Veridian E-Journal, Silpakorn University
ISSN 1906 - 3431

การศึกษาโครงสร้างไดโนเสาร์ตามหลักบรรพชีวินวิทยา เพื่อจำลองการเคลื่อนไหวไดโนเสาร์สายพันธุ์อีสานในรูปแบบโมเดล 3 มิติ*

A Study of Dinosaurs 3D Model Based Paleontology for Creating Visual Simulation of Isan-Genetic Dinosaurs

รัตนโชติ เทียนมงคล (Ratanachote Thienmongkol)**

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) ศึกษาและวิเคราะห์โครงสร้างเชิงสรีรวิทยาของไดโนเสาร์สายพันธุ์สยามโมซอรัสสุธีธรนี 2) พัฒนาโมเดลและจำลองการเคลื่อนไหวแบบ 3 มิติ ของไดโนเสาร์สายพันธุ์สยามโมซอรัสสุธีธรนี และ3) ประเมินความถูกต้องในการจำลองภาพเคลื่อนไหวจากสื่อต้นแบบโดยผู้เชี่ยวชาญเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบไปด้วย 1) แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านบรรพชีวิน 2) แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาตัวละครและการจำลองการเคลื่อนไหว 3 มิติ 3) แบบประเมินความถูกต้องของสื่อต้นแบบ โดยมีกลุ่มผู้เชี่ยวชาญในกระบวนการพัฒนางานวิจัยทั้งสิ้น 7 คน ผลการวิจัยสำคัญมีรายละเอียดดังนี้ 1) การศึกษาและวิเคราะห์โครงสร้างเชิงสรีรวิทยาของไดโนเสาร์สายพันธุ์สยามโมซอรัสสุธีธรนี พบว่า ขนาดลำตัวโดยเฉลี่ยที่พบในประเทศไทย มีขนาดความยาวลำตัวที่ 7 เมตร มีขนาดความสูงที่ 3 เมตร และมีน้ำหนักโดยประมาณที่ 8 ตัน หรือ 8,000 กิโลกรัม ในขณะที่ขาหลังจะมีเล็บเท้าขึ้นมาอีก 1 นิ้วที่มีลักษณะคล้ายนกกระจอกเทศและมีพังผืดเหมือนเท้ากบ ในขณะที่สีผิวจะออกสีน้ำตาลอมเขียว และมีลักษณะเป็นเกร็ดหนังคล้ายหนังของจระเข้ เนื่องจากสายพันธุ์นี้หาอาหารได้ทั้งบนบกและในน้ำ 2) การพัฒนาโมเดลและจำลองการเคลื่อนไหวแบบ 3 มิติ ของไดโนเสาร์สายพันธุ์สยามโมซอรัส พบว่ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญแนะนำว่าจำเป็นที่จะต้องกดระดับการยืดตัวขณะเดินให้ต่ำลง อีกทั้งในลักษณะของการก้าวเท้าจะต้องปรับรูปแบบให้เป็นการจิกเท้าลงพื้นดิน เนื่องจากเป็นสายพันธุ์ที่มีกรงเล็บยาว เพื่อการยึดเกาะขณะวิ่งในการออกล่าเหยื่อ ในขณะที่การเคลื่อนไหวของครีบหลังกลุ่มผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้มีลักษณะที่แข็งตัวไม่ยืดหยุ่น 3) ผลการประเมินความถูกต้องด้านสัดส่วนตัวละครมีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 4.20 (ระดับดีมาก) ในด้านกล้ามเนื้อตัวละครค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 4.33 (ระดับดีมาก) และด้านผิวหนังค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 4.50 (ระดับดีมาก) ในขณะที่ผลการประเมินความถูกต้องด้านการจำลองการเคลื่อนไหวแบบ 3 มิติ ของไดโนเสาร์สายพันธุ์สยามโมซอรัสจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญพบว่า ด้านการถ่ายน้ำหนักมีค่าคะแนนเฉลี่ยรวม

* บทความวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโมเดล 3 มิติ และการจำลองการเคลื่อนไหวตามหลักบรรพชีวินวิทยา ของไดโนเสาร์สยามโมซอรัสสุธีธรนี ที่ถูกค้นพบซากฟอสซิลในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย: This research aims to study of dinosaurs 3D model based paleontology for creating visual simulation of Isan-Genetic Dinosaurs

** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัตนโชติ เทียนมงคล ภาควิชาสื่อนฤมิต คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
Asst. Prof. Ratanachote Thienmongkol, PhD. Department of New Media, Faculty of Informatics, Mahasarakham University,
Tel (+66) 043-754359 (E-mail: ratanachote.t@gmail.com)

ที่ 4.50 (ระดับดีมาก) ด้านระยะการก้าวเดินได้ค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 4.62 (ระดับดีมากที่สุด) และ ด้านการเคลื่อนไหวลำตัว พบค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 4.50 (ระดับดีมาก)

คำสำคัญ: โมเดลไดโนเสาร์สามมิติ/คอมพิวเตอร์กราฟิก/บรรพชีวินวิทยา/แนวคิดและการออกแบบ

Abstract

This research aims to; 1) Study and analysis physical of Siamosaurus Suteethorni structure, 2) Develop and simulate 3D model of Siamosaurus Suteethorni and 3) Evaluate the accuracy of moving simulations with the pathologies. The research instruments consist of; 1) Interview protocol with pathologies, 2) Interview protocol with the experts in 3D animators and simulators and 3) Evaluative protocol with the media prototype. The seven experts were employed to participate in this research. The key results are following; 1) After studied and analysed the physical of Siamosaurus found the details of body size discovered in Thailand was 7 meters wide and 3 meters high. Meanwhile, the weight of dinosaurs is around 8 tons or 8,000 Kilograms. The back legs have at one more figure as like as ostrich mixed with folk legs. The colours of texture represents of mixing between brown and green. And their skins look like a crocodile skin; because this dinosaur is amphibian genetics. 2) In part of developing and simulating 3D models of Siamosaurus, the experts suggested the backbone of dinosaurs need to make lower. Also the walking steps of the dinosaurs have to make it like the pecking walk. This is because this genetics have a long claw in order to capture the land surface while their hunting. The experts also suggested making the strongest movement of fin muscle. 3) The evaluative results, in part of dinosaur model and proportion scale as 4.20 points (strongly agree). In part of the model soft anatomy, the evaluative scores as 4.33 points (strongly agree). The evaluative scores of dinosaurs' texture as 4.50 points (strongly agree). Meanwhile, the 3D simulative evaluation, in part of walking and transferring weight of the dinosaurs as 4.50 points (strongly agree). The walking step and body movement evaluations as 4.62 and 4.50 points (strongly agree).

Key Words: Dinosaur 3D Models/Computer Graphics/ Pathology/Concept and Design

บทนำ

แม้ว่าไดเสาร์จะเป็นสัตว์ในยุคดึกดำบรรพ์ที่ได้สูญพันธ์ไปแล้วกว่า 65 ล้านปี หากแต่การศึกษาและค้นคว้าเกี่ยวกับที่มาและแหล่งกำเนิดของสิ่งมีชีวิตยุคแรกเริ่มนี้ ได้รับความสนใจจากนักวิจัยและนักโบราณคดีจากทั่วทุกมุมโลก สังเกตได้จากงานวิจัยในต่างประเทศที่ถูกถอดเนื้อหาและเรียบเรียงองค์ความรู้สู่การสร้างภาพเนื้อหาในรูปแบบสารคดี เพื่อให้ผู้ชมสามารถเห็นภาพในจินตนาการ ที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงของลักษณะทางชีวภาพ และสภาพแวดล้อมที่สัตว์เหล่านี้อยู่อาศัยในโลกดึกดำบรรพ์ โดยปัจจุบันการขุดค้นเพื่อศึกษาและวิจัยซากไดโนเสาร์ในประเทศไทย เริ่มได้รับความสนใจมากยิ่งขึ้น เมื่อนักโบราณคดีและชีววิทยาในประเทศไทย ได้ขุดพบฟอสซิลกระดูกไดโนเสาร์ในประเทศถึง 16 สายพันธุ์ ในจำนวนนี้เป็นไดโนเสาร์สายพันธุ์ใหม่ของโลก 7 สายพันธุ์ (วิฒเนศ ทรงธรรม และ เบญจา เสกธีระ, 2549) ซึ่งนับได้ว่าประเทศไทยถือเป็นดินแดนแห่งไดโนเสาร์ที่สำคัญแห่งหนึ่งของเอเชีย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยแหล่งขุดค้นสำคัญเกี่ยวกับซากสิ่งมีชีวิตประวัติศาสตร์เหล่านี้ คือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย เนื่องจากมีการสันนิษฐานว่าภูมิภาคแห่งนี้ในสมัยโบราณ มีภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่มและแหล่งน้ำขนาดใหญ่ จึงเป็นแหล่งอาศัยที่สำคัญของไดโนเสาร์นานาพันธุ์ เมื่อสัตว์เหล่านี้ล้มตาย ซากของมันจึงได้ถูกตะกอนแม่น้ำฝังไว้จนกลายเป็นซากกระดูกดึกดำบรรพ์อย่างที่พบเห็นในปัจจุบัน โดยพื้นที่ที่ถูกขุดค้นจนพบซากของไดโนเสาร์ จะอยู่ในบริเวณจังหวัด ขอนแก่น กาฬสินธุ์ นครราชสีมา เลย และนครพนม (Buffetaut & Ingevat, 1986)

อย่างไรก็ตาม “สยามโมซอรัสสุธีธรนี” นับได้ว่าเป็นหนึ่งใน ไดโนเสาร์เทอโรพอด (Tetrapods) ขนาดกลางสายพันธุ์ใหม่ ที่ได้ขุดพบครั้งแรกที่หลุมขุดค้นที่ 1 ที่ภูประตูตีหมา อุทยานแห่งชาติภูเวียง อำเภอเวียงเก่า จังหวัดขอนแก่น ชิ้นส่วนตัวอย่างต้นแบบเป็นฟัน 9 ซี่ มีลักษณะคล้ายฟันจระเข้ เป็นรูปกรวยยาวเรียวค่อนข้างตรง และโค้งเล็กน้อยในแนวด้านหลังของฟัน ซึ่งรายละเอียดโครงสร้างนี้นับได้ว่าเป็นสายพันธุ์ที่ไม่เคยพบที่ใดในโลก (วราวุธ สุธีธร, 2535) จึงทำให้เป็นที่สนใจจากคณะวิจัยทั้งในไทยและในต่างประเทศ หลังจากที่ได้มีการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับ สยามโมซอรัสสุธีธรนี เสร็จสิ้น คณะวิจัยก็ได้เริ่มทำการบันทึกและสรุปรูปแบบเชิงโครงสร้างและวิถีการดำเนินชีวิตทั้งในรูปแบบของเอกสารหรือชุดข้อมูลต่างๆ ในพิพิธภัณฑ์ อาทิเช่น ในจังหวัดขอนแก่นและกาฬสินธุ์ เป็นต้น อย่างไรก็ตามจากรูปแบบการนำเสนอข้อมูลไดโนเสาร์ในแนวทางดั้งเดิมของนักบรรพชีวินวิทยาของไทย จะนำเสนอข้อมูลผ่านรายงานการวิจัย บทความ หรือวารสารทางวิชาการต่างๆ ทั้งในและต่างประเทศ ซึ่งเป็นสิ่งที่ถูกต้องในเชิงเนื้อหา และสร้างข้อสรุปในการสันนิษฐานตามหลักวิชาการ หากแต่เนื้อหาเหล่านี้ถูกบรรจุอยู่ในรูปแบบของข้อความตัวอักษรหรือภาพกราฟิกประกอบ ซึ่งเป็นการยากต่อการจินตนาการให้เห็นถึงภาพเสมือนจริงเชิงประจักษ์ที่ง่ายและตรงต่อภาพในจินตนาการของผู้วิจัย แม้ว่าบางครั้งนักบรรพชีวินจะมีผู้ช่วยด้านศิลปะ (Paleoart) ในการสร้างภาพจำลองให้ออกมาเป็นตัวต้นแบบ หากแต่ภาพจำลองเหล่านั้นมักจะอยู่ในรูปแบบของการวาดด้วยลายเส้นที่เป็นแบบร่างในการสื่อสารให้ผู้อ่านจินตนาการได้พอสังเขป (Anson, Manuel, & Pedro, 2015)

ด้วยช่องว่างในการถ่ายทอดเนื้อหาเชิงจินตภาพตามหลักวิชาการของนักบรรพชีวินวิทยา ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะรวบรวมชุดข้อมูลและเนื้อหาทางการวิจัยของนักบรรพชีวิน มาทดลองบูรณาการร่วมกับเทคโนโลยีด้านการผลิตสื่อดิจิทัล ที่ใช้โปรแกรมประยุกต์ทางคอมพิวเตอร์กราฟิก เข้ามามีส่วนช่วยในการพัฒนาแบบจำลองการเคลื่อนไหวให้กับนักบรรพชีวินวิทยา สามารถถ่ายทอดจินตภาพเชิงวิชาการที่นักบรรพชีวินวิทยา

ได้ทำการศึกษาให้ออกมาเป็นภาพเคลื่อนไหวเชิงประจักษ์ โดยการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยจะทำการทดลองนำเอาสายพันธุ์ สยามโมซอรัสสุธีธรนี ซึ่งเป็นสายพันธุ์ใหญ่ของโลกที่ถูกค้นพบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ภาคอีสาน) ของประเทศไทย ซึ่งยังไม่ได้มีการจำลองสร้างภาพเคลื่อนไหวเสมือนจริงขึ้นมาก่อนในประเทศไทย ซึ่งผู้วิจัยคาดหวังว่าสื่อแอนิเมชันภาพเคลื่อนไหวเสมือนจริงครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ศึกษาค้นคว้าและผู้ที่สนใจด้านบรรพชีวินวิทยาของไทยต่อไป

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาและวิเคราะห์โครงสร้างเชิงสรีรวิทยาของไดโนเสาร์สายพันธุ์สยามโมซอรัสสุธีธรนี
2. พัฒนาโมเดลและจำลองการเคลื่อนไหวแบบ 3 มิติ ของไดโนเสาร์สายพันธุ์สยามโมซอรัสสุธีธรนี
3. ประเมินความถูกต้องในการจำลองภาพเคลื่อนไหวจากสื่อต้นแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตงานวิจัยจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วนสำคัญประกอบไปด้วย

1) กลุ่มตัวอย่างในการศึกษา

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ จะเป็นการคัดเลือกโดยอาศัยวิธีการแบบความไม่น่าจะเป็น (Non-probability) เนื่องจากการได้สวนความถูกต้องทางสรรีวิทยาด้านบรรพชีวิน จำเป็นที่จะต้องคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านที่มีความชำนาญ อีกทั้งการพัฒนาการจำลองการเคลื่อนไหวแบบ 3 มิติ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างซีเรียสโมเดล (Serious Model) และการวางผังจุดเชื่อมต่อกระดูกมีความจำเป็นที่จะต้องอาศัยความชำนาญของผู้เชี่ยวชาญที่อยู่ในสายงาน ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความจำเป็นที่จะต้องเลือกใช้เทคนิคการสุ่มกลุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เพื่อคัดผู้เชี่ยวชาญในการให้ข้อมูลที่ถูกต้องและเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย กลุ่มตัวอย่างผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบไปด้วย

1) นักบรรพชีวินที่มีความเชี่ยวชาญด้านไดโนเสาร์สายพันธุ์อีสาน 4 ท่าน[1]

2) นักแอนิเมชันที่เชี่ยวชาญด้านการสร้างซีเรียสโมเดล 3 มิติ 2 ท่าน

3) นักออกแบบการจำลองภาพเคลื่อนไหว 1 ท่าน รวมทั้งสิ้น 7 ท่าน

2) ตัวแปรทางการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัย ได้กำหนดตัวแปรทางการศึกษาออกเป็นสองระยะได้แก่

ระยะที่ 1

ตัวแปรต้น: การศึกษาด้านสรีรวิทยาของไดโนเสาร์สยามโมซอรัส สายพันธุ์อีสาน หรือที่มีแหล่งการค้นพบในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยรายละเอียดการศึกษาจะประกอบไปด้วยด้านสัดส่วนของตัว (Proportion)

[1] จำนวนผู้เชี่ยวชาญด้านบรรพชีวินวิทยาที่ผู้วิจัยได้คัดเลือก เป็นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านบรรพชีวินกลุ่มแรกในชุดสำรวจที่ค้นพบซากไดโนเสาร์สายพันธุ์สยามโมซอรัสสุธีธรนี ที่ภูประตูตีหมา อำเภอภูเวียง จังหวัดขอนแก่น

1)ด้านน้ำหนัก (Weight)

2)ด้านกล้ามเนื้อ (Soft Anatomy)

3)ด้านโครงสร้างกระดูก (Skeleton)

4)ด้านผิวหนัง (Texture)

ตัวแปรตาม: พัฒนาเป็นโมเดล 3 มิติ และนำโมเดลไปวางแผนผังจุดเชื่อมต่อการคลื่อนไหว (Rigging) เพื่อสร้างเป็นโครงกระดูกดิจิทัล (Digital Skeleton) และสร้างการจำลองการเคลื่อนไหวต้นแบบ

ระยะที่ 2

ตัวแปรต้น: สื่อ 3D แอนิเมชันจำลองการเคลื่อนไหวต้นแบบของไดโนเสาร์สยามโมซอรัส

ตัวแปรตาม: ผลการประเมินความถูกต้อง 2 ส่วนหลัง ได้แก่

1) ผลประเมินความถูกต้องด้านโครงสร้างภายนอก ได้แก่ สัดส่วน กล้ามเนื้อ และผิวหนัง

2) ผลประเมินความถูกต้องด้านการจำลองภาพเคลื่อนไหวที่ถูกสร้างจากโครงกระดูกดิจิทัล ได้แก่ 1) การถ่ายน้ำหนักในการเดิน 2) ระยะการก้าว และ 3) การเคลื่อนไหวของลำตัว

เครื่องมือทางการวิจัย

ในหัวข้อนี้กล่าวถึงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและรายละเอียดขั้นตอนในการพัฒนาเครื่องมือทางการวิจัย ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้เครื่องมือการเก็บข้อมูลแบบผสม ระหว่างเครื่องมือวิจัยเชิงคุณภาพและปริมาณในการศึกษาตัวแปรสำคัญจากภาคสนาม ประกอบไปด้วย 1) แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านบรรพชีวินวิทยา[2] 2) แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและจำลองภาพเคลื่อนไหวตัวละคร 3 มิติ[3] 3) แบบประเมินความถูกต้องด้านการออกแบบตัวละคร[4] 4) แบบประเมินความถูกต้องด้านการจำลองการเคลื่อนไหวของตัวละคร[5] ในกระบวนการการพัฒนาเครื่องมือวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบข้อคำถามและนำชุดคำถามที่สร้างขึ้นไปดำเนินการตรวจสอบความน่าเชื่อถือกับผู้เชี่ยวชาญสามท่าน (Creswell, 2003)

[2] แบบเครื่องมือสัมภาษณ์ที่ใช้ในเก็บข้อมูลกับนักวิชาการด้านบรรพชีวินวิทยา มีโครงสร้างในลักษณะการตอบคำถามแบบปลายเปิด หมวดคำถามหลักที่ผู้วิจัยได้กำหนดเป็นกรอบการสัมภาษณ์ประกอบไปด้วย 1) บริบทด้านการดำรงชีพของไดโนเสาร์สยามโมซอรัส 2) ด้านสัดส่วนของตัว 3) ด้านน้ำหนัก 4) ด้านกล้ามเนื้อ 5) ด้านโครงสร้างกระดูก และ 6) ด้านผิวหนัง

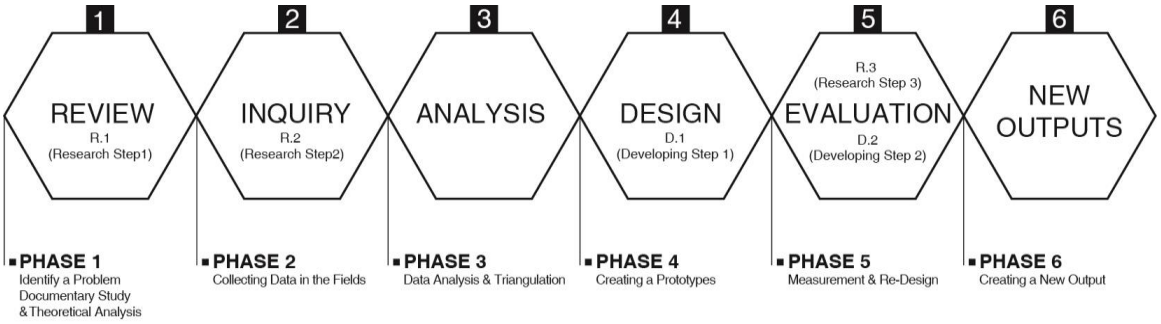
[3] รูปแบบที่ใช้ในการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและจำลองภาพเคลื่อนไหวตัวละคร 3 มิติ มีลักษณะเป็นคำถามเชิงโครงสร้าง คือ กรอบการสัมภาษณ์จะประกอบไปด้วย 1) หลักการสำคัญในการพัฒนาตัวละคร 3 มิติ ประเภทสัตว์ (3D Modeling Development) 2) หลักการในการสร้างชุดกระดูกดิจิทัลเพื่อการเคลื่อนไหวตัวละครขนาดใหญ่ (Rigging) 3) หลักการในการจำลองการเคลื่อนไหว (Simulation)

[4] แบบประเมินความถูกต้องด้านการออกแบบตัวละครถูกนำมาใช้กับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านบรรพชีวิน เพื่อประเมินผลความถูกต้องด้านโครงสร้างภายนอกของตัวละครไดโนเสาร์ต้นแบบที่ได้พัฒนาขึ้น โดยกรอบข้อคำถามหลักที่ใช้ในการประเมินตัวละคร ประกอบไปด้วย ด้านโครงสร้างตัวละคร สัดส่วนของกล้ามเนื้อ และผิวหนัง โดยเกณฑ์การประเมินจะอยู่ในรูปแบบของ Likert Scale จากระดับ 1 (ปรับปรุงแก้ไข) 2 (เห็นด้วยน้อย) 3 (เห็นด้วยปานกลาง) 4 (เห็นด้วยมาก) และ 5 (เห็นด้วยมากที่สุด) พร้อมข้อเสนอแนะแบบปลายเปิด

[5] แบบประเมินความถูกต้องด้านการจำลองภาพเคลื่อนไหวที่ถูกสร้างจากโครงกระดูกดิจิทัล ได้แก่ 1) การถ่ายน้ำหนักในการเดิน 2) ระยะการก้าว 3) สรีรวิทยากับการเคลื่อนไหวของตัวละคร โดยเกณฑ์การประเมินจะอยู่ในรูปแบบของ Likert Scale 5 ระดับ พร้อมข้อเสนอแนะแบบปลายเปิด

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการประยุกต์ใช้เอากรอบแนวคิดของการวิจัยและพัฒนาเข้ามาเป็นแนวทางในการพัฒนาขั้นตอนวิธีดำเนินการวิจัย เพื่อสร้างแบบจำลองตัวละครและการเคลื่อนไหวเสมือนจริงแบบ 3 มิติ ของไดโนเสาร์สยามโมซอรัสสุธีธรนี” โดยขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยจำแนกออกเป็น 6 ระยะ ตามรายละเอียดดังต่อไปนี้ (ดูแผนผังวิธีดำเนินการวิจัย ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 วิธีการดำเนินการวิจัยและการเก็บข้อมูล (ที่มา: รัตนโชติ เทียนมงคล, 2560)

1) ระยะที่ 1 การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จะเป็นการเก็บข้อมูลขั้นทุติยภูมิ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และรวบรวมข้อมูลเชิงเอกสารที่เกี่ยวข้อง โดยเริ่มต้นจากการศึกษาเอกสารด้าน ยุคโลกดึกดำบรรพ์ การศึกษาด้านบรรพชีวิน สายพันธุ์ของไดโนเสาร์ในประเทศไทย หลักการคอมพิวเตอร์กราฟิกและประเด็นอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

2) ระยะที่ 2 หลังจากเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลด้านเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ดำเนินการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านบรรพชีวิน 4 ท่าน หมวดคำถามหลักที่ผู้วิจัยได้กำหนดเป็นกรอบการสัมภาษณ์ประกอบไปด้วย 1) บริบทด้านการดำรงชีพของไดโนเสาร์สยามโมซอรัส 2) ด้านสัดส่วนของตัว (Proportion) 3) ด้านน้ำหนัก (Weight) 4) ด้านกล้ามเนื้อ (Soft Anatomy) 5) ด้านโครงสร้างกระดูก (Skeleton) และ 6) ด้านผิวหนัง (Texture) และดำเนินการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ โมเดล 3 มิติ 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบการจำลองภาพเคลื่อนไหว 1 ท่าน ซึ่งผลที่ได้จะถูกนำมาวิเคราะห์และสรุปเป็นแนวคิดในการพัฒนาตัวโมเดล 3 มิติ โดยกรอบการสัมภาษณ์จะประกอบไปด้วย 1) หลักการสำคัญในการพัฒนาตัวละคร 3 มิติ ประเภทสัตว์ (3D Modeling Development) 2) หลักการในการสร้างชุดกระดูกดิจิทัลเพื่อการเคลื่อนไหวตัวละครขนาดใหญ่ (Rigging) 3) หลักการในการจำลองการเคลื่อนไหว (Simulation)

3) ระยะที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูล ในขั้นตอนนี้จะเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลแบบสามเส้า โดย การนำเอา 1) ชุดข้อมูลที่ได้จากข้อมูลเอกสารและงานวิจัย ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยใช้เทคนิควิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ที่จำแนกออกจากคำสำคัญ (Key Words) ทางการวิจัย เพื่อที่จะนำไปกำหนดเป็นกรอบแนวคิดสำคัญในการแบ่งหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย ที่อยู่ในรูปแบบของการวิเคราะห์โครงสร้างออกเป็น 2 ส่วนหลักได้แก่ การทบทวนเอกสาร และการศึกษาภาคทฤษฎี ซึ่งชุดข้อมูลด้านเอกสารและ

Veridian E-Journal, Silpakorn University
ISSN 1906 - 3431

ทฤษฎี โดยโครงสร้างการวิเคราะห์ข้อมูลของผู้วิจัย จะมีการจัดหมวดตามคำสำคัญและจำแนกออกมาเป็นลำดับขั้น เพื่อให้ง่ายต่อการเชื่อมต่อความสัมพันธ์ในการทบทวนเอกสารและงานวิจัย 2) การวิเคราะห์ชุดข้อมูลที่ได้จากการ สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยได้ทำการถอดบทสัมภาษณ์ (Transcription) และทำการวิเคราะห์แยกแบบรายกลุ่ม โดยเทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูล (Typological Analysis) โดยการจำแนกข้อมูลออกเป็นระดับขั้น ที่ขึ้นอยู่กับการกำหนดกรอบของการจำแนกประเภทข้อมูล ซึ่งในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการย่อยข้อมูลของแต่ละกลุ่มโดยใช้ รูปแบบการวิเคราะห์กลุ่มคำ (Domain Analysis) ที่กลุ่มผู้ให้สัมภาษณ์แต่ละกลุ่มได้ให้ข้อมูลไว้ โดยหลังจากที่ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลของแต่ละกลุ่มเสร็จสิ้น ผู้วิจัยทำการนำเอากลุ่มคำสำคัญที่สอดคล้องกัน ของแต่ละกลุ่มผู้ให้สัมภาษณ์มาทำการวิเคราะห์แบบสามเส้า (Triangulation Analysis) โดยผู้วิจัยใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบ Triangulation of Sources คือ วิเคราะห์ประเด็นทางคำถามเดียวกันแต่มาจากต่างกลุ่มผู้ให้ข้อมูล (Creswell, 2003) เพื่อที่จะข้อหาความสัมพันธ์หรือความแตกต่างทางความคิดระหว่างบุคคลและระหว่างกลุ่ม เพื่อที่จะนำตัวแปรที่ได้จากการสังเคราะห์ไปสร้างข้อสรุปแบบอุปนัย (Analytic induction) ซึ่งการสร้างข้อสรุปเชิงอุปนัยเสร็จสิ้น ก็จะนำไปสู่ขั้นตอนการพัฒนา Design Concepts ของงานออกแบบตัวละครและการจำลองการเคลื่อนไหวต้นแบบ

4) ระยะที่ 4 จะเป็นการออกแบบตาม design concepts และยึดข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์ในขั้นตอนที่ 3 และพัฒนาสร้างตัวละคร ไดโนเสาร์สายพันธุ์สยามโมซอรัสสุธีธรนี พร้อมทั้งผลิตจากการจำลองภาพการเคลื่อนไหวต้นแบบก่อนที่จะนำไปตรวจสอบและประเมินความถูกต้องในขั้นตอนต่อไป

5) ระยะที่ 5 การประเมินเพื่อตรวจสอบความถูกต้องด้านการออกแบบตัวละคร และแบบประเมินความถูกต้องด้านการจำลองการเคลื่อนไหวของตัวละครไดโนเสาร์ต้นแบบที่ทำเสร็จสิ้นในระยะที่ 4 กับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านบรรพชีวิน 4 ท่านที่ได้ทำการสัมภาษณ์จากการเก็บข้อมูลระยะแรก โดยวิธีการในการเก็บข้อมูลจะอยู่ในรูปแบบผสม ทั้งการประเมินผลด้วยค่าสถิติแบบ Likert Scale และการสัมภาษณ์ปลายเปิดเพิ่มเติมผลสะท้อนทางความคิดของผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปปรับปรุงงานออกแบบให้เป็นชิ้นงานสมบูรณ์ โดยองค์ประกอบการประเมินสำคัญใน ระยะที่ 2 ประกอบด้วยชุดเครื่องมือการประเมิน 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่1) การประเมินความถูกต้องด้านการออกแบบตัวละคร ส่วนที่ 2) การประเมินความถูกต้องด้านการจำลองการเคลื่อนไหวของตัวละคร ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลจะอยู่ในรูปแบบค่าสถิติการหาค่าเฉลี่ยโดยวิธีการหาค่าความถี่ของคะแนน (Frequency Analysis) ที่ได้จาก Rating Scale ที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้กรอกประเมินหลังจากที่ได้เห็นสื่อต้นแบบ โดยค่าคะแนนเฉลี่ยการประเมินความถูกต้องจะถูกแบ่งออกเป็น 5 ลำดับ จาก ดีมากที่สุด ที่ 5 คะแนน ไปจนถึงปรับปรุงแก้ไข ที่ 1 คะแนน

6) ระยะที่ 6 หลังจากได้ผลประเมินข้อสรุปจากทางผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านบรรพชีวินวิทยา ก็จะเข้าสู่กระบวนการปรับแก้และสร้างให้เป็นชิ้นงานสมบูรณ์ตามหลักการบรรพชีวิน (ดูภาพโครงสร้างวิธีดำเนินการวิจัยใน ภาพที่ 1)

ผลการวิจัยที่สำคัญ

ประเด็นที่ 1 (ด้านเอกสาร) มิติการศึกษาด้านบรรพชีวินของประเทศไทยได้เริ่มการศึกษาบรรพชีวินวิทยาในการขุดค้นซากฟอสซิลไดโนเสาร์ในปี พ.ศ.2513 ร่วมกับทีมสำรวจจากสหรัฐอเมริกา โดยการขุดพบซากไดโนเสาร์ครั้งแรกเกิดขึ้นในปี พ.ศ.2518 ณ บริเวณพื้นลำห้วยประตูตีหมา อุทยานแห่งชาติภูเวียง ที่อยู่ในยุคครีเทเชียสตอนต้น ที่มีทั้งไดโนเสาร์ซอโรพอด (กินพืช) และเทอร์โรพอด (กินเนื้อ) โดยสายพันธุ์ของไดโนเสาร์ที่ถูกค้นพบในประเทศไทยได้ถูกบันทึกว่ามีทั้งหมด 7 สายพันธุ์ โดยมีไดโนเสาร์ สยามโมซอรัส สุธีธรนี (Siamosaurus suteethorni) เป็นไดโนเสาร์ในกลุ่มกินเนื้อ เป็นสกุลและชนิดใหม่ของโลกที่มีชิ้นส่วนตัวอย่างต้นแบบเป็นฟัน 9 ซี่ คล้ายฟันจระเข้ เป็นรูปกรวยยาวเรียว ค่อนข้างตรง และโค้งเล็กน้อยในแนวด้านหลังของฟัน ซึ่งรายละเอียดโครงสร้างนี้นับได้ว่าเป็นสายพันธุ์ที่ไม่เคยพบมาก่อนและมีอายุประมาณ 130 ล้านปี (วราวุธ สุธีธร, 2535) มีชีวิตอยู่ในช่วงยุคครีเตเซียส หรือยุคที่ 3 ของไดโนเสาร์ (Mantell, 1851)

ประเด็นที่ 2 (ด้านเอกสาร) ข้อมูลการศึกษาด้านโครงสร้างของไดโนเสาร์สยามโมซอรัสสุธีธรนีของ Paul (1997) ได้อธิบายว่า การคำนวณโครงสร้างน้ำหนักของไดโนเสาร์ สามารถประมาณการได้จากการนำเอาขนาดกล้ามเนื้อของตัว (Body Mass) หารด้วยขนาดของกระดูก (Bone Dimension Relationship) หรือในสูตร (M/BDR) อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของ Buffetaut และ Ingevat (1986) พบว่า ขนาดความยาวของไดโนเสาร์สยามโมซอรัสที่พบในไทยมีขนาดความยาวเฉลี่ยที่ 9.1 เมตร หรือประมาณ 30 ฟุต และมีความสูงราว 2-3 เมตร หรือ 10 ฟุต และมีน้ำหนักเฉลี่ยที่ 5-7 ตัน หรือ 5,000-7,000 กิโลกรัม

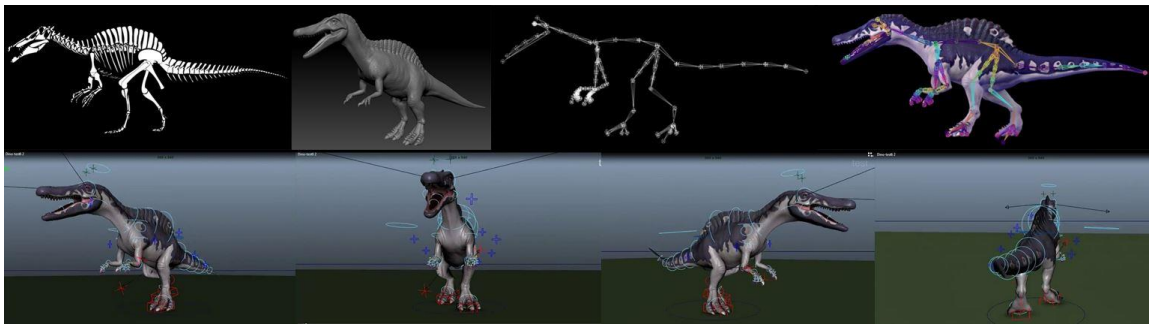
ประเด็นที่ 3 (ผลสัมภาษณ์กลุ่มผู้เชี่ยวชาญบรรพชีวิน) ด้านการดำรงชีพของไดโนเสาร์สยามโมซอรัส พบว่า การดำรงชีพของไดโนเสาร์โดยทั่วไป จะมีอายุโดยเฉลี่ยเท่ากับคนวัยกลางคนค่อนไปทางวัยรุ่น เนื่องจากนิสัยของไดโนเสาร์คือนักล่า ทำให้ซากไดโนเสาร์ที่ค้นพบมักจะเป็นวัยกลางหรือโตเต็มวัยแต่จะไม่แก่ตัว เพราะได้เสียชีวิตจากการล่าหรือถูกล่าเป็นส่วนใหญ่ อันจะมีข้อสังเกตจากโครงสร้างของกระดูกและไขกระดูกที่สมบูรณ์ ซึ่งแสดงออกถึงวัยของไดโนเสาร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับสายพันธุ์สยามโมซอรัส ที่สายพันธุ์กินเนื้อแบบเทอร์โรพอด ทำให้นิยมการล่าเป็นหลัก โดยจากหลักฐานที่พบซากไดโนเสาร์ในไทยนั้นเป็นตัวเต็มวัย ในขณะที่ด้านโครงสร้าง พบว่ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญค้นพบจากซากที่มีขนาดความยาวลำตัวที่ 7 เมตร มีขนาดความสูงที่ 3 เมตร และมีน้ำหนักโดยประมาณที่ 8 ตัน หรือ 8,000 กิโลกรัม หากแต่ผู้เชี่ยวชาญกล่าวว่าเมื่อเปรียบเทียบกับในซากของสายพันธุ์ใกล้เคียงกันในอเมริกาจะมีขนาดเล็กกว่าเกือบ 2 เท่าตัว ซึ่งผู้เชี่ยวชาญกล่าวว่าสายพันธุ์สยามโมซอรัสของไทยน่าจะมีบรรพบุรุษมาจากทางสายพันธุ์ของประเทศอียิปต์และโมร็อคโก อย่างไรก็ตามในเชิงความพิเศษด้านกายภาพพบว่า สยามโมซอรัสของไทยนั้น มีรูปปากคล้ายจระเข้ซึ่งถือได้ว่าเป็นสายพันธุ์ใหม่ที่ยังไม่เคยค้นพบมาก่อนในโลก โดยนักบรรพชีวินให้ข้อสังเกตว่าการที่มีปากคล้ายจระเข้นั้นเป็นเพราะว่า เป็นสัตว์กลายพันธุ์มาจากครึ่งบกครึ่งน้ำ และหากินบริเวณริมแม่น้ำจึงทำให้ชั้นผิวหนังของสายพันธุ์นี้คล้ายคลึงจระเข้ ในด้านการเคลื่อนไหวของไดโนเสาร์สายพันธุ์นี้พบว่าลักษณะการเดินจากการศึกษารอยเท้า สามารถสันนิษฐานได้ว่าการเดินจะลักษณะคล้ายการเดินของช้างที่มีลักษณะการเดินไขว้ขาไม่ได้เดินขาห่าง (ดูภาพประกอบที่ 2)

Veridian E-Journal, Silpakorn University
ISSN 1906 - 3431

ประเด็นที่ 4 (ผลสัมภาษณ์กลุ่มผู้เชี่ยวชาญการออกแบบตัวละครและจำลองการเคลื่อนไหว) จากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบตัวละครเสมือนจริงพบว่าปัญหาที่สำคัญที่ผู้พัฒนาโมเดลจะต้องคำนึงคือการสร้างมโนภาพจากสิ่งที่ไม่เคยเห็น ไม่ว่าจะเป็นในส่วนของขนาดกล้ามเนื้อและพื้นผิว เนื่องจากไดโนเสาร์เป็นสัตว์ก่อนยุคประวัติศาสตร์ที่ไม่มีการจดบันทึกภาพอ้างอิงหรือมีประสบการณ์ร่วม ดังนั้นการจะสร้างให้ถูกต้องจึงเป็นข้อจำกัดที่ไม่อาจจะหาข้อสรุปที่ตรงตามข้อเท็จจริงได้ ดังนั้นผู้พัฒนาโมเดลจำเป็นที่จะต้องคำนึงถึงรายละเอียดของการหาสิ่งอ้างอิง ไม่ว่าจะเป็นสัดส่วน โครงสร้างกล้ามเนื้อ พื้นผิวของสัตว์ที่เป็นสิ่งอ้างอิง ซึ่งอาจจะเป็นการผสมผสานจากผิวหนังสัตว์อ้างอิงหลากหลายชนิด เพื่อสร้างให้ตัวละครมีความใกล้เคียงสมมุติฐานทางวิชาการ ด้านผู้เชี่ยวชาญการจำลองการเคลื่อนไหวแบบเสมือนจริง ได้ให้ข้อแนะนำว่าเนื่องจากไดโนเสาร์นั้นมีโครงสร้างตัวที่มีขนาดใหญ่ดังนั้น ตัวอย่างการลงน้ำหนักของสัตว์อาจจะมีความคล้ายคลึงกับสัตว์ประเภทช้าง ฮิปโป หรือยีราฟ อย่างไรก็ตามสิ่งที่น่ากังวล คือไดโนเสาร์สายพันธุ์สยามโมซอรัสเป็นสัตว์ประเภทกินเนื้อขนาดใหญ่และเดินสองเท้าและมีความเร็วกว่าสัตว์ขนาดใหญ่ในยุคของโลกปัจจุบัน จึงทำให้มีข้อจำกัดในการค้นหาภาพตัวอย่าง หากแต่ความเป็นไปได้ในการจำลองการเคลื่อนไหว จำเป็นที่อาจจะลองศึกษาการเคลื่อนที่ของนกกระจอกเทศที่มีขนาดตัวใหญ่แต่มีความเร็วมาเป็นสัตว์อ้างอิง แต่อย่างไรก็ตามนักออกแบบการเคลื่อนไหวจำลองยังคงต้องทำงานควบคู่ไปกับนักบรรพชีวินเพื่อหาข้อสรุปที่ใกล้เคียงกับงานทางวิชาการ

ผลการพัฒนาออกแบบครั้งที่ 1

หลังจากการรวบรวมข้อมูลจากเอกสารงานวิจัยและการสัมภาษณ์กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยทำการพัฒนาตัวละครต้นแบบ โดยโครงสร้างกระดูกไดโนเสาร์สยามโมซอรัส ตามเอกสารงานวิจัยของ Pual (1997) และ Hartman (2012) และข้อเสนอแนะจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านบรรพชีวิน และพัฒนาสู่การสร้างมวลกล้ามเนื้อ (Soft Anatomy) ลงพื้นผิว (Texture) และสร้างชุดกระดูกดิจิทัล (Rigging) เพื่อจำลองการเคลื่อนไหวตัวอย่าง ภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ภาพตัวอย่างการพัฒนาตัวละคร 3 มิติต้นแบบพร้อมการจำลองการเคลื่อนไหว ครั้งที่ 1

หลังจากที่ได้พัฒนาตัวชิ้นงานต้นแบบทางผู้วิจัยได้นำไปตรวจความถูกต้องกับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านบรรพชีวินวิทยา 4 ท่าน โดยมีผลการประเมินที่สำคัญ 2 ส่วน ประกอบไปด้วยส่วนที่1) การประเมินความถูกต้องด้านการออกแบบตัวละครโครงสร้างตัวละคร และส่วนที่ 2) การประเมินความถูกต้องด้านการจำลองการเคลื่อนไหวของตัวละคร โดยข้อมูลการประเมินจะอยู่ในรูปแบบค่าสถิติการหาค่าเฉลี่ยโดยวิธีการหาค่าความถี่ของคะแนน (Frequency Analysis) ที่ได้จาก Rating Scale (สาธิต เชื้ออยู่นาน, 2560) ตามรายละเอียดในตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความถูกต้องด้านโครงสร้างภายนอกตัวละครไดโนเสาร์ต้นแบบ

ระดับการประเมินความถูกต้องด้านสัดส่วนตัวละคร	**จำนวน (N)**	**ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)**	**ค่าเบี่ยงเบน (S.D.)**
1) ความเหมาะสมของสัดส่วนศีรษะไดโนเสาร์ต้นแบบ	4	4.25	.500
2) ความเหมาะสมของสัดส่วนลำตัวไดโนเสาร์ต้นแบบ	4	3.00	.000
3) ความเหมาะสมของสัดส่วนหางไดโนเสาร์ต้นแบบ	4	4.00	.000
4) ความเหมาะสมของสัดส่วนขาหน้าไดโนเสาร์ต้นแบบ	4	2.75	.500
5) ความเหมาะสมของสัดส่วนขาหลังไดโนเสาร์ต้นแบบ	4	3.75	.500
6) ความเหมาะสมของสัดส่วนครีบหลังไดโนเสาร์ต้นแบบ	4	2.00	.000
ผลรวม		**3.29**	**0.25**
ระดับการประเมินความถูกต้องด้านกล้ามเนื้อตัวละคร	**จำนวน (N)**	**ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)**	**ค่าเบี่ยงเบน (S.D.)**
7) ความเหมาะสมของกล้ามเนื้อลำคอไดโนเสาร์ต้นแบบ	4	4	.000
8) ความเหมาะสมของกล้ามเนื้อลำตัวไดโนเสาร์ต้นแบบ	4	4.25	.500
9) ความเหมาะสมของกล้ามเนื้อหางไดโนเสาร์ต้นแบบ	4	4.25	.500
10) ความเหมาะสมของกล้ามเนื้อขาหน้าไดโนเสาร์ต้นแบบ	4	2.25	.500
11) ความเหมาะสมของกล้ามเนื้อขาหลังไดโนเสาร์ต้นแบบ	4	4.00	.000
12) ความเหมาะสมของกล้ามเนื้อครีบหลังไดโนเสาร์ต้นแบบ	4	2.50	.577
ผลรวม		**3.54**	**0.346**
ระดับการประเมินความถูกต้องด้านผิวหนังตัวละคร	**จำนวน (N)**	**ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)**	**ค่าเบี่ยงเบน (S.D.)**
13) ความเหมาะสมของลวดลายบนตัวไดโนเสาร์	4	2.00	.000
14) ความเหมาะสมของลักษณะผิวบนตัวไดโนเสาร์	4	2.25	.000
15) ความเหมาะสมของลักษณะสีผิวหนังบนตัวไดโนเสาร์	4	2.00	.000
ผลรวม		**2.08**	**0.000**

Veridian E-Journal, Silpakorn University
ISSN 1906 - 3431

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความถูกต้องด้านการจำลองการเคลื่อนไหวตัวละครไดโนเสาร์ต้นแบบ

ระดับการประเมินความถูกต้องด้านการถ่ายน้ำหนัก	จำนวน (N)	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	ค่าเบี่ยงเบน (S.D.)
1) ความเหมาะสมในการลงน้ำหนักการเดิน	4	3.00	.000
2) ความเหมาะสมในการถ่ายน้ำหนักลำตัวในการเดิน	4	3.25	.500
ผลรวม		**3.12**	**0.25**
ระดับการประเมินความถูกต้องด้านระยะการก้าว	**จำนวน (N)**	**ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)**	**ค่าเบี่ยงเบน (S.D.)**
3) ความเหมาะสมของลักษณะการก้าวเท้าเดิน	4	2.00	.000
4) ความเหมาะสมของระยะการก้าวเดิน	4	4.00	.000
ผลรวม		**3.00**	**0.000**
ระดับการประเมินความถูกต้องด้านการเคลื่อนไหวลำตัว	**จำนวน (N)**	**ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)**	**ค่าเบี่ยงเบน (S.D.)**
5) ความเหมาะสมของระดับลำตัวในการเดิน	4	2.00	.000
6) ความเหมาะสมของลักษณะการเคลื่อนไหวของหางกับลำตัว	4	4.25	.500
7) ความเหมาะสมของลักษณะการเคลื่อนไหวของศีรษะ	4	3.00	.000
8) ความเหมาะสมของลักษณะการเคลื่อนไหวของครีบหลัง	4	2.00	.000
ผลรวม		**2.81**	**0.125**

การอภิปรายผลการออกแบบครั้งที่ 1 จากผลการประเมินความถูกต้องด้านโครงสร้างภายนอกตัวละครไดโนเสาร์ต้นแบบ และผลการประเมินความถูกต้องด้านการจำลองการเคลื่อนไหวตัวละครไดโนเสาร์ต้นแบบโดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านบรรพชีวินครั้งที่ 1 ผู้วิจัยได้พบประเด็นสำคัญที่จะต้องนำไปปรับแก้ไขให้ตัวละครมีความสมบูรณ์ได้เคลื่อนไหวได้เสมือนจริงมากขึ้น โดยมีการอภิปรายผลที่สำคัญประกอบไปด้วย

ด้านที่ 1 สัดส่วนตัวละคร ผู้เชี่ยวชาญบรรพชีวินได้แนะนำว่า สัดส่วนตัวไดโนเสาร์ต้นแบบมีขนาดลำตัวกับครีบหลังที่ยังไม่สมส่วนเนื้อจากครีบหลังมีความสูงที่น้อยเกินไปจึงทำให้มีค่าคะแนนการประเมินที่ต่ำ และอีกส่วนสำคัญที่ต้องมีการปรับแก้คือขาคู่หน้าเนื่องจากขนาดของเล็บสั้นเกินไป เนื่องจากสายพันธุ์นี้เป็นสายพันธุ์กินเนื้อทำให้เล็บจำเป็นที่จะต้องมีความยาวมากกว่านี้ ในขณะที่ขาหลังจะต้องเพิ่มเล็บเท้าขึ้นมาอีก 1 นิ้วที่มีลักษณะคล้ายนกกระจอกเทศ

ด้านที่ 2 กล้ามเนื้อ ผู้เชี่ยวชาญบรรพชีวินเสนอแนะว่ากล้ามเนื้อต้นแขนมีขนาดที่ลีบเกินไป ควรมีการปรับขยายให้ใหญ่ขึ้น เนื่องจากสายพันธุ์นี้ยังไม่เป็นที่ปรากฏแน่ชัดว่าสามารถลงไปเดิน 4 ขาได้ด้วยหรือไม่ ดังนั้นขนาดกล้ามเนื้อขาหน้าควรมีการปรับให้ใหญ่ขึ้น ในขณะที่ครีบหลังมีโครงสร้างกล้ามเนื้อที่อ่อนตัวเกินความเป็นจริง ควรปรับให้มีความแข็งมากขึ้นเนื่องจากด้านในเป็นโครงสร้างกระดูก

ด้านที่ 3 ผิวหนังลวดลาย ยังไม่ตรงตามหลังการบรรพชีวิน ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะให้มีการปรับรูปแบบผิวหนังให้มีความเป็นเกล็ดหนังคล้ายหนังของจระเข้ เนื่องจากสายพันธุ์นี้หาอาหารได้ทั้งบนบกและในน้ำ อีกทั้งสีผิวจะมีความคล้ายคลึงกับสีเกล็ดของจระเข้ที่ออกน้ำตาลอมเขียว

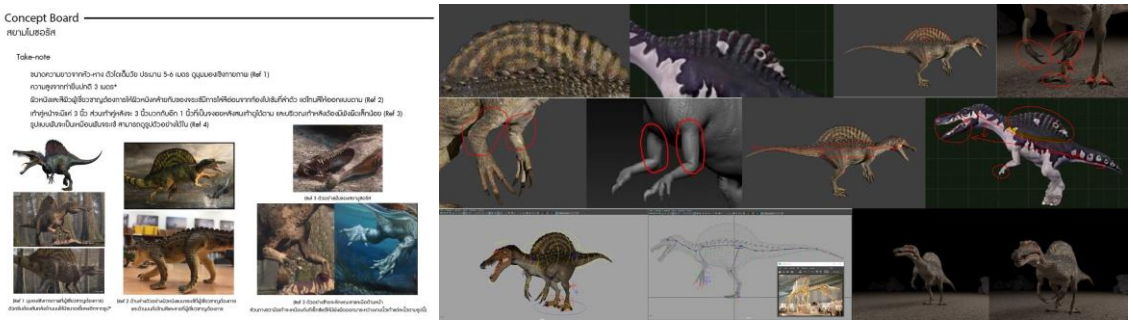
ด้านที่ 4 การจำลองการเคลื่อนไหว ผลสะท้อนทางความคิดจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญคือ ด้านการถ่ายเทน้ำหนักของตัวละคร ยังอยู่ในระนาบของการทรงตัวขณะเดินในระดับที่สูงเกินไป กลุ่มผู้เชี่ยวชาญแนะนำว่าจำเป็นที่จะต้องกดระดับการยืดตัวขณะเดินให้ต่ำลง อีกทั้งในลักษณะของการก้าวเท้าจะต้องปรับรูปแบบให้เป็น

การจิกเท้าลงพื้นดิน เนื้อจากเป็นสายพันธุ์ที่มีกรงเล็บยาวเพื่อการยึดเกาะขณะวิ่งในการออกล่าเหยื่อ ในขณะที่การเคลื่อนไหวของครีบหลังกลุ่มผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้มีลักษณะที่แข็งตัวไม่ยืดหยุ่น และขณะเดินบริเวณปากจะไม่มีการอ้าขึ้น

ผลการพัฒนาออกแบบครั้งที่ 2

หลังจากการประเมินความถูกต้องกับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญบรรพชีวิน พร้อมทั้งแลกเปลี่ยนข้อเสนอแนะและผลสะท้อนทางความคิดรวมกันทำให้ผู้วิจัยได้สรุปและสร้าง Concept Board ในการปรับแก้ไดโนเสาร์ต้นแบบให้กับทางผู้เชี่ยวชาญบรรพชีวินตรวจสอบก่อนนำไปพัฒนาเป็นตัวโมเดลและการจำลองการเคลื่อนไหวที่สมบูรณ์ต่อไป ตัวอย่างกรอบแนวคิดในการออกแบบและจุดปรับแก้สำคัญ นำเสนอในภาพที่ 3 และผลงานออกแบบตัวละครสมบูรณ์แสดงตัวอย่างใน ภาพที่ 4

ภายหลังจากผู้วิจัยได้ทำการปรับแก้ตัวละครไดโนเสาร์สยามโมซอรัสต้นแบบเสร็จสิ้น ผู้วิจัยได้ประเมินความถูกต้องกับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญอีกครั้ง ผลการประเมินความถูกต้องด้านโครงสร้างภายนอกของตัวละครไดโนเสาร์ต้นแบบและการจำลองการเคลื่อนไหว ครั้งที่ 2 จะมีหัวข้อการประเมินที่เหมือนกับครั้งที่ 1 มีรายละเอียดสรุปผลการประเมินแสดงในตารางที่ 3 และ 4



ภาพที่ 3 Concept Board และจุดโครงสร้างสำคัญของตัวละครที่ต้องแก้ไข (ด้านบน) และ ตัวอย่างการปรับแก้ไขโมเดลตัวละครพร้อมทั้งการใส่กระดูกดิจิทัลเพื่อจำลองการเคลื่อนไหว ครั้งที่ 2 (ด้านล่าง)

Veridian E-Journal, Silpakorn University
ISSN 1906 - 3431



ภาพที่ 4 ตัวอย่าง ตัวละครสมบูรณ์ (ซ้าย) และตัวอย่างการจำลองการเคลื่อนไหวสมบูรณ์ (ขวา)

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความถูกต้องด้านโครงสร้างภายนอกตัวละครไดโนเสาร์ต้นแบบ

ระดับประเมินความถูกต้องด้านสัดส่วนตัวละคร	**จำนวน (N)**	**ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)**	**ค่าเบี่ยงเบน (S.D.)**
1) ความเหมาะสมของสัดส่วนศีรษะไดโนเสาร์ต้นแบบ	4	4.25	.500
2) ความเหมาะสมของสัดส่วนลำตัวไดโนเสาร์ต้นแบบ	4	4.25	.500
3) ความเหมาะสมของสัดส่วนหางไดโนเสาร์ต้นแบบ	4	4.00	.000
4) ความเหมาะสมของสัดส่วนขาหน้าไดโนเสาร์ต้นแบบ	4	3.75	.957
5) ความเหมาะสมของสัดส่วนขาหลังไดโนเสาร์ต้นแบบ	4	4.75	.500
6) ความเหมาะสมของสัดส่วนครีบหลังไดโนเสาร์ต้นแบบ	4	4.25	.500
ผลรวม		**4.20**	**0.492**
ระดับการประเมินความถูกต้องด้านกล้ามเนื้อตัวละคร	**จำนวน (N)**	**ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)**	**ค่าเบี่ยงเบน (S.D.)**
7) ความเหมาะสมของกล้ามเนื้อลำคอไดโนเสาร์ต้นแบบ	4	4.25	.500
8) ความเหมาะสมของกล้ามเนื้อลำตัวไดโนเสาร์ต้นแบบ	4	4.25	.500
9) ความเหมาะสมของกล้ามเนื้อหางไดโนเสาร์ต้นแบบ	4	4.50	.577
10) ความเหมาะสมของกล้ามเนื้อขาหน้าไดโนเสาร์ต้นแบบ	4	4.00	.000
11) ความเหมาะสมของกล้ามเนื้อขาหลังไดโนเสาร์ต้นแบบ	4	4.50	.577
12) ความเหมาะสมของกล้ามเนื้อครีบหลังไดโนเสาร์ต้นแบบ	4	4.50	.577
ผลรวม		**4.33**	**0.455**
ระดับการประเมินความถูกต้องด้านผิวหนังตัวละคร	**จำนวน (N)**	**ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)**	**ค่าเบี่ยงเบน (S.D.)**
13) ความเหมาะสมของลวดลายบนตัวไดโนเสาร์	4	4.00	.000
14) ความเหมาะสมของลักษณะผิวบนตัวไดโนเสาร์	4	4.75	.500
15) ความเหมาะสมของลักษณะสีผิวหนังบนตัวไดโนเสาร์	4	4.75	.500
ผลรวม		**4.50**	**0.333**

ตารางที่ 4 ผลการประเมินความถูกต้องด้านการจำลองการเคลื่อนไหวตัวละครไดโนเสาร์ต้นแบบ

ระดับการประเมินความถูกต้องด้านการถ่ายน้ำหนัก	**จำนวน (N)**	**ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)**	**ค่าเบี่ยงเบน (S.D.)**
1) ความเหมาะสมในการลงน้ำหนักการเดิน	4	4.50	.577
2) ความเหมาะสมในการถ่ายน้ำหนักลำตัวในการเดิน	4	4.50	.577
ผลรวม		**4.50**	**0.577**
ระดับการประเมินความถูกต้องด้านระยะการก้าว	**จำนวน (N)**	**ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)**	**ค่าเบี่ยงเบน (S.D.)**
3) ความเหมาะสมของลักษณะการก้าวเท้าเดิน	4	4.75	.500
4) ความเหมาะสมของระยะการก้าวเดิน	4	4.50	.577
ผลรวม		**4.62**	**0.538**
ระดับการประเมินความถูกต้องด้านการเคลื่อนไหวลำตัว	**จำนวน (N)**	**ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)**	**ค่าเบี่ยงเบน (S.D.)**
5) ความเหมาะสมของระดับลำตัวในการเดิน	4	4.50	.577
6) ความเหมาะสมของลักษณะการเคลื่อนไหวของหางกับลำตัว	4	4.50	.577
7) ความเหมาะสมของลักษณะการเคลื่อนไหวของศรีษะ	4	4.25	.500
8) ความเหมาะสมของลักษณะการเคลื่อนไหวของครีบหลัง	4	4.75	.500
ผลรวม		**4.50**	**0.538**

การอภิปรายผลการออกแบบครั้งที่ 2 ในการอภิปรายผลส่วนนี้จะเป็นการสรุปประเด็นที่ปรับแก้ตามข้อเสนอแนะของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านบรรพชีวินที่สะท้อนต่อค่าคะแนนการประเมินที่สูงขึ้นตามลำดับ โดยประเด็นสำคัญที่อภิปรายสรุปมีรายละเอียดดังนี้

ด้านที่ 1 ด้านการออกแบบสัดส่วนตัวละคร บริเวณที่มีปัญหาด้านความถูกต้องมากที่สุดในการออกแบบครั้งที่ 1 คือบริเวณครีบหลังของตัวละคร โดยหลังจากฟังข้อเสนอแนะผู้วิจัยได้ทำการปรับแก้โดยเพิ่มปริมาณความสูงของครีบหลังให้มีอัตราส่วนตามขนาดจริงเป็นความสูง 1 ต่อ 3 (1:3) ซึ่งเป็นค่าความสูงจริงของครีบที่ 1 เมตร จากขนาดความสูงลำตัวรวมที่ 3 เมตร ทำให้ค่าคะแนนประเมินในส่วนนี้มีระดับที่สูงขึ้น ในขณะที่สัดส่วนขาหน้า มีการปรับแก้ให้กรงเล็บมีขนาดที่ยาวขึ้นตามข้อเสนอแนะ ทำให้มีค่าคะแนนที่สูงขึ้น

ด้านที่ 2 ในขณะที่ประเด็นด้านกล้ามเนื้อ บริเวณครีบหลังทางผู้วิจัยได้มีการปรับแก้ให้มีลักษณะของมวลกล้ามเนื้อให้มีดูความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะเห็นผลในการจำลองการเคลื่อนไหวขณะที่ไดโนเสาร์ต้นแบบเดิน ในขณะที่กล้ามเนื้อขาหน้ามีการปรับขยายมวลกล้ามเนื้อต้นขาหน้าให้ดูมีขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งทำให้มีผลต่อคะแนนการประเมินมีค่าความถูกต้องตามหลักบรรพชีวินสูงมากขึ้น

ด้านที่ 3 ด้านผิวหนังและลวดลาย ทางผู้วิจัยได้ทำการปรับแก้พื้นผิวใหม่ทั้งหมดโดยปรับเอาลักษณะผิวแบบเกล็ดของจระเข้เข้ามาแทนที่ผิวเดิม และมีการปรับเปลี่ยนโทนสีของผิวหน้าให้มีโทนเป็นน้ำตาลอมเขียวตามตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ทำให้ค่าคะแนนในส่วนนี้ทั้งหมดมีค่าสูงขึ้น

ด้านที่ 4 ด้านความเหมาะสมในการลงน้ำหนักลำตัว ทางผู้วิจัยได้มีการปรับให้ระดับความสูงของลำตัวขณะที่เดิน มีระดับที่ต่ำลงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ในส่วนของการก้าวเท้าเดินได้ปรับรูปแบบให้มีลักษณะการเดินแบบเท้าจิกพื้นมากขึ้นกว่ารูปแบบการเดินครั้งที่ 1 ในส่วนของครีบหลังได้ปรับลดความยืดหยุ่น

ออกจากการเคลื่อนไหว เพราะจากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญบริเวณครีบนั้นจะเป็นแกนสันหลังกระดูกซึ่งจะมีการเคลื่อนไหวที่น้อย โดยหลังจากปรับแก้ทำให้คะแนนภาพรวมในส่วนนี้มีค่าเฉลี่ยที่สูงขึ้นตามลำดับ

ข้อเสนอแนะทางการวิจัย

การศึกษาและวิจัยทางด้านไดโนเสาร์ของประเทศไทยในปัจจุบัน มุ่งเน้นไปที่การศึกษาทางด้านบรรพชีวินวิทยาด้านการขุดค้นซากดึกดำบรรพ์และแหล่งที่มาของโครงกระดูกไดโนเสาร์ หากแต่การศึกษาด้านบรรพชีวินจำเป็นต้องอาศัย การจำลองโครงสร้างทางด้านสรีรวิทยาจากการวิเคราะห์มวลกระดูก ขนาดและโครงสร้างของสัดส่วนลำตัวจากซากไดโนเสาร์ เพื่อสร้างสมมุติฐานอ้างอิงไปสู่การจินตภาพในขณะที่ไดโนเสาร์ยังมีชีวิตอยู่ ด้วยเหตุนี้การวิจัยและพัฒนาต่อยอดจินตภาพจากนักบรรพชีวินวิทยา จำเป็นต้องอาศัยการบูรณาการจากศาสตร์ทางด้านการผลิตพิเศษทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟิก เพื่อเข้ามาผสมผสานให้เกิดเป็นภาพจำลอง หรือศาสตร์อาชีพที่ทางนักบรรพชีวินวิทยาเรียกว่า นักศิลปะบรรพชีวิน (Pathological Art) อย่างไรก็ตามจากการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เล็งเห็นแนวทางการบูรณาการทางวิชาการที่น่าสนใจ และสามารถเชื่อมต่อองค์ความรู้กับศาสตร์ทางด้านบรรพชีวินวิทยา เพื่อให้เกิดเป็นงานวิจัยที่เป็นการบูรณาการองค์ความรู้ร่วมกันและสามารถเกิดเป็นวิจัยเชิงทดลองที่มีความน่าสนใจ โดยจะส่งผลดีต่อการศึกษาและเรียนรู้กับกลุ่ม นักวิชาการ เยาวชน และบุคคลทั่วไปที่มีความสนใจได้มีโอกาสเรียนรู้สมมุติฐานใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด และสามารถเป็นแนวทางในการต่อยอดสู่สายงานทางด้าน การศึกษา ประวัติศาสตร์ ภาพยนตร์และการผลิตคอมพิวเตอร์กราฟิกต่อไปในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยสำหรับอาจารย์ คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 เพื่อต่อยอดงานวิจัยที่รับทุนสนับสนุนภายนอกจากองค์การกระจายเสียงและแพร่ภาพสาธารณะแห่งประเทศไทย (TPBS) พร้อมทั้งขอขอบคุณศูนย์ศึกษาและวิจัยบรรพชีวินวิทยา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้ความกรุณาและความช่วยเหลือในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และให้ความร่วมมือในเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี สุดท้ายนี้ขอขอบคุณทีมงานผู้ช่วยพัฒนาผลงานในครั้งนี้ทุกท่านเป็นอย่างสูง

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

รัตนโชติ เทียนมงคล. (2560). การศึกษาลักษณะฟอนต์ที่เหมาะสมต่อประจักษภาพส าหรับผู้สูงวัยในบริบทตัวอักษรไทยบนหน้าจอแท็บเล็ตคอมพิวเตอร. วารสารวิชาการ *Veridian E-Journal, Silpakorn University,* 10(3), 1066-1082.

วราวุธ สุธีธร. (2535). ไดโนเสาร์. กรุงเทพฯ บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด.

วิฆเนศ ทรงธรรม, & เบญจา เสกธีระ. (2549). ไดโนเสาร์ภูเวียง เจ้าฟ้าสิรินธร. กรุงเทพมหานคร: กรมทรัพยากรธรณี.

สาธิต เชื้ออยู่นาน. (2560). หลักการเขียนการอภิปรายผลการวิจัยเชิงปริมาณ. วารสารวิชาการ *Veridian E-Journal, Silpakorn University,* 10(2), 2456-2462.

ภาษาต่างประเทศ

Anson, M., Manuel, H. F., & Pedro, A. S. R. (2015). Paleoart: term and conditions (a survey amongpaleontologists). *Current Trends in Paleontology and Evolution*, 28-34.

Buffetaut, E., & Ingevat, R. (1986). Unusual theropod dinosaur teeth from the upper Jurassic of Phu Wiang, northeastern Thailand. *Revue de Paleobiologie,* 5(2), 217-220.

Creswell, J. (2003). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Thousand, California: Sage Publications.

Hartman, S. (2012). *Skeletal index*. Retrieved 28 March, 2017, from http://www.skeletaldrawing.com/skeletal-index/

Mantell, G. A. (1851). *Petrifications and their teachings: or, a handbook to the gallery of organic remains of the British museum*. London: H. G. Bohn.

Paul, S. G. (1997. *Dinosaur model: The good, the bad, and using them to estimate the mass of dinosaurs*. presented at the meeting of the Dinofest International, Tempe, Ariz.