การพัฒนาหนังสือสวนสัตว์สามมิติด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

ณัฏฐ์ ดิษเจริญ[1,2*] และอนุพงษ์ รัฐิรมย์[1]

[1]ภาควิชาคณิตศาสตร์ สถิติ และคอมพิวเตอร์ และ [2]ศูนย์วิจัยและนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ศึกษา
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34190
E-mail: nadh.d@ubu.ac.th

รับบทความ: 15 เมษายน 2559 ยอมรับตีพิมพ์: 31 พฤษภาคม 2559

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอวิธีการออกแบบและพัฒนาหนังสือสวนสัตว์แบบสามมิติด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง (Augmented Reality) ที่แสดงโมเดลแอนิเมชั่นสามมิติของสัตว์ใน 9 ส่วนการแสดงของสวนสัตว์อุบลราชธานีจำนวน 21 โมเดลใช้งานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ การพัฒนาหนังสือสวนสัตว์สามมิติ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ 1) การออกแบบและพัฒนาโมเดล 2) การออกแบบและพัฒนามาร์คเกอร์ 3) การสร้างเสียงประกอบ 4) การรวมองค์ประกอบ 5) การพัฒนาแอพพลิเคชั่น และ 6) การสร้างไฟล์ติดตั้ง หนังสือสวนสัตว์สามมิตินี้พัฒนาด้วยโปรแกรม Autodesk Maya โปรแกรม Adobe Photoshop โปรแกรม Metaio Creator และภาษา Arel Script โมเดลทั้งหมดได้รับการตรวจสอบความถูกต้องและปรับแก้จนสมบูรณ์ทั้งด้านเนื้อหาและด้านการพัฒนาสื่อจากผู้เชี่ยวชาญของสวนสัตว์อุบลราชธานีและผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี ผลการทดสอบระบบและการศึกษาความพึงพอใจด้วยแบบสอบถามจากผู้ใช้จำนวน 55 คน พบว่า ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจมีค่าเท่ากับ 4.17 ซึ่งอยู่ในระดับดี หนังสือสวนสัตว์สามมิตินี้ช่วยให้จดจำสัตว์ได้ง่ายขึ้น อำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งานในการศึกษาเกี่ยวกับสัตว์ได้ทุกที่ทุกเวลา ทั้งยังช่วยส่งเสริมการท่องเที่ยวไทยได้อีกทางหนึ่ง

คำสำคัญ: สื่อการเรียนรู้ หนังสือสามมิติ ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โลกเสมือนผสานโลกจริง

Development of 3D Zoo Book using Augmented Reality Technology on Android

Nadh Ditcharoen[1,2*] and Anupong Ratthirom[1]

[1]Department of Mathematics, Statistics and Computer, and [2]Research and Innovation in Science Education Center, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani 34190, Thailand
E-mail: nadh.d@ubu.ac.th

Received: 15 April 2016 Accepted: 31 May 2016

Abstract

This paper aimed to present the design and development of a three-dimension zoo book using augmented reality (AR) technology. The book was designed for running on an android device displaying 21 animation models of 9 animal show zones in Ubon Ratchathani Zoo. The design and development process comprised of 6 main modules: 1) the design and development of models, 2) the design and development of markers, 3) sound ripping and synthesis, 4) component integration, 5) the design and development of android application, and 6) application deployment. The 3D zoo book was developed using Autodesk Maya, Adobe Photoshop, Metaio Creator, and AREL Script. All 3D animations were examined and modified in terms of content, completeness and media development by experts of Ubon Ratchathani zoo and technological experts of Ubon Ratchathani University. The book and application were tested and evaluated by 55 users in terms of users' satisfaction using the questionnaires. The results showed that the average of users' satisfaction was 4.17 which was at the high level. This book can facilitate users in memorizing animals, learning about animals and their habitat anywhere anytime, as well as it can be an alternative way to promote tourism in Thailand.

Keywords: Learning media, 3D book, Android, Augmented reality

บทนำ

สวนสัตว์อุบลราชธานี (guideubon.com, 2014) มีเนื้อที่ทั้งสิ้น 1,217 ไร่ มีสภาพเป็นป่าโปร่ง เปิดให้บริการอย่างเป็นทางการ เมื่อวันที่ 12 กรกฎาคม 2556 สวนสัตว์ได้จัดสร้างส่วนแสดงแล้วเสร็จจำนวน 9 ส่วนแสดง ได้แก่ ส่วนแสดงเสือโคร่งไซบีเรีย เสือโคร่ง อินโดจีน เสือโคร่งขาว สิงโต สิงโตขาว สัตว์กีบไทย สัตว์กีบต่างประเทศ

สัตว์แอฟริกา และ Mini Zoo บริเวณลานจอดรถ โดยมีการปรับปรุงพื้นที่ภายในเป็นรูปแบบอนุรักษ์ธรรมชาติ เพื่อให้เป็นสวนสัตว์แนวจังเกิ้ล ปาร์ค (Jungle Park) และคำนึงถึงความปลอดภัยของนักท่องเที่ยวเป็นสำคัญ สวนสัตว์อุบลราชธานีเป็นสวนสัตว์ขนาดใหญ่ที่สุดในภูมิภาคอีสานตอนล่าง มีศักยภาพรองรับนักท่องเที่ยวทั้งในประเทศ และประเทศเพื่อนบ้าน โดยเฉพาะประเทศสมาชิกประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (AEC) ทั้ง 10 ประเทศ นอกจากนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้สวนสัตว์แห่งนี้เป็นแหล่งเรียนรู้ที่สำคัญในเรื่องสัตว์ป่าและพันธุ์พืช มีโครงการนำนักเรียนนักศึกษาเข้าเรียนรู้ในสวนสัตว์ ซึ่งรองรับผู้เข้าชมได้มากกว่า 30,000 คน อย่างไรก็ตาม ผู้บริหารสวนสัตว์ยังพบว่าในการเรียนรู้ทั้งสัตว์และสิ่งแวดล้อมในสวนสัตว์ นอกจากจะให้ผู้เข้าชมสัมผัสกับสัตว์ของจริงแล้ว ยังต้องการให้มีสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับสัตว์ในลักษณะสามมิติที่เป็นการเปิดโลกจินตนาการของผู้เรียนรู้ ผู้เข้าชมสามารถกลับไปศึกษาต่อยอดหลังจากกลับจากสวนสัตว์ และเปิดให้ดาวน์โหลดผ่านเว็บไซต์ของสวนสัตว์ เพื่อเป็นการประชาสัมพันธ์สวนสัตว์อีกทางหนึ่ง

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง (augmented reality, AR) (Tansiri, 2010) มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้สามมิติในลักษณะหนังสือสวนสัตว์สามมิติ ที่ทำให้ผู้ใช้สามารถเรียนรู้เกี่ยวกับสัตว์และสิ่งแวดล้อมในสวนสัตว์ โดยสามารถปฏิสัมพันธ์กับหนังสือสวนสัตว์สามมิตินี้ได้ เพื่อเพิ่มความเข้าใจ และความดึงดูดในในการเรียนรู้

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการพัฒนาหนังสือสวนสัตว์สามมิติด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงนี้ ผู้วิจัยใช้สวนสัตว์อุบลราชธานีเป็นกรณีศึกษา โปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบและพัฒนาหนังสือประกอบด้วย Autodesk Maya (Student Version) Adobe Photoshop (Free Trial) Sony Vegas Pro (Free Trial) Metaio Creator (Free Trial) และ Eclipse โดยมีรายละเอียดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

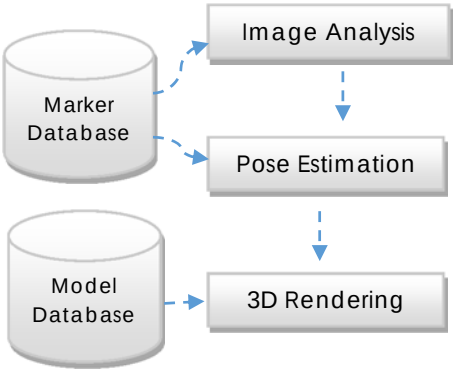
1. เทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง (AR) เป็นเทคโนโลยีที่นำเอาภาพกราฟิกของคอมพิวเตอร์ ทั้งในรูปแบบที่เป็นสามมิติหรือวิดีโอ มาซ้อนทับเข้ากับฉากหลังซึ่งเป็นภาพสองมิติ แสดงผลแบบเรียลไทม์ (real time) ซึ่งทำให้ภาพที่เห็นในจอภาพกลายเป็นวัตถุสามมิติลอยอยู่เหนือพื้นผิวจริง AR ใช้งานอย่างแพร่หลายในสหรัฐอเมริกาและญี่ปุ่นโดยเริ่มต้นแนวคิดนี้ตั้งแต่ปี 2533 และเป็นรูปธรรมในปี 2540 เป็นแนวคิดการผสมผสานสิ่งที่คอมพิวเตอร์แสดงผลด้วยตัวละครเสมือนกับพื้นหลังซึ่งเป็นโลกแห่งความจริง บนพื้นฐานของหลักการแกนสามมิติ กระบวนการภายในของเทคโนโลยีนี้ ประกอบด้วย 3 ส่วน (ดังแสดงในภาพที่ 1) (Tansiri, 2010) ได้แก่

1.1 การวิเคราะห์ภาพ (image analysis) เป็นขั้นตอนของการค้นหามาร์คเกอร์จากภาพที่ได้มาจากกล้องแล้วทำการสืบค้นจากฐานข้อมูล (marker database) ที่มีการเก็บข้อมูลขนาดและรูปแบบของมาร์คเกอร์ที่ถูกออกแบบไว้

1.2 การคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ (pose estimation) ของมาร์คเกอร์เทียบกับกล้อง แสดงในรูปแบบเมทริกซ์ที่ระบุความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของกล้องและตำแหน่งของมาร์คเกอร์

1.3 กระบวนการสร้างภาพโมเดลสามมิติ (3D rendering) เป็นการเพิ่มข้อมูล (โมเดล

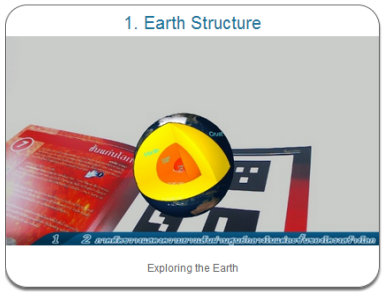
สามมิติ) เข้าไปในภาพที่ได้จากกล้อง ณ ตำแหน่งที่ตรวจพบจากขั้นตอนที่ 1.1 โดยใช้ค่าตำแหน่งจากขั้นตอนที่ 1.2



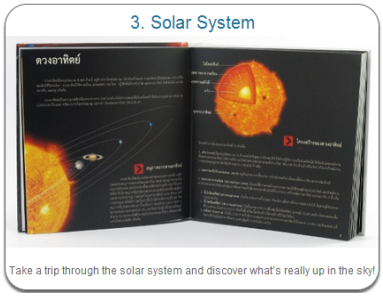
ภาพที่ 1 การทำงานของเทคโนโลยี AR

ตัวอย่างการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของบริษัทลานเกียร์เทคโนโลยี จำกัด ร่วมกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (Thananuwong, 2013) พัฒนาสื่อการเรียนรู้ในชุด “AR Learning Gears – Science Series” ซึ่งประกอบด้วย 6 เรื่อง ได้แก่ โครงสร้างโลก ระบบสุริยะ บันทึกโลก แผ่นดินไหว โครงสร้างอะตอม และการจมและการลอย ตัวอย่างหนังสือแสดงดังภาพที่ 2

2. โปรแกรม Metaio Creator (metaio.com, 2014) คือ โปรแกรมที่ใช้พัฒนาแอพพลิเคชั่นด้วยเทคโนโลยี AR พัฒนาโดย The Augmented Reality Company ประเทศเยอรมนี ผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรม Metaio Creator แบบเวอร์ชั่น free trial ซึ่งไม่สามารถใช้งานได้เต็มรูปแบบ คือ ไม่สามารถ export ไฟล์เป็นแอพพลิเคชั่นที่ใช้งานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ได้เลย หากต้องการทำงานเต็มรูปแบบต้องซื้อเวอร์ชั่นเต็มซึ่งสามารถ export ไฟล์เป็นแอพพลิเคชั่นที่ใช้งานได้ทั้งบน Android, iOS หรือ Windows โดยไม่จำเป็นต้องเขียน code เพิ่มเติม



(ก) เรื่องโครงสร้างโลก



(ข) ระบบสุริยะจักรวาล

ภาพที่ 2 ตัวอย่างสื่อการเรียนรู้ บริษัทลานเกียร์
ที่มา: www.larngeartech.com

3. ภาษา AREL (Augmented Reality Experience Language) (metaio.com, 2014) เป็นภาษา JavaScript ที่ใช้เขียนติดต่อกับ API Metaio ของ SDK (Software Development Kit) ร่วมกับการใช้งานในรูปของ XML แบบคงที่ AREL ช่วยให้การเขียนสคริปต์ของเทคโนโลยี AR มีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่นเดียวกับการมีปฏิสัมพันธ์บนพื้นฐานของเทคโนโลยีของเว็บทั่วไป เช่น HTML5, XML และ JavaScript

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษา พบว่า มีงานวิจัยที่พัฒนา

โดยใช้เทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง (AR) อยู่จำนวนหนึ่งที่เกี่ยวกับการศึกษาดังต่อไปนี้

Kietseangtong et al. (2009) วิจัยเพื่อศึกษาเทคโนโลยี AR และทดลองพัฒนาโปรแกรมที่ใช้เทคโนโลยี AR ชื่อโปรแกรมเมมการ์ด ซึ่งเป็นโปรแกรมเกมเพื่อพัฒนาทักษะความจำโดยลักษณะของเกมการจับคู่ไพ่ที่แสดงโมเดลสามมิติที่เหมือนกัน กล่าวคือ ผู้เล่นจะต้องการเลือกชุดไพ่ที่ต้องการเล่น จากนั้นผู้เล่นต้องจดจำว่าไพ่ใบไหนแสดงโมเดลสามมิติและไพ่คู่ใดที่แสดงโมเดลสามมิติที่เหมือนกัน เมื่อพบไพ่คู่หนึ่งที่แสดงโมเดลเหมือนกันแล้วให้นำไพ่ทั้ง 2 ใบมาเรียงต่อกัน

Thananuwong (2013) พัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่อง การจมและการลอย ด้วยเทคโนโลยี AR เป็นหนึ่งในชุดสื่อการเรียนรู้ “AR Learning Gears – Science Series” ที่ สสวท. ร่วมกับบริษัทลานเกียร์พัฒนาขึ้นเพื่อจำหน่ายให้ผู้สนใจได้นำไปใช้ประกอบการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ในลักษณะหนังสือที่มีมาร์คเกอร์ที่เชื่อมโยงกับภาพแอนิเมชั่นสามมิติ

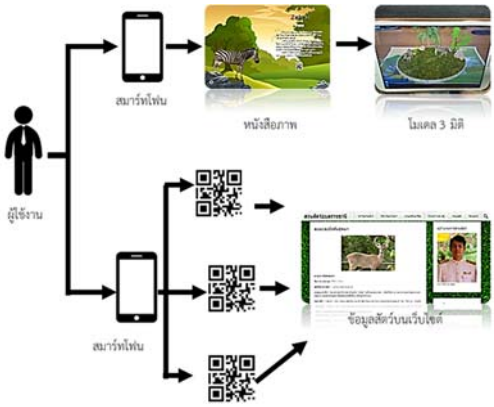
Sripromting and Saelee (2014) พัฒนาสื่อการเรียนรู้อาณาจักรสัตว์เสมือนจริงด้วยเทคโนโลยี AR โดยการเรียนรู้ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ web application ซึ่งเป็นส่วนของเนื้อหาและบทเรียน ส่วนที่สองเป็นสมุด tag เป็นส่วนที่แสดงภาพสามมิติเมื่อใช้กล้องส่องไปที่สมุด tag นั้น เป็นการสร้างความแปลกใหม่ให้กับการเรียนการสอน ซึ่งแต่เดิมการเรียนการสอนแบบครูสอนนักเรียนบนกระดานดำและจากหนังสือเรียน

Ditcharoen et al. (2014) พัฒนาสื่อการเรียนรู้รายวิชาเคมี ด้วยเทคโนโลยี AR ใช้งานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาเรื่อง โครงสร้างอะตอมและพันธะเคมี ที่สร้างความสนใจ ทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นอยากรู้อยากเห็นในเนื้อหาที่เรียน

Promso et al. (2015) ประยุกต์ใช้สื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาโดย Ditcharoen et al. (2014) ในการศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนและมโนมติของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยี AR พบว่า ทำให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนและมโนมติวิทยาศาสตร์ดีขึ้น

การออกแบบและพัฒนาระบบ

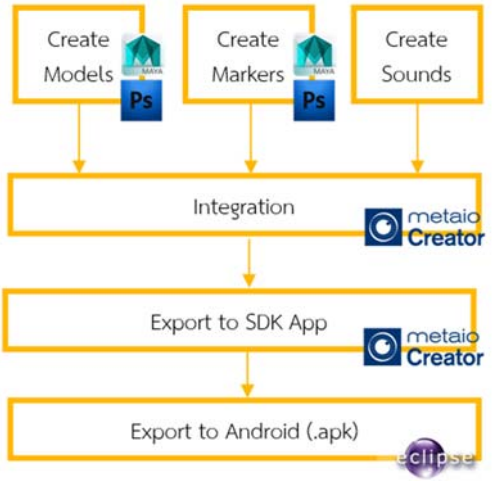
หนังสือสวนสัตว์สามมิติได้รับการออกแบบและพัฒนาด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงที่ใช้งานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ภาพรวมของระบบ (ภาพที่ 3) ประกอบด้วย 1) โทรศัพท์สมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ตระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เวอร์ชั่น 4.0 ขึ้นไป 2) แอพพลิเคชั่น ซึ่งติดตั้งในสมาร์ทโฟน 3) หนังสือภาพสวนสัตว์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นมาร์คเกอร์ (marker) 4) QR code และ 5) เว็บไซต์



ภาพที่ 3 ภาพรวมของระบบ

ในการออกแบบและพัฒนาหนังสือสวนสัตว์สามมิตินี้ (ยกเว้นส่วนเว็บไซต์) ผู้วิจัยแบ่งการ

ทำงานออกเป็น 6 ส่วน ได้แก่ 1) การออกแบบและพัฒนาโมเดล (create models) 2) การออกแบบและพัฒนามาร์คเกอร์ (create markers) 3) การสร้างเสียงประกอบ (create sounds) 4) การรวมโมเดล มาร์คเกอร์และเสียง (integration) 5) การพัฒนาแอพพลิเคชั่น (export to SDK App) และ 6) การสร้างไฟล์ติดตั้ง (export to Android) ดังในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ขั้นตอนในการพัฒนา

1. ขอบเขตและความสามารถของแอพพลิเคชั่น

1.1 โมเดลที่พัฒนาคือโมเดลสัตว์มีอยู่ในสวนสัตว์อุบลราชธานี พร้อมกับฉากหลังของโมเดลสัตว์แต่ละตัวที่สร้าง แบ่งเป็น 9 ส่วนการแสดง เพื่อให้สอดคล้องกับทางสวนสัตว์ได้จัดแสดงไว้ ได้แก่ ส่วนแสดง 1) เสือโคร่งไซบีเรีย 2) เสือโคร่งอินโดจีน 3) เสือโคร่งขาว 4) สิงโต 5) สิงโตขาว 6) สัตว์กีบไทย 7) สัตว์กีบต่างประเทศ 8) สัตว์แอฟริกา และ 9) Mini Zoo

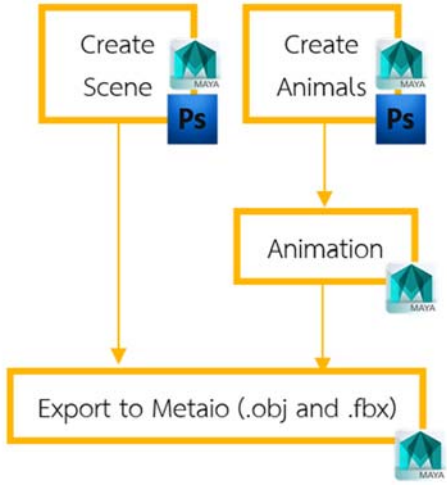
1.2 แอพพลิเคชั่น ประกอบด้วย ปุ่มกดถ่ายรูปภาพ (screen capture) จากภาพแสดงหน้าจอบนแอพพลิเคชั่น ปุ่มกด share ภาพจากภาพแสดงหน้าจอบนแอพพลิเคชั่นลง Facebook และปุ่มกด save ภาพจากภาพแสดงหน้าจอบนแอพพลิเคชั่นบันทึกไว้ในหน่วยความจำของอุปกรณ์ได้

1.3 ผู้ใช้สามารถกดปุ่ม rotate เพื่อหมุนโมเดล 3 มิติที่แสดงหน้าจอบนแอพพลิเคชั่นในมุมมอง 360 องศา สามารถกดปุ่ม pause and play เพื่อหยุดและเล่นแอนิเมชั่นกับเสียงประกอบ และสามารถกดปุ่ม scale เพื่อย่อขยายโมเดล 3 มิติที่แสดงหน้าจอบนแอพพลิเคชั่นได้

1.4 ผู้ใช้สามารถลิงค์ไปยังหน้าเว็บไซต์ของสวนสัตว์ผ่าน QR code ได้

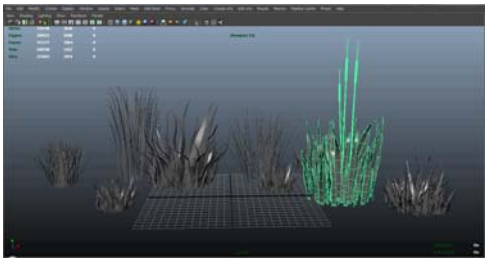
2. การออกแบบและพัฒนาโมเดล

ผู้วิจัยใช้โปรแกรม Autodesk Maya (Student Version) และโปรแกรม Adobe Photoshop ในการออกแบบและพัฒนาโมเดล ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนย่อย ดังในภาพที่ 5



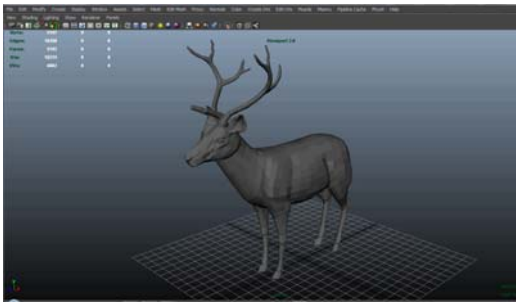
ภาพที่ 5 ขั้นตอนในการออกแบบและพัฒนาโมเดล

2.1 การออกแบบและสร้างฉากของสัตว์แต่ละประเภทมีความแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและการอยู่อาศัยของสัตว์ประเภทนั้น ๆ ดังตัวอย่างในภาพที่ 6 โดยการสร้างฉากหลังทั้ง 9 ส่วนการแสดง



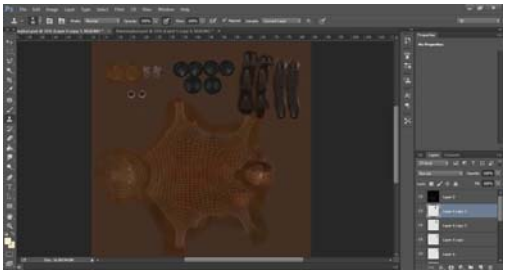
ภาพที่ 6 รูปแบบหญ้าสำหรับประกอบในฉาก

2.2 การออกแบบและพัฒนาสิ่งมีชีวิต คือ สัตว์ชนิดต่างที่มีอยู่ในสวนสัตว์ ในการออกแบบและขึ้นรูปโมเดล ผู้วิจัยศึกษาจากรูปจริงของสัตว์ชนิดนั้น ๆ ในการอ้างอิง เพื่อให้ได้ขนาดใกล้เคียงกับตัวจริงของสัตว์ให้มากที่สุด ตัวอย่างดังในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 การออกแบบโมเดลกวางบาราซิงก้า

การใส่พื้นผิวหรือการใส่ texture เป็นส่วนที่สำคัญมากเพราะเป็นส่วนที่ทำให้ตัววัตถุหรือโมเดลนั้นมีความสมจริง ซึ่งต้องกาง UV ให้กับวัตถุก่อน และต้องหา texture หรือภาพที่ใกล้เคียงกับวัตถุจริงให้มากที่สุดมาทำเป็น texture หรืออาจทำ texture ขึ้นมาใช้เองเรียกว่าการ paint texture โดยต้องกาง UV ก่อน แล้วนำไป paint ในโปรแกรม Photoshop ดังแสดงตัวอย่างในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 การสร้างพื้นผิวของโมเดลกวางบาราซิงก้า

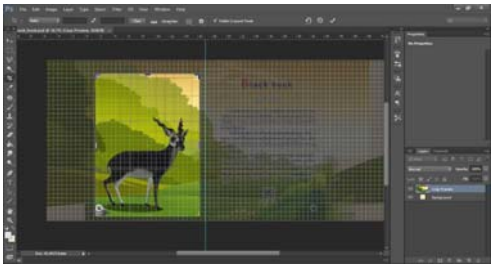
2.3 การทำให้สิ่งมีชีวิตเคลื่อนไหวโดยใส่กระดูกและกำหนด key frame ซึ่งทั้งหมดทำในโปรแกรม Maya

2.4 หลังจากการปรับแต่งโมเดลแล้วเพื่อความสะดวกรวดเร็วและป้องกันการเกิดปัญหาในแก้ไขโมเดลจึงทำการ export 2 ครั้ง โดยแยกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นส่วนของฉากซึ่งไม่มีการเคลื่อนไหวโดย export เป็นไฟล์นามสกุล .obj และส่วนของสิ่งมีชีวิตซึ่งมีการเคลื่อนไหว export เป็นไฟล์นามสกุล .fbx ภาพที่ 9 คือตัวอย่างของฉากและสัตว์ที่มีการเคลื่อนไหว

ภาพที่ 9 ฉากและสัตว์พร้อมทดสอบการเคลื่อนไหว

3. การออกแบบและพัฒนามาร์คเกอร์ ผู้วิจัยใช้ภาพจากการเรนเดอร์ (render)

ภาพสามมิติด้วยโปรแกรม Maya มาพัฒนาเป็นมาร์คเกอร์ โดยการตกแต่งเพิ่มเติมด้วยโปรแกรม Photoshop ทำให้ได้มาร์คเกอร์ที่มีความหมายสัมพันธ์กับรูปแบบของโมเดล ซึ่งทำให้ผู้ใช้เข้าใจได้ง่ายขึ้น ดังในภาพที่ 10 แสดงการออกแบบมาร์คเกอร์สำหรับโมเดล Black Buck



ภาพที่ 10 การออกแบบและพัฒนามาร์คเกอร์

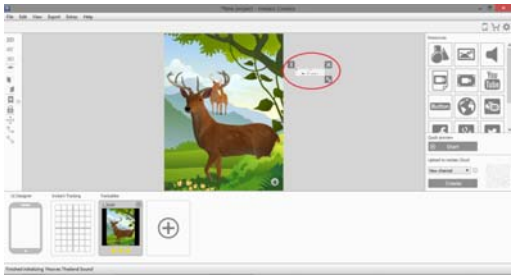
4. การสร้างเสียงประกอบ

เสียงที่นำมาใช้ประกอบฉาก ประกอบด้วย 2 เสียง คือ เสียงธรรมชาติและเสียงร้องของสัตว์ โดยการสืบค้นแล้วดาวน์โหลดจากเว็บไซต์ ที่ให้ดาวน์โหลดใช้งานฟรีทั่วไป จากนั้นนำมาปรับแต่งในโปรแกรมปรับแต่งเสียง และเรนเดอร์เป็นไฟล์ .mp3 เพื่อนำเข้าในโปรแกรม Metaio Creator

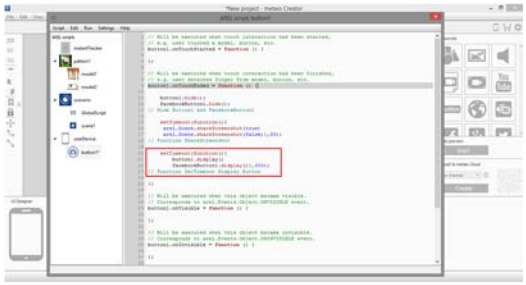
5. การรวมองค์ประกอบ (โมเดล มาร์คเกอร์และเสียง)

เมื่อสร้างส่วนประกอบต่าง ๆ สร้างเรียบร้อยแล้ว จึงนำโมเดล (ฉากและสัตว์ที่มีการเคลื่อนไหว) มาร์คเกอร์ และเสียงประกอบ มาเชื่อมโยงกันด้วยโปรแกรม Metaio Creator (ภาพที่ 11) โดยต้องสร้าง User Interface ของแอพพลิเคชั่นและเขียนโค้ด เพื่อเพิ่มฟังก์ชั่นที่จะทำให้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งาน เช่น Screen Capture, Share Social Network, Rotate Model ภาพที่ 12 แสดงตัวอย่างการเขียนโค้ดด้วยภาษา AREL script

6. การพัฒนาแอพพลิเคชั่น เพื่อใช้งานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ หลังจากเขียนโค้ดเสร็จสมบูรณ์ ให้ export ไฟล์ โปรเจคจากโปรแกรม Metaio Creator เพื่อเตรียมนำเข้าโปรแกรม Eclipse



ภาพที่ 11 การรวมองค์ประกอบต่าง ๆ เข้าด้วยกัน



ภาพที่ 12 การเขียนโค้ดให้ผู้ใช้ปฏิสัมพันธ์กับโมเดล

7. การสร้างไฟล์ .apk เพื่อใช้ในการติดตั้ง ด้วยการ import ไฟล์ในข้อ 6 เข้าในโปรแกรม Eclipse เพื่อสร้างไฟล์ Android Application สำหรับติดตั้งและใช้งานบนเครื่องโทรศัพท์จริง

ผลการพัฒนาและทดสอบระบบ

ผลการพัฒนาหนังสือสวนสัตว์สามมิติ ประกอบด้วยโมเดลสามมิติ จำนวน 21 โมเดล สำหรับแสดงฉากพร้อมสัตว์จำนวน 21 ชนิด ดังในภาพที่ 13 แสดงหน้าสารบัญของหนังสือสวนสัตว์สามมิติ ตัวอย่างโมเดลสิงโตและม้าลาย แสดงดังในภาพที่ 14 และ 15 ตามลำดับ โมเดลทั้งหมดสามารถมองเห็นได้แบบ 360 องศา ผลการทดสอบโดยการใช้งานผ่านสมาร์ทโฟนบนระบบปฏิบัติการ

แอนดรอยด์ พร้อมเสียงประกอบ ปุ่ม Screen Capture และปุ่ม Share to Social Network

ภาพที่ 13 หน้าสารบัญหนังสือสวนสัตว์สามมิติ

ภาพที่ 14 ตัวอย่างโมเดลสิงโตและฉาก

ภาพที่ 15 การทดสอบโดยใช้งานผ่านสมาร์ทโฟน (โมเดลม้าลาย)

การประเมินประสิทธิภาพของหนังสือภาพสวนสัตว์สามมิติ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1) การประเมินความถูกต้องของเนื้อหาและการพัฒนาสื่อ และ 2) การศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

ผู้วิจัยได้ประเมินความถูกต้องสมจริงของเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นเจ้าหน้าที่ของสวนสัตว์อุบลราชธานี แล้วนำมาปรับแก้ไขโมเดลจนถูกต้องสมบูรณ์ และได้ประเมินคุณภาพของหนังสือภาพในด้านการพัฒนาสื่อและโมเดลแอนิเมชั่นสามมิติจากผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีซึ่งเป็นอาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จำนวน 7 คน ด้วยแบบสอบถามประเมินคุณภาพ 3 ด้าน ได้แก่ 1) คุณภาพด้านเนื้อหา 2) คุณภาพด้านสื่อ และ 3) ความพึงพอใจในการใช้งาน ผลการวิเคราะห์แบบสอบถามได้ค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 3 ด้านเท่ากับ 4.20 (SD = 0.44) รายละเอียดดังในตาราง 1

ตาราง 1 การวิเคราะห์แบบประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	เฉลี่ย	SD	แปลผล
คุณภาพด้านเนื้อหา	4.46	0.49	มาก
คุณภาพด้านสื่อ	4.00	0.49	มาก
ด้านการใช้งาน	4.14	0.54	มาก
รวม	**4.20**	**0.44**	**มาก**

การศึกษาความพึงพอใจต่อการใช้งานจากผู้ร่วมงานเกษตรอีสานใต้ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี เมื่อวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2559 จำนวน 55 คน ประกอบด้วย ผู้ชาย 22 คน (40%) ผู้หญิง 33 คน (60%) อายุเฉลี่ย 21.35 ปี (SD = 7.81) โดยการสุ่มแบบบังเอิญด้วยแบบสอบถาม เกณฑ์คะแนนแบ่งเป็น 5 ระดับ ตามมาตราส่วนประเมินค่าของลิเคอร์ท (Likert Scale) (Tiantong, 2005) จำนวน 10 คำถาม ได้แก่ 1) ภาพและโมเดลสามารถมองเห็นได้ชัดเจน 2) โมเดลมีความสมจริง 3) การเคลื่อนไหวของโมเดล 4) การปฏิสัมพันธ์ได้สะดวก 5) น่า

สนใจและดึงดูดต่อการเรียนรู้ 6) สะดวกต่อการเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา 7) ได้ความรู้เกี่ยวกับสัตว์เพิ่มขึ้น 8) จดจำสัตว์ได้ง่ายขึ้น 9) ทำให้อยากเห็นสัตว์ตัวจริง 10) คุณภาพโดยรวม ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของแบบสอบถาม ดังในตารางที่ 2

ตาราง 2 ผลการวิเคราะห์แบบสอบถามจากผู้ใช้

คำถาม	ร้อยละของระดับคะแนนการให้ข้อมูล					ระดับเฉลี่ย
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง	
ค่าคะแนน	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	
ข้อ (1)	32.7	**52.7**	12.7	1.8	0	4.16
ข้อ (2)	27.3	**49.1**	18.2	5.5	0	3.99
ข้อ (3)	25.5	**47.3**	20.0	7.3	0	3.91
ข้อ (4)	38.2	**43.6**	18.2	0	0	4.20
ข้อ (5)	**47.3**	34.5	14.5	3.6	0	4.25
ข้อ (6)	**47.3**	36.4	16.4	0	0	4.31
ข้อ (7)	32.7	**56.4**	9.1	1.8	0	4.20
ข้อ (8)	**49.1**	34.5	10.9	5.5	0	4.27
ข้อ (9)	38.2	**41.8**	14.5	5.5	0	4.13
ข้อ (10)	**47.3**	38.2	9.1	5.5	0	4.28
					ระดับเฉลี่ย	**4.17**
					เฉลี่ยร้อยละ	**83.40**

จากตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจโดยรวมของผู้ใช้ มีค่าเท่ากับ 4.17 คิดเป็น 83.40% เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า ผู้ใช้ส่วนใหญ่ให้ความพึงพอใจในระดับดีมากในเรื่อง การจดจำสัตว์ได้ง่ายขึ้น (49.1%) และความน่าสนใจดึงดูดต่อการเรียนรู้ รวมทั้งสะดวกในการเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา (47.3%)

สรุปและอภิปรายผล

การออกแบบและพัฒนาหนังสือสวนสัตว์สามมิติโดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง (AR) ในการนำเสนอโมเดลแอนิเมชั่นสามมิติพร้อมเสียงของสัตว์ในสวนสัตว์ ที่ใช้ภาพสองมิติในหนังสือเป็นมาร์คเกอร์ ในการเข้าถึงโมเดลสัตว์จากแอพพลิเคชั่นที่พัฒนาให้ใช้งานได้บนสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ตระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ซึ่งผู้ใช้งานหาซื้อได้สะดวกในราคาประหยัด

ขั้นตอนในการออกแบบและพัฒนาประกอบด้วย 6 ส่วนหลักที่ง่ายในการดำเนินการและแยกส่วนพัฒนาได้ตามความเชี่ยวชาญของผู้พัฒนา ผู้วิจัยใช้โปรแกรม Autodesk Maya (Student Version) ในการออกแบบและพัฒนาโมเดลสามมิติ ซึ่ง Maya เป็นโปรแกรมที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เพราะมีความยืดหยุ่นในการใช้งานสูง สามารถปรับรูปแบบของโมเดลได้อย่างอิสระ มีความโดดเด่นกว่าโปรแกรมอื่นในแง่การใช้เทคโนโลยีในการแสดงผลที่สมจริง ทั้งนี้สามารถเลือกใช้โปรแกรมพัฒนาสามมิติอื่น (เช่น โปรแกรม Blender) ตามความถนัดของผู้พัฒนา ผู้วิจัยใช้โปรแกรม Metaio Creator ในขั้นตอนของการรวมองค์ประกอบต่าง ๆ ในการออกแบบและพัฒนาแอพพลิเคชั่นเพื่อนำไปใช้จริงซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี AR ซึ่งโปรแกรม Metaio ได้รับการออกแบบการใช้งานให้เข้าใจง่ายไม่มีความซับซ้อน ผู้ใช้ที่ไม่มีความรู้มาก่อนก็สามารถสร้างผลงานออกมาได้อย่างกับมืออาชีพ โดยไม่จำเป็นต้องมีความรู้เรื่อง code เลย

หนังสือสวนสัตว์สามมิตินี้เป็นต้นแบบในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงในด้านการศึกษา การโฆษณาประชาสัมพันธ์ และยังเป็นการช่วยอนุรักษ์พันธุ์สัตว์ให้คนรุ่นหลังได้รู้จักสัตว์ชนิดต่างๆ ได้หากสูญพันธุ์ไปแล้ว

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนายนำชัย ศรีสุข นายโสธร กาลจักร นางสาวณัฐธิดา กางโสภา และนายวิกรม สุขศิริ ที่ช่วยในการพัฒนาแอพพลิเคชั่นและเก็บรวบรวมข้อมูลจนงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วง ขอกราบ

ขอบพระคุณผู้อำนวยการสวนสัตว์อุบลราชธานี รวมทั้งเจ้าหน้าที่สวนสัตว์ ที่อำนวยความสะดวกในการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสัตว์และกรุณาเป็นผู้ประเมินทดสอบประสิทธิภาพของแอพพลิเคชั่น ทำให้ได้ภาพที่ตรงกับความต้องการและสามารถนำไปใช้เผยแพร่ประชาสัมพันธ์ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

Ditcharoen, N., Polyiam, K., Vangkahad, P., and Jarujamrus, P. (2014). Development of learning media in topics of atomic structure and chemical bond with augmented reality technology. **Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning** 5(1): 21–27. (in Thai)

Guideubon.com (2014). **Ubon Ratchathani Zoo**. Retrieved from http://guideubon.com/news/view.php?t=26&s_id=10&d_id=10, June 10, 2014. (in Thai)

Kietseangtong, W., Prommart, P., and Chalermsakulkit, A. (2009). **A study on Augmented Reality through a Case Study of Memcard Game Development**. B.Sc. Senior project in Computer Science. Bangkok: Srinakharinwirot University. Retrieved from http://facstaff.swu.ac.th/pra ditm/CP 499_2552_AR.pdf, September 29, 2014. (in Thai)

Metaio.com (2014). **Arel Script**. Retrieved from https://dev.metaio.com/ arel/overview/, Septe-mber 27, 2014.

Metaio.com (2014). **Metaio Creator.** Retrieved from http://www.metaio.com/about/, September 25, 2014.

Promso, C., Saejueng, P., and Wuttisela, K. (2015). Study on normalized learning gains and concepts of molecular shape and polar covalent bond learning through augmented reality technology. **Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning** 6(1): 57–69. (in Thai)

Sripromting, N., and Saelee, A. (2014). **Kingdom of Virtual Animal**. Retrieved from http://store.learnsquare.com/eserv/changeme:192/FullReport.pdf, September 29, 2014. (in Thai)

Tansiri, P. (2010). Augmented reality. **Executive Journal** 30(2): 169–175. (in Thai)

Thananuwong, R. (2013). Learning media of Buoyant force using augmented reality. **IPST Magazine** 41(181): 28–31. (in Thai)

Tiantong, M. (2005). **Statistics and Research Methodology in Information Technology**. Bangkok: King Mongkut's University of Technology North Bangkok. (in Thai)