

การเผยแพร่ภูมิปัญญาด้านวัฒนธรรมศิลป์เครื่องแขวนดอกไม้ไทย ด้วยระบบสื่อเสมือนจริง

The Dissemination of Knowledge for Arts Culture of Thai Floral Hanging by Augment Realization

ผศ.ดร.สุมิตรา นวลมีศรี¹ ปรีดาวรรณ เกษเมธีการุณ² ลาก พุ่มหิรัญ³
อภิชาติ สอนอ่อง⁴ อิศรา นาวาโยธิน⁵ ธนพล ภู่อี่ยม⁶

^{1,2,3}อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

E-mail: Sumitra.nu@ssru.ac.th, Preedawan.ka@ssru.ac.th, Lap_p@windowslive.com

^{4,5,6}นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

E-mail: Apchichart.so@gmail.com, Isara.na@gmail.com, Thanapon.po@gmail.com

บทคัดย่อ : การวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบสื่อเสมือนจริงภูมิปัญญาด้านวัฒนธรรมศิลป์เครื่องแขวนดอกไม้ไทยด้วยระบบสื่อเสมือนจริง เทคโนโลยีเสมือนจริงมาประยุกต์ใช้เพื่อเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับภูมิปัญญาด้านวัฒนธรรมศิลป์เครื่องแขวนดอกไม้ไทยด้วยระบบสื่อเสมือนจริง จากนั้นทำการประเมินสื่อเสมือนจริง ที่พัฒนาขึ้นด้วยการวิเคราะห์ความสอดคล้องของเนื้อหา (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่าค่า IOC มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.88 ซึ่งบ่งชี้ได้ว่าสื่อเสมือนจริงภูมิปัญญาด้านวัฒนธรรมศิลป์เครื่องแขวนดอกไม้ไทยที่พัฒนาขึ้นสอดคล้องกับเนื้อหา สามารถสื่อความหมายได้อย่างถูกต้อง และนำสื่อเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้นไปเผยแพร่ถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับภูมิปัญญาด้านวัฒนธรรมศิลป์เครื่องแขวนดอกไม้ไทยให้แก่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน พบว่าผลการเรียนรู้เกี่ยวกับภูมิปัญญาด้านวัฒนธรรมศิลป์เครื่องแขวนดอกไม้ไทยด้วยระบบสื่อเสมือนจริงของกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นจากการเปรียบเทียบความแตกต่างแบบทดสอบการเรียนรู้ทั้งก่อนหลัง การใช้งานระบบสื่อเสมือนจริงเครื่องแขวนดอกไม้ไทยด้วยการทดสอบสมมติฐาน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และประเมินประสิทธิภาพด้วยความพึงพอใจของผู้เข้าอบรมต่อสื่อเสมือนจริงสำหรับภูมิปัญญาด้านวัฒนธรรมศิลป์เครื่องแขวนดอกไม้ไทย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.40 กล่าวได้ว่า สื่อเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้น ช่วยให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพดีขึ้น

คำสำคัญ : สื่อเสมือนจริง เครื่องแขวนดอกไม้ไทย ภูมิปัญญาวัฒนธรรมศิลป์

ABSTRACT : This research has developed augment realization for Thai Floral Hanging to the concept of augmented reality to bring help to promote and share knowledge about the Thai Floral Hanging. By design and develop augment realization for Thai Floral Hanging. Then evaluate augment realization for Thai Floral Hanging developed by analyzing the Content Index of Item-Objective Congruence (IOC) by 5 experts found that the IOC had an average of 0.88, which indicates that the augment realization for Thai Floral Hanging developed in line with the content to convey knowledge about the Thai Floral Hanging correctly. And training leads to a sample of 30. The results showed that this augment realization high efficiency for education. By comparison, the differences quiz to learn both before and after the use of augment realization for Thai Floral Hanging with a resolution test using the showed a significant difference statistically significant at the 0.05. And evaluating the satisfaction of participants with the augment realization developed. Found a mean indicating that participants are satisfied is very good at average level 4.80 and the standard deviation at 0.40 said that a augment realization for Thai Floral Hanging to can improve high efficiency learning.

Keywords : Augmented Reality, Thai Floral Hanging, Knowledge for Arts Culture

1. บทนำ

เครื่องแขวนดอกไม้ไทยเป็นมรดกทางวัฒนธรรมและภูมิปัญญาด้านหัตถศิลป์ที่ทรงคุณค่า สะท้อนถึงภูมิปัญญาของไทยผ่านความคิดสร้างสรรค์จากภูมิปัญญาอันแสดงออกถึงความเจริญของคนในชาติ ที่มีทักษะสูงในการประดิษฐ์ ประดอยและความละเอียดอ่อนตั้งแต่โบราณในงานหัตถศิลป์อันปราณีตผ่านการเลือกสรรดอกไม้ การร้อย การเย็บ จนถึงการประกอบรูปทรงที่ประณีต วิจิตร งดงาม วัฒนธรรมและภูมิปัญญาเครื่องแขวนดอกไม้ไทยมีมาตั้งแต่สมัยอยุธยา ต่อมาได้เสื่อมถอยไปเมื่อคราวเสียกรุงศรีอยุธยาครั้งที่ 2 และกลับมาเริ่มฟื้นฟูอีกครั้งเมื่อเริ่มสร้างกรุงรัตนโกสินทร์ โดยเจ้าจอม

มารดาตานีธิดาเจ้าพระยาอรรคมหาเสนา (บุณนาถ) เจ้าจอมในพระบาทสมเด็จพระพุทธยอดฟ้าจุฬาโลกมหาราช (รัชกาลที่ 1) ซึ่งท่านได้ฝึกหัดงานเครื่องแขวนดอกไม้ไทยและถ่ายทอดวิชาแก่พระธิดาและพระนัดดาของพระเจ้าบรมวงศ์เธอ พระองค์เจ้าฉัตร กรมหมื่นสุรินทรรักษ์ [1] ต่อมาในรัชสมัยพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าอยู่หัว (รัชกาลที่ 5) งานประดิษฐ์เครื่องแขวนดอกไม้ไทยได้รับความนิยมและเจริญอย่างสูงสุด ดังจะเห็นได้ว่าเมื่อมีพระราชพิธีต่าง ๆ ก็จะมีการประดับเครื่องแขวนกันเป็นกิจจะลักษณะ ตลอดจนมีการจัดประกวดงานเครื่องแขวนดอกไม้เป็นประจำจากอดีตจนถึงปัจจุบันมรดกทางวัฒนธรรมและภูมิปัญญาด้านหัตถศิลป์เครื่องแขวนดอกไม้ไทย

เป็นศิลป์อีกแขนงหนึ่งที่เชิดหน้าชูตาของแผ่นดิน มีความเจริญรุ่งเรือง เป็นหัตถศิลป์อันวิจิตรของไทย ก่อให้เกิดความภาคภูมิใจในหัตถศิลป์อันทรงคุณค่าที่ได้บ่มเพาะภูมิปัญญามาอย่างต่อเนื่องจากรุ่นสู่รุ่น หากไม่ได้อยู่ในองค์กรหรือสถาบันที่เกี่ยวข้องกับศิลปวัฒนธรรม เช่น กรมศิลปากร กระทรวงวัฒนธรรม อาจารย์หรือนักศึกษาที่เรียนเกี่ยวกับศิลปวัฒนธรรม ย่อมมีน้อยคนนักที่จะได้มีโอกาสศึกษาหรือสัมผัสเกี่ยวกับศิลปวัฒนธรรมไทยเครื่องแขวนดอกไม้ไทยอย่างใกล้ชิด การพบเห็นก็ต้องมีโอกาพิเศษ หรือมีการจัดแสดงไว้ตามสถานที่สำคัญ [2] หากต้องการสัมผัส ต้องการเรียนรู้ หรือ ต้องการมีเครื่องแขวนดอกไม้ไทยไว้ในครอบครอง ก็ต้องเสียค่าใช้จ่ายที่สูงและหาผู้ที่สามารถจัดทำเครื่องแขวนดอกไม้ไทยได้ค่อนข้างยาก น้อยคนที่จะได้มีโอกาสได้สัมผัสหรือเป็นเจ้าของหรือตลอดชีวิต อาจไม่มีโอกาสได้สัมผัสเลยก็เป็นได้ หากต้องการเพียงแค่เห็นเครื่องแขวนดอกไม้ไทย แบบได้สัมผัสใกล้ชิดตามสถานที่จัดแสดงหรือพิพิธภัณฑ์ก็ยังคงมีข้อจำกัด ด้านการสิ้นเปลืองเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทาง และบางครั้งอาจประสบปัญหาจากสภาพอากาศหรืออาจมีอันตรายจากอุบัติเหตุ เป็นต้น

จากข้อจำกัดและปัญหาดังที่กล่าวข้างต้น ประกอบกับสื่อที่เกี่ยวข้องกับศิลปวัฒนธรรมและภูมิปัญญาเครื่องแขวนดอกไม้ไทยในปัจจุบันนั้น จะห่างไกลกับการใช้ชีวิตในสังคมไทยในปัจจุบันมาก ทั้งนี้เครื่องแขวนดอกไม้ไทยยังไม่มีมีการเก็บรวบรวมไว้เป็นศูนย์กลางและยังขาดการนำเสนอในรูปแบบที่น่าสนใจให้กับผู้สนใจทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศ ประกอบกับสื่อที่เกี่ยวข้องกับศิลปวัฒนธรรมและภูมิปัญญาเครื่องแขวนดอกไม้

ไทยในปัจจุบันมักจะเป็นตำรา เอกสารวิชาการ การสื่อสารผ่านเว็บไซต์ในลักษณะข้อความและภาพนิ่งเท่านั้น เป็นการนำเสนอข้อมูลให้แก่ผู้ชมในแบบเดิมที่ผู้ชมคุ้นเคยคงไม่สามารถที่จะดึงดูดความสนใจของคนทั่วไปทั้งในประเทศและต่างประเทศให้หันมาสนใจเครื่องแขวนดอกไม้ไทย ยิ่งวันเวลาผ่านไปเครื่องแขวนดอกไม้ไทยอันเป็นมรดกทางวัฒนธรรมและภูมิปัญญาด้านหัตถศิลป์ที่ทรงคุณค่านับวันยิ่งจางหายไป อาจไม่สามารถหาชมและหาผู้ที่สามารถทำได้ และอาจสูญหายและลบเลือนตามกาลเวลา [3] หากต้องการอนุรักษ์เครื่องแขวนดอกไม้ไทยให้คงอยู่และเป็นที่รู้จักแก่คนรุ่นหลังจึงควรมีการพัฒนาสื่อเสมือนจริงเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และการเห็นคุณค่าของมรดกที่ประณีตและงดงามผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริงที่สามารถกระตุ้นและส่งเสริมการเรียนรู้ได้และทำให้ผู้ชมให้ความสนใจที่จะเรียนรู้เครื่องแขวนดอกไม้ไทยและไม่เห็นว่เครื่องแขวนดอกไม้ไทยเป็นสิ่งที่เข้าใจยากและไกลตัว

ปัจจุบันเทคโนโลยีระบบและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ต เว็บไซต์ เครือข่ายสังคมมีบทบาทในการช่วยเหลือการศึกษา ซึ่งมีข้อจำกัดและปัญหาดังที่ได้กล่าวข้างต้น การใช้สื่อการสอนในรูปแบบที่เหมาะสมจึงมีความจำเป็นมากขึ้น เพราะสื่อจะช่วยให้การรับรู้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และด้วยประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาก้าวหน้าอย่างไม่มีขอบเขตจำกัด ทำให้ระบบคอมพิวเตอร์สามารถประมวลผลข้อมูลนำเสนอข้อมูล ภาพ เสียง และข้อความได้อย่างมีประสิทธิภาพ [4] เมื่อนำมาผนวกกับการออกแบบโปรแกรมที่ดี ย่อมส่งผลดีต่อการเรียน

การสอนและการศึกษาค้นคว้าข้อมูล นอกจากนี้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality) เป็นนวัตกรรมทางด้านเทคโนโลยีหนึ่งที่จะช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ และข้อมูลความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ [5]

ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดในการรวบรวมเครื่องเล่นที่สำคัญของไทยให้อยู่รวมกันและนำเสนอข้อมูลเครื่องเล่นดอกไม้ไทย สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์พัฒนาเป็นสื่อเสมือนจริง เพื่อสื่อสารให้ผู้ชมเครื่องเล่นดอกไม้ไทยแบบเสมือนจริง เน้นให้เกิดการเรียนรู้ที่มองเห็นภาพแบบสามมิติทางสายตามนุษย์ เกิดปฏิกิริยาโต้ตอบเสมือนจริงซึ่งจะให้ผลการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality) เป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นเพื่อตอบสนองการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์ ทำให้การนำเสนอข้อมูลและการรับข้อมูลด้วยมิติเสมือนจริงด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือน โดยใช้วิธีการซ้อนภาพสามมิติที่อยู่ในโลกเสมือนให้อยู่บนรูปที่เห็นจริงผ่านกล้องดิจิทัลของสมาร์ทโฟน แท็บเล็ตและกล้องเว็บแคมของเครื่องคอมพิวเตอร์แบบสามมิติ (3D) ที่มีมุมมอง 360 องศา ประกอบไปด้วยกระบวนการทำงาน 3 ขั้นตอน ได้แก่

1) การวิเคราะห์ภาพเป็นขั้นตอนการค้นหา มาร์กเกอร์ (Marker) จากรูปที่ได้จากกล้องดิจิทัลแล้วนำมาสืบค้นจากข้อมูลที่ได้มีการจัดเก็บและออกแบบไว้ในฐานข้อมูลมาร์กเกอร์ โดยทั่วไปเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขอบสีดำพื้นหลังด้านในสีขาว

2) การคำนวณค่าตำแหน่งเชิงสามมิติของมาร์กเกอร์เทียบกับรูปที่ได้จากบนกล้องดิจิทัล ซึ่งระบุความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของกล้องดิจิทัลกับตำแหน่งมาร์กเกอร์ ค่าจะถูกแสดงในรูปเมตริกซ์ขนาด 4×4 (TCM) [6] ที่ระบุความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของกล้อง (Camera Coordinated Frame) กับความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของมาร์กเกอร์ (Marker Coordinated Frame) แสดงดังสมการที่ 1

$$\begin{bmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} & T_1 \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} & T_2 \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} & T_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_m \\ Y_m \\ Z_m \\ 1 \end{bmatrix} = T_{CM} \begin{bmatrix} X_m \\ Y_m \\ Z_m \\ 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

ความสัมพันธ์ระหว่างจุดใด ๆ ของ X_c, Y_c, Z_c บนความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของกล้องกับจุดที่ตรงกันในตัว ตำแหน่งของความสัมพันธ์การแสดงผลบนจอร์ปที่เหมาะสม (Ideal Screen Coordinated Frame) เป็นไปตามมุมมองการฉาย (Perspective Projection) แสดงดังสมการที่ 2

$$\begin{bmatrix} hx_1 \\ hy_1 \\ h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} sf_x & 0 & x_c & 0 \\ 0 & sf_y & y_c & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \\ 1 \end{bmatrix} = C \begin{bmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \\ 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

โดยที่ C เป็นเมตริกซ์ขนาด 3×4 ซึ่งประกอบไปด้วยค่า sf_x, X_c และ Y_c โดยทั่วไปค่าเหล่านี้รวมกันเรียกว่า ค่าพารามิเตอร์ของกล้อง (Camera Parameters) ซึ่งจะคำนวณได้จากขั้นตอนการเปรียบเทียบของกล้อง (Camera Calibration) ส่วนค่าความสัมพันธ์ระหว่างจุดใด ๆ บนความสัมพันธ์การแสดงผลบนจอร์ปที่เหมาะสม X_1 ของ X_1 และ Y_1 กับความ

สัมพันธ์การแสดงผลบนจอรูปที่เป็นจุดสังเกต (Observe Screen Coordinated Frame) ของ X_0 และ Y_0 ซึ่งเป็นจุดที่เห็นจริงๆ ในภาพแสดง ดังสมการที่ 3

$$\begin{aligned} d^2 &= (x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2 \\ p &= \{1 - fd^2\} \\ x_0 &= p(x_1 - x_0) + x_0, y_0 = p(y_1 - y_0) + y_0 \end{aligned} \quad (3)$$

แสดงกระบวนการที่มาของค่า TCM เมื่อ รู้ค่าตำแหน่งของมาร์กเกอร์ ทั้ง 4 จุดบนความสัมพันธ์การแสดงผลบนจอรูปที่เป็นจุดสังเกต ในรูปที่ถ่ายจากกล้อง โดยค่านี้สามารถหาได้จากการคำนวณฟังก์ชันค่าผิดพลาด (Error Function) แสดงดังสมการที่ 4 และสมการที่ 5 ซึ่งโดยทั่วไปใช้เทคนิคทางด้านการหาค่าที่เหมาะสม

$$err = \frac{1}{4} \sum_{i=1, 2, 3, 4} \left\{ (x_i - \hat{x}_i)^2 + (y_i - \hat{y}_i)^2 \right\} \quad (4)$$

โดยที่ $\hat{x}_i, \hat{y}_i$ แสดงได้โดย

$$\begin{bmatrix} h\hat{x}_i \\ h\hat{y}_i \\ h \end{bmatrix} = C.T_{CM} \begin{bmatrix} X_{Mi} \\ Y_{Mi} \\ Z_{Mi} \\ 1 \end{bmatrix}, i = 1, 2, 3, 4 \quad (5)$$

3) การสร้างภาพโมเดลสามมิติ เป็นการเพิ่มข้อมูลที่เป็นโมเดลสามมิติเข้าไปในรูปที่ได้จากกล้องดิจิทัล ณ ตำแหน่งที่ตรวจพบจากขั้นตอนที่ 1 โดยใช้ค่าตำแหน่งจากขั้นตอนที่ 2 [7] เทคโนโลยีเสมือนจริงเป็นนวัตกรรมทางด้านเทคโนโลยีรูปแบบหนึ่งที่ช่วยสนับสนุนการเรียนรู้สารสนเทศ ภัยพิบัติ และคณะ ได้พัฒนาเกมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อช่วยส่งเสริม

ทักษะการจดจำ [8] Izzurrachman (2012) ได้นำเทคโนโลยีเสมือนจริงมาประยุกต์ในวิชาเคมี เรื่องพันธะเคมีนักเรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาด้วยการเห็นภาพและสร้างจินตนาการตามเนื้อหาทำความเข้าใจได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น [9] ณัฐวี อุตกฤษฎ์ และ นวพล วงศ์วิวัฒน์ไชย (2555) ได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อช่วยในการสอนเรื่องตัวอักษรภาษาอังกฤษ A-Z สามารถนำไปใช้งานได้เป็นอย่างดี ทำให้ระบบการสอนมีความน่าสนใจ เข้าใจง่ายและรวดเร็วด้วยการเรียนแบบโลกเสมือนจริง [6] ณัฐดิษเจริญ และคณะ (2557) ได้นำเทคโนโลยีเสมือนจริงมาพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องโครงสร้างอะตอมและพันธะเคมี ทำให้ช่วยเพิ่มความเข้าใจเนื้อหาได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วกว่าการเรียนด้วยบทเรียนแบบเดิมที่เป็นภาพสองมิติ [7] และ นริศรา กาฬมัตย์ และ ชนาธรณ์ ฐปพุดชา (2554) ได้นำเทคโนโลยีเสมือนจริงเข้าไปร่วมกับพัฒนาหนังสือการ์ตูนเรื่องพระมหาชนก เพื่อช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ เพิ่มความสนใจแก่ผู้อ่าน และเพิ่มความมีส่วนร่วมทำให้เกิดจินตนาการด้วยการเห็นภาพสามมิติ [10]

จากปัญหาการนำเสนอข้อมูลภูมิปัญญา ด้านวัฒนธรรมศิลป์เครื่องแขวนดอกไม้ไทยและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเสมือนจริงที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ เพิ่มความน่าสนใจ ช่วยเพิ่มความมีส่วนร่วมทำให้เกิดจินตนาการด้วยการเห็นภาพสามมิติ ที่ช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ให้เกิดความเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น จากการศึกษางานวิจัยดังกล่าว ยังไม่มีงานวิจัยการพัฒนาสื่อเสมือนจริงเพื่อนำเสนอข้อมูลภูมิปัญญาด้านวัฒนธรรมศิลป์เครื่องแขวนดอกไม้ไทย ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำเทคโนโลยีเสมือนจริงมา

พัฒนาเป็นสื่อการเรียนรู้เพื่อนำเสนอข้อมูลเครื่อง
แขวนดอกไม้ไทย ซึ่งจะทำให้บุคคลทั่วไปได้เกิด
กระบวนการร่วมกับการเรียนรู้ [11] เกิดความรู้
ความเข้าใจและหันมาสนใจศึกษาเกี่ยวกับเครื่อง
แขวนดอกไม้ไทยซึ่งเป็นวัฒนธรรมศิลปะประจำชาติ
มากยิ่งขึ้น

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยการเผยแพร่ภูมิปัญญาด้านวัฒนธรรม
ศิลปเครื่องแขวนดอกไม้ไทยด้วยระบบสื่อ
เสมือนจริง มีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

3.1 การศึกษาข้อมูลเอกสาร

การศึกษา วิเคราะห์ รวบรวมข้อมูล
เครื่องแขวนดอกไม้ไทย โดยผู้วิจัยดำเนินการศึกษา
วิเคราะห์ รวบรวมข้อมูลจากทฤษฎี งานวิจัยที่
เกี่ยวข้องกับเครื่องแขวนดอกไม้ไทยเพื่อนำมา
พัฒนาสื่อเสมือนจริง โดยเครื่องแขวนดอกไม้ไทย
สองมิติมีจำนวน 12 แบบ คือ เครื่องแขวนตาข่าย
หน้าช้าง เครื่องแขวนพัดหน้านาง เครื่องแขวน
พัดจามร เครื่องแขวนกลืนจระเข้ เครื่องแขวนพู่
กลืน เครื่องแขวนบันไดแก้ว เครื่องแขวนบันได
เงิน เครื่องแขวนบันไดทอง เครื่องแขวนกลืน
จิ้งจอก เครื่องแขวนวิมานแท่น เครื่องแขวนวิมาน
พระอินทร์ และเครื่องแขวนกลืนตะเคอง [2]

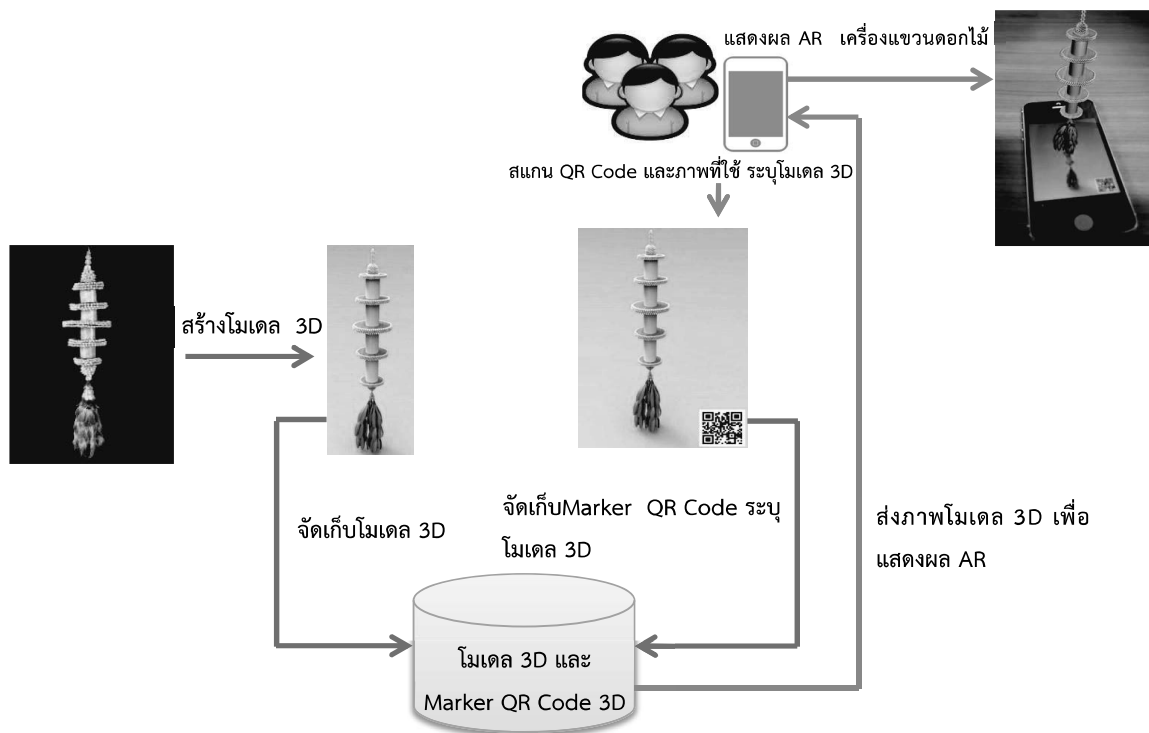
3.2 การออกแบบสื่อเสมือนจริงเครื่อง แขวนดอกไม้ไทย

จากข้อมูลเครื่องแขวนดอกไม้ไทยสองมิติ
มีจำนวน 12 แบบ จะทำข้อมูลมาวิเคราะห์
องค์ประกอบของดอกไม้ที่ประกอบเป็นเครื่องแขวน

แต่ละแบบ และนำมาสร้างแบบจำลองเครื่อง
แขวนดอกไม้ไทย จนครบทั้งหมด 12 แบบ [12]
จากนั้นจะจัดเก็บข้อมูลด้วยภาพที่ระบุตำแหน่ง
QR Code เพื่อเป็นส่วนจดจำตำแหน่งและ
เชื่อมโยงไปยังแบบจำลองเครื่องแขวนดอกไม้ไทย
ในแต่ละแบบ ผู้ใช้สามารถใช้โทรศัพท์สมาร์ทโฟน
หรือแท็บเล็ต ด้วยการใช้โปรแกรมสแกน QR
Code นำไปสแกนยังภาพเครื่องแขวนดอกไม้ไทย
ระบบจะแสดงผลเสมือนจริงเครื่องแขวนดอกไม้
ไทย แผนภาพการออกแบบสื่อเสมือนจริงเครื่อง
แขวนดอกไม้ไทย แสดงดังภาพที่ 1

3.3 การพัฒนาสื่อเสมือนจริงเครื่องแขวน ดอกไม้ไทย

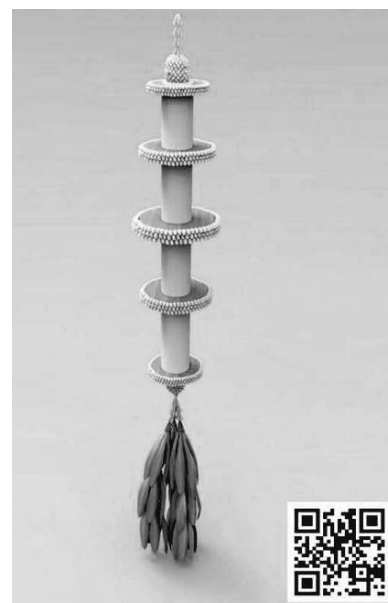
จากขั้นตอนการออกแบบสื่อเสมือนจริง
เครื่องแขวนดอกไม้ไทย จะนำข้อมูลเครื่องแขวน
ดอกไม้ไทยที่แสดงรายละเอียดของดอกไม้และ
การประกอบเป็นเครื่องแขวนดอกไม้ไทยในแต่ละ
แบบนำมาสร้างเป็นแบบจำลอง 3 มิติ เครื่อง
แขวนดอกไม้ไทยสร้างเป็นแบบจำลอง 3 มิติ เครื่อง
แขวนดอกไม้ไทยด้วยโปรแกรม แสดงดังภาพที่
2 แล้วทำการสร้างส่วนจำลองและเชื่อมโยงแบบ
จำลองด้วยภาพเครื่องแขวนดอกไม้ไทยโดยการ
ใช้ QR Code ในรูปแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีขอบ
สีดำพื้นหลังด้านในสีขาว [13] แสดงดังภาพที่ 3
ผู้ใช้ใช้งานสื่อเสมือนจริงเครื่องแขวนดอกไม้ไทย
ผ่านโทรศัพท์สมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ต ด้วยการใช้
โปรแกรมสแกน QR Code นำไปสแกนยังภาพ
เครื่องแขวนดอกไม้ไทย จะปรากฏเสมือนจริง
เครื่องแขวนดอกไม้ไทย แสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 1 แสดงการออกแบบสื่อเสมือนจริงเครื่องแขวนดอกไม้ไทย



ภาพที่ 2 การสร้างแบบจำลองสื่อเสมือนจริงเครื่องแขวนดอกไม้ไทย



ภาพที่ 3 QR code เครื่องแขวนดอกไม้ไทย



ภาพที่ 4 ผลลัพธ์สื่อเสมือนจริงเครื่องแขวนดอกไม้ไทย

3.4 การประเมินประสิทธิภาพสื่อเสมือนจริงเครื่องแขวนดอกไม้ไทยโดยผู้เชี่ยวชาญ

การประเมินประสิทธิภาพของสื่อเสมือนจริง เครื่องแขวนดอกไม้ไทยโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเครื่องแขวนดอกไม้ไทย ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านเป็นผู้มีประสบการณ์ด้านการสอนและการวิจัยเกี่ยวกับเครื่องแขวนดอกไม้ไทยและเทคโนโลยีเสมือนจริง การวิเคราะห์ความสอดคล้องของเนื้อหา (Index of Item-Objective Congruence : IOC) [14] แสดงดังสมการที่ 6

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (6)$$

โดยที่ $\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

ผลการหาค่า IOC มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.88 ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ว่าสื่อเสมือนจริงเครื่องแขวนดอกไม้ไทยที่พัฒนาขึ้นสอดคล้องกับเนื้อหาสามารถสื่อความหมายนำไปให้ความรู้เกี่ยวกับเครื่องแขวนดอกไม้ไทยได้อย่างถูกต้อง

3.5 การเผยแพร่ภูมิปัญญาด้านวัฒนธรรมศิลป์เครื่องแขวนดอกไม้ไทยด้วยระบบสื่อเสมือนจริง

การเผยแพร่ภูมิปัญญาด้านวัฒนธรรมศิลป์เครื่องแขวนดอกไม้ไทยด้วยระบบสื่อเสมือนจริง คณะผู้วิจัยนำสื่อเสมือนจริงเครื่องแขวนดอกไม้ไทย ที่พัฒนาขึ้นเผยแพร่ให้แก่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน เป็นนักเรียนและบุคคลทั่วไป ซึ่งได้ทำหนังสือแจ้งเพื่อขออนุมัติการทำการวิจัยในมนุษย์ในงานวิจัยนี้ กลุ่มตัวอย่างเป็นการสุ่มตัวอย่างแบบอาสาสมัครตามจำนวนที่นั่งในห้องอบรมที่สามารถบรรจุผู้เข้ารับการอบรมได้ 30 ที่นั่ง [15] การจัดฝึกอบรมเชิงการบรรยายและปฏิบัติการ โดยการสาธิตวิธีการใช้งานแบบกลุ่มรวม [16] เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างได้เรียนรู้เกี่ยวกับเครื่องแขวนดอกไม้ไทยด้วยระบบสื่อเสมือนจริง

3.6 การวัดองค์ความรู้ของผู้เข้าอบรมด้วยสื่อเสมือนจริงเครื่องแขวนดอกไม้ไทย

ผู้วิจัยได้จัดทำแบบทดสอบการเรียนรู้ก่อนอบรมและหลังอบรมเพื่อวัดผลการเรียนรู้ซึ่งแบบทดสอบได้ผ่านการหาค่าดัชนีความเที่ยงตรง (Content Validity Index: CVI) [17] โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งมีค่า CVI เท่ากับ 1 โดยก่อนอบรมผู้เข้าอบรมจะทำแบบทดสอบ

จำนวน 10 ข้อ เมื่อทำแบบทดสอบก่อนฝึกอบรมเสร็จ จึงเข้าสู่การฝึกอบรมเป็นเวลา 3 ชั่วโมง หลังจากฝึกอบรมเสร็จ จะทำแบบทดสอบหลังฝึกอบรมอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งจะมีข้อคำถามเช่นเดียวกับแบบทดสอบก่อนฝึกอบรมแต่มีการสลับลำดับข้อคำถามและตัวเลือกคำตอบ เมื่อเก็บแบบทดสอบหลังฝึกอบรมแล้ว วิทยาการจะเฉลยคำตอบแบบทดสอบก่อนและหลังให้แก่ผู้อบรมทราบ จากนั้นจะนำแบบทดสอบมาตรวจสอบความถูกต้องและประเมินผลเพื่อวัดผลการเรียนรู้ของผู้เข้าอบรมที่เรียนรู้เรื่องเครื่องเขวนดอกไม้ไทยผ่านสื่อเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้น ด้วยการทดสอบเปรียบเทียบผลลัพธ์องค์ความรู้ที่ได้ก่อนและหลังด้วยสถิติ T-Test Dependent

3.7 การประเมินผลประสิทธิภาพสื่อเสมือนจริงเครื่องเขวนดอกไม้ไทย

การประเมินประสิทธิภาพด้านความพึงพอใจสื่อเสมือนจริงจากผู้เข้าอบรม ผู้วิจัยจัดทำแบบสอบถามความพึงพอใจระบบสื่อเสมือนจริงเครื่องเขวนดอกไม้ไทย เพื่อนำไปให้ผู้เข้าอบรมประเมินความพึงพอใจในด้านความรู้ความเข้าใจและการใช้งานระบบสื่อเสมือนจริงเครื่องเขวนดอกไม้ไทย หลังจากผู้เข้าอบรมเรียนรู้เรื่องเครื่องเขวนดอกไม้ไทยด้วยสื่อเสมือนจริงที่ได้พัฒนาขึ้นแล้ว จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อประเมินผลประสิทธิภาพด้านความพึงพอใจต่อระบบสื่อเสมือนจริงเครื่องเขวนดอกไม้ไทย ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนของแบบประเมินความพึงพอใจตามเกณฑ์ของลิเคิร์ท (Likert Scale) [18] ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เกณฑ์การให้คะแนนของแบบประเมินความพึงพอใจ

เกณฑ์การให้คะแนน		ความหมาย
เชิงปริมาณ	เชิงคุณภาพ	
4.51-5.00	มากที่สุด	ผู้มีความพึงพอใจมากที่สุด
3.51-4.50	มาก	ผู้มีความพึงพอใจมาก
2.51-3.50	ปานกลาง	ผู้มีความพึงพอใจปานกลาง
1.51-2.00	น้อย	ผู้มีความพึงพอใจน้อย
1.00-1.50	น้อยที่สุด	ผู้มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

4. ผลการวิจัย

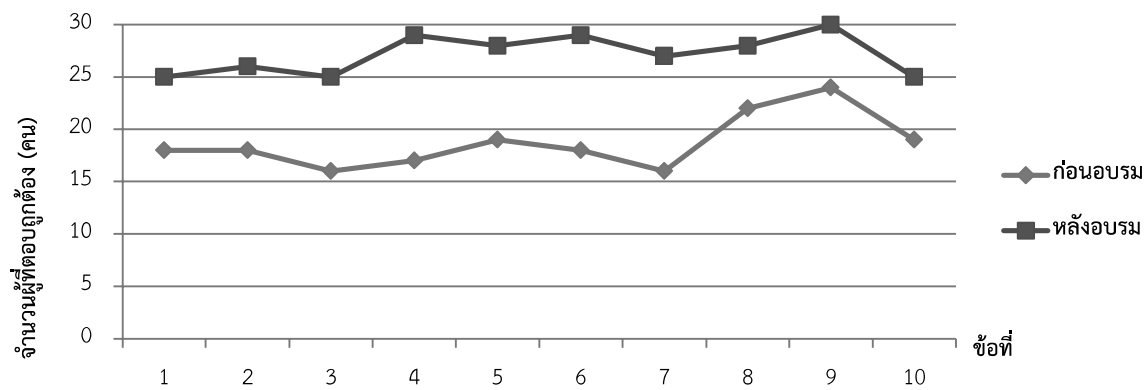
4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนและบุคคลทั่วไป จำนวน 30 คน โดยมีข้อมูลทั่วไปดังนี้

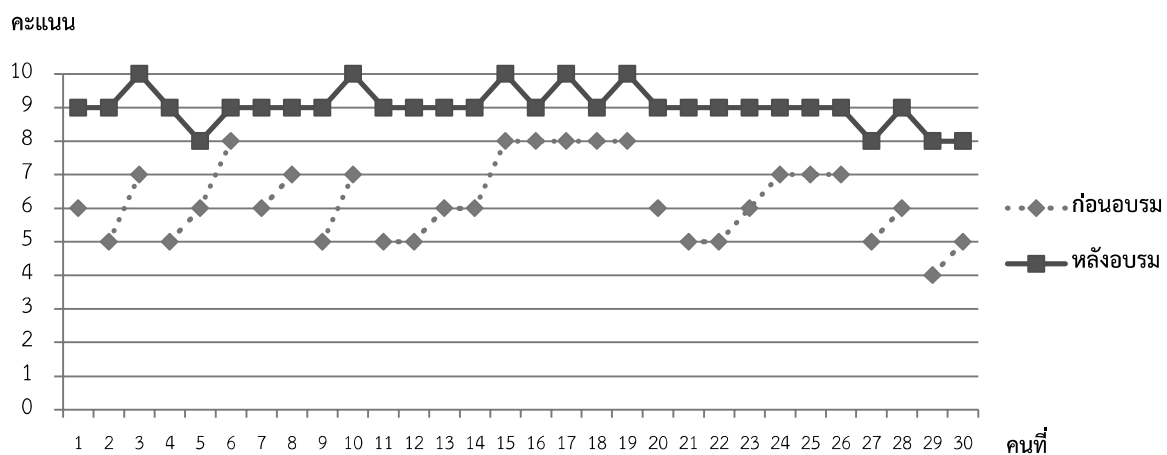
เพศชาย	คิดเป็นร้อยละ 70
เพศหญิง	คิดเป็นร้อยละ 30
ช่วงอายุ ต่ำกว่า 13 ปี	คิดเป็นร้อยละ 83.33
ช่วงอายุ 13-18 ปี	คิดเป็นร้อยละ 16.67

4.2 การทดสอบองค์ความรู้

ผลการทดสอบองค์ความรู้ก่อนและหลังของกลุ่มตัวอย่างระบบสื่อเสมือนจริงเครื่องเขวนดอกไม้ไทยที่พัฒนาขึ้นโดยจัดทำแบบทดสอบวัดองค์ความรู้ก่อนและหลัง [14] ผลการเรียนรู้ของผู้เข้าอบรมมีผลการเรียนรู้ดีขึ้น โดยทำการเปรียบเทียบจำนวนคนที่สามารถตอบคำถามจากแบบทดสอบได้ถูกต้องรายข้อ แสดงดังภาพที่ 5 และเปรียบเทียบผลการเรียนรู้รายบุคคล ผลการเรียนรู้หลังอบรมมีจำนวนคะแนนที่ถูกต้องเพิ่มขึ้น แสดงดังภาพที่ 6 จากการทดสอบเปรียบเทียบผลลัพธ์องค์ความรู้ที่ได้ก่อนและหลัง พบว่ามีความแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05



ภาพที่ 5 การเปรียบเทียบจำนวนผู้เข้าอบรมที่ตอบแบบทดสอบรายข้อ



ภาพที่ 6 การเปรียบเทียบจำนวนคะแนนของผู้เข้าอบรมที่ตอบแบบทดสอบรายข้อ

4.3 การประเมินประสิทธิภาพ

ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านความพึงพอใจระบบสื่อเสมือนจริงเครื่องแขวนดอกไม้ไทย พบว่าผลการประเมินความพึงพอใจด้านความรู้ความเข้าใจ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 4.77 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.42 แสดงให้เห็นว่าค่าความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต

เท่ากับ 4.84 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.37 แสดงให้เห็นว่าค่าความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด สรุปผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 4.80 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.40 แสดงให้เห็นว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจระบบสื่อเสมือนจริงเครื่องแขวนดอกไม้ไทย อยู่ในระดับมากที่สุด แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจระบบสื่อ
เสมือนจริงเครื่องแขวนดอกไม้ไทย

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ระดับความ พึงพอใจ
ก. ด้านความรู้ความเข้าใจ			
สื่อเสมือนจริงช่วยให้เกิด ความรู้และความเข้าใจ เครื่องแขวนดอกไม้ไทย	4.77	0.43	มากที่สุด (ร้อยละ 95.33)
สื่อเสมือนจริงแสดงให้เห็น เนื้อหาที่เข้าใจง่าย	4.87	0.35	มากที่สุด (ร้อยละ 97.33)
สื่อเสมือนจริงให้อิสระ อย่างเต็มที่ในการเรียนรู้	4.67	0.48	มากที่สุด (ร้อยละ 93.33)
สื่อเสมือนจริงทำให้เกิด การเรียนรู้และความเข้าใจ ด้วยตนเอง	4.77	0.43	มากที่สุด (ร้อยละ 95.33)
สรุป	4.77	0.42	มากที่สุด (ร้อยละ 95.33)
ข. ด้านการใช้งาน			
สื่อเสมือนจริงมีความเหมาะสม ที่จะนำไปเผยแพร่ เครื่องแขวนดอกไม้ไทยให้ กับผู้สนใจ	4.90	0.31	มากที่สุด (ร้อยละ 98.00)
สื่อเสมือนจริงทำให้เกิด ความพึงพอใจและมีความสุข ในการเรียนรู้เครื่อง แขวนดอกไม้ไทย	4.77	0.43	มากที่สุด (ร้อยละ 95.33)
สื่อเสมือนจริงทำให้เกิด ความกระตือรือร้นในการ เรียนรู้เครื่องแขวนดอกไม้ ไทย	4.77	0.43	มากที่สุด (ร้อยละ 95.33)
สื่อเสมือนจริงช่วยให้ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ อย่างเต็มที่	4.93	0.25	มากที่สุด (ร้อยละ 98.67)
สรุป	4.84	0.37	มากที่สุด (ร้อยละ 96.83)
สรุปรวมทุกด้าน	4.80	0.40	มากที่สุด (ร้อยละ 96.08)

5. อภิปรายผล

การเผยแพร่ภูมิปัญญาด้านวัฒนธรรมศิลป์
เครื่องแขวนดอกไม้ไทยด้วยระบบสื่อเสมือนจริง
เป็นการนำเทคโนโลยีสื่อเสมือนจริงมาพัฒนาสื่อ
การเรียนรู้เพื่อนำเสนอความรู้เครื่องแขวนดอกไม้
ไทยรูปทรงแบบสองมิติ ให้สามารถมองเห็นด้วย
ภาพเสมือนจริงที่สะท้อนข้อมูลด้านวัฒนธรรม
ศิลป์เครื่องแขวนดอกไม้ไทยและองค์ความรู้ให้
เห็นเป็นภาพกราฟฟิกทางสายตามนุษย์แบบ
สามมิติ สร้างความน่าสนใจและดึงดูดใจ เป็นวิธี
การกระตุ้นการเรียนรู้และสร้างความเข้าใจผ่าน
ภาพสามมิติ เกิดปฏิกิริยาโต้ตอบกันระหว่าง
คอมพิวเตอร์กับผู้ใช้ ผู้เรียนเกิดความรู้และความ
เข้าใจและมีความพึงพอใจการใช้สื่อเสมือนจริง
โดยมีผลการเรียนรู้ที่ดีขึ้น ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า
เทคโนโลยีเสมือนจริงช่วยเผยแพร่และ
ส่งเสริมการเรียนรู้ทำให้เกิดการเข้าใจง่ายและ
รวดเร็วยิ่งขึ้น ช่วยส่งเสริมการมีส่วนร่วมและ
การสร้างจินตนาการ สอดคล้องกับงานวิจัยของ
ณัฐวิ อดตฤกษ์ และ นวพล วงศ์วิวัฒน์ไชย (2555)
ณัฐ ดิษเจริญ และคณะ (2557) วสันต์ เกียรติ-
แสงทอง และคณะ (2552) นริศรา กาฬมาตย์ และ
ชนาธรณ์ ฐูปุดชา (2554) และ Izzurrachman
(2012)

แนวโน้มในการนำเทคโนโลยีเสมือนจริง
มาสร้างข้อมูลและสารสนเทศประยุกต์ใช้
ในงานด้านการแพทย์ การศึกษา การเงินการ
ธนาคาร ด้านสุขภาพ และด้านความบันเทิง
เข้ามามีบทบาทอย่างยิ่งในการจัดการข้อมูล
และสารสนเทศให้สามารถมองเห็นแบบเสมือน
จริงและไม่จำกัดเพียงแค่สร้างความน่าสนใจ
ยังเข้าไปเป็นส่วนร่วมในการขยายความรู้
(Elaborate) การสำรวจตรวจสอบ (Explore)

การเรียนรู้แบบร่วมมือกัน (Collaborative) ซึ่งสอดคล้องกับการเรียนรู้ศตวรรษที่ 21 [10] เพื่อให้ได้เรียนรู้ผ่านประสบการณ์การมองเห็นแบบเสมือนจริง

6. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบสื่อเสมือนจริงเครื่องแขวนดอกไม้ไทย จากนั้นทำการประเมินสื่อเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้นด้วยการวิเคราะห์ความสอดคล้องของเนื้อหา (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่าค่า IOC มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.88 ซึ่งบ่งชี้ได้ว่าสื่อเสมือนจริงเครื่องแขวนดอกไม้ไทยที่พัฒนาขึ้นสอดคล้องกับเนื้อหาสามารถสื่อความหมายให้ความรู้เกี่ยวกับเครื่องแขวนดอกไม้ไทยได้อย่างถูกต้อง จากนั้นการเผยแพร่ภูมิปัญญาด้านวัฒนธรรมศิลปเครื่องแขวนดอกไม้ไทยด้วยระบบสื่อเสมือนจริงโดยการจัดฝึกอบรมให้แก่กลุ่มตัวอย่างโดยทำการประเมินผลการเรียนรู้ก่อนและหลังด้วยแบบทดสอบจำนวน 10 ข้อ จากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน โดยแบบทดสอบผ่านการวัดผลการเรียนรู้ ซึ่งแบบทดสอบได้ผ่านการหาค่าดัชนีความเที่ยงตรง (Content validity index: CVI) โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งมีค่า CVI เท่ากับ 1 ผลการทดสอบพบว่า กลุ่มตัวอย่างสามารถตอบได้ถูกต้องเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างมีผลการเรียนรู้จากการเรียนรู้ด้วยสื่อเสมือนจริง รู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และประเมินผลความพึงพอใจของผู้ใช้ต่อสื่อเสมือนจริงเครื่องแขวนดอกไม้ไทยที่พัฒนาขึ้น พบว่าค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.40 แสดงว่าผู้ใช้มีความพึงพอใจระบบสื่อเสมือนจริงเครื่องแขวนดอกไม้ไทยอยู่ในระดับมากที่สุด

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย และขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาที่อำนวยความสะดวกด้านการวิจัย

บรรณานุกรม

- (1) ณภัทร ทองแย้ม, 2552. เครื่องแขวนดอกไม้ไทย, กรุงเทพฯ: วาดศิลป์.
- (2) กิตติศักดิ์ ธรรมศักดิ์ชัย และ อุดมศักดิ์สารินุต, 2558. การศึกษาและพัฒนาของที่ระลึก จากเครื่องแขวนไทย, วารสารวิชาการศิลปะสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร, 6(1): 149-160.
- (3) พิทยภัทร์ เชี่ยวลาดคม, 2555. การศึกษาเครื่องแขวนดอกไม้สดเพื่อออกแบบตกแต่งภายในศูนย์นันทนาการของผู้สูงอายุ, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- (4) ยาวลักษณ์ เดียรณบรรจง และคณะ, 2544. ความรู้เกี่ยวกับสื่อมัลติมีเดียเพื่อการศึกษา, กรุงเทพฯ: ครุสภาลาดพร้าว.
- (5) กมล จิราพงษ์, 2555. การส่งเสริมศิลปวัฒนธรรมไทยด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนจริง กรณีศึกษา โครงการไทยแลนด์ แพลเน็ต, มหาวิทยาลัยศรีปทุม.
- (6) ณัฐวิ อุดกฤษฎ์ และ นวพล วงศ์วิวัฒน์ไชย, 2555. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อช่วยในการสอนเรื่องตัวอักษรภาษาอังกฤษ A-Z, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- (7) ณัฏฐ์ ดิษเจริญ และคณะ, 2557. การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องโครงสร้างอะตอมและพันธะเคมีด้วยเทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตี, วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 5(1): 21-27.
- (8) วสันต์ เกียรติแสงทอง, พรพรรณ พรหมมาศ และ อนุวัตร เฉลิมสกุลกิจ, 2557. การศึกษาเทคโนโลยีออกเมนต์เรียลลิตี: กรณีศึกษาพัฒนาเกมส์ "เมมการ์ด", มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- (9) Izzurachman F., 2012. Particle effect on augmented reality for chemical bond learning, Sepuluh Nopember Institute of Technology.

- (10) นริศรา กาฬมายุ และชนาธรณ์ อูปพุดชา, 2554. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตีสำหรับหนังสือการ์ตูน 3 มิติ เรื่อง พระมหาชนก, สารนิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- (11) วิวัฒน์ มีสุวรรณ, 2554. การเรียนรู้ด้วยการสร้างโลกเสมือนผสานโลกจริง, วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- (12) เครื่องแขวนดอกไม้ไทย, 2557. (ออนไลน์) <http://fanony.com>.
- (13) Volkan I., Bradford W. and Ruzena B., 2013. Building a 3D Virtual Museum of Native American Basket. University of Minnesota.
- (14) สุมิตรา นวลมีศรี, ปรีดาวรรณ เกษเมธีการุณ และลาภ พุ่มหิรัญ, 2558. การพัฒนาสื่อเสมือนจริงชุดไทยพระราชานิยม, วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.ธัญบุรี, 5(2): 74-84.
- (15) Kaufmann H., 2013. Collaborative Augmented Reality in Education, Institued of Software Technology and Interactive Systems, Vienna University of Technology.
- (16) Kadmateekarun P. and Nuanmeesri S., 2015. Development of Animation Teaching Media on the Topic of The Property of The Father, Suan Sunandha Journal of Science and Technology, 2(1): 39-43.
- (17) Polit, D.F. and Beck, C.T., 2008. Nursing research: Generating and assign evidence for nursing practice, Philadelphia: Lippincott.
- (18) ราตรี นันทสุนันท์, 2554. การวิจัยในชั้นเรียนและการวิจัยพัฒนาการเรียนการสอน, กรุงเทพฯ : จุฑทอง จำกัด.