



ระบบประเมินระดับองค์ความรู้ด้านปัญญาด้วยหลักการการทดสอบ

ปรับเหมาะแบบแยกทางคงที่

ณัฐภัทร ศิริคง^a และจักรกฤษณ์ เสน่ห์ นมะหุต^{b*}

Level of Thinking Knowledge Assessment System with Adaptive Testing by Fixed Branching Model

Natthapat Sirikong^a and Chakkrit Snae Namahoot^{b*}

^aภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

^bภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

^aDepartment of Applied Science, Faculty of Science and Technology, Nakhon Sawan Rajabhat University.

^bDepartment of Computer Science and Information Technology, Faculty of Science, Naresuan University.

* Corresponding author. E-mail address: chakkrits@nu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ออกแบบและพัฒนาระบบการสอบด้วยหลักการการทดสอบปรับเหมาะแบบแยกทางคงที่ และ (2) ประเมินความสามารถด้านปัญญาของผู้เรียนแต่ละคนที่แตกต่างกัน ซึ่งระบบประเมินระดับองค์ความรู้ด้านปัญญาของผู้เรียน ถูกพัฒนาขึ้นในรูปแบบ Windows Application โดยใช้สถาปัตยกรรมแบบ Client/Server ใช้ภาษา Visual Basic, NET และใช้ MySQL เป็นโปรแกรมจัดการฐานข้อมูลใช้ข้อสอบที่มีระดับความยากง่าย 5 ระดับ คือ ระดับยาก ค่อนข้างยาก ปานกลาง ค่อนข้างง่าย และง่ายระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ของสมองด้านปัญญา 5 ระดับ คือ การประเมินค่า การสังเคราะห์ การวิเคราะห์ การนำไปใช้ และความเข้าใจ จำนวน 136 ข้อ หลังจากการพัฒนาและทดสอบระบบกับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ จำนวน 90 คน พบว่า ระบบสามารถเลือกข้อสอบและปรับข้อสอบให้เหมาะสมกับผู้สอบได้ เมื่อผู้เรียนได้ทำแบบทดสอบครบตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ระบบจะแนะนำคะแนนมาประเมินเป็นระดับองค์ความรู้ด้านปัญญาจากผลการทดสอบโดยนักศึกษาส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน ผสมผสานเรื่องราว ให้กลายเป็นสิ่งใหม่ คิดเป็นร้อยละ 21 โดยประมาณของระดับองค์ความรู้ด้านปัญญา ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย และองค์ความรู้โดยรวมของแต่ละผู้เรียนที่คิดเป็นร้อยละซึ่งสามารถนำไปเทียบกับคะแนนการวัดผลการเรียนรู้ เพื่อทดสอบหาข้อบกพร่องของผู้เรียนได้

คำสำคัญ: การทดสอบปรับเหมาะ รูปแบบแยกทางคงที่ การประเมินองค์ความรู้ ปัญญา

Abstract

This research aims at (1) designing and developing an examination system using the Fixed Branching Model of an Adaptive Test, and (2) assessing the different cognitive intelligence ability of each student. The student knowledge assessment system was developed as a Windows application using the client/server architecture, Visual Basic, NET, and MySQL as a database management program. As data we used 136 exams with 5 levels of difficulty: difficult, rather difficult, medium, rather easy, and easy levels, and with 5 levels of brain learning behavior: evaluation, synthesis, analysis, application and understanding. After developing and testing the system with 90 freshmen in computer science, Nakhon Sawan Rajabhat University, we have found that the system can perform the adaptive test and adjust to the students' knowledge. When the students finish their tests, the system calculates marks and measures the level of knowledge in the form of knowledge-based learning behavior of the brain and intelligence. From testing, most students have the ability to create work, combine stories into something new, which can be accounted for approximately 21 percent of thinking knowledge. This evaluation is an important component of cognitive behavioral learning. The students' knowledge was measured as a percentage that can be compared to the learning assessments scores for finding learning deficits of the students.

Keywords: Adaptive Testing, Fixed Branching Model, Thinking Knowledge Assessment, Thinking

บทนำ

องค์ความรู้เป็นกระบวนการที่ถ่ายทอดออกมาจากสมองของมนุษย์ ซึ่งเป็นผลมาจากการกระตุ้นให้สมองคิดค้นหาคำตอบในลักษณะต่าง ๆ กันหรือเรียกว่าการใช้สติและปัญญา บางครั้งสามารถหาคำตอบได้ทันทีโดยไม่ต้องใช้สมองในการคิดมากนักคือองค์ความรู้ด้านสติหรือความจำ แต่ถ้ากระบวนการมีการใช้สมองอย่างหนัก และใช้เวลาคิดค้นนานกว่าจะได้คำตอบออกมานั้นคือองค์ความรู้ด้านปัญญาหรือความคิดนั่นเอง ซึ่งองค์ความรู้ด้านปัญญาประกอบไปด้วยความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า

การทดสอบเพื่อวัดระดับองค์ความรู้ด้านปัญญาที่ใช้กันอยู่ทั่วไปประกอบด้วยกลุ่มของข้อสอบที่กำหนดจำนวนข้อสอบไว้แน่นอน โดยใช้แบบทดสอบฉบับเดียวกันหรือบางครั้งอาจใช้แบบทดสอบที่มีความเป็นคู่ขนานกัน (เกียรติศักดิ์, 2547) แต่เมื่อพิจารณาในสภาพการทดสอบจริงแล้วพบว่าข้อสอบบางข้อยากเกินไปสำหรับผู้สอบที่มีระดับองค์ความรู้ที่ต่ำทำให้ผู้สอบเกิดความเบื่อหน่ายหรือหมดกำลังใจในการสอบ ในทางตรงกันข้ามข้อสอบบางข้ออาจง่ายเกินไปสำหรับผู้สอบที่มีระดับองค์ความรู้ที่สูงทำให้ผู้สอบทำข้อสอบด้วยความสะเพร่าเสียคะแนนไปทั้งๆ ที่มีความสามารถเหนือข้อสอบนั้น (ศิริชัย, 2550) แบบทดสอบที่มีประสิทธิภาพสูงต้องเป็นแบบทดสอบที่ไม่ยากเกินไปหรือง่ายเกินไปสำหรับผู้เข้าสอบแต่ละคน ผู้สอบที่มีระดับองค์ความรู้ที่สูงควรได้รับข้อสอบยาก ส่วนผู้สอบที่มีระดับองค์ความรู้ที่ต่ำก็ควรได้รับข้อสอบง่ายหลังจากการตอบข้อสอบการแปลผลระดับองค์ความรู้ตามความจริงที่ว่าผู้ที่มีความสามารถสูง ทำข้อสอบข้อที่ยากกว่าถูกต้องย่อมได้คะแนนมากกว่าผู้สอบที่มีความสามารถต่ำที่ทำข้อสอบข้อที่ง่ายถูกต้องและในทางเดียวกันผู้สอบที่มีคะแนนเท่ากันทำข้อสอบน้อยกว่าย่อมได้ระดับองค์ความรู้สูงกว่าผู้สอบที่ทำข้อสอบมาก การทดสอบด้วยแบบวิธีดังกล่าวนี้เรียกว่าการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบ (Weiss, 1973; ศิริชัย, 2538)

ในการวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ออกแบบและพัฒนาระบบการสอบด้วยหลักการการทดสอบปรับเหมาะแบบแยกทางคงที่และ (2) ประเมินความสามารถด้านปัญญาของผู้เรียนแต่ละคนที่แตกต่างกันและแนวคิดที่ได้จากการวิเคราะห์วรรณกรรมระบบการประเมินทักษะและองค์ความรู้พื้นฐานสำหรับการปรับโครงสร้างการสอนให้เข้ากับผู้เรียน (ชยันต์ และจักรกฤษณ์, 2554) ซึ่งการออกแบบระบบประเมินระดับองค์ความรู้นี้ประกอบไปด้วยสถาปัตยกรรม 3 ส่วน คือ คลังข้อสอบการทำสอบด้วยหลักการการทดสอบปรับเหมาะแบบแยกทางคงที่และการประเมินองค์ความรู้ด้านปัญญา โดยจะนำข้อมูลมาเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา เพื่อประโยชน์ในการสอนของครู อาจารย์ และด้านการเรียนของนักเรียน นักศึกษาต่อไป

วิจารณ์วรรณกรรม

การทดสอบเป็นการวัดความสามารถในการคิดของนักวัดผลกลุ่มจิตมิติ (Psychometrics) ซึ่งเป็นกลุ่มนักวัดผลที่พยายามใช้แบบทดสอบเป็นเครื่องมือศึกษาและวัดความสามารถเกี่ยวกับความคิดในลักษณะต่างๆ (ทิตินา, 2544) ในการวัดพฤติกรรมทางสมองโดยยึดแนวความคิดของบลูม (Bloom) ได้แบ่งพฤติกรรมการคิดของสมองออกเป็น 6 กลุ่ม โดยเรียงลำดับพฤติกรรมจากง่ายไปสู่พฤติกรรมที่ซับซ้อนมากขึ้น คือ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ดังนั้น จึงมีการแบ่งข้อคำถามออกเป็น 6 กลุ่ม ตามลักษณะพฤติกรรมการคิดของสมอง โดยนำมาจัดกลุ่มใหม่ได้ 2 กลุ่ม คือ ข้อคำถามที่วัดคุณภาพสมองด้าน “สติ” ได้แก่ ข้อคำถามวัดความรู้ความจำ และข้อคำถามที่วัดคุณภาพสมองด้าน “ปัญญา” ได้แก่ ข้อคำถามวัดความเข้าใจ ข้อคำถามวัดการนำไปใช้ ข้อคำถามวัดการวิเคราะห์ ข้อคำถามวัดการสังเคราะห์ และข้อคำถามวัดการประเมินค่า (บรรดล, 2548)



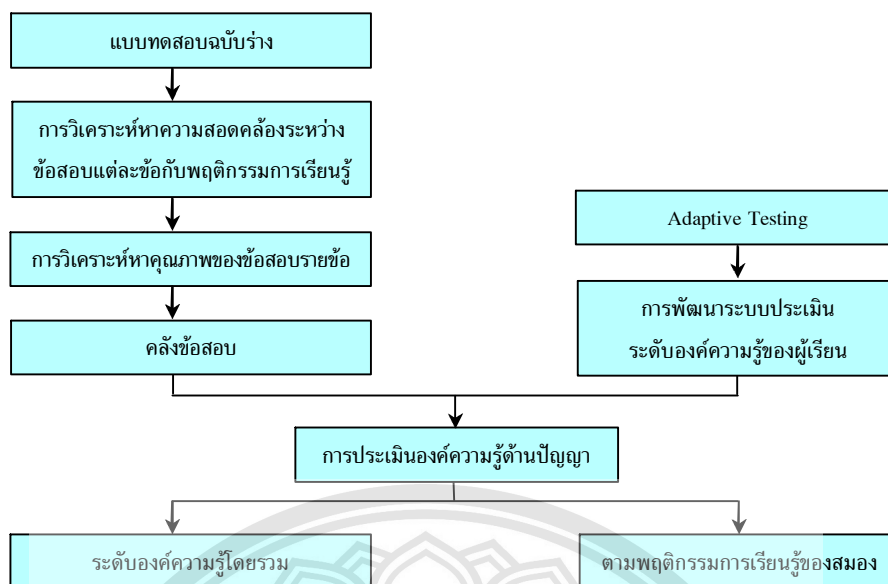
โดยระบบการประเมินทักษะและองค์ความรู้พื้นฐานสำหรับการปรับโครงสร้างการสอนให้เข้ากับผู้เรียน (ชยันต์และจักรกฤษณ์, 2554) ใช้ข้อสอบที่มีความยากง่ายเพียง 3 ระดับ ทำให้ข้อสอบที่มีความยากและง่ายไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์และต้องถูกทิ้งไป จึงมีแนวคิดที่จะนำข้อสอบทุกระดับความยากง่ายมาใช้ประโยชน์ ทำให้ข้อสอบที่ผ่านการวิเคราะห์ความยากง่ายแล้วสามารถนำมาใช้ได้ทุกข้อและเนื่องด้วยการประเมินผลของระบบดังกล่าวยังไม่มี การนำจำนวนข้อทั้งหมดที่ทำมาคำนวณหาคะแนนสุทธิ ทำให้การประเมินทักษะและองค์ความรู้พื้นฐานยังไม่สมบูรณ์และมีประสิทธิภาพเท่าที่ควร เช่น ผู้สอบคนที่ 1 ใช้ข้อสอบทั้งหมด 13 ข้อ ได้คะแนนสุทธิตามสูตรเท่ากับ 21/30 คิดเป็น 70% ผู้สอบคนที่ 2 ใช้ข้อสอบทั้งหมด 14 ข้อ ได้คะแนนสุทธิตามสูตรเท่ากับ 21/30 คิดเป็น 70% แล้วสรุปว่าทักษะและองค์ความรู้พื้นฐานของทั้ง 2 คนเท่ากัน เป็นต้น ซึ่งโดยทั่วไปผู้ที่ใช้ข้อสอบทั้งหมดน้อยกว่าย่อมมีทักษะและองค์ความรู้พื้นฐานมากกว่าผู้ที่ใช้ข้อสอบทั้งหมดมาก ผลที่ได้ควรเป็นผู้สอบคนที่ 1 มีทักษะและองค์ความรู้พื้นฐานมากกว่าผู้สอบคนที่ 2 โดยควรปรับปรุงสูตรให้มีการคิดจำนวนข้อสอบที่ใช้ทั้งหมดด้วย

ในการออกแบบแนวคิดการประเมินผู้เรียน แต่ละคน (Snae et al., 2008; Snae & Bruckner, 2009b) โดยใช้หลักการประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ไม่ว่าจะเป็นเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ จากนั้นนำพฤติกรรมของผู้เรียนมาวิเคราะห์ แล้วให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

พฤติกรรมกรรมการเรียนที่ทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น แต่ยังขาดหลักและการประเมินผลทางสถิติ

Snae & Bruckner (2008) ได้กล่าวว่า ระบบประเมินที่มีคุณภาพจะช่วยเหลือและกระตุ้นให้ผู้เรียนในเรื่องการรวบรวมความรู้ ความเข้าใจ การตีความปัญหา และแนวคิดในการจำแนกวัตถุ แต่ยังไม่ได้กล่าวถึงการประเมินความรู้ทางด้านปัญญาครบทั้งหมด

Snae & Bruckner (2009a) ได้พัฒนาระบบประเมินออนไลน์สำหรับผู้เรียนวัยเยาว์ ผู้เรียนต้องผ่านการเรียนจากสื่อการเรียนมัลติมีเดียมาก่อน จากนั้นระบบจะตั้งคำถามให้ผู้เรียนตอบ เพื่อประเมินการเรียนรู้และมีการให้คะแนนในแต่ละคำถาม โดยแต่ละคำถามจะขึ้นอยู่กับคำตอบของผู้เรียน ข้อก่อนหน้า เป็นหลักจากงานวรรณกรรมที่ได้ศึกษา ผู้วิจัยได้นำแนวคิดที่ได้รับมาพัฒนาระบบการประเมินระดับองค์ความรู้ให้สอดคล้องกับพฤติกรรมความคิดของสมองด้านปัญญาทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า โดยใช้หลักการทดสอบแบบปรับเหมาะมาใช้ในการเลือกข้อสอบให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้สอบแต่ละคน (ณัฐภัทร และจักรกฤษณ์, 2555) โดยระบบการประเมินระดับองค์ความรู้จะเลือกข้อสอบที่ยากขึ้นหลังจากผู้สอบตอบคำถามถูกต้อง หรือระบบการประเมินระดับองค์ความรู้จะเลือกข้อสอบที่ง่ายขึ้นถ้าผู้สอบตอบคำถามผิด และรายงานผลการสอบได้ทันที



รูปที่ 1 แสดงภาพรวมของการออกแบบระบบ

วิธีการและการออกแบบระบบ

ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบขึ้นในรูปแบบ Windows Application ใช้สถาปัตยกรรมแบบ Client/Server โดยใช้ Visual Basic .NET และใช้ MySQL เป็นตัวจัดการฐานข้อมูล ระบบมีการนำหลักการการทดสอบปรับเหมาะที่ใช้รูปแบบแยกทางคงที่ โดยมีโครงสร้างการจัดเรียงข้อสอบแบบปิรามิด 5 ชั้น ซึ่งมีการออกแบบระบบไว้เป็นขั้นตอนดังรูปที่ 1

จากรูปที่ 1 ภาพรวมของการออกแบบระบบส่วนแรกเริ่มจากการจัดเตรียมแบบทดสอบฉบับร่าง เพื่อนำมาวิเคราะห์หาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับพฤติกรรมการเรียนรู้ของสมองด้านปัญญาโดยผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์และปรับปรุงแก้ไขมาวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบจะได้คลังข้อสอบที่ใช้สำหรับการประเมินระดับองค์ความรู้ส่วนที่สองเป็นการนำหลักการ Adaptive Testing มาใช้ในการเลือกข้อสอบที่เหมาะสมให้กับความสามารถของผู้สอบ ในทุกๆ ครั้งที่มีการตอบข้อสอบ เมื่อสิ้นสุดการทำข้อสอบระบบจะมีการประเมินระดับองค์ความรู้ตามพฤติกรรมการเรียนรู้ของสมองด้านปัญญาและการประเมินระดับองค์ความรู้โดยรวมโดยมีรายละเอียดการออกแบบระบบ ดังนี้

1. การจัดเตรียมแบบทดสอบและคลังข้อสอบ

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญได้พิจารณาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับพฤติกรรม

การเรียนรู้ของสมองด้านปัญญา แล้วนำแบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์มาปรับปรุงและแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมมีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้จำนวน 150 ข้อ จากจำนวน 160 ข้อ นำแบบทดสอบทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 90 คน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาคุณภาพของข้อสอบแต่ละข้อทำการบันทึกผลการสอบของกลุ่มตัวอย่างทุกคน เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อสอบด้วยโปรแกรม PYTIA 3.0 มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้จำนวน 136 ข้อ จากจำนวน 150 ข้อ

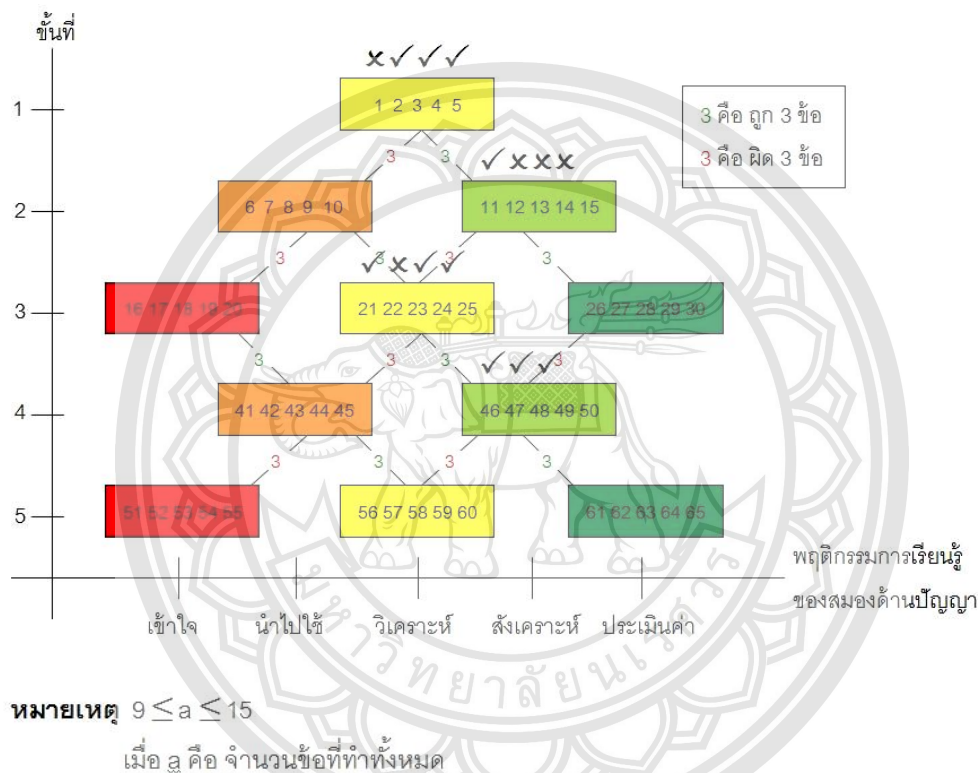
2. ระบบการทำข้อสอบ

ระบบมีการนำหลักการการทดสอบแบบ ปรับเหมาะที่ใช้รูปแบบแยกทางคงที่ (Fixed Branching Model) โดยมีโครงสร้างการจัดเรียงข้อสอบแบบ ปิรามิด 5 ชั้น ในแต่ละชั้นมีข้อสอบอย่างน้อย 3 ข้อ เพื่อเป็นการเพิ่มค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบให้สูงขึ้น และลดผลจากการตอบเดาถูกต้องที่มีผลต่อการวัด นั่นคือ การแยกทางที่อาศัยผลจากการตอบข้อสอบมากกว่า 1 ข้อใน แต่ละชั้นจะมีค่าความถูกต้องหรือมีความเชื่อมั่นสูงขึ้น ซึ่งถือเป็นการปรับปรุง การวัดผลที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้นระบบจะใช้ข้อสอบน้อยเพื่อลดความเหนื่อยล้าจากการทำข้อสอบ ระบบจะเลือกข้อสอบจากฐานข้อมูลทีละ 1 ข้อต่อหน้า โดยเริ่มจากข้อสอบที่มีความยากง่ายระดับปานกลาง และพฤติกรรมการเรียนรู้ของสมองด้านปัญญาในระดับปานกลาง คือ ระดับการวิเคราะห์ เนื่องจาก การเริ่มต้นการสอบควรเลือกข้อสอบให้มีความยากง่าย



เท่ากับหรือต่ำกว่าความสามารถของผู้สอบ เพื่อให้การประมาณค่าของผู้สอบได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น (Wainer, 2000; Hambleton et al., 1991) เมื่อผู้สอบทำข้อสอบ แต่ละข้อระบบจะปรับความยากง่ายของข้อสอบที่เหมาะสมให้กับความสามารถของผู้สอบในทุกๆ ครั้งที่มีการตอบข้อสอบ หากผู้สอบทำข้อสอบได้ถูก 3 ข้อ ระบบจะเลื่อนข้อสอบให้เป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ของสมองด้านปัญญาในระดับที่มีความยากขึ้น คือ ระดับการสังเคราะห์ หากผู้สอบทำข้อสอบได้ผิด 3 ข้อ ระบบจะเลื่อนข้อสอบให้เป็น

พฤติกรรมการเรียนรู้ของสมองด้านปัญญาในระดับที่มีความง่ายขึ้น คือ ระดับการนำไปใช้ (บุญชม, 2543) แต่ละพฤติกรรมการเรียนรู้ของสมองด้านปัญญาสามารถทำได้มากที่สุดจำนวน 5 ข้อ และน้อยที่สุดจำนวน 3 ข้อ ถ้าทำข้อสอบจนสิ้นสุดจะทำได้มากที่สุดจำนวน 15 ข้อ และน้อยที่สุดจำนวน 9 ข้อ ระบบจะดำเนินการจนสิ้นสุดการทำข้อสอบ รวบรวมคะแนนสุทธิจำนวนข้อที่ทำและประเมินผลตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ รูปแบบการทำข้อสอบสามารถแสดงได้ ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงตัวอย่างขั้นตอนการทำข้อสอบ

จากรูปที่ 2 ตัวอย่างขั้นตอนการทำข้อสอบ จะแสดงได้ดังตารางที่ 1 ดังนี้



ตารางที่ 1 แสดงตัวอย่างการเปลี่ยนระดับการเรียนรู้และค่าความยากง่ายของข้อสอบ

ระดับการเรียนรู้	ค่าความยากง่าย	ผลการตอบคำถาม
การวิเคราะห์	ปานกลาง	ผิด
	เลื่อนค่าความยากง่ายของข้อสอบลง 1 ระดับ เป็นระดับค่อนข้างง่าย	
	ค่อนข้างง่าย	ถูก
	เลื่อนค่าความยากง่ายของข้อสอบขึ้น 1 ระดับ เป็นระดับปานกลาง	
	ปานกลาง	ถูก
	เลื่อนค่าความยากง่ายของข้อสอบขึ้น 1 ระดับ เป็นระดับค่อนข้างยาก	
	ค่อนข้างยาก	ถูก
การสังเคราะห์	ปานกลาง	ถูก
	เลื่อนค่าความยากง่ายของข้อสอบขึ้น 1 ระดับ เป็นระดับค่อนข้างยาก	
	ค่อนข้างยาก	ผิด
	เลื่อนค่าความยากง่ายของข้อสอบลง 1 ระดับ เป็นระดับปานกลาง	
	ปานกลาง	ผิด
	เลื่อนค่าความยากง่ายของข้อสอบลง 1 ระดับ เป็นระดับค่อนข้างง่าย	
	ค่อนข้างง่าย	ผิด
การวิเคราะห์	ปานกลาง	ถูก
	เลื่อนค่าความยากง่ายของข้อสอบขึ้น 1 ระดับ เป็นระดับค่อนข้างยาก	
	ค่อนข้างยาก	ผิด
	เลื่อนค่าความยากง่ายของข้อสอบลง 1 ระดับ เป็นระดับปานกลาง	
	ปานกลาง	ถูก
	เลื่อนค่าความยากง่ายของข้อสอบขึ้น 1 ระดับ เป็นระดับค่อนข้างยาก	
	ค่อนข้างยาก	ถูก
การสังเคราะห์	ปานกลาง	ถูก
	เลื่อนค่าความยากง่ายของข้อสอบขึ้น 1 ระดับ เป็นระดับค่อนข้างยาก	
	ค่อนข้างยาก	ถูก
	เลื่อนค่าความยากง่ายของข้อสอบลง 1 ระดับ เป็นระดับปานกลาง	
	ปานกลาง	ถูก
	เลื่อนค่าความยากง่ายของข้อสอบขึ้น 1 ระดับ เป็นระดับค่อนข้างยาก	
	ค่อนข้างยาก	ถูก
สิ้นสุดการทำข้อสอบและทำการประเมินระดับองค์ความรู้ของสมองด้านปัญญา		

3. ระบบการตรวจข้อสอบและการประเมินระดับองค์ความรู้ของสมองด้านปัญญา

ระบบมีการให้คะแนนตามรูปแบบการประเมินระดับองค์ความรู้ของสมองด้านปัญญา ดังนี้

3.1 การประเมินระดับองค์ความรู้ตามพฤติกรรม

การเรียนรู้ของสมองด้านปัญญาจะมีการให้คะแนนจากจำนวนข้อถูกและข้อผิดในแต่ละพฤติกรรมการเรียนรู้ตามสูตรต่อไปนี้

$$\text{คะแนนในแต่ละระดับ} = \frac{(\text{จำนวนข้อถูกแต่ละระดับ} * \text{จำนวนข้อสอบน้อยที่สุดแต่ละระดับที่ตั้งไว้}) - (\text{จำนวนข้อผิดแต่ละระดับ} * \text{จำนวนข้อสอบน้อยที่สุดแต่ละระดับที่ตั้งไว้})}{\text{จำนวนข้อที่ทั้งหมดแต่ละระดับ}}$$

จำนวนข้อที่ทั้งหมดแต่ละระดับ



โดยระบบได้กำหนดเกณฑ์การประเมินจากสูตรที่คำนวณได้ดังตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงเกณฑ์การประเมินระดับองค์ความรู้ด้านปัญญา

คะแนน	ความหมาย	สี
ตั้งแต่ 2.50 ขึ้นไป	มีระดับองค์ความรู้สูงมาก	สีเขียวแก่
1.50 ถึง 2.49	มีระดับองค์ความรู้สูง	สีเขียวอ่อน
0.50 ถึง 1.49	มีระดับองค์ความรู้ค่อนข้างสูง	สีเหลืองทอง
-0.49 ถึง 0.49	มีระดับองค์ความรู้ปานกลาง	สีเหลือง
-1.49 ถึง -0.50	มีระดับองค์ความรู้ค่อนข้างต่ำ	สีทองแดง
-2.49 ถึง -1.50	มีระดับองค์ความรู้ต่ำ	สีเขียวย่น
ตั้งแต่ -2.50 ลงมา	มีระดับองค์ความรู้ต่ำมาก	สีแดง

จากตารางที่ 1 ตัวอย่างการเปลี่ยนระดับการเรียนรู้ สมองด้านปัญญาของแต่ละระดับได้ดังตารางที่ 3 สามารถสรุปคะแนนและประเมินระดับองค์ความรู้ของ

ตารางที่ 3 แสดงตัวอย่างสรุปคะแนนและประเมินระดับองค์ความรู้ด้านปัญญา

ระดับการเรียนรู้	คะแนน	ระดับองค์ความรู้ของสมองด้านปัญญา
การวิเคราะห์	$((6 \times 3) - (2 \times 3)) / (6 + 2)$ $= 12 / 8 = 1.5$	ระดับสูง
การสังเคราะห์	$((4 \times 3) - (3 \times 3)) / (4 + 3)$ $= 3 / 7 = 0.43$	ระดับปานกลาง

3.2) การประเมินระดับองค์ความรู้โดยรวม จะมี ระดับการวิเคราะห์ มีคะแนนให้ข้อละ 3 คะแนน การให้คะแนนแตกต่างกันในแต่ละพฤติกรรมการเรียนรู้ ระดับการนำไปใช้ มีคะแนนให้ข้อละ 2 คะแนน ของสมองด้านปัญญา ดังนี้ ระดับความเข้าใจ มีคะแนนให้ข้อละ 1 คะแนน ระดับการประเมินค่า มีคะแนนให้ข้อละ 5 คะแนน ตามสูตรต่อไปนี้ ระดับการสังเคราะห์ มีคะแนนให้ข้อละ 4 คะแนน

$$\text{ร้อยละของคะแนน} = \frac{\sum (\text{จำนวนข้อที่ทำถูก} * \text{ค่าระดับคะแนนที่ทำถูก})}{(\text{จำนวนข้อที่ทำทั้งหมด} * \text{ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนที่ทำทั้งหมด}) + \sum (\text{จำนวนข้อที่ทำผิด} * \text{ค่าระดับคะแนนที่ทำผิด})}$$

โดยระบบได้กำหนดเกณฑ์การประเมินจากสูตรที่คำนวณได้ดังตารางที่ 4 ดังนี้



ตารางที่ 4 แสดงเกณฑ์การประเมินระดับองค์ความรู้โดยรวม

ร้อยละของคะแนน	ความหมาย	สี
ตั้งแต่ 80 ขึ้นไป	มีระดับองค์ความรู้โดยรวมดีมาก	สีเขียว
60 - 79	มีระดับองค์ความรู้โดยรวมดี แต่ควรทบทวนเนื้อหาเพิ่มเติม	สีเหลือง
50 - 59	มีระดับองค์ความรู้โดยรวมพอใช้ ต้องทบทวนเนื้อหาเพิ่มเติม	สีส้ม
ตั้งแต่ 49 ลงมา	มีระดับองค์ความรู้โดยรวมต่ำ ต้องทบทวนเนื้อหาเพิ่มเติมและต้องทำข้อสอบอีกครั้ง ให้ได้คะแนนมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 50	สีแดง

ระบบมีการให้ข้อมูลระดับคะแนนและร้อยละของคะแนนที่ทำได้ในการทำข้อสอบแต่ละข้อซึ่งเป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน

จากตารางที่ 1 ตัวอย่างการเปลี่ยนระดับการเรียนรู้และค่าความยากง่ายของข้อสอบสามารถคิดคำนวณคะแนนเพื่อประเมินระดับองค์ความรู้โดยรวมได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงตัวอย่างการคิดคะแนนและประเมินระดับองค์ความรู้โดยรวม

คะแนน	ระดับองค์ความรู้โดยรวม
$\frac{((3 \times 3) + (1 \times 4) + (3 \times 3) + (3 \times 4))}{((15 \times 3.5) + (1 \times 3) + (3 \times 4) + (1 \times 3))}$ $= 34/70.5 = 48.23 \%$	ต้องทบทวนเนื้อหาเพิ่มเติม และต้องทำข้อสอบอีกครั้ง

การทดสอบระบบและผลลัพธ์

ในการนำข้อสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์หาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับพฤติกรรมการเรียนรู้ของสมองด้านปัญญาและการวิเคราะห์หาความยากง่าย

ของข้อสอบโดยโปรแกรม PYTIA 3.0 มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดนำไปใช้ในคลังข้อสอบจำนวน 136 ข้อ โดยแบ่งกลุ่มของข้อสอบได้ทั้งหมด 25 กลุ่ม ดังตารางที่ 6

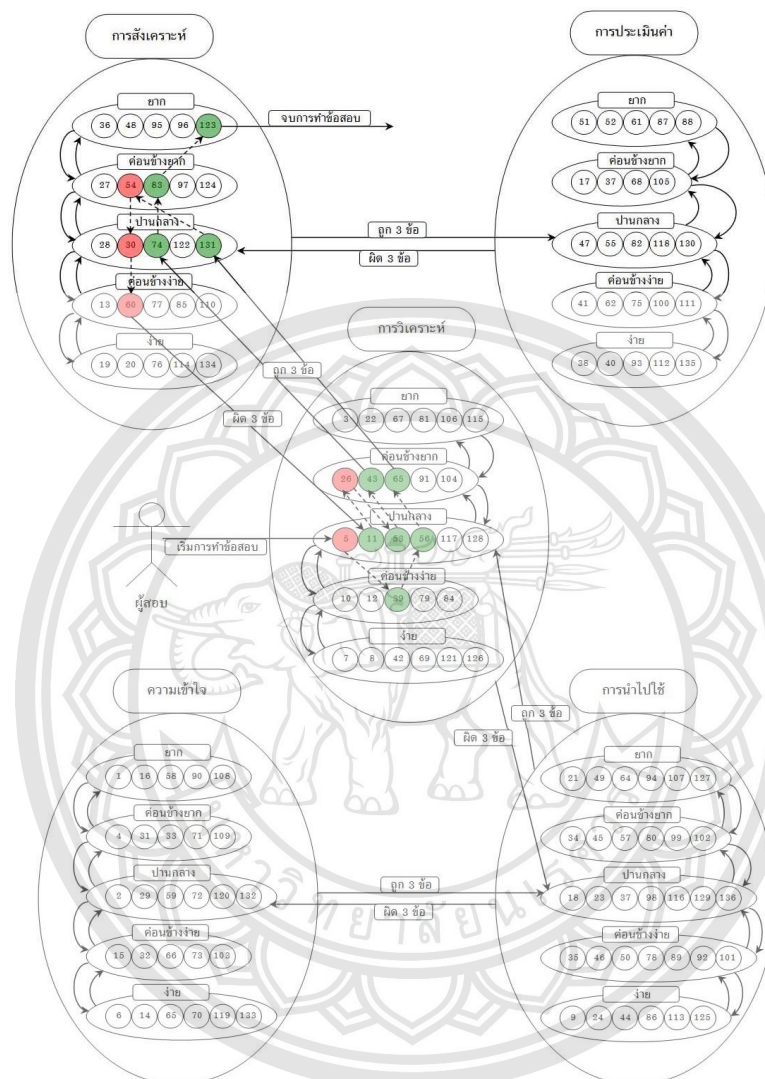
ตารางที่ 6 แสดงค่าความยากง่ายและระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ของสมองด้านปัญญาของข้อสอบแต่ละข้อ

ค่าความยากง่ายของข้อสอบ	ข้อสอบข้อที่				
ยาก (ค่า P = 0 - 0.19)	51, 52, 61, 87, 88	36, 48, 95, 96, 123	3, 22, 67, 81, 106, 115	21, 49, 64, 94, 107, 127	1, 16, 58, 90, 108
ค่อนข้างยาก (ค่า P = 0.20 - 0.39)	17, 37, 68, 105	37, 54, 83, 97, 124	26, 43, 65, 91, 104	34, 45, 57, 80, 99, 102	4, 31, 33, 71, 109
ปานกลาง (ค่า P = 0.40 - 0.59)	47, 55, 82, 118, 130	28, 30, 74, 112, 131	5, 11, 53, 56, 117, 128	18, 23, 37, 98, 116, 129, 136	2, 29, 59, 72, 120, 132
ค่อนข้างง่าย (ค่า P = 0.60 - 0.80)	41, 62, 75, 100, 111	13, 60, 77, 85, 110	10, 12, 39, 79, 84	35, 46, 50, 78, 89, 92, 101	15, 32, 66, 73, 103
ง่าย (ค่า P = 0.81 - 1.00)	38, 40, 93, 112, 135	19, 20, 76, 114, 134	7, 8, 42, 69, 121, 126	9, 24, 44, 86, 113, 125	6, 14, 65, 70, 119, 133
	การประเมินค่า	การสังเคราะห์	การวิเคราะห์	การนำไปใช้	ความเข้าใจ



จากตารางที่ 6 แสดงถึงคุณสมบัติของข้อสอบแต่ละข้อ ซึ่งประกอบด้วยค่าความยากง่ายของข้อสอบ (P) แสดงในแนวนิ่ง และระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ของสมองด้าน

ปัญญาของข้อสอบแสดงในแนวนอน ซึ่งสามารถแสดงขั้นตอนการทำข้อสอบทั้งระบบได้ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงตัวอย่างการทดสอบระบบการทำข้อสอบ

จากรูปที่ 3 ตัวอย่างการทดสอบระบบการทำข้อสอบ เมื่อผู้สอบเริ่มทำข้อสอบระบบจะเลือกข้อสอบข้อแรกที่มีค่าความยากง่ายของข้อสอบในระดับปานกลาง และระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ของสมองด้านปัญญาในหมวดของการวิเคราะห์ (ข้อ 5) เมื่อทำข้อสอบข้อนี้ผิดระบบจะเลือกข้อสอบที่มีค่าระดับค่อนข้างง่าย (ข้อ 39) เป็นข้อต่อไปและข้อสอบยังอยู่ในหมวดการวิเคราะห์ เมื่อทำข้อสอบถูกข้อสอบข้อที่มีค่าระดับปานกลาง

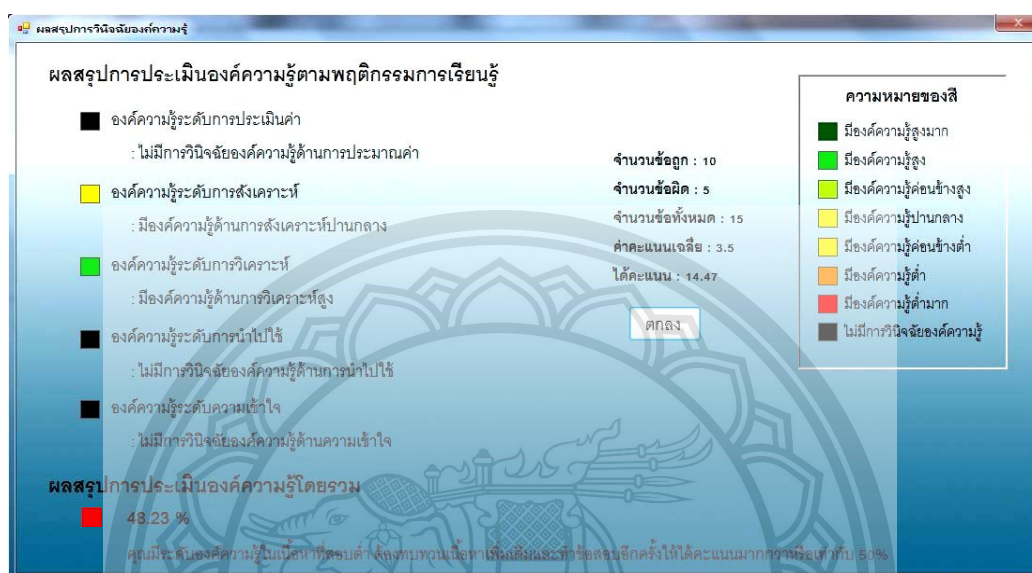
(ข้อ 56) จะถูกเลือกเป็นข้อต่อไป และเมื่อทำข้อสอบข้อนี้ถูกอีกระบบจะเพิ่มระดับค่อนข้างยาก (ข้อ 65) ของข้อสอบ

เมื่อทำข้อสอบในหมวดนี้ถูกอีกระบบจะปรับระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ของสมองด้านปัญญาของข้อสอบให้อยู่ในหมวดการสังเคราะห์ (ข้อ 131) โดยมีค่าความยากที่ระดับปานกลาง และเมื่อทำข้อสอบข้อนี้ถูกต้องครบตามจำนวนที่ระบบกำหนดไว้ก็จะทำการเพิ่มระดับความยากของข้อสอบและระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ของสมองด้านปัญญาในทางตรงกันข้าม เมื่อทำข้อสอบผิด

ในหมวดนั้นครบตามระบบกำหนดก็จะมีการลดความยากของข้อสอบลงพร้อมกับปรับ ระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ของสมองด้านปัญญาลงมาตามไปด้วย

เมื่อผู้สอบทำข้อสอบไปตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ตามรูปที่ 3 เมื่อสิ้นสุดการทำข้อสอบระบบจะมีการประเมิน

ระดับองค์ความรู้ของสมองด้านปัญญาเป็นการให้ผลข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน สามารถแสดงลักษณะการประเมินองค์ความรู้ของผู้เรียนได้ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงการประเมินระดับองค์ความรู้ของสมองด้านปัญญาของแต่ละคน

จากรูปที่ 4 การประเมินระดับองค์ความรู้ตามพฤติกรรม การเรียนรู้ของสมองด้านปัญญาและการประเมินระดับ องค์ความรู้โดยรวมโดยใช้รูปภาพสีต่างๆ เป็นสัญลักษณ์ เพื่อสื่อความหมาย และให้คำแนะนำประกอบการประเมิน

ระบบมีการประเมินระดับองค์ความรู้ตามพฤติกรรม การเรียนรู้ของสมองด้านปัญญาไว้ ดังนี้ คือ ผู้เรียนมี องค์ความรู้ด้านปัญญาระดับการวิเคราะห์สูงระบบแสดง สัญลักษณ์สีเขียวอ่อน คือ สามารถแยกแยะเรื่องราว เหตุการณ์หรือสิ่งต่างๆ ให้กระจายออกเป็นส่วนย่อย การหาจุดเด่นจุดด้อย ความสำคัญ และความสัมพันธ์ การมองทะลุลงไปถึงข้อเท็จจริงที่ซ่อนเร้นอยู่เบื้องหลัง ได้ดีระดับการสังเคราะห์ ปานกลางระบบแสดง สัญลักษณ์สีเหลือง คือ สามารถประดิษฐ์หรือสร้างสรรค์ ผลงานการผสมผสานเรื่องราวหรือสิ่งต่างๆ เข้าด้วยกัน ให้กลายเป็นสิ่งใหม่ หรืออาจเป็นการปรับปรุงเสริมแต่ง ของเก่าให้มีลักษณะแปลกใหม่ดีกว่าเดิมได้พอใช้ไม่มี การประเมินระดับองค์ความรู้ด้านปัญญาในระดับความเข้าใจ การนำไปใช้ และการประเมินค่าระบบแสดงสัญลักษณ์

สีต่ำ ในส่วนของการประเมินระดับองค์ความรู้โดยรวมได้ คะแนนความสามารถ 48.23% และมีคำแนะนำจากระบบ คือ คุณมีระดับองค์ความรู้ในเนื้อหาที่สอบทำต้องทบทวน เนื้อหาเพิ่มเติมและทำข้อสอบอีกครั้งให้ได้คะแนนมากกว่า หรือเท่ากับ 50% การศึกษาหลักการและพัฒนาระบบ เพื่อประเมินระดับองค์ความรู้ด้านปัญญาของผู้เรียนด้วย หลักการการทดสอบปรับเหมาะแบบแยกทางคงที่ สามารถ เลือกข้อสอบที่มีความยากง่ายในระดับแตกต่างกันมา ให้ ผู้เรียนได้ทำในแบบทดสอบมีการให้คะแนนเมื่อตอบถูก และลดคะแนนเมื่อตอบผิดและสามารถเลื่อนระดับข้อสอบ ให้เหมาะสมกับผู้สอบได้ ซึ่งเมื่อประมวลผลคะแนนออกมาแล้วจะทำให้สามารถวิเคราะห์ได้ว่าผู้เรียนมีระดับ องค์ความรู้ด้านปัญญาและระดับองค์ความรู้โดยรวมมาก น้อยเพียงใด โดยมีการใช้รูปภาพสีต่างๆ เป็นสัญลักษณ์ เพื่อสื่อความหมายและให้คำแนะนำประกอบการประเมิน ซึ่งการนำระบบไปทดสอบกับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชา วิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ จำนวน 90 คน สรุปได้ดังตารางที่ 7



ตารางที่ 7 แสดงผลการประเมินระดับองค์ความรู้ด้านปัญญานักศึกษา

จำนวน นักศึกษา	ระดับองค์ความรู้ด้านปัญญา	การประเมินผล
8 คน 3.60 %	การประเมินค่าสูง	สามารถสรุปคุณค่าของเรื่องราวได้ว่าดี เลว ควร ไม่ควร ถูกต้องหรือไม่อย่างไร โดยแสดงเหตุผลหรือเกณฑ์ในการตัดสินใจได้ดี
20 คน 9.01 %	การประเมินค่าปานกลาง	สามารถสรุปคุณค่าของเรื่องราวได้ว่าดี เลว ควร ไม่ควร ถูกต้องหรือไม่อย่างไร โดยแสดงเหตุผลหรือเกณฑ์ในการตัดสินใจพอใช้ได้
22 คน 9.99 %	การสังเคราะห์สูงมาก	สามารถประดิษฐ์หรือสร้างสรรค์ผลงาน การผสมผสานเรื่องราวหรือสิ่งต่าง ๆ เข้าด้วยกันให้กลายเป็นสิ่งใหม่ หรืออาจเป็นการปรับปรุงเสริมแต่งของเก่าให้มีลักษณะแปลกใหม่ดีกว่าเดิมได้ดีมาก
26 คน 11.71 %	การสังเคราะห์สูง	สามารถประดิษฐ์หรือสร้างสรรค์ผลงาน การผสมผสานเรื่องราวหรือสิ่งต่าง ๆ เข้าด้วยกันให้กลายเป็นสิ่งใหม่ หรืออาจเป็นการปรับปรุงเสริมแต่งของเก่าให้มีลักษณะแปลกใหม่ดีกว่าเดิมได้ดี
46 คน 20.72 %	การสังเคราะห์ปานกลาง	สามารถประดิษฐ์หรือสร้างสรรค์ผลงาน การผสมผสานเรื่องราวหรือสิ่งต่าง ๆ เข้าด้วยกันให้กลายเป็นสิ่งใหม่ หรืออาจเป็นการปรับปรุงเสริมแต่งของเก่าให้มีลักษณะแปลกใหม่ดีกว่าเดิมพอใช้ได้
32 คน 14.41 %	การวิเคราะห์สูงมาก	สามารถแยกแยะเรื่องราว เหตุการณ์หรือสิ่งต่าง ๆ ให้กระจายออกเป็นส่วนย่อย การหาความสำคัญ จุดเด่น จุดด้อย และความสัมพันธ์ การมองทะลุลงไปถึงข้อเท็จจริงที่ซ่อนเร้นอยู่เบื้องหลังได้ดีมาก
22 คน 9.91 %	การวิเคราะห์สูง	สามารถแยกแยะเรื่องราว เหตุการณ์หรือสิ่งต่าง ๆ ให้กระจายออกเป็นส่วนย่อย การหาความสำคัญ จุดเด่น จุดด้อย และความสัมพันธ์ การมองทะลุลงไปถึงข้อเท็จจริงที่ซ่อนเร้นอยู่เบื้องหลังได้ดี
18 คน 8.11 %	การวิเคราะห์ปานกลาง	สามารถแยกแยะเรื่องราว เหตุการณ์หรือสิ่งต่าง ๆ ให้กระจายออกเป็นส่วนย่อย การหาความสำคัญ จุดเด่น จุดด้อย และความสัมพันธ์ การมองทะลุลงไปถึงข้อเท็จจริงที่ซ่อนเร้นอยู่เบื้องหลังพอใช้ได้
12 คน 5.41 %	การวิเคราะห์ต่ำ	สามารถแยกแยะเรื่องราว เหตุการณ์หรือสิ่งต่าง ๆ ให้กระจายออกเป็นส่วนย่อย การหาความสำคัญ จุดเด่น จุดด้อย และความสัมพันธ์ การมองทะลุลงไปถึงข้อเท็จจริงที่ซ่อนเร้นอยู่เบื้องหลังได้บางครั้ง
8 คน 3.60 %	การนำไปใช้สูง	สามารถนำเอาความรู้ไปแก้ปัญหาวลีกลเพลงใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการคิดหรือลงมือปฏิบัติได้ดี
4 คน 1.80 %	การนำไปใช้ปานกลาง	สามารถนำเอาความรู้ไปแก้ปัญหาวลีกลเพลงใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการคิดหรือลงมือปฏิบัติพอใช้ได้
4 คน 1.80 %	การนำไปใช้ต่ำ	สามารถนำเอาความรู้ไปแก้ปัญหาวลีกลเพลงใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการคิดหรือลงมือปฏิบัติได้บางครั้ง

จากตารางที่ 7 ผลการประเมินระดับองค์ความรู้ด้านปัญญานักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ จำนวน 90 คน พบว่านักศึกษามีส่วนใหญ่มิมีระดับองค์ความรู้ด้านปัญญาในการสังเคราะห์ ปานกลาง กล่าวคือ นักศึกษา ส่วนใหญ่สามารถประดิษฐ์หรือสร้างสรรค์ผลงานการผสมผสานเรื่องราวหรือสิ่งต่าง ๆ เข้าด้วยกันให้กลายเป็นสิ่งใหม่ หรืออาจเป็นการปรับปรุงเสริมแต่งของเก่าให้มีลักษณะแปลกใหม่ ดีกว่าเดิมพอใช้ได้ดีเป็น

ร้อยละ 21 โดยประมาณ ของระดับองค์ความรู้ด้านปัญญาทั้งหมด

จากการทดสอบระบบการประเมินระดับองค์ความรู้ด้านปัญญาสังเกตว่า กลุ่มตัวอย่างที่นำมาทดสอบระบบยังขาดทักษะการคิดขั้นสูงอาจเนื่องมาจากขาดการฝึกฝน จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่อาจารย์ผู้สอนจะต้องเรียนรู้และสร้าง

ข้อคำถามเพื่อวัดทักษะการคิดให้แก่ผู้เรียน หากอาจารย์



ผู้สอนไม่เร่งสอนให้นักศึกษาคิดเป็นจะเกิดความเสียหาย
แก่การพัฒนาชาติเป็นอย่างมาก

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยชิ้นนี้ได้นำแนวคิดจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อหาวิธีการ การออกแบบและพัฒนาระบบ รวมถึงอุปสรรคที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์มาปรับใช้เป็นแนวทางในการทำการสอบที่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง ทำให้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตอบสนองต่อวัตถุประสงค์และปัญหาของการวิจัย อีกทั้งผู้ร่วมทดสอบระบบได้ให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้ทำให้บรรลุตามวัตถุประสงค์อย่างรวดเร็วสามารถสร้างประโยชน์ให้กับการเรียนการสอนและอ้างอิงผลการวิจัย เพื่อใช้ในการปรับปรุงคุณภาพการศึกษาในอนาคตได้

อย่างไรก็ตามการประเมินองค์ความรู้ด้านปัญญา ในครั้งนี้เป็นการเก็บข้อมูลเฉพาะนักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ จำนวน 90 คน เท่านั้น ซึ่งหากเปรียบเทียบกับประเมินองค์ความรู้ด้านปัญญาของนักศึกษาทุกชั้นปีจะต้องทำการเก็บข้อมูลอีกครั้ง ดังนั้น ผลที่ได้อาจไม่ครอบคลุมการประเมินองค์ความรู้ด้านปัญญาได้ทั้งหมด ซึ่งควรมีการเก็บข้อมูลต่อยอดในการวิจัยครั้งต่อไปด้วย

ข้อเสนอแนะในการพัฒนาระบบประเมินระดับองค์ความรู้ด้านปัญญาของผู้เรียนเพื่อให้มี ความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น มีดังนี้

1. การทำข้อสอบควรมีรูปแบบการสอบแบบแยกทาง แปรผันควบคู่ไปด้วย
2. การพัฒนารูปแบบการสร้างแบบทดสอบ ควรมีรูปแบบแบบทดสอบที่หลากหลาย เช่น แบบจับคู่
3. การสุ่มแบบทดสอบในแต่ละข้อและแต่ละระดับ ควรเพิ่มจำนวนแบบทดสอบสอบในคลังข้อสอบ เพื่อช่วยในการสุ่มแบบทดสอบที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

เกียรติศักดิ์ ส่องแสง. (2547). *ฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบด้วยคอมพิวเตอร์*. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ชยันต์ นันทวงศ์ และจักรกฤษณ์ เสน่ห์. (2554). ระบบประเมินทักษะและองค์ความรู้พื้นฐานสำหรับการปรับโครงสร้างการสอนให้เข้ากับผู้เรียน. ใน *การประชุมวิชาการ นครศรีธรรมราช ครั้งที่ 7*. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ณัฐภัทร ศิริคง และจักรกฤษณ์ เสน่ห์ นมะหุต. (2555). ระบบประเมินระดับองค์ความรู้ของผู้เรียนด้วยหลักการทดสอบแบบปรับเหมาะ. ใน *การประชุมวิชาการ วิทยาศาสตร์วิจัย ครั้งที่ 4*. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ทิศนา ขัมมณี. (2544). *วิทยาการด้านการคิด*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมเนจเม้นท์.

บรรดล สุขปิติ. (2548). *การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เล่ม 1*. นครปฐม: เพชรเกษมการพิมพ์.

บุญชม ศรีสะอาด. (2543). *การวิจัยทางการวัดผลและประเมินผล*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ศิริชัย กาญจนาวาสี. (2538). *การทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบ (Adaptive Testing)*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริชัย กาญจนาวาสี. (2550). *ทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.



Hambleton, R. K., Swaminathan, H., & Rogers H. J. (1991). *Fundamentals of Item Response Theory*. Newbury Park, CA: Sage.

Snae, C. & Bruckner, M. (2008). Web-based Evaluation System for Online Courses and Learning Management System. *Inaugural IEEE International Conference on Digital Ecosystem and Technologies*, Phitsanulok, Thailand.

Snae, C. & Bruckner, M. (2009a). A Learner-Centered Multimedia-Enhanced System with Online Assessment for Young Learners. *International Journal of the Computer, the Internet and Management*, 16(3), 441-446.

Snae, C. & Bruckner, M. (2009b). Distance Online Learning and Evaluation Framework. *Polibit Journal*, 38, 67-74.

Snae, C., Bruckner, M. & Wongthai, W. (2008). E-Assessment Framework for Individual Learners. *International Conference on E-Learning: Strategies and Edutainment*, Bangkok, Thailand.

Wainer, H. (2000). *Computerized adaptive testing: A Primer*, NJ: Erlbaum.

Weiss, D. J. (1973). *The Stratified Adaptive Computerized Ability Test*. Department of Psychology: University of Minnesota.

