ xám được kí hiệu là *Gamma* và giá trị *Gamma* nằm trong khoảng từ 0 đến 1. Giá trị *Gamma* được tính như sau [10]:

$$\gamma_{oi} = \gamma(x_0(k), x_i(k)) = \frac{\bar{\Delta}_{\max} - \bar{\Delta}_{oi}}{\bar{\Delta}_{\max} - \bar{\Delta}_{\min}}, i = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

trong đó, $\bar{\Delta}_{oi}$ là tổng khoảng cách sai số tuyệt đối giữa x_i với x_0 .

$$\bar{\Delta}_{oi} = \|x_0 - x_i\|_{\rho} = \left(\sum_{j=1}^n (x_0(j) - x_i(j))^{\rho}\right)^{\frac{1}{\rho}} \quad (6)$$

$\bar{\Delta}_{\max}$ và $\bar{\Delta}_{\min}$ tương ứng là giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất của $\bar{\Delta}_{oi}$, trong bài viết này người nghiên cứu đã sử dụng $\rho = 2$ để tính giá trị *Gamma* cho từng CH.

2.3. Đường cong ROC (Receiver Operating Characteristic)

Đường cong ROC dùng để đánh giá các kết quả của một dự đoán và ứng dụng đầu tiên của nó là cho việc nghiên cứu các hệ thống nhận diện trong việc phát hiện các tín hiệu radio khi có sự hiện diện của nhiễu vào thập niên 1940 [1]. Trong nghiên cứu này, để xây dựng đường cong ROC các nhà nghiên cứu cần phải tính toán độ nhạy và độ đặc hiệu của từng câu hỏi dựa trên giá trị thực tế và giá trị dự báo để xác định các trạng thái dương tính và âm tính.

Bảng 2. Bảng 2x2 của đường cong ROC

Giá trị dự báo	Giá trị thực tế	
	Dương tính thật (a)	Âm tính thật (b)
Âm tính giả (c)	Dương tính giả (d)	

Cách xác định trạng thái dương tính và âm tính của CH như sau: Dựa trên kết quả của bảng S-P và căn cứ vào tổng số HS trả lời đúng câu hỏi để xác định trạng thái dương tính (kí hiệu là 1) và âm tính (kí hiệu là 0) của giá trị dự báo. Sau đó căn cứ vào giá trị thực tế để tính các trạng thái *a*, *b*, *c* và *d* của CH.

$$\text{Độ nhạy (Se)} = \frac{a}{a + b} \quad (7)$$

$$\text{Độ đặc hiệu (Sp)} = \frac{d}{c + d} \quad (8)$$

$$\text{Diện tích bên dưới đường cong AUC} = \frac{Se(1 - Sp)}{2} + \frac{(Se + 1)Sp}{2} \quad (9)$$

Đường cong ROC có trục tung là tỉ lệ dương tính thật (độ nhạy) và trục hoành là tỉ lệ dương tính giả (1 trừ cho độ đặc hiệu). Cả hai tỉ lệ này sử dụng xác suất để tính và có chúng giá trị dao động từ 0 đến 1. Theo nhiều nghiên cứu diện tích bên dưới đường cong ROC (AUC) được xem là phân biệt tốt giữa hai trạng thái dương tính và âm tính khi $AUC \geq 0,7$; và không phân biệt tốt giữa hai trạng thái khi $AUC < 0,7$. [1], [3]

2.4. Thiết kế hộp công cụ MATLAB

Trong những năm gần đây, để thuận tiện cho việc tính toán nhanh chóng và chính xác các phép tính phức tạp nhiều nhà nghiên cứu đã sử dụng phần mềm MATLAB để thiết kế một hộp công cụ MATLAB [4], [7], [8]. Trong bài viết này, người nghiên cứu thiết kế một hộp công cụ MATLAB cho phân tích và lựa chọn câu hỏi TNKQ, chương trình xử lí dữ liệu của hộp công cụ MATLAB trong nghiên cứu này được tóm tắt gồm có 7 bước như sau (hình 1):

Bước 1. Nhập dữ liệu. Dữ liệu là ma trận X đã được nhập vào dưới dạng tập tin *.csv hoặc *.xlsx.

Bước 2. Kiểm tra độ tin cậy của dữ liệu.

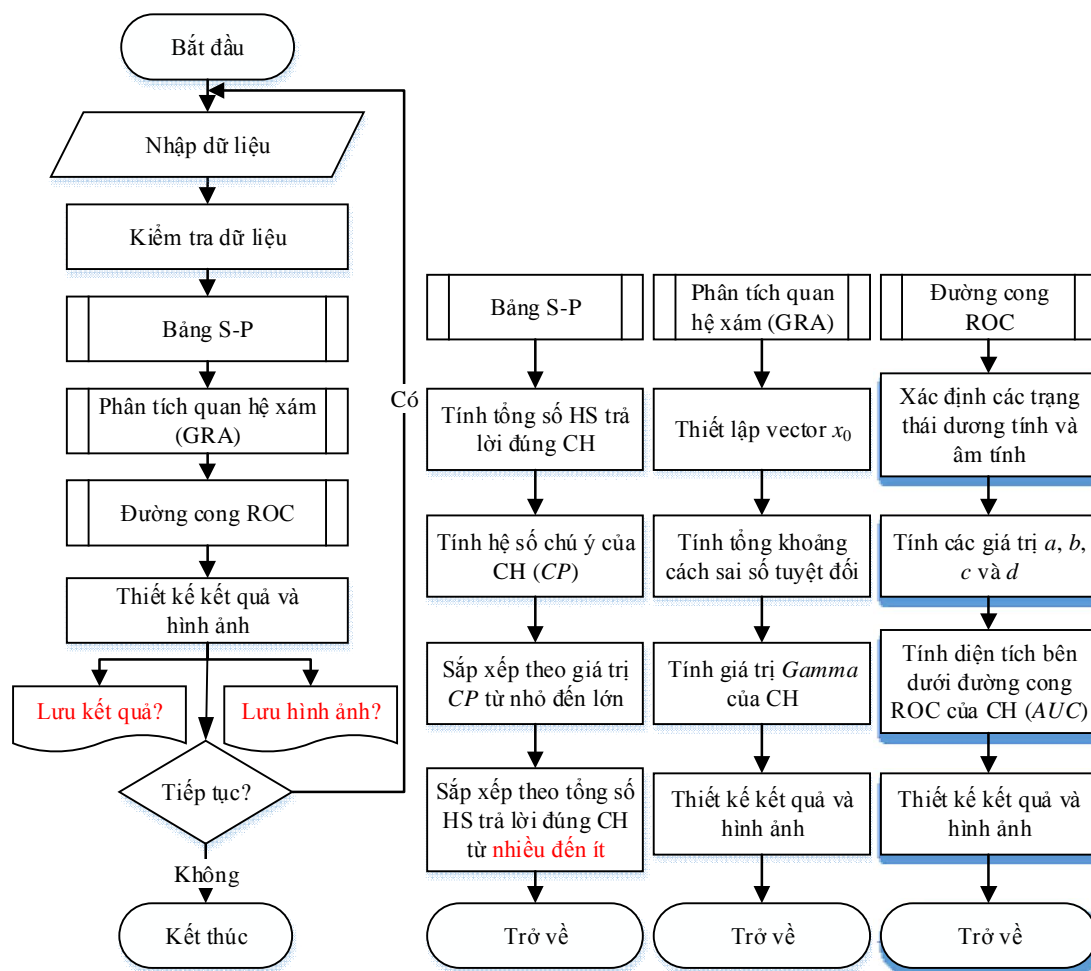
Bước 3. Tính tổng số HS trả lời đúng câu hỏi; tính hệ số chú ý của CH, tiếp theo là sắp xếp theo giá trị CP từ nhỏ đến lớn; sau đó sắp xếp theo tổng số HS trả lời đúng CH từ lớn đến nhỏ.

Bước 4. Thiết lập vector x_0 ; tiếp theo tính tổng khoảng cách sai số tuyệt đối của từng CH; tính giá trị Γ của từng CH; sau đó thiết kế kết quả và hình ảnh.

Bước 5. Xác định các trạng thái dương tính và âm tính; tính các giá trị a , b , c và d ; tính diện tích bên dưới đường cong ROC của từng CH; sau đó thiết kế kết quả và hình ảnh đường cong ROC.

Bước 6. Thiết kế hiển thị các kết quả và hình ảnh để hiển thị trên giao diện đồ họa người dùng. Người sử dụng có thể lưu lại kết quả dưới dạng tập tin *.csv hoặc *.xlsx và hình ảnh dưới dạng tập tin *.JPG.

Bước 7. Tiếp tục hoặc thoát khỏi chương trình. Nếu người sử dụng nhập dữ liệu mới chương trình sẽ tiếp tục và trở về bước 1, hoặc thoát khỏi chương trình.



Hình 1. Lưu đồ phân tích và lựa chọn câu hỏi trắc nghiệm

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Dữ liệu thực nghiệm

Dữ liệu trong nghiên cứu này được lấy từ một trường THPT huyện Hòa Đát, tỉnh Kiên Giang. Dữ liệu thực nghiệm là kết quả trả lời 25 câu hỏi môn Sinh học 11 của 33 HS (Dữ liệu được trình bày ở bảng 3). Trong bài viết này, người nghiên cứu sử dụng kết hợp bảng S-P, phân tích quan hệ xám và đường cong ROC để lựa chọn câu hỏi trắc nghiệm Sinh học 11. Trước khi tiến hành phân tích lựa chọn câu hỏi trắc nghiệm, người nghiên cứu đã kiểm tra độ tin cậy của dữ liệu thông qua việc kiểm định hệ số Cronbach's Alpha. Hệ số Cronbach's Alpha của dữ liệu trong nghiên cứu này là 0,858; hệ số này cho thấy dữ liệu có độ tin cậy cao.

Bảng 3. Kết quả trả lời 25 câu hỏi trắc nghiệm của 33 học sinh
(trả lời đúng được kí hiệu là 1; trả lời sai được kí hiệu là 0)

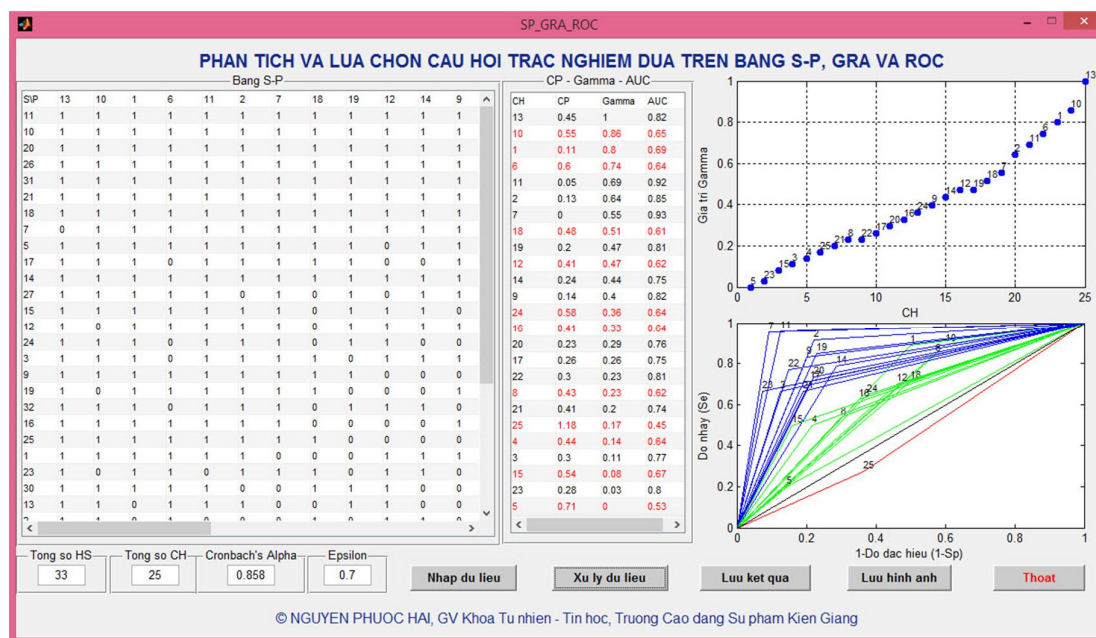
CH HS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
3	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
5	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0
6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
7	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
9	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0
10	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
11	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0
13	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
14	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0
15	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
16	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
17	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0
18	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0
19	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1
20	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0
21	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1
22	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
23	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1
24	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0
25	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0
26	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0
27	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0
28	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
29	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
30	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
31	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0
32	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0
33	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0

3.2. Kết quả nghiên cứu

Trên giao diện đồ họa người dùng của hộp công cụ MATLAB (hình 2), có thể thấy kết quả hệ số chú ý của các CH, các giá trị *Gamma*, diện tích bên dưới đường cong ROC và hình ảnh về giá trị *Gamma*, các đường cong ROC của CH trong quá trình phân tích và lựa chọn câu hỏi TNKQ dựa trên bảng S-P, phân tích quan hệ xám và đường cong ROC. Kết quả ở bảng 5 cho thấy có 12 CH có giá trị *AUC* nhỏ hơn 0,7 và có 13 CH có giá trị *AUC* lớn hơn hoặc bằng 0,7. Dựa theo phân loại các nhóm CH ở bảng 4 có thể thấy trong số 13 CH được lựa chọn trong nghiên cứu này có 1 CH thuộc nhóm A, 2 CH thuộc nhóm B, 3 CH thuộc nhóm C, 4 CH thuộc nhóm D và 3 CH thuộc nhóm E.

Bảng 4. Phân loại các nhóm câu hỏi dựa theo giá trị *Gamma* của câu hỏi [5]

Nhóm	Giá trị <i>Gamma</i> ($0 \leq \gamma \leq 1$)	Mức độ câu hỏi
A	$\gamma > 0,8$	Rất dễ
B	$0,6 < \gamma \leq 0,8$	Dễ
C	$0,4 < \gamma \leq 0,6$	Trung bình
D	$0,2 < \gamma \leq 0,4$	Khó
E	$\gamma \leq 0,2$	Rất khó



Hình 2. Giao diện đồ họa người dùng của hộp công cụ MATLAB

Bảng 5. Kết quả tính hệ số chú ý của câu hỏi (CP), giá trị Gamma và AUC

CH	Tổng số HS trả lời đúng	CP	Gamma	AUC
13	30	0,45	1,00	0,82
10	28	0,55	0,86	0,65
1	27	0,11	0,80	0,69
6	26	0,60	0,74	0,64
11	25	0,05	0,69	0,92
2	24	0,13	0,64	0,85
7	22	0,00	0,55	0,93
18	21	0,48	0,51	0,61
19	20	0,20	0,47	0,81
12	20	0,41	0,47	0,62
14	19	0,24	0,44	0,75
9	18	0,14	0,40	0,82
24	17	0,58	0,36	0,64
16	16	0,41	0,33	0,64
20	15	0,23	0,29	0,76
17	14	0,26	0,26	0,75
22	13	0,30	0,23	0,81
8	13	0,43	0,23	0,62
21	12	0,41	0,20	0,74
25	11	1,18	0,17	0,45
4	10	0,44	0,14	0,64
3	9	0,30	0,11	0,77
15	8	0,54	0,08	0,67
23	6	0,28	0,03	0,80
5	5	0,71	0,00	0,53

3.3. Thảo luận

Dựa vào bảng kết quả (bảng 5) có thể thấy rằng hệ số CP càng cao thì giá trị AUC càng thấp và ngược lại. Khi hệ số CP càng cao và giá trị AUC càng thấp thì điều này cho thấy CH tương ứng có độ phân biệt thấp. Bởi vì, khi đó HS có năng lực thấp lại trả lời đúng các câu hỏi khó. Vì vậy phương pháp nghiên cứu này giúp xác định và loại bỏ các CH có hệ số CP cao và giá trị AUC nhỏ hơn 0,7.

Kết quả nghiên cứu này sẽ là tài liệu quan trọng trong việc xây dựng ngân hàng câu hỏi trắc nghiệm khách quan dùng để kiểm tra đánh giá kết quả học tập của HS. Hộp công cụ MATLAB trong nghiên cứu này cũng cho thấy là rất hữu dụng và tiện ích, giúp cho việc tính toán trở nên nhanh chóng, chính xác và hiển thị các kết quả, hình ảnh một cách trực quan sinh động. Dựa trên phương pháp này cũng có thể tính được hệ số chú ý CS , giá trị Γ và giá trị AUC của từng HS. Trên cơ sở đó có thể xác định được năng lực học tập của HS. Ngoài ra, nó cũng cung cấp cho giáo viên những thông tin cần thiết nhằm xác định đúng hơn về nhận thức của HS trong học tập từ đó đề xuất kịp thời các biện pháp điều chỉnh hoạt động dạy học, thực hiện mục đích dạy học.

4. Kết luận

Bài viết này sẽ là một tài liệu tham khảo rất hữu ích cho các nhà quản lý giáo dục, giáo viên và tất cả những ai quan tâm đến việc nâng cao hiệu quả của việc kiểm tra, đánh giá thông qua câu hỏi trắc nghiệm khách quan.

Nghiên cứu này đã thiết kế thành công một hộp công cụ MATLAB cho phân tích và lựa chọn câu hỏi trắc nghiệm khách quan. Hộp công cụ MATLAB này có nhiều ưu điểm như là dễ dàng sử dụng, tiết kiệm thời gian, tính toán chính xác, hiển thị kết quả và hình ảnh một cách trực quan sinh động.

Từ những kết quả nghiên cứu cho thấy đây là phương pháp mà các giáo viên có thể sử dụng nhằm cải thiện chất lượng biên soạn và thiết kế đề thi, đề kiểm tra TNKQ, đồng thời nghiên cứu này cũng cho thấy có thể áp dụng phương pháp này xây dựng ngân hàng câu hỏi TNKQ để kiểm tra đánh giá kết quả học tập của HS.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Arian, R., Erkel V., Peter M., and Pattynama T. (1998), "Receiver operating characteristic (ROC) analysis: Basic principles and applications in radiology", *European Journal of Radiology*, 27, pp. 88-94.
2. Deng J. L. (1989), "Introduction to grey system theory", *The Journal of grey system*, 1(1), pp. 1-24.
3. Hanley, J. A., and McNeil B. J. (1982), "The Meaning and Use of the Area under Receive Operating Characteristic (ROC) Curve", *European Journal of Radiology*, 143, pp. 29-36.
4. Sheu T. W., Nguyen P. H., Nguyen P. T., Pham D. H. (2013), "A Matlab Toolbox for AHP and LGRA-AHP to Analyze and Evaluate Factors in Making the Decision", *International Journal of Kansei Information*, 4(3), pp. 149-158.
5. Sheu T. W., Nguyen P. H., Nguyen P. T., Pham D. H., Tsai C. P., and Nagai M. (2013), "A New Proposal for Using Grey Relational Analysis and Receiver Operating Characteristic to Analyze Items", *International Conference on Grey System Theory and Kansei Engineering Conference*, pp. 17-24.

6. Sheu T. W., Nguyen P. H., Nguyen P. T., Pham D. H., Tsai C. P., and Nagai M. (2014), “The Analysis of Misconceptions Based on S-P Chart, Grey Relational Analysis, and Receiver Operating Characteristic”, *International Journal of Kansei Information*, 5(1), pp. 1-12.
7. Sheu T. W., Nguyen P. H., Nguyen P. T., Pham D. H., Tsai C. P., Nagai M. (2014), “A MATLAB Toolbox for Misconceptions Analysis Based on S-P Chart, Grey Relational Analysis and ROC”, *Transactions on Machine Learning and Artificial Intelligence*, 2(2), pp. 72-85.
8. Sheu, T. W., Pham D. H., Nguyen P. T., and Nguyen P. H. (2013), “A Matlab Toolbox for Student-Problem Chart and Grey Student-Problem Chart and Its Application”, *International Journal of Kansei Information*, 4(2), pp. 75-86.
9. Yamaguchi D., Li G. D. and Nagai M. (2005), “New Grey Relational Analysis for Finding the Invariable Structure and its Applications”, *Journal of Grey System*, 8(2), pp. 167-178.
10. Yamaguchi D., Li G. D. and Nagai M. (2007), “Verification of Effectiveness for Grey Relational Analysis Models”, *Journal of Grey System*, 10(3), pp. 169-182.

(Ngày Tòa soạn nhận được bài: 07-7-2014; ngày phản biện đánh giá: 29-10-2014;
ngày chấp nhận đăng: 22-6-2014)