กระบวนการเรียนรู้แบบจินตวิศวกรรมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงคู่แฝดในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ห้องปฏิบัติการเสมือน

Learning Process of Imagineering using Digital Twin in Virtual Laboratory Learning Environment

พงศธร ปาลี[1] และ ปณิตา วรรณพิรุณ[2]

สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์[1]
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ[2]
pongsaton.pal@rru.ac.th[1], panita.w@fte.kmutnb.ac.th[2]

บทคัดย่อ

การเขียนบทความวิชาการครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาศึกษากระบวนการเรียนรู้แบบจินตวิศวกรรมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงคู่แฝดในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ห้องปฏิบัติการเสมือน โดยแบ่งการศึกษาบทความวิชาการ ออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ 1) การสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนากระบวนการเรียนรู้แบบจินตวิศวกรรมผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริงคู่แฝดหรือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนแบบผสม 2) ความเหมาะสมของกระบวนการเรียนรู้ของกระบวนการเรียนรู้แบบจินตวิศวกรรมผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริงคู่แฝด ผลการศึกษาพบว่ากระบวนการเรียนรู้ของกระบวนการเรียนรู้แบบจินตวิศวกรรมผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริงคู่แฝดเพื่อเพิ่มความรู้ความเข้าใจกระบวนการเรียนรู้กระบวนการเรียนรู้แบบจินตวิศวกรรมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงคู่แฝด ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ต่อไปนี้ 1) การจินตนาการ 2) การออกแบบ 3) การพัฒนา 4) การนำเสนอ 5) การปรับปรุง และ 6) การประเมิน จากนั้นได้ทำการศึกษา ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง พบว่าห้องปฏิบัติการประกอบไปด้วย 6 ปัจจัย ได้แก่ 1) ความยืดหยุ่น 2) ความสะดวก 3) การโต้ตอบ 4) การสร้างแรงจูงใจ 5) ประสิทธิภาพ 6) การให้ความร่วมมือ และสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ประกอบไปด้วย 5 องค์ประกอบ 1) การจัดการทรัพยากร 2) บุคคล 3) การฝึกอบรม 4) การพัฒนา 5) ประสบการณ์การเรียนรู้

คำสำคัญ : การเรียนรู้แบบจินตวิศวกรรม เทคโนโลยีเสมือนจริงคู่แฝด สภาพแวดล้อมห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

ABSTRACT

This academic paper is intended to develop learning process of imagineering using digital twin in virtual laboratory learning environment. The study is divided into 2 stages: 1) the synthesis of research papers and research related to the development of the imagineering learning process through digital twin or mixed reality to enhance knowledge in virtual

laboratory learning environments; 2) the appropriateness of the learning process of the imagineering learning process through digital twin or mixed reality technologies. The results showed that the learning process of the imagineering learning process is based on virtual technology. To enhance the understanding of the process of learning the imagineering learning process with digital twin included; 1) imagine 2) design 3) develop 4) present 5) improvement and 6) evaluate then study virtual laboratory consisted of 6 factors: 1) flexibility 2) convenience 3) interaction 4) motivation 5) efficiency and 6) collaboration and the learning environment consists of 5 elements : 1) resources 2) people 3) training 4) development and 5) experience learning based on the theoretical and research studies.

Keyword : Imagineering, Digital Twin, Virtual Laboratory Environment

1. บทนำ

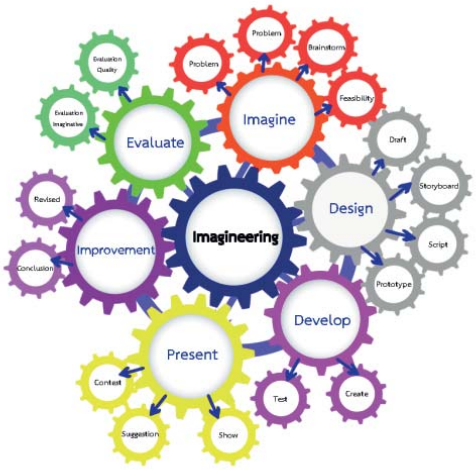
ปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศมีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาขึ้นมาก โลกกำลังก้าวเข้าสู่ยุคของการสร้างเทคโนโลยีโลกเสมือนจริง ความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการต่างๆ ส่งผลให้การเรียนการสอนต้องมีการปรับตัวให้ก้าวทันกับนวัตกรรมและเทคโนโลยีที่จะเกิดขึ้น ซึ่งเทคโนโลยีเสมือนจริงคู่แฝด “Digital Twin” คือเทคโนโลยีที่ทำหน้าเชื่อมโยงทุกสรรพสิ่งในโลกเสมือนจริง [1] ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในโลกปัจจุบันในทุกๆ ด้าน ไม่ว่าเป็นด้านธุรกิจ อุตสาหกรรม การท่องเที่ยว และการศึกษา จึงทำให้ได้รับความสนใจอย่างมากในปัจจุบัน เพราะในอนาคตอันใกล้นี้ เทคโนโลยีดังกล่าวอาจจกลายเป็นอีกสิ่งที่เข้ามาอำนวยความสะดวกให้กับการดำเนินชีวิตของมนุษย์ในปัจจุบัน

เพื่อให้สอดคล้องกับการพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนให้ก้าวเข้าสู่ยุคไทยแลนด์ 4.0 เป็นแนวคิดใหม่ในการจัดการเรียนรู้ โดยเน้นทักษะในการคิดวิเคราะห์ การศึกษาได้มีการนำเอาระบบความจริงเสมือนมาผนวกกับการเรียนการสอนทั้งการสร้างสื่อการเรียนการสอนในรูปแบบของห้องปฏิบัติการเสมือน (Virtual Laboratory) เพื่อช่วยในการทดลองปฏิบัติงานจริงจากการทดสอบจากห้องปฏิบัติการก่อนออกไปปฏิบัติงานจริง และในสภาวะที่โลกกำลังหมุนเปลี่ยนไปอย่างรวดเร็วนี้ส่งผลให้การศึกษาต้องมีการพัฒนา การมีเป้าหมายให้ผู้เรียนเกิดความคิดเพื่อเข้าสู่กระบวนการทำงาน ในรูปแบบของโครงงาน ทางด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศที่จะต้องใช้ การเลือก การจัดการและการใช้เพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นได้เข้าใจ การจัดการเรียนการสอนทางด้านเทคโนโลยี เป็นการเรียนการสอนที่ท้าทายผู้เรียนเพราะเทคโนโลยีล้วนแล้วแต่เป็นสิ่งที่พัฒนาขึ้นใหม่อยู่ตลอดเวลา กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบจินตวิศวกรรม จึงเป็นกระบวนการที่เหมาะกับยุคนี้ เพราะเน้นให้ผู้เรียนแก้ปัญหา และการทำโครงงาน [2] วิธีการเหล่านี้มีประสิทธิภาพสูงสุด คือ การให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการกระทำ (Learning by doing) กระบวนการเรียนรู้ที่เป็นแบบแผนและมีขั้นตอนกระบวนการจะทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ

2. กระบวนการเรียนรู้แบบจินตวิศวกรรม (Imagineering)

แนวคิดการเรียนรู้แบบจินตวิศวกรรม เป็นการสังเคราะห์กระบวนการทางจินตวิศวกรรมโดยได้ความคิดมาจากวอลท์ดิสนีย์ [3] โดยการสร้างจินตนาการเรื่องราวต่างๆ ในอนาคตไว้ในสวนสนุกของวอลท์ดิสนีย์ ทั้งตัวการ์ตูน ตัวละครในหนังแฟนซีต่างๆ ได้มาจากจินตนาการของคนทำงานจากทุกสาขาวิชา เช่น นักวิทยาศาสตร์ ศิลปิน ผู้สร้างภาพยนต์ วิศวกร สถาปนิก โปรแกรมเมอร์ นักเขียนบท เป็นต้น แนวคิดของการใช้จินตวิศวกรรมในชั้นเรียนวิชาสื่อคอมพิวเตอร์ [4] ชมรมจินตวิศวกรรม [5] กระบวนการจินตวิศวกรรมมาช่วยในการทำงาน [6]

ปรัชญนันท์ นิลสุข และปณิตา วรรณพิรุณ [2] ได้กล่าวไว้ว่า การศึกษาของประเทศประสบปัญหาอย่างมากเพราะการเรียนการสอนเน้นที่เนื้อหา ผู้เรียนทุกคนจำเป็นต้องเรียนรู้เนื้อหาวิชาเพื่อนำไปใช้ในการสอบแข่งขัน ผู้สอนก็จำเป็นต้องทุ่มเทการสอนไปที่เนื้อหาวิชาเพื่อการสอบแข่งขัน ผู้เรียนของไทยเรียนเนื้อหามากที่สุดแต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลับ ต่ำกว่าประเทศอื่นๆ ทั้งสิ้น ขณะที่การปรับปรุงหลักสูตรและวิธีการสอนใหม่ๆ ต้องการให้ผู้เรียนมีทักษะในการใช้ชีวิต ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม มุ่งที่จะให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ เป็นผู้มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ รู้จักการแก้ปัญหา สามารถสื่อสารและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ ซึ่งการเรียนรู้แบบจินตวิศวกรรมจะช่วยตอบโจทย์สิ่ง จนได้กระบวนการเรียนรู้แบบจินตวิศวกรรม 6 ด้าน 17 ขั้นตอน ดังรายละเอียดรูปภาพที่ 2



รูปภาพที่ 1 กระบวนการเรียนรู้แบบจินตวิศวกรรม

2.1 การจินตนาการ (Imagine) ได้แก่ ขั้นตอนการกำหนดโจทย์จินตนาการของผลงาน (Problem) ขั้นตอนการระดมสมองจินตนาการผลงาน (Brainstorm) ขั้นตอนการแสดงความคิดเห็น (Discussion) ขั้นตอนการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของจินตนาการ (Feasibility)

2.2 การออกแบบ (Design) ได้แก่ ขั้นตอนการร่างแบบ (Draft) ขั้นตอนการเขียนสตอรี่บอร์ด (Story board) ขั้นตอนการเขียนสคริปต์ (Script) ขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง (Prototype)

2.3 การพัฒนา (Develop) ได้แก่ ขั้นตอนการสร้าง (Create) ขั้นตอนการทดสอบการทำงาน (Test)

2.4 การนำเสนอ (Present) ได้แก่ ขั้นตอนการแสดงผลงาน (Show) ขั้นตอนการแข่งขัน (Contest) และขั้นตอนการรับฟังความคิดเห็น (Suggestion)

2.5 การปรับปรุง (Improvement) ได้แก่ ขั้นตอนการแก้ไขผลงาน (Revised) ขั้นตอนการสรุปผลงาน (Conclusion)

2.6 การประเมินผล (Evaluate) ได้แก่ ขั้นตอนการประเมินตามจินตนาการ (Process Evaluation) ขั้นตอนการประเมินคุณภาพงาน (Product Evaluation)

โดยสามารถสรุปได้ว่ากระบวนการเรียนรู้แบบจินตวิศวกรรมสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนในทุกระดับชั้นการศึกษา ตั้งแต่อนุบาลจนถึงระดับมหาวิทยาลัย เพราะจินตนาการสามารถเกิดขึ้นได้ในทุกระดับของผู้เรียน ผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก และจัดการเรียนรู้แบบจินตวิศวกรรมให้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สร้างสรรค์สิ่งที่ตนเองคิดจากจินตนาการได้เป็นระบบกำหนดโจทย์ ปัญหาที่นำไปสู่ผลงาน เสนอกระบวนการในรูปของโครงงานให้ผู้เรียนได้สร้างส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ ทำงานร่วมกับผู้อื่น รู้จักที่จะคิดออกแบบและสร้างชิ้นงานด้วยตนเอง ตลอดจนได้แสดงออกโดยการนำเสนอผลงานของตนเองในรูปแบบต่างๆ พร้อมทั้งรับฟังข้อเสนอแนะและคำติชมนำไปปรับปรุง แก้ไขจนได้สิ่งที่สมบูรณ์ตามจินตนาการที่คาดหวัง ทำให้ผู้เรียนเกิดความรักในการที่จะเรียนรู้ เป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญอย่างแท้จริง

3. เทคโนโลยีเสมือนจริงคู่แฝด (Digital Twin)

เทคโนโลยีเสมือนจริง เป็นวิวัฒนาการของเทคโนโลยีทางการวิจัยของรัฐบาลสหรัฐอเมริกา ที่ต้องการพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านการทหาร การจำลองการบิน โดยได้ประดิษฐ์จอภาพสวมศีรษะ 3 มิติร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์กราฟิก 3 มิติ จึงนับเป็นต้นแบบของเทคโนโลยีเสมือนจริงในปัจจุบัน ระบบเสมือนจริงมีอุปกรณ์พิเศษในการมองเห็น การได้ยิน การสัมผัสจากโลกที่จำลองขึ้น และอุปกรณ์ที่ใช้ในการบันทึก และส่งเสียงพูด หรือเคลื่อนที่ในโปรแกรมเพื่อสร้างการจำลองสถานการณ์ขึ้น [7] ทำให้ผู้ใช้สามารถรับรู้เหตุการณ์จริง ระบบคอมพิวเตอร์สามารถตรวจสอบการรับรู้ความเคลื่อนไหวของผู้ใช้นำไปประมวลผลและแสดงผล เพื่อให้เกิดความสมจริงมากขึ้น

เทคโนโลยีเสมือนจริงคู่แฝด (Digital Twin) คือ การเป็นตัวแทนดิจิทัลของเอนทิตี้หรือระบบในโลกแห่งความเป็นจริงเสมือนคู่แฝด ในยุคของการเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ เข้าด้วยกันโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต (Internet of Things) มีแนวโน้มที่จะพัฒนาเป็นอย่างยิ่งในอีก 3-5 ปีข้างหน้า โดยกำลังเป็นที่สนใจของนักพัฒนาระบบปัญญาประดิษฐ์ (artificial intelligence) ในการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงคู่แฝดมาใช้ผสมผสานและการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ให้มีประสิทธิภาพการทำงานที่สูงยิ่งขึ้น [1]

เทคโนโลยีเสมือนจริงคู่แฝด (Digital Twin) [9] สื่อใหม่ที่เกิดจากเทคโนโลยีดิจิทัล ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานและการสื่อสารมากขึ้นด้วยการหลอมรวมการสื่อสารมวลชน คอมพิวเตอร์และโทรคมนาคมเข้าด้วยกัน [8] เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่ผสมผสานโลกแห่งความจริง (Real World) กับโลกเสมือน (Virtual World) โดยการนำเอาเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) ซึ่งเป็นการสร้างสถานการณ์จำลองจากสภาพแวดล้อมจริง กับวัตถุเสมือนจากการนำภาพ วิดีโอ เสียง ข้อมูลต่างๆ ที่ประมวลผลมาจากคอมพิวเตอร์ มือถือ เทปเล็ต ทำให้เราสามารถตอบสนองกับสิ่งที่จำลองนั้นได้ การจำลองสภาพแวดล้อมจริงเข้าไปให้เสมือนจริง (VR) ซึ่งเป็นการจำลองสภาพแวดล้อมจริงเข้าไปให้เสมือนจริง โดยการทำให้เสมือนจริงโดยผ่านการรับรู้ของเราไม่ว่าจะเป็น การมองเห็น เสียง การสัมผัส หรือแม้กระทั่ง

กลิ่น และทำให้เราสามารถตอบสนองกับสิ่งที่จำลองนั้นได้ เช่น การจำลองห้องปฏิบัติการขึ้นมาจากการสร้างโลกเสมือนจริงทุกอย่าง จะเห็นได้ว่าการนำเอาเทคโนโลยีเสมือนจริงคู่แฝดเข้ามาใช้นี้จะช่วยในการพัฒนาอนาคตทางด้านการศึกษา โดยการนำไปใช้ในการสร้างสถานการณ์จำลองห้องปฏิบัติ ในการทดลองใช้เครื่องมือปฏิบัติที่มีราคาค่อนข้างสูง และไม่สามารถซื้อมาใช้ในการทดลองได้ ในส่วนของทางธุรกิจ สามารถนำไปใช้ในการนำเสนอสถานที่ท่องเที่ยวต่างๆ ได้ถึงแม้จะยังไม่เคยไป แต่เหมือนได้ไปจริงๆ จึงได้มีการสร้างสถานการณ์จำลองต่างๆ ให้เรียนรู้ก่อนที่จะไปใช้งานจริงต่อไป ดังรายละเอียดรูปภาพที่ 2

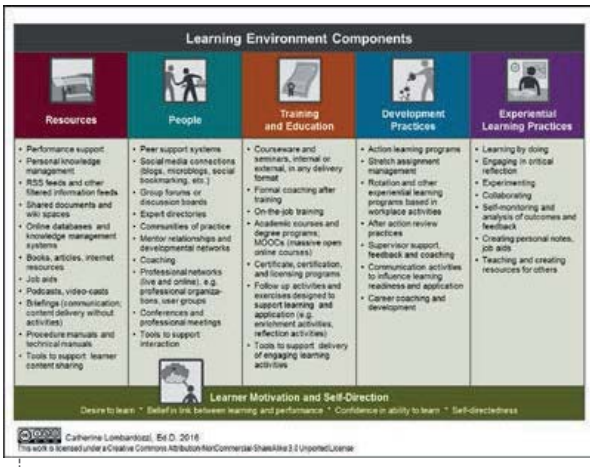
ที่มา : http://www.affinityvr.com/mixed-reality-augmented-virtual-reality

รูปภาพที่ 2 แสดงการทำงานของเทคโนโลยีเสมือนจริงคู่แฝด (Digital Twin) หรือเทคโนโลยีเสมือนจริงแบบผสม Mixed Reality (MR)

โดยสามารถสรุปได้ว่าการนำเอาเทคโนโลยีเสมือนจริงคู่แฝดเป็นการผสมผสานระหว่างสิ่งที่เป็นสภาพแวดล้อมความเป็นจริง (Real Enviornment) ความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality) เมื่อนำมาผสมผสานกันและเกิดการตอบสนองในทันที จะทำให้เกิดเป็น Mixed Reality โดยสามารถพัฒนาส่วนของการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมได้ง่ายขึ้น และประหยัดต้นทุนในการพัฒนาระบบได้มากกว่า เพียงใช้กล้องติดกับอุปกรณ์ต่างๆ และวัตถุสัญลักษณ์ (Marker) เพื่อช่วยในการระบุตำแหน่งและแม่นยำมากยิ่งขึ้น

4. สภาพแวดล้อมห้องปฏิบัติการเสมือน (Virtual Laboratory environment)

การออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เป็นแนวทางปฏิบัติเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ในยุคดิจิทัล เป็นกลยุทธ์สำหรับการจัดแนวหลายวิธีที่ผู้เรียนเรียนรู้อย่างเป็นทางการเป็นทางการพัฒนาสังคมและประสบการณ์เพื่อตอบสนองความต้องการด้านความรู้และทักษะเฉพาะด้าน จะช่วยให้การเรียนรู้ที่ยืดหยุ่นเรียนรู้ด้วยตัวเองที่คนจำนวนมากเห็นคุณค่าเป็นประโยชน์เกี่ยวกับทรัพยากรที่มีความเกี่ยวข้องและมีส่วนร่วมมากที่สุดสำหรับการพัฒนาที่จำเป็นการสนับสนุนการเรียนรู้จึงเป็นองค์ประกอบจำเป็นในการจัดการเรียนการสอนในสภาพแวดล้อมการทำงานโดยรวม ทรัพยากรที่เป็นประโยชน์สำหรับการเรียนรู้มักเป็นประโยชน์สำหรับการสนับสนุนประสิทธิภาพ [10] ต้องอาศัยองค์ประกอบหลายอย่างเพื่อให้เกิดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ซึ่งมีองค์ประกอบ ดังรายละเอียดรูปภาพที่ 3



ที่มา : http://l4lp.com/learning-environments

รูปภาพที่ 3 องค์ประกอบสภาพแวดล้อมของการเรียนรู้ (Learning Environment Components)

ตารางที่ 1 องค์ประกอบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ห้องปฏิบัติการเสมือน

องค์ประกอบสภาพแวดล้อมของการเรียนรู้	**ความหมาย**
1. ทรัพยากร (Resource)	- การสนับสนุนด้านประสิทธิภาพ - อุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเสมือน ทางด้านฮาร์ดแวร์ คือ ระบบการจัดการห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VRP-Lab) ทางด้านซอฟต์แวร์ คือ แว่นสามมิติ, โทรศัพท์มือถือ เป็นต้น
2. คน (People)	- การเชื่อมต่อสื่อสังคมออนไลน์เพื่อสนับสนุนการทำงานร่วมกัน โดยมี อาจารย์ เป็นผู้ควบคุมดูแลห้องปฏิบัติการเสมือนจริง และนักศึกษา เป็นผู้ที่ศึกษาเรียนรู้จากห้อง ปฏิบัติการเสมือนตามกระบวนการเรียนรู้แบบจินตวิศวกรรม
3. การฝึกฝนและการเรียนรู้ (Training and Education)	- เครื่องมือเพื่อสนับสนุนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการฝึกฝน ได้นำเอากระบวนการเรียนรู้แบบจินตวิศวกรรมทั้ง 6 ขั้นตอน มาใช้ในประกอบ การเรียนรู้และการ
	ฝึกฝน
4. การพัฒนา (Development)	- การพัฒนาโปรแกรมการเรียนรู้จากประสบการณ์อื่นๆ และพัฒนาจากงานที่ทำจริง
5. ประสบการณ์ (Experiential)	- การเรียนรู้โดยการกระทำ (Learning by doing) - ติดตามและวิเคราะห์ผลลัพธ์และข้อเสนอแนะด้วยตนเอง
6. แรงจูงใจในการเรียนรู้ (Learner Motivation)	- ความต้องการที่จะเรียนรู้ (Desire to learn) - การเชื่อมโยงระหว่างการเรียนรู้และการปฏิบัติงาน

ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง คือ ห้องที่สามารถปรับแต่ง “ความเป็นจริง” (Reality) ให้ง่ายเข้า เข้าใจได้ง่าย ไม่ซับซ้อนเกินไปอย่างของจริง และมีการจัดการเรียนที่ง่าย ใช้เวลาน้อย สามารถใช้เวลาทำการทดลองได้หลายการทดลองในเวลาไม่มาก ไม่ต้องเสียเวลารอผลการทดลอง และคิดไตร่ตรองวางแผนการทดลองต่อไปอย่างรอบคอบ โดยข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ จะช่วยตรวจสอบการทดลองจากห้องปฏิบัติการเสมือน และส่งข้อมูลไปบอกนักศึกษาให้วางแผนการทดลองใหม่รวมทั้งให้ไตร่ตรองสะท้อนความคิดต่อการทดลองที่ไร้ประโยชน์นั้น อาจารย์สามารถใช้ข้อมูลการทดลองของนักศึกษา (ในคอมพิวเตอร์) นำมาออกแบบการอภิปรายกลุ่มในห้องเรียน หรือเพื่อหารือการวางแผนบทเรียนต่อไป หรือใช้ตรวจสอบหากลุ่มนักศึกษาที่ต้องการสอนเสริม การค้นคว้าทดลองช่วยให้นักศึกษาได้มีโอกาสมีปฏิสัมพันธ์โดยตรงกับโลกแห่งความเป็นจริง ผ่านการใช้เครื่องมือ การใช้เทคนิคเก็บข้อมูล การสร้างโมเดลและการศึกษาทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ช่วยให้นักศึกษาได้เรียนรู้สิ่งเหล่านี้โดยสามารถจำแนกได้ 3 ประการ คือ 1. การสร้าง ใช้สำหรับเก็บข้อมูลการเรียนรู้ของนักศึกษาเป็นรายคน

เพื่อนำมาเป็นข้อมูลประกอบการแนะนำให้นักศึกษาเข้าไปทำการทดลองเพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อการเรียนรู้สูงสุด 2. การหาจุดสมดุล หรือความพอดีระหว่างการเรียนโดยห้องปฏิบัติการจริงกับห้องปฏิบัติการเสมือน 3. หาความต้องการทักษะและยุทธศาสตร์ที่ใช้ในการประยุกต์ใช้การเรียนโดยห้องปฏิบัติเสมือนจริง

โดยสามารถสรุปได้ว่าห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเป็นการสร้างห้องเรียนที่จำลองมาจากความเป็นจริง สร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการเรียนการสอนแบบที่จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเข้ามาใช้ห้องปฏิบัติการได้โดยไม่มี ข้อจำกัดทางด้านเวลา สถานที่ และค่าใช้จ่าย เพื่อการพัฒนาการเรียนการสอน

5. การสังเคราะห์งานวิจัย

ตารางที่ 2 การสังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้แบบจินตวิศวกรรม

การสังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้แบบจินตวิศวกรรม							
กระบวนการเรียนรู้แบบจินตวิศวกรรม	Qiyue [11]	Guzdial and Tew [4]	Prosperi [12]	Nilsook and Wannapiroon [2]	Nilsook, Utakrit, Clayden [13]	Techakosit, Nilsook [14]	Kuiper and Smith [15]
1. การจินตนาการ (Imagine)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2. การศึกษา (Study)	✓	✓	✓		✓	✓	✓
3. การออกแบบ (Design)	✓		✓	✓	✓	✓	✓
4. การพัฒนา (Development)	✓		✓	✓	✓	✓	✓
5. การนำเสนอ (Presentation)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6. การประเมินผล (Evaluate)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

จากการทบทวนวรรณกรรม ได้ขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้แบบจินตวิศวกรรม โดยมีประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การจินตนาการ (Imagine) 2) การศึกษา (Study) 3) การออกแบบ (Design) 4) การพัฒนา (Development) 5) การนำเสนอ (Presentation) และ 6) การประเมินผล (Evaluate)

จากตารางที่ 2 ได้การสังเคราะห์ตารางกระบวนการเรียนรู้แบบจินตวิศวกรรมทั้ง 6 ขั้นตอนแล้วนั้น ได้ทำการสร้างกระบวนการเรียนโดยการนำเอาเทคโนโลยีเสมือนจริงคู่แฝด ซึ่งประกอบด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) และเทคโนโลยีเสมือนจริง (VR) มาประยุกต์ใช้ในการสร้างสถานการณ์จำลองสภาพแวดล้อมเสมือนจริงกับโลกแห่งความเป็นจริง แสดงรายละเอียด ดังรูปภาพที่ 4

รูปภาพที่ 4 ขั้นตอนการเรียนรู้แบบจินตวิศวกรรมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงคู่แฝด

การเรียนรู้แบบจินตวิศวกรรมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงคู่แฝด จากภาพที่ 4 สามารถอธิบายขั้นตอนการทำงานออกเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

1) การจินตนาการ (Imagine) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนย่อยดังนี้ 1.1 การกำหนดโจทย์จินตนาการของผลงาน (Problem) 1.2 ขั้นตอนการระดมสมองจินตนาการผลงาน (Brainstorm) 1.3 ขั้นตอนการแสดงความคิดเห็น (Discussion) 1.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของจินตนาการ (Feasibility) โดยภาพรวมของขั้นตอนนี้เกิดจากการระดมความคิดจินตนาการผลงานของนักศึกษา โดยการนำมาเป็นโจทย์ที่จะสร้างผลงาน แล้วนำมาสร้างวีดีโอจำลองเสมือนจริง นำมาแลกเปลี่ยนความคิดจากหลายๆ กลุ่มเพื่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ในการจินตนาการของนักศึกษาแต่ละกลุ่ม ในการแลกเปลี่ยน แสดงความคิดเห็น

2) การออกแบบ (Design) ได้แก่ ขั้นตอนการร่างแบบ (Draft) ขั้นตอนการเขียนสตอรี่บอร์ด (Story board) ขั้นตอนการเขียนสคริปต์ (Script) ขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง (Prototype) จากขั้นตอนที่ 1 ที่ผ่านมา นักศึกษาได้กระบวนการจินตนาการจากสิ่งที่คิดสร้างขึ้นมา ในขั้นตอนที่ 2 นักศึกษาลงมือทำการเขียนสตอรี่บอร์ด โดยได้นำกระบวนการของการสร้างสถานการณ์จำลองเสมือนจริง มาออกแบบแผนภาพอินโฟกราฟิก (Info graphic picture)

3) การพัฒนา (Develop) ได้แก่ ขั้นตอนการสร้าง (Create) ขั้นตอนการทดสอบการทำงาน (Test) โดยกระบวนการดังกล่าวนี้ได้ผ่านการจินตนาการสิ่งที่จะสร้างและการออกแบบ ในส่วนของการพัฒนาเป็นขั้นตอนที่นักศึกษาจะต้องทำการสร้างสื่อเสมือนจริงเพื่อประกอบการเรียนรู้จากโปรแกรมสำเร็จรูป (Unity 3D VR and AR HP Reveal) โดยการประเมินผลการทำงานเบื้องต้นจะต้องได้รับการประเมินจากอาจารย์ผู้ควบคุมดูแลทางด้านเทคนิค

4) การนำเสนอ (Present) ได้แก่ ขั้นตอนการแสดงผลงาน (Show) ขั้นตอนการแข่งขัน (Contest) และขั้นตอนการรับฟังความคิดเห็น (Suggestion) ได้นำเอาเทคโนโลยีห้องปฏิบัติการความเป็นจริงเสมือน (Virtual Laboratory) มาทำการสร้างห้องปฏิบัติการดังกล่าวให้เสมือนจริงมากยิ่งขึ้น โดยการนำเอาเทคนิคการนำเสนอของอาจารย์ผู้สอนแต่ละรายวิชาในรูปแบบของสื่อสามมิติ เข้ามาประกอบในการนำเสนอผ่านห้องปฏิบัติการความเป็นจริงเสมือน (Virtual Laboratory) โดยใช้ทั้งเทคโนโลยีเสมือนจริงคู่แฝด (Digital Twin) เข้ามาใช้ในการนำเสนอ หรือเรียกอีกอย่างว่าเทคโนโลยีเสมือนจริงแบบผสม (Mixed Reality, AVR)

5) การปรับปรุง (Improvement) ได้แก่ ขั้นตอนการแก้ไขนวัตกรรม (Revised) ขั้นตอนการสรุปผลงาน (Conclusion) หลังจากที่ได้ทำการพัฒนาและนำเสนอห้องปฏิบัติการความเป็นจริงเสมือน (Virtual Laboratory) โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงแบบผสม (Mixed Reality) ในส่วนขั้นตอนการปรับปรุง เป็นขั้นตอนของการแก้ไขซอฟต์แวร์ที่ผ่านการทดลองใช้งานมาแล้ว เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

6) การประเมินผล (Evaluation) ได้แก่ ขั้นตอนการประเมินนวัตกรรมตามจินตนาการ การประเมินคุณภาพนวัตกรรม (Product Evaluation) โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงแบบผสม (Mixed Reality) ในส่วนของการประเมินผลงานสิ่งที่นักศึกษาได้ทำการสร้างมานั้น นักศึกษาทุกกลุ่มจะมี

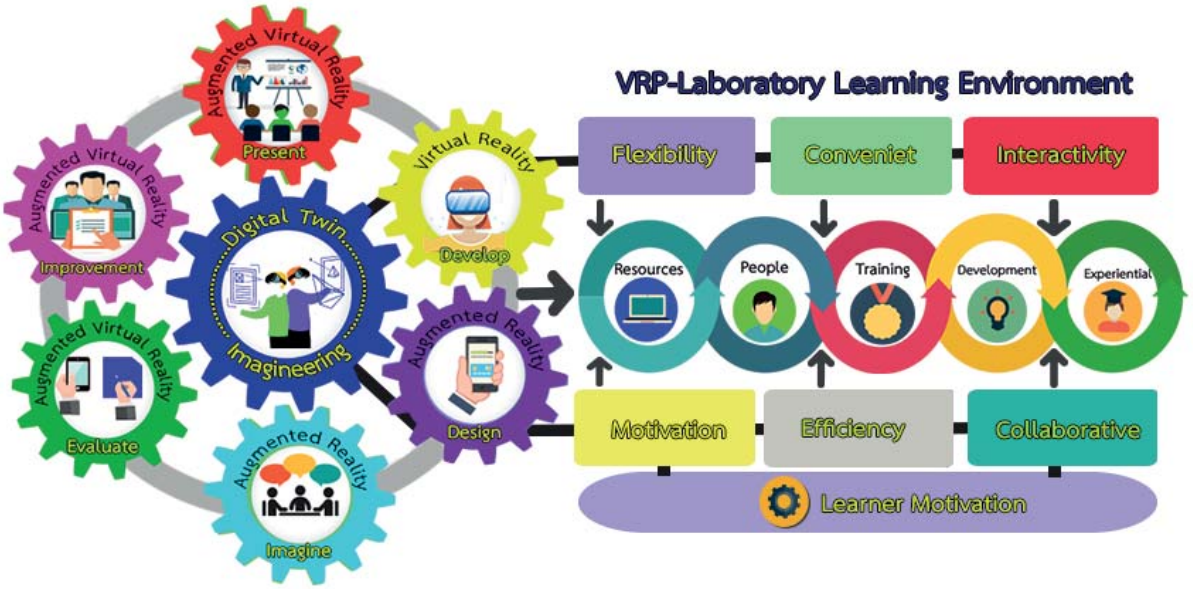
ส่วนร่วมในการประเมินผลงานของเพื่อนกลุ่มอื่นไปพร้อมกับอาจารย์ที่ปรึกษา หลังจากนั้นให้นักศึกษาสรุปผลการการประเมินจากอาจารย์และเพื่อนร่วมชั้นเรียน และนำไปปรับปรุงแก้ไขพัฒนาให้ดีขึ้น

ตารางที่ 3 การสังเคราะห์สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ห้องปฏิบัติการเสมือน

การสังเคราะห์สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ห้องปฏิบัติการเสมือน (Virtual Laboratory Learning Environment)							
สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ห้องปฏิบัติการเสมือน	Techakosit and Nilsook [14]	Pengcheng, Mingquan & Xuesong [16]	Antonioli, Blake, Sparks [17]	Radu [18]	Wu, Wen-Yu Lee, Chang and JC Liang [19]	Kuhlthau [20]	Cheng and Tsai [21]
1. ความยืดหยุ่น (Flexibility)	✓	✓	✓		✓	✓	✓
2. ความสะดวก (Convenient)	✓	✓			✓	✓	✓
3. การโต้ตอบ (Interactivity)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4. การสร้างแรงจูงใจ (Motivation)	✓	✓	✓		✓	✓	✓
5. ประสิทธิภาพ (Efficiency)	✓	✓	✓		✓		✓
6. การให้ความร่วมมือ (Collaborative)			✓	✓	✓	✓	✓

6. สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาสังเคราะห์บทความวิชาการและงานวิจัย จำนวน 21 เรื่อง ได้แนวคิดกระบวนการเรียนรู้แบบจินตวิศวกรรมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงคู่แฝดในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ห้องปฏิบัติการเสมือน เพื่อนำไปสู่การปฏิรูปการเรียนของผู้เรียน ปรับเปลี่ยนวิธีการสอนของผู้สอนให้เข้ากับเทคโนโลยีเพื่อก้าวเข้าสู่ประเทศไทย 4.0 ด้วยการนำเอากระบวนการเรียนรู้แบบจินตวิศวกรรม ทั้ง 6 ขั้นตอน การศึกษาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ห้องปฏิบัติการเสมือน ทั้ง 6 องค์ประกอบ และใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงคู่แฝด (Digital Twin) แบบผสม (Mixed Reality) ซึ่งประกอบด้วย เทคโนโลยี) หรือ เทคโนโลยีเสมือนจริงความเป็นจริงเสริม (AR) และเทคโนโลยีเสมือนจริง (VR) เพื่อจะนำมาพัฒนาห้องปฏิบัติการเสมือนเพื่อนำไปพัฒนาการเรียนการสอนในทุกระดับชั้น เพื่อเสริมสร้างทักษะความรู้ทางด้านดิจิทัล เปลี่ยนผู้เรียนให้เป็นนักคิด นักพัฒนาสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อนำไปสู่การพัฒนาประเทศที่ยั่งยืนต่อไป



รูปที่ 6 กระบวนการเรียนรู้แบบจินตวิศวกรรมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงคู่แฝดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเสมือน

ตารางที่ 4 แนวทางการนำรูปแบบกระบวนการเรียนรู้แบบจินตวิศวกรรมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงคู่แฝดในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ห้องปฏิบัติการเสมือน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

กระบวนการเรียนรู้แบบ จินตวิศวกรรม (Imagineering)	**สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ห้องปฏิบัติการเสมือน (Virtual Learning Environment)**	**เทคโนโลยีเสมือนจริงคู่แฝด (Digital Twin) หรือ เทคโนโลยีเสมือนจริงแบบผสม (Mixed Reality)**
1. การจินตนาการ (Imagine)	การจินตนาการต้องมีความยืดหยุ่น (Flexibility) เพราะทำให้ผู้เรียนเกิดจินตนาการในการสร้างผลงานที่ดี และสามารถใช้กับเครื่องมือได้หลากหลาย	การระดมความคิด จินตนาการ แล้วนำมาสร้างสถานการณ์จำลองเสมือนจริง
2. การออกแบบ (Design)	การออกแบบต้องใช้คน (People) และทรัพยากร (Resource) โดยสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนให้มีความสะดวก (Conveniet) และมีกระบวนการฝึกฝน (Training) ให้เกิดการต่อผู้ใช้งาน	การสร้างสถานการณ์จำลองเสมือนจริงแบบผสม (Mixed Reality)
3. การพัฒนา (Develop)	การพัฒนาระบบต้องพัฒนาจากงานที่ทำจริงจากประสบการณ์ของผู้สอนและนำไปพัฒนาซอฟต์แวร์ห้องปฏิบัติการเสมือนให้เกิดแรงจูงใจ (Motivation) การโต้ตอบ (Interactive) และการให้ความร่วมมือ (Collaborative) ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนและผู้เรียนด้วยกันเอง	พัฒนาห้องปฏิบัติการเสมือนจริงโดยสามารถมองผ่านแว่นตาสามมิติ (Virtual Glasses)
4. การนำเสนอ (Present)	การนำเสนอต้องมีประสิทธิภาพ (Efficiency) สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ ส่งเสริมการเรียนรู้	นำเอาเทคโนโลยีห้องปฏิบัติการความเป็นจริงเสมือน (VRP-Lab) มาสร้างห้องปฏิบัติการให้

กระบวนการเรียนรู้แบบจินตวิศวกรรม (Imagineering)	สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ห้องปฏิบัติการเสมือน (Virtual Learning Environment)	เทคโนโลยีเสมือนจริงคู่แฝด (Digital Twin) หรือเทคโนโลยีเสมือนจริงแบบผสม (Mixed Reality)
	อย่างอิสระ ด้วยลักษณะที่เป็นสื่อมัลติมีเดีย เปิดโอกาสให้นักศึกษาสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองตามศักยภาพ ตามความต้องการ เร้าความสนใจ และมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียน	เสมือนจริงมากยิ่งขึ้น โดยกนำเอาเทคนิคการนำเสนอของอาจารย์ผู้สอนแต่ละรายวิชาในรูปแบบสื่อสามมิติ เข้ามาประกอบในการนำเสนอผ่านห้องปฏิบัติการความเป็นจริงเสมือน โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงแบบผสม (Mixed Reality)
5. การปรับปรุง (Improvement)	การปรับปรุงเป็นขั้นตอนการแก้ไขนวัตกรรม (Revised) ขั้นตอนการสรุปผลงาน (Conclusion) หลังจากที่ได้ทำการพัฒนาและนำเสนอห้องปฏิบัติการความเป็นจริงเสมือน	ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงแบบผสม (Mixed Reality) มาทำการปรับปรุงและนำเสนอห้องปฏิบัติการความเป็นจริงเสมือน (Virtual Laboratory)
6. การประเมินผล (Evaluate)	การประเมินผล เป็นขั้นตอนการประเมินนวัตกรรมตามจินตนาการ การประเมินคุณภาพนวัตกรรม (Product Evaluation Innovation)	การประเมินตามหัวข้อการเรียนรู้แบบจินตวิศวกรรมทั้ง 6 ขั้นตอน โดยมีการหาคุณภาพขทางด้านเนื้อหาและทางด้านเทคนิคที่ใช้

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Gartner. https://www.gartner.com/newsroom/id/3812063, 2018.

[2] ปรัชญนันท์ นิลสุขและปณิตา วรรณพิรุณ. การเรียนรู้แบบจินตวศิวกรรม. วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา ปีที่ 25 ฉบับที่ 86 เมษายน - มิถุนายน 2556. หน้า 33-37.

[3] Walt Disney Imagineering, Walt Disney Imagineering a Behind the Dreams Look at Making the Magic Real. China: Welcome Enterprises; 2010.

[4] Guzdial, M. and Tew, E.A. Imagineering Inauthentic Legitimate Peripheral Participation : An Instructional Design Approach for Motivating Computing Education. The Second International Computing Education Research Workshop : ICER'06, Canterbury; United Kingdom; September 9–10, 2006.

[5] Yates, D. National Grid Support for New Models. The Imagineer. Issue 4 Spring. de Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. Physical and Virtual Laboratories in Science and Engineering Education. *Science*, *340* (6130); 305–308, 2012.

[6] Langford, D. Imagineering. Montana : Langford International, Inc; 2010.

[7] อดิศักดิ์ จำปาทอง. Digital Sphrere โลกยุคใหม่ของสื่อดิจิทัล. หนังสือพิมพ์กรุงเทพธุรกิจ. ฉบับประจำวันพุธที่ 21 มีนาคม 2556.

[8] อัศวิน เนตรโพธิ์แก้ว. นวัตกรรมสื่อสังคมกับประชาคมอคติ วารสารนิเทศศาสตร์และนวัตกรรมนิด้า, สถาบันบัณฑิตพัฒน บริหารศาสตร์, ปีที่ 2 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม-ธันวาคม 2558.

[9] โกวิทย์ ทะลิ. มุมมองที่แตกต่าง งานออกแบบมีเดียสามมิติเสมือนจริง Augmented reality Design. ปีที่ 15 ฉบับที่ 2 (ธันวาคม 2555 - พฤษภาคม 2556) วารสารศิลปกรรมบูรพา; 2555.

[10] Catherine Lombardozzi. Talent Development in the Digital Age Designing Learning Environments, Atlanta, GA, 2017. Avaliable from: http://l4lp.com/TDDA-LED

[11] F. Qiyue, Imagineering. Business Innovation from the Experience Perspective, 2013. Available from: http://www.fongqiyue.com/Imagineering_FongQiyue.

[12] L. J. Prosperi, "The Imagineering Model: Applying Disney Theme Park Design Principles to Instructional Design,2014. Available from: http://www.slideshare.net/louprosperi1/the-imagineeringmodel.

[13] P. Nilsook, N. Utakrit, and J. Clayden, "Imagineering in Education: A Framework to Enhance Students' Learning Performance and Creativity in Thinking," *educational technology*, vol. 54, no.1, 2014, p. 14-20.

[14] Techakosit, S., & Nilsook, P. The learning process of scientific imagineering through AR in order to enhance STEM literacy. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, *11*(7), 2016, p. 57–63. https://doi.org/10.3991/ijet.v11i07.5357

[15] G. Kuiper and B. Smit, *Imagineering: innovation in the experience economy 2014*. Croydon: CPI Group (UK) Ltd, 2014.

[16] F. Pengcheng, Z. Mingquan and W. Xuesong, "The Significance and Effectiveness of Augmented Reality in Experimental Education," in Proc. E - Business and E-Government (ICEE), 2011, pp.1-4. Avaliable from: http://dx.doi.org/10.1109/icebeg.2011.5881654

[17] M. Antonioli, C. Blake, and K. Sparks, "Augmented Reality Applications in Education," *Journal of Technology Studies*, September 1, 2014, pp. 96-107.

[18] I. Radu, "Why Should My Students Use AR? A Comparative Review of the Educational Impacts of Augmented-Reality," *in Proc. IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality 2012*, 2012, pp. 313-314. Avaliable from: http://dx.doi.org/10.1109/ ISMAR.2012.6402590

[19] HK Wu, S Wen-Yu Lee, HY Chang and JC Liang, "Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education,"*Computers & Education*, vol.62, 2013, pp. 41-49. Avaliable from: http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024

[20] C. C. Kuhlthau, “Guided Inquiry: School Libraries in the 21st Century,” *School Libraries Worldwide*, vol.16, no.1, 2010, pp. 1728.

[21] K. H. Cheng and C. C. Tsai, “Affordances of Augmented Reality in Science Learning: Suggestions for Future Research,” *J Sci Educ Techno*, vol. 22, 2013, pp. 449-462. Avaliable from: http://dx.doi.org/10.1007/ s10956-012-9405-9