

การพัฒนาห้องปฏิบัติการเสมือนเพื่อเรียนรู้การประกอบคอมพิวเตอร์ ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนโดยใช้อุปกรณ์โอculus

ณัฐ ติษเจริญ¹ เรืองยศ สร้อยแก้ว¹ อัจฉราพร ชันธุแสง² และอนุสรณ์ บรรเทิง¹

¹ภาควิชาคณิตศาสตร์ สถิติและคอมพิวเตอร์ และ ²สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา (คอมพิวเตอร์)

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34190

¹E-mail: nadh.d@ubu.ac.th

รับบทความ: 12 สิงหาคม 2562 แก้ไขบทความ: 16 พฤศจิกายน 2562 ยอมรับตีพิมพ์: 6 ธันวาคม 2562

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาห้องปฏิบัติการเสมือนสามมิติสำหรับทดลองฝึกประกอบคอมพิวเตอร์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนโดยใช้อุปกรณ์โอculus ซึ่งพัฒนาเป็นสื่อเสริมประกอบการเรียนรู้รายวิชาคอมพิวเตอร์ที่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน ในรูปแบบโมเดลแอนิเมชันสามมิติ แสดงผลในมุมมองสภาพแวดล้อม 360 องศา พร้อมทั้งเสียงประกอบ ทำให้ผู้เรียนได้สัมผัสประสบการณ์เสมือนได้เข้าไปอยู่สภาพแวดล้อมจริง ภายในห้องปฏิบัติการเสมือนนอกจากผู้เรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับเครื่องคอมพิวเตอร์ในยุคต่าง ๆ แล้วยังสามารถฝึกประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านภารกิจและแบบทดสอบ ที่มีเนื้อหาครอบคลุมเรื่องฮาร์ดแวร์และอุปกรณ์ต่อพ่วงทางคอมพิวเตอร์ เครื่องมือที่ใช้พัฒนา คือ โปรแกรมเบลนเดอร์ (Blender) และโปรแกรมยูนิตี้ (Unity 3D) ใช้งานบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์แสดงผลผ่านแว่นโอculusรีฟท์ (Oculus Rift) และปฏิสัมพันธ์กับโมเดลด้วยอุปกรณ์โอculusทัช (Oculus Touch) ห้องปฏิบัติการเสมือนที่พัฒนาขึ้นนี้เหมาะสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ซึ่งช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ส่งเสริมการเรียนรู้ในลักษณะการเรียนรู้เชิงรุก (active learning) เสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ และใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนของครูได้อีกด้วย การทดสอบระบบเบื้องต้นด้วยการทดลองใช้งานและศึกษาความคิดเห็นด้วยแบบสอบถามจากนักเรียนที่มาร่วมงานมหกรรมประกวดเทคโนโลยีสารสนเทศแห่งประเทศไทย ปี 2562 ที่กรุงเทพมหานคร โดยการสุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ จำนวน 24 คน พบว่า ค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นที่มีต่อห้องปฏิบัติการเสมือนสามมิตินี้มีค่าเท่ากับ 4.54 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.65)

คำสำคัญ: เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน ห้องปฏิบัติการเสมือน การประกอบคอมพิวเตอร์
โอculus

Development of Virtual Laboratory for Learning Computer Assembly Using Virtual Reality Technology via Oculus Devices

Nadh Ditcharoen^{1*}, Ruengyos Soikeaw¹,
Acharaporn Khanthusae² and Anusorn Bunteong¹

¹Department of Mathematics, Statistics and Computer, and ²Major in Science Education (Computer),
Faculty of Science, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani 34190, Thailand

*E-mail: nadh.d@ubu.ac.th

Received: 12 August 2019 Revised: 16 November 2019 Accepted: 6 December 2019

Abstract

The objective of this research was to design and to develop a 3D virtual laboratory for practicing computer assembly computer virtual laboratory via oculus devices to which virtual reality technology was applied. It was designed and developed as an interactive media supplemented to computer course in form of 3D animation model displayed in 360-degree perspective with the sound effect so that learners are able to get an experience like being in a real environment. Inside the virtual laboratory, the learners are able not only to learn about computer ages but also to practice computer assembly through missions and exercises covering computer hardware and peripherals. The development tools consisted of Blender and Unity 3D. The virtual laboratory is run on Windows displayed via oculus rift and interacting with models using oculus touch. It is built suitable for high school students which helps engage learners' interest, promote the active learning process, encourage learners' creativity, and also use as a learning media for teachers. Users' opinion toward the virtual laboratory was evaluated in our preliminary experiment by using a questionnaire collected, by accidental sampling, from 24 students who participated in the 2019 Thailand IT Contest Festival in Bangkok. The findings indicated that the average of students' opinion was 4.54 (SD = 0.65).

Keywords: Virtual reality technology, Virtual laboratory, Computer assembly, Oculus

บทนำ

การจัดการเรียนการสอนในรายวิชาทางคอมพิวเตอร์ ส่วนมากมีลักษณะเป็นการฝึกปฏิบัติ-

การ เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจองค์ความรู้ เน้นการพัฒนาทักษะมากกว่าความรู้ความจำ ทักษะอย่างหนึ่งที่เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้เพื่อเข้าใจองค์

ประกอบทางคอมพิวเตอร์ คือ ทักษะการประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่นอกจากจะทำให้มีความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แล้ว ยังทำให้เข้าใจการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ อันเป็นพื้นฐานเพื่อการพัฒนาต่อยอดเป็นนวัตกรรมต่างๆ ได้ ปัจจุบันได้มีการบรรจุรายวิชาการประกอบคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาลงในหลักสูตร เพื่อจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถเลือกใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ได้อย่างเหมาะสม สามารถประกอบคอมพิวเตอร์ได้ พร้อมทั้งแก้ปัญหาเบื้องต้นที่มาจากความผิดปกติของฮาร์ดแวร์ได้ ซึ่งการประกอบคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องนั้นจำเป็นต้องอาศัยการฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้เกิดความชำนาญ (Kullimratchai and Aonbunua, 2015) อย่างไรก็ตาม ด้วยความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วทางคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยี ทำให้เกิดอุปกรณ์ทางคอมพิวเตอร์ใหม่ ๆ ขึ้นอย่างมาก บางชิ้นอาจมีราคาแพง ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอน นักเรียนอาจไม่เห็นและเรียนรู้หรือฝึกปฏิบัติจากของจริง ผู้สอนจึงได้พยายามสรรหาสื่อการเรียนรู้อื่นๆ เพื่อส่งเสริมความเข้าใจและทักษะดังกล่าว ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปแบบภาพประกอบ คลิปวิดีโอ สื่อสองมิติ หรือสื่อแอนิเมชันสามมิติ

จากการศึกษา พบว่า มีงานวิจัยจำนวนหนึ่งได้มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (virtual reality: VR) ในการจำลองสภาพแวดล้อมให้ผู้ใช้ได้สัมผัสประสบการณ์เสมือนอยู่ในสถานที่จริงดังในงานวิจัยของ Atraksa (2013), Santiworarak and Poonsawas (2015) Sinawatana (2016) Kokram (2016) Khampliew *et al.* (2018) และ Thongsiri and Boonsuya (2015) นอกจากนี้ยังมีการประยุกต์ใช้ VR ในการส่งเสริม

การเรียนรู้ดังในงานวิจัยของ Borjakpan *et al.* (2016, 2019) Ditcharoen *et al.* (2017) Kaew-sriprat (2017) Khamprao and Panyanuparp (2015) Saekhow and Prasertuay (2015) และ Sapawut (2018) จากการรายงานผลการวิจัยพบว่า เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนสามารถสร้างเสริมจินตนาการของผู้เรียน ทำให้เกิดความสนุกสนานในห้องเรียน กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ทั้งยังสามารถลดค่าใช้จ่ายและเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ได้อีกด้วย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนในการพัฒนาห้องปฏิบัติการเสมือนเพื่อใช้ในการเรียนรู้และฝึกทักษะในการประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ออกแบบและพัฒนาห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์เสมือนสำหรับฝึกประกอบคอมพิวเตอร์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน
2. ศึกษาความคิดเห็นของผู้ใช้ที่มีต่อห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์เสมือนสำหรับฝึกประกอบคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน

Waiwanichkit (2018) สรุปร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน คือ การสร้างบรรยากาศเสมือนจริงผ่านทางอุปกรณ์แสดงผล ที่ปัจจุบันมีหลากหลายรูปแบบ เช่น การมองผ่านแว่นตา VR หรือผ่านหน้าจอโทรศัพท์แบบสมาร์ตโฟนหรือผ่านทางเครื่องฉายภาพต่าง ๆ ตัวอย่างของแว่นตา VR เช่น แว่นโculus Rift (oculus rift) (SiamVR, 2016) ที่มีการทำงานแบ่งเป็น Stereoscopic 3D มีเซ็นเซอร์จับการเคลื่อนไหวของผู้-

เล่นและอุปกรณ์ควบคุม (touch controller) เพื่อส่งสัญญาณไปให้โปรแกรมวิเคราะห์สร้างออกมาเป็นภาพเพื่อแสดงผลในแว่นโอculusรีฟิต

เทคโนโลยี VR เป็นการสร้างโลกเสมือนโดยสมบรูณ์แบบให้ปรากฏบนเลนส์ของอุปกรณ์หรือสร้างขึ้นมาอย่างง่าย ๆ ด้วยการให้ผู้ใช้งานเสียบโทรศัพท์แบบสมาร์ทโฟนไว้ภายในช่องที่สวมหน้าและใช้เลนส์ส่งภาพจากหน้าจอ โดยมีกลไกในการแจ้งให้สมาร์ทโฟนทราบว่า ขณะนี้กำลังสอดไว้ภายในอุปกรณ์ VR สวมหน้า มีการออกแบบแอปพลิเคชันพิเศษบนสมาร์ทโฟนให้ตอบสนองแยกการแสดงผลออกสำหรับให้ตาข้างซ้ายและข้างขวาของผู้สวมใส่ได้มองเห็นเป็นภาพ 3 มิติ อย่างไรก็ตาม ไม่ว่าจะใช้อุปกรณ์แสดงผลแบบสมบรูณ์แบบ หรือการใช้งานควบคู่กับการสอดสมาร์ทโฟนไว้ภายใน ประโยชน์ของ VR คือ การสร้างภาพเสมือนจริงและเปิดโอกาสให้ผู้ใช้งานสามารถหมุนตัว โยกศีรษะ เพื่อให้เห็นภาพในโลกเสมือนได้ 360 องศา

ผู้ผลิตอุปกรณ์ VR รายใหญ่ที่มีแนวโน้มจะเป็นผู้นำทางการตลาด ประกอบด้วย 1) บริษัท Oculus 2) Morpheus โดยค่าย Sony 3) Vive VR ซึ่งเป็นการผลิตร่วมกันระหว่างบริษัท HTC และ Valve 4) OSVR โดยบริษัท Razer ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการออกแบบให้มีระบบสนับสนุนในการพัฒนาแอปพลิเคชันแบบ open source

ฮาร์ดแวร์และอุปกรณ์ต่อพ่วงทางคอมพิวเตอร์

ระบบคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลัก (Yuangthong, 2014) คือ ฮาร์ดแวร์ (hardware) ซอฟต์แวร์ (software) บุคลากร (people) และข้อมูลหรือสารสนเทศ (data/information) โดยฮาร์ดแวร์เป็นส่วนประกอบที่สำคัญ

ที่สุดของคอมพิวเตอร์หากขาดฮาร์ดแวร์แล้ว เครื่องคอมพิวเตอร์จะไม่สามารถเกิดขึ้นได้

พจนานุกรมคำศัพท์คอมพิวเตอร์ (<https://dictionary.sanook.com/search/dict-computer/hardware>) ได้ให้ความหมายของ ฮาร์ดแวร์ ว่า คือ ส่วนกายภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ แบ่งเป็น 3 หน่วย คือ 1) หน่วยรับข้อมูล 2) หน่วยความจำ และ 3) หน่วยแสดงผล นอกจากนี้ยังรวมถึงอุปกรณ์ต่อพ่วงต่าง ๆ ด้วย โดยหากจำแนกตามลักษณะการใช้งานแล้ว สามารถแบ่งฮาร์ดแวร์ได้ 2 กลุ่ม ได้แก่ อุปกรณ์ภายนอก (external hardware) หรืออุปกรณ์ต่อพ่วงต่าง ๆ ที่ทำหน้าที่ในการเพิ่มศักยภาพในการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์มากขึ้น เช่น จอภาพ เม้าส์ คีย์บอร์ด ลำโพง และอุปกรณ์ภายในคอมพิวเตอร์ (internal hardware) ซึ่งถูกติดตั้งไว้ภายในเคสคอมพิวเตอร์ โดยแต่ละชิ้นจะทำงานประสานกัน เช่น เมนบอร์ด แรม หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยประมวลผลภาพ พาวเวอร์ซัพพลาย หน่วยความจำสำรอง

เมื่อนำอุปกรณ์ทั้งภายในและภายนอกมาประกอบรวมกันก็จะกลายเป็นคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง อย่างไรก็ตามกว่าอุปกรณ์คอมพิวเตอร์จะมีลักษณะอย่างที่เราเห็นในปัจจุบัน ต่างก็มีวิวัฒนาการมาจากอุปกรณ์แบบเดิมในยุคต่าง ๆ ทางคอมพิวเตอร์ ซึ่ง Yuangthong (2014) ได้แบ่งคอมพิวเตอร์ออกเป็น 5 ยุค ดังนี้

ยุคที่ 1 (ค.ศ. 1944–1958) ยุคแห่งหลอดสุญญากาศ ยุคนี้ใช้เครื่องจักรทำงานร่วมกับระบบไฟฟ้า ประมวลผลโดยวงจรที่อาศัยหลอดสุญญากาศ (vacuum tube) แต่ทำให้เปลืองต้นทุนในการบำรุงรักษาพอสมควร เพราะหลอดสุญญากาศมีอายุการใช้งานสั้น และใช้ภาษาเครื่อง

อีกทั้งคอมพิวเตอร์ในยุคนี้จะมีขนาดใหญ่

ยุคที่ 2 (ค.ศ. 1959–1964) ยุคแห่งทรานซิสเตอร์ (transistor) เป็นวงจรหลักของระบบคอมพิวเตอร์ ใช้ภาษาระดับสูง มีการประดิษฐ์อุปกรณ์สำหรับป้อนข้อมูลเข้าเครื่องโดยตรง แทนบัตรเจาะรูหรือจานแม่เหล็ก

ยุคที่ 3 (ค.ศ. 1964–1974) ยุคแห่งไอซี (IC) เริ่มใช้วงจรรวม (integrated circuit: IC) มีหน่วยความจำเป็นแบบ semiconductor ขนาดของคอมพิวเตอร์ จึงมีขนาดเล็กลง มีการใช้หน่วยความจำแบบใหม่เรียกว่า thin film memory ซึ่งทำงานได้เร็วขึ้น เกิด minicomputer

ยุคที่ 4 (ค.ศ. 1975–ปัจจุบัน) ยุคแห่ง LSI (large scale integration) ใช้เทคโนโลยี VLSI (very large scale integration) เข้ามาแทนแผงวงจรรวมประยุกต์ใช้เครือข่ายคอมพิวเตอร์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้สูงขึ้น ในยุคนี้ขนาดของคอมพิวเตอร์จะมีขนาดเล็กลงมาก เกิด micro computer

ยุคที่ 5 (ปัจจุบัน) ยุคปัญญาประดิษฐ์ parallel system, intelligence คาดว่าในยุคนี้เป็นยุคของปัญญาประดิษฐ์ การทำงานของระบบคอมพิวเตอร์จะทำงานแบบขนานกันไป มีความเร็วในการประมวลผลสูงมาก โดยหวังให้ระบบคอมพิวเตอร์มีความรู้ สามารถวิเคราะห์ปัญหาด้วยเหตุผล

การเรียนรู้เชิงรุก

การเรียนรู้เชิงรุก (active learning) คือกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ลงมือกระทำและได้ใช้กระบวนการคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เขาได้กระทำลงไป (Bonwell and Eison, 1991) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ภายใต้สมมติฐานพื้นฐาน 2 ประการ คือ 1) การเรียนรู้เป็นความพยายาม

โดยธรรมชาติของมนุษย์ และ 2) แต่ละบุคคลมีแนวทางในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน (Meyers and Jones, 1993) โดยกระบวนการเรียนการสอนนี้จะมุ่งเน้น 2 องค์ประกอบที่สำคัญ คือ 1) การกระทำ (doing) ซึ่งผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน และ 2) การสะท้อนประสบการณ์ (reflecting) ซึ่งผู้เรียนสะท้อนว่าเรียนอะไร (Suwannaphoom, 2014)

เกมมิฟิเคชัน

เกมมิฟิเคชัน (gamification) หมายถึงการใช้เทคนิคในรูปแบบของเกมโดยไม่ใช้ตัวเกมช่วยกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่สนุกสนาน ใช้กลไกของเกมเป็นตัวดำเนินการอย่างไม่ซับซ้อน อันจะทำให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรม ตรวจสอบ ปรับปรุง และหาวิธีการแก้ไขปัญหา (Lertbumrungchai, 2017) เป็นการนำเอกลักษณ์ของเกมมาสร้างความน่าสนใจในการเรียนรู้ เพื่อสร้างแรงจูงใจและความน่าตื่นตันทันในการเรียนรู้ ทำให้เกิดเป็นสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ดี มีกระบวนการที่ง่ายต่อการเข้าใจในสิ่งที่ซับซ้อน โดยใช้เหตุการณ์ในชีวิตประจำวันในความเป็นจริง มาจัดเป็นกิจกรรมในลักษณะของเกม (Kapp, 2012)

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาคั้งนี้ คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาและนักศึกษามหาวิทยาลัยที่มาร่วมงานมหกรรมประกวดเทคโนโลยีสารสนเทศแห่งประเทศไทย ปี 2562 (Thailand IT Contest Festival 2019) ที่กรุงเทพมหานคร โดย

การสุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ จำนวน 24 คน ประกอบด้วยนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 8 คน และนักศึกษามหาวิทยาลัยจำนวน 16 คน

การสร้างและพัฒนาคุณภาพเครื่องมือ

เครื่องมือในการวิจัย ประกอบด้วย ห้องปฏิบัติการเสมือนที่พัฒนาด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน และเป็นจริงเสมือน และแบบสอบถามความคิดเห็น

(1) ห้องปฏิบัติการเสมือนเพื่อเรียนรู้การประกอบคอมพิวเตอร์ พัฒนาด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน ซึ่งเครื่องมือที่ใช้พัฒนา ได้แก่ โปรแกรมยูนิตี้ (Unity 3D V2017) โปรแกรมเบลนเดอร์ (Blender 2.79b) และทดสอบใช้งานผ่าน oculus rift และ oculus touch (รายละเอียดการพัฒนาห้องปฏิบัติการเสมือนแสดงในหัวข้อถัดไป)

(2) แบบสอบถามความคิดเห็น ออกแบบตามแนวคิดของลิเคิร์ต (Likert scale) ใช้

ตาราง 1 เกณฑ์การให้คะแนนประเมินความคิดเห็น

| ระดับเกณฑ์การให้คะแนน | | ความหมาย |
|-----------------------|------------|---|
| เชิงคุณภาพ | เชิงปริมาณ | |
| มากที่สุด | 4.51–5.00 | มีความคิดเห็นหรือความพึงพอใจในระดับมากที่สุด |
| มาก | 3.51–4.50 | มีความคิดเห็นหรือความพึงพอใจในระดับมาก |
| ปานกลาง | 2.51–3.50 | มีความคิดเห็นหรือความพึงพอใจในระดับปานกลาง |
| น้อย | 1.51–2.50 | มีความคิดเห็นหรือความพึงพอใจในระดับน้อย |
| น้อยที่สุด | 1.00–1.50 | มีความคิดเห็นหรือความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด |

การพัฒนาห้องปฏิบัติการเสมือนเพื่อเรียนรู้การประกอบคอมพิวเตอร์

(1) การวิเคราะห์เนื้อหาและออกแบบระบบ จากประสบการณ์สอนด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีของผู้วิจัยมากกว่า 8 ปี ร่วมกับอ้างอิงจากหนังสือสมัยใหม่และสอบถามจาก

เกณฑ์ 5 ระดับคือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด จำนวน 11 คำถาม ซึ่งแบ่งข้อคำถามเป็น 2 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ความเข้าใจและด้านการนำเสนอ แบบสอบถามได้รับตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ผลการประเมินพบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เป็นรายข้อเท่ากับ 1.00 ทุกข้อ

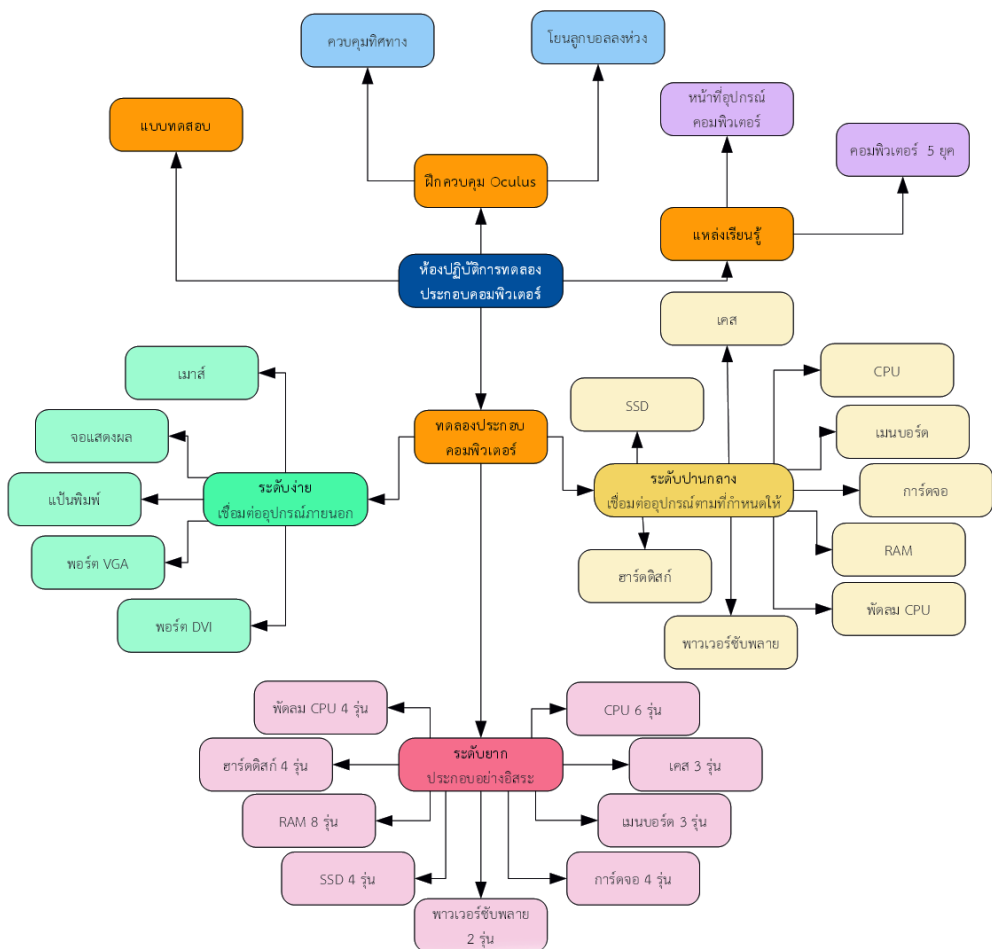
การรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ผล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ติดตั้งอุปกรณ์แล้วให้ผู้ใช้ทดสอบใช้งานห้องปฏิบัติการเสมือนหลังจากใช้งานแล้วให้ผู้ใช้ทดสอบตอบแบบสอบถามความคิดเห็นผ่าน google form การวิเคราะห์ผลจากการตอบแบบสอบถามโดยใช้ค่าเฉลี่ยด้วยโปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนของความคิดเห็นแสดงในตาราง 1

ครูผู้สอนรายวิชาคอมพิวเตอร์ในระดับมัธยมศึกษา จึงได้ออกแบบเนื้อหาให้มีตั้งแต่ระดับง่ายจนถึงระดับยากและซับซ้อนในการประกอบคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนสามารถปฏิสัมพันธ์กับโมเดลสามมิติที่นำเสนออุปกรณ์แต่ละชิ้น ได้เริ่มเรียนรู้และทำความรู้จักกับอุปกรณ์ตั้งแต่ที่คุ้นเคยและ

ไม่คุ้นเคย อุปกรณ์สมัยใหม่และย้อนกลับไปในยุคต่าง ๆ ผู้เรียนเลือกฝึกประกอบคอมพิวเตอร์ ตั้งแต่ระดับง่าย เช่น ต่อเพียงอุปกรณ์ภายนอกเท่านั้น แล้วเพิ่มระดับเป็นต่ออุปกรณ์ภายใน และเพิ่มความซับซ้อนให้มีอุปกรณ์ชนิดเดียวกัน แต่หลากหลายรุ่นและโมเดล ซึ่งการฝึกปฏิบัติจะออกแบบเป็นลักษณะภารกิจ (mission) ให้ผู้เรียนฝึกประกอบให้ถูกต้อง โดยเนื้อหาในการฝึกปฏิบัติ

ปฏิบัติการประกอบคอมพิวเตอร์ ครอบคลุมในเรื่องยุคต่าง ๆ ในคอมพิวเตอร์ ฮาร์ดแวร์และอุปกรณ์ต่อพ่วงต่าง นอกจากนี้ยังมีแบบทดสอบให้ผู้เรียนได้ทดสอบความรู้ความเข้าใจ โดยเป็นลักษณะคำถามแบบเลือกตอบที่ทำผ่านระบบในห้องปฏิบัติการเสมือนนี้ด้วย โครงสร้างของเนื้อหาและการออกแบบระบบโดยรวมแสดงในภาพที่ 1

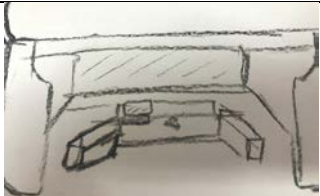

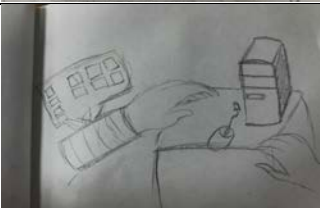





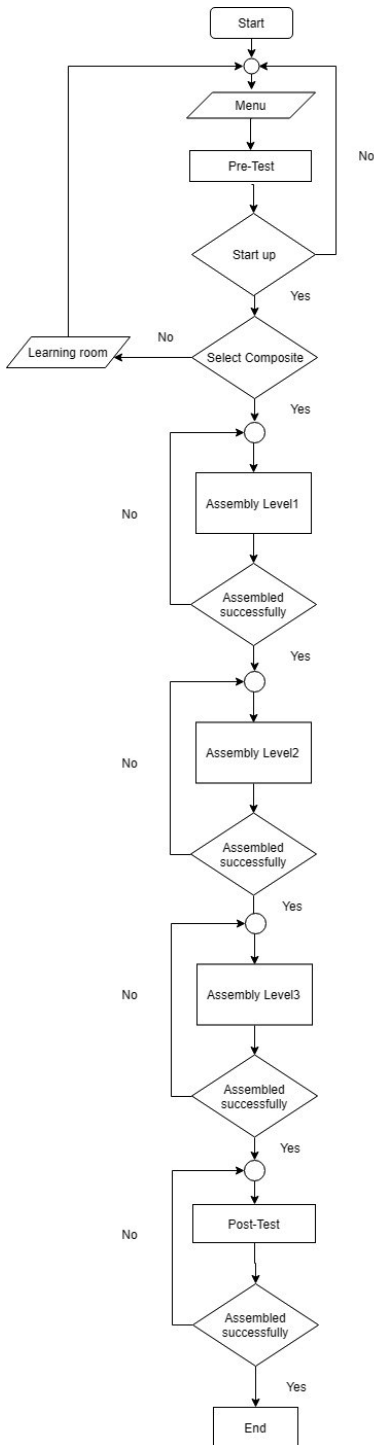
ภาพที่ 1 โครงสร้างของเนื้อหาและการออกแบบระบบในห้องปฏิบัติการเสมือนเพื่อประกอบคอมพิวเตอร์

เมื่อวิเคราะห์เนื้อหาเรียบร้อยแล้วจึงได้ การออกแบบสตอรี่บอร์ดของการพัฒนาห้องปฏิบัติ การเสมือนเพื่อเรียนรู้การประกอบคอมพิวเตอร์ ตัวอย่างการออกแบบจากแสดงในตาราง 2 ผู้วิจัยออกแบบขั้นตอนการใช้งานและการเรียนรู้ ในห้องปฏิบัติการเสมือนไว้ดัง flowchart ในภาพ

ที่ 2 เมื่อผู้เล่นเข้าใช้ห้องปฏิบัติการแล้ว จะปรากฏ หน้าเมนูให้เลือกว่าจะเลือกทดลองประกอบคอม- พิวเตอร์หรือเลือกที่จะเข้าไปเรียนรู้เรื่องอุปกรณ์ คอมพิวเตอร์เบื้องต้น ถ้าเลือกฝึกประกอบคอม- พิวเตอร์ จะเริ่มต้นในระดับง่ายก่อน เมื่อผ่านจะ ขยับไปสู่ระดับปานกลางและยากตามลำดับ และ

ตาราง 2 ตัวอย่างสตอรี่บอร์ดของการพัฒนาห้องปฏิบัติการเสมือน

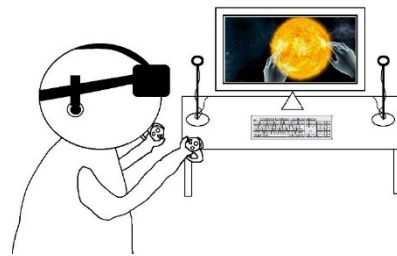
| ตัวอย่างฉาก | รายละเอียด |
|---|---|
|  | <p>ฉากห้องปฏิบัติการทดลองประกอบคอมพิวเตอร์ จะมีอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในห้อง มีคอมพิวเตอร์ในแต่ละยุคสมัยแสดงให้ดูเสมือนเป็นพิพิธภัณฑ์คอมพิวเตอร์ มีโต๊ะ มีอุปกรณ์การเล่นเกมวางอยู่บนโต๊ะ ซึ่งผู้เล่นสามารถหยิบมาเล่นได้อิสระ</p> |
|  | <p>ในฉากต่าง ๆ ผู้ใช้จะต้องหยิบแฟลชไดร์ฟเสียบลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อดูว่าจะเริ่มทำภารกิจอะไร เช่น การประกอบคอมพิวเตอร์ แบบทดสอบ หรือศึกษาอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ในยุคต่าง ๆ</p> |
|  | <p>ฉากภารกิจประกอบคอมพิวเตอร์ระดับง่าย (Level 1) จะมีอุปกรณ์ภายนอก เช่น เม้าส์ จอภาพ คีย์บอร์ด และอื่นๆ ให้ผู้ใช้ได้เลือกมาประกอบเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์</p> |
|  | <p>ฉากภารกิจประกอบคอมพิวเตอร์ระดับยาก (Level 3) จะมีอุปกรณ์หลากหลายวางให้ผู้ใช้เลือกมาประกอบเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่น จะมี CPU RAM Main Board HDD SSD รุ่นต่างๆ ให้ผู้ใช้เลือกมาประกอบให้ถูกต้อง</p> |
|  | <p>เมื่อประกอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ในตำแหน่งถูกต้องทั้งหมดแล้ว กดปุ่มเปิดเครื่อง พัดลมของ Power Supply จะหมุนและไฟเครื่องจะติด ซึ่งจะหมุนอยู่บนโต๊ะให้ดูครบทุกด้าน</p> |
|  | <p>ฉากเกมแบบทดสอบความรู้เรื่องอุปกรณ์คอมพิวเตอร์เบื้องต้น เมื่อผู้เล่นผ่านภารกิจต่าง ๆ แล้ว จะเข้ามาเล่นเกมตอบปัญหาเกี่ยวกับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์เบื้องต้น และเมื่อตอบจนครบทุกข้อแล้ว จะแสดงสรุปคะแนน ขึ้นบนหน้าจอ</p> |



ภาพที่ 2 Flowchart การใช้งานและการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเสมือน

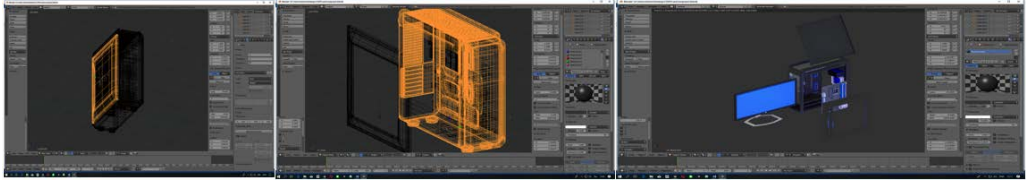
เข้าจากสุดท้ายคือแบบทดสอบคอมพิวเตอร์เบื้องต้น

(2) การออกแบบการใช้งานระบบ ผู้วิจัยออกแบบลักษณะการใช้งานดังในภาพที่ 3 ประกอบด้วยอุปกรณ์แว่นโอculusรีฟท์ที่ใช้แสดงผลโมเดลแอนิเมชันสามมิติในมุมมอง 360 องศา ภาพที่แสดงผลให้ผู้ใช้ที่ไม่ได้ใส่แว่นได้มองเห็นและอุปกรณ์ควบคุมโอculusรีฟท์

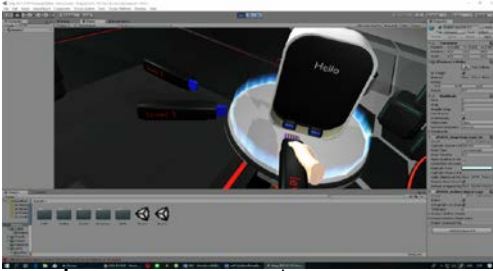


ภาพที่ 3 การออกแบบการใช้งานห้องปฏิบัติการเสมือน

(3) การออกแบบและพัฒนาโมเดล แบ่งเป็น 3 ส่วนคือ 1) การออกแบบและสร้างโมเดลสามมิติของฮาร์ดแวร์และอุปกรณ์ต่อพ่วง รวมทั้งรายละเอียดคอมพิวเตอร์ในยุคต่าง ๆ ด้วยโปรแกรมเบลนเดอร์ ดังในภาพที่ 4 2) การพัฒนาส่วนเชื่อมต่อกับอุปกรณ์โอculusรีฟท์และการเคลื่อนไหวด้วยโปรแกรมยูนิตี้ ซึ่งต้องติดตั้ง SDK สำหรับอุปกรณ์โอculusโดยดาวน์โหลดจาก Oculus Developer Center (<http://developer.oculus.com>) ตัวอย่างการพัฒนาส่วนนี้แสดงดังในภาพที่ 5 และ 3) การพัฒนาส่วนการปฏิสัมพันธ์กับโมเดลสามมิติ โดยการเขียนสคริปต์ควบคุมการทำงาน ดังตัวอย่างในภาพที่ 5 ที่ทำให้ผู้ใช้หยิบชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่าง ๆ ของคอมพิวเตอร์มาเชื่อมต่อกัน โดยผู้ใช้สามารถหยิบแฟลชไดรฟ์เพื่อเลือกเปลี่ยนฉากตามระดับความยากง่ายได้

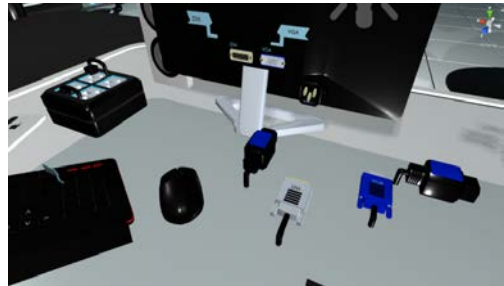


ภาพที่ 4 การพัฒนาโมเดลเคสคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม Blender



ภาพที่ 5 การพัฒนาส่วนเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ไอ-คูล์สริฟท์และการมีปฏิสัมพันธ์กับโมเดลสามมิติ

แฟลชไดรฟ์ที่จะเข้าสู่แบบทดสอบ และการเข้าสู่แหล่งการเรียนรู้ด้วย



ภาพที่ 7 การกิจประกอบคอมพิวเตอร์ Level 1

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

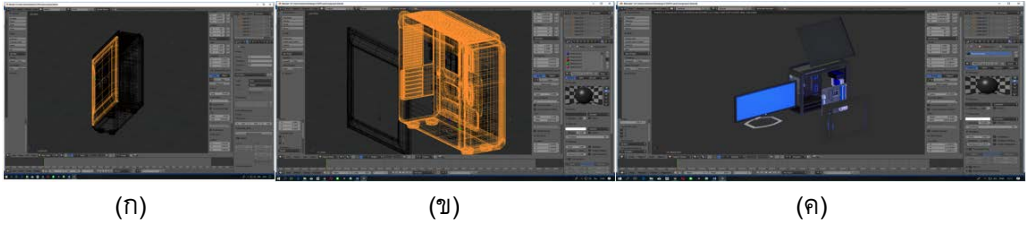
ผลการวิจัย ประกอบด้วย ผลการพัฒนาโมเดลแอนิเมชันสามมิติ (ภาพที่ 6-11) และผลการใช้งานห้องปฏิบัติการเสมือน (ตาราง 3) ตัวอย่างผลการพัฒนาโมเดลสามมิติแสดงดังต่อไปนี้



ภาพที่ 6 เครื่องเสียบแฟลชไดรฟ์แบบ USB

ภาพที่ 6 แสดงผลการพัฒนาโมเดลและแอนิเมชันเครื่องเสียบแฟลชไดรฟ์แบบ USB โดยมีแฟลชไดรฟ์ที่ระบบระดับความยากง่ายของภารกิจประกอบคอมพิวเตอร์ (Level 1-3) รวมทั้ง

ภาพที่ 7 แสดงผลการพัฒนาโมเดลและแอนิเมชันภารกิจประกอบคอมพิวเตอร์ระดับง่าย (Level 1) ประกอบด้วยการต่อสายต่าง ๆ ของคอมพิวเตอร์ เม้าส์ จอ คีย์บอร์ด ให้ถูกต้องตามที่กำหนด มีเสียงประกอบแนะนำการประกอบคอมพิวเตอร์เพื่อให้นักเรียนเล่น เมื่อประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว กดปุ่มเปิดเครื่อง ไฟจะติด และพัดลมหมุน ส่วนภาพที่ 8 แสดงภารกิจประกอบคอมพิวเตอร์ระดับยาก (Level 3) ซึ่งจะเป็นการประกอบชิ้นส่วนภายในคอมพิวเตอร์ประกอบไปด้วย เคส ซีพียู เมนบอร์ด การ์ดจอ แรม พัดลมซีพียู HDD SSD ที่มีอุปกรณ์เครื่องคอมพิวเตอร์ให้เลือกมากมายตามอิสระ โดยแยกเป็น 2 กลุ่มอุปกรณ์ คือโจทย์การประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ตระกูล AMD (ภาพที่ 8ก) และโจทย์การประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ตระกูล Intel (ภาพที่ 8ข)



ภาพที่ 8 การกิจประกอบคอมพิวเตอร์ Level 3

ห้องปฏิบัติการเสมือนที่พัฒนาขึ้นนี้มีผู้ช่วยที่ให้คำแนะนำและสนทนากับผู้ใช้ ซึ่งพัฒนาเป็น bot ดังในภาพที่ 9ก คือ bot แนะนำการใช้งานและการควบคุมอุปกรณ์โอculus และให้คำแนะนำวิธีการเล่นต่าง ๆ ภายในห้องทดสอบเสมือนภาพที่ 9ข เป็น bot แสดงผลของข้อมูล หรือคำถามต่าง ๆ มีเสียงประกอบแนะนำการตอบคำถาม

และภาพที่ 9ค bot ช่วยในการตอบแบบสอบถามของผู้เล่น ซึ่งจะบินตามเราไปทุกที่ในการทำแบบทดสอบเพื่อให้คำแนะนำ นอกจากนี้ยังมี bot เอาไว้ฝึกการบังคับทิศทางของผู้เล่นภายในห้อง และ bot ให้คำแนะนำในการประกอบคอมพิวเตอร์ หรือหน้าที่ต่าง ๆ ของคอมพิวเตอร์ อีกทั้งยังแนะนำการประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ อีกด้วย



ภาพที่ 9 ผู้ช่วยในการให้คำแนะนำต่างๆ

ผลการพัฒนาในส่วนแบบทดสอบที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเสมือน แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ การเลือกตอบคำถามโดยตัวเลือกเป็นอุปกรณ์ซึ่งวางให้ผู้ใช้หยิบเพื่อเลือกเป็นคำตอบ (ภาพที่ 10) และแบบเลือกตอบคำถามโดยการหยิบตัวเลือก A B C D (ภาพที่ 11)

สำหรับการเขียนโค้ดเพื่อการทำงานต่าง ๆ พัฒนาด้วยภาษา C# ที่เขียนในโปรแกรมยูนิตี้ ดังตัวอย่างโค้ดต่อไปนี้ ที่จัดการการนับถอยหลังการโหลดฉากใหม่อัตโนมัติ โดยแสดงการนับ

ถอยหลังบนจอภาพภายในห้องประกอบคอมพิวเตอร์เสมือน ซึ่งจะนับถอยหลังโหลดฉากใหม่ภายใน 5 วินาที



ภาพที่ 10 แบบทดสอบในห้องปฏิบัติการเสมือนแบบเลือกตัวเลือกจากอุปกรณ์



ภาพที่ 11 แบบทดสอบในห้องปฏิบัติการเสมือนแบบเลือกตัวเลือก A-D

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.UI;

public class CountdownTimer : MonoBehaviour {
    public string levelToLoad;
    private float timer = 5f;
    private Text timerSeconds;

    void Start () { timerSeconds = GetComponent<Text>(); }

    void Update () {
        timer -= Time.deltaTime;
        timerSeconds.text = timer.ToString ("f0");
        if(timer <= 0) {
            Application.LoadLevel(levelToLoad);
        }
    }
}
```

ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นจากกลุ่มตัวอย่างที่รวบรวมมาจำนวน 24 คน (ตาราง 3) พบว่า ค่าเฉลี่ยโดยรวม มีค่าเท่ากับ 4.54 และเมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านความรู้ความเข้าใจและด้านการนำเสนอ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุดทั้งสองด้าน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าห้องปฏิบัติการเสมือนเพื่อเรียนรู้การประกอบคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นนี้มีแนวโน้มที่จะช่วยเพิ่มความรู้อย่างดี ความเข้าใจในการเรียนและพัฒนาทักษะการประกอบคอมพิวเตอร์ได้ จากการสังเกตกลุ่มตัวอย่าง

ขณะทดลองใช้งาน พบว่า ผู้ใช้มีความตื่นตัว ให้ความสนใจกระตือรือร้นในการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ditcharoen *et al.* (2017) และจากการออกแบบห้องปฏิบัติการเสมือนให้มีลักษณะเป็นภารกิจส่งผลให้ผู้รู้สึกท้าทายที่จะทำการกิจให้สำเร็จ มีความตั้งใจและมุ่งมั่นในเรียนรู้อย่างจริงจังสอดคล้องกับหลักการของ gamification ที่นำรูปแบบเกมมาผสมผสานกับการศึกษา และจากการสังเกต พบว่า ผู้ใช้มีความสุขในขณะที่เรียนรู้และหลังจากเรียนรู้ผ่านห้องปฏิบัติการเสมือนเพื่อเรียนรู้การประกอบคอมพิวเตอร์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนนี้

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้นำเสนอผลการพัฒนาห้องปฏิบัติการเสมือนเพื่อการเรียนรู้การประกอบคอมพิวเตอร์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน ที่พัฒนาโมเดลสามมิติในลักษณะมัลติมีเดียที่เคลื่อนไหว พร้อมเสียงประกอบ ผู้ใช้สามารถปฏิสัมพันธ์กับโมเดลผ่านอุปกรณ์โอculus Rift และ Oculus Touch ห้องปฏิบัติการออกแบบให้มีการกิจแบบทดสอบ ที่ทำให้ท้าทายผู้เรียนให้เกิดความอยากเรียนรู้มากขึ้น ซึ่งส่งเสริมให้เกิดการจดจำได้ง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้น จากผลการวิจัย พบว่า ผู้ใช้มีความคิดเห็นต่อระบบในระดับมากที่สุดสรุปได้ว่า ห้องปฏิบัติการเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการส่งเสริมการเรียนรู้ในลักษณะการเรียนเชิงรุกกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการการแข่งขันพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 21

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้ใช้

| รายการประเมินความคิดเห็น | \bar{X} | SD | แปลความหมาย |
|--|-------------|------------|------------------|
| ด้านความรู้ความเข้าใจ | 4.53 | .62 | มากที่สุด |
| 1. ได้รับความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์มากขึ้น | 4.63 | .58 | มากที่สุด |
| 2. ได้รับความรู้ในการประกอบคอมพิวเตอร์เพิ่มขึ้น | 4.58 | .58 | มากที่สุด |
| 3. ได้รับความสนุกสนานเพลิดเพลิน | 4.50 | .66 | มาก |
| 4. สามารถจดจำอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ได้มากขึ้น | 4.54 | .66 | มากที่สุด |
| 5. เข้าใจการประกอบคอมพิวเตอร์ได้มากขึ้น | 4.42 | .65 | มาก |
| ด้านการนำเสนอ | 4.51 | .71 | มากที่สุด |
| 6. ภาพมีความสวยงาม ชัดเจน สมจริง | 4.63 | .58 | มากที่สุด |
| 7. เสียงมีความชัดเจน | 4.33 | .82 | มาก |
| 8. ความพึงพอใจต่อภาพเคลื่อนไหว | 4.50 | .83 | มาก |
| 9. ความพึงพอใจต่อโมเดล 3 มิติ | 4.75 | .53 | มากที่สุด |
| 10. สามารถใช้งานได้ง่าย | 4.33 | .70 | มาก |
| 11. ความพึงพอใจโดยรวม | 4.71 | .46 | มากที่สุด |
| รวม | 4.54 | .65 | มากที่สุด |

(NSC2019) ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค. Premium) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณบางส่วนในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Atraksa, I. (2013). A Development of a virtual museum model on computer technology. **Journal of Education Research, Faculty of Education, Srinakharinwirot University** 8(2): 275–284. (in Thai)
- Bonwell, C. C., and Eison, J. A. (1991). **Active Learning: Creating Excitement in the Classroom. ASHE–ERIC Higher Education Report**. Washington, DC: School of Education and Human Development, George Washington University.
- Borjakpan, S., Treerat, T., and Karsabai, P. (2016). The development of an interactive entertainment virtual reality exploring the solar systems. **4th Rajabhat University National and International Research and Academic Conference (RUNIRAC IV)** (pp.37–46). Buriram: Buriram Rajabhat University. (in Thai)
- Borjakpan, S., Chueawangkhram, E., Deerkusa, S., and Maliwong, W. (2019). Application for learning on human digestive system with virtual reality. **Udon Thani Rajabhat University Journal of Sciences and Tech-**

- nology** 6(1): 95–111.
- Ditcharoen, N., Bunteong, A., and Srisuporn, N. (2016). Development of virtual class room for learning solar system using virtual reality technology. **The 6th PSU Education Conference** (pp. 16–24). Songkla: Prince of Songkla University. (in Thai)
- Kaewsriprat, A. (2017). **Development of 3D Virtual Reality Interactive Game on Mobile Devices for Upper Primary Students**. Master's Thesis. Bangkok. King Mongkut's University of Technology North Bangkok. (in Thai)
- Kapp, K. M. (2012). **The Gamification of Learning and Instruction**. San Francisco: Wiley.
- Khampliew, A., Chalernsuk, C. and Chuen-sombat, K. (2018). Development of Thailand tourism application using virtual reality technology. **UTCC Academic Day** (pp.1873–1885). Bangkok: University of the Thai Chamber of Commerce. (in Thai)
- Khamprao, W., and Panyanuparp, S. (2015). **3D Game for Learning Vocabulary via Virtual Reality on Android**. B.Sc. Senior Project in Information Technology. Ubon Ratchathani: Ubon Ratchathani University. (in Thai)
- Kokram, N. (2016). **3D Model of Virtual Tourism at Pha Taem National Park**. B.Sc. Senior Project in Information Technology. Ubon Ratchathani: Ubon Ratchathani University. (in Thai)
- Kullimratchai, P., and Aonbunua, T. (2015). Teaching media: Computer integration using interactive multimedia computer assisted instruction. **EAU Heritage Journal** 5(5): 91–98. (in Thai)
- Lertbumrungchai, K. (2017). **The meaning of Gamification**. Retrieve from <http://touchpoint.in.th/gamification/>, October 12, 2019.
- Meyers, C., and Jones, T. B. (1993). **Promoting Active Learning: Strategies for the College Classroom**. San Francisco: Jossey-Bass.
- Saekhow, N., and Prasertuay, S. (2015). Development of virtual world model for interactive multimedia instruction on exploring the computer world. **VRU Research and Development Journal Humanities and Social Science** 10(1): 36–45. (in Thai)
- Santiworarak, L., and Poonsawas, B. (2015). Developing prototype of virtual reality application to simulation and control walking player for people disability. **The 7th National Conference on Information Technology** (pp.129–134). Chiangmai: Le Meridien Chiangmai. (in Thai)
- Sapawut, S. (2017). **Games for Learning of Earth and Stars in Virtual Astronomy Classroom via Oculus Devices**. B.Sc. Senior Project in Information Technology. Ubon Ratchathani: Ubon Ratchathani University. (in Thai)
- SiamVR. (2016). **Detail of Oculus Rift Vir-**

tual Reality. Retrieved from <http://www.siamvr.com/oculus-rift/oculus-rift-virtual-reality/>, December 7, 2018.

Sinahawatana, T. (2016). **3D Virtual Museum of Lent Candle via Oculus Rift on Android.** B.Sc. Senior Project in Information Technology. Ubon Ratchathani: Ubon Ratchathani University. (in Thai)

Suwannaphoom, K. (2014). **Active Learning.** Retrieved from http://teachingresources.psu.ac.th/files/meded_focus/2557/06june_2014.pdf, October 12, 2019.

Thongsiri, W., and Boonsuya, A. (2015). **Vir-**

tual Exhibition by Google Card Board using Simulating a Virtual Exhibition Room. B.Sc. Senior Project in Information Technology. Ubon Ratchathani: Ubon Ratchathani University. (in Thai)

Waiwanichkit, P. (2018). The study of virtual reality and augmented reality technology – Impact with 5G mobile network. **NBTC Annual Review 2018:** 153–171. (in Thai)

Yuangthong, S. (2014). **Fundamentals of Computer and Information Technology.** Bangkok: SE-ED.