

การสร้างแบบจำลองสามมิติของกระดูกไดโนเสาร์ซอโรพอดด้วยเครื่องสแกนเนอร์สามมิติสำหรับงานวิจัยด้านบรรพชีวินวิทยา

3D modelling of a sauropod bones using 3D Scanner for research in palaeontology

คงกระพัน ไชยทองศรี¹, สุรวเวช สุธีธร²

Kongkrapan Chaitongsri¹, Suravech Suteethorn²

บทคัดย่อ

ความสมบูรณ์ของซากดึกดำบรรพ์ มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งสำหรับการศึกษาด้านบรรพชีวินวิทยา ทว่าซากดึกดำบรรพ์ที่พบ โดยปกติมักมีสภาพที่ไม่สมบูรณ์ แตก หัก บิดเบี้ยว สืบเนื่องมาจากสภาพหลังการตาย การทับถม การกัดกร่อน ผุพัง อีกทั้งการเปรียบเทียบตัวอย่างระหว่างประเทศ ยังทำได้ยากมีค่าใช้จ่ายสูงในการเดินทางแต่ละครั้ง และสถานที่เก็บตัวอย่างบางแห่งก็ยากแก่การเข้าถึง ไม่นานมานี้เทคนิคสแกนเนอร์สามมิติได้เข้ามาเป็นตัวช่วยให้นักบรรพชีวินเข้าถึงข้อมูลของตัวอย่างได้ง่าย โดยการสร้างแบบจำลองสามมิติขึ้นมาด้วยการแปลงข้อมูลจากชิ้นตัวอย่างจริงเป็นชิ้นงานดิจิทัล เป็นตัวช่วยอย่างดีสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล การส่งต่อข้อมูล และจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในหมู่นักบรรพชีวิน ไม่เพียงการแปลงพื้นผิวจริงเป็นดิจิทัล แต่จะถูกพัฒนาให้มีความยืดหยุ่นในการทำงานให้หลายหลายและยังสามารถประยุกต์ใช้ได้ในวิทยาศาสตร์หลายสาขา

คำสำคัญ: สแกนเนอร์สามมิติ, แบบจำลองสามมิติ, ซากดึกดำบรรพ์, บรรพชีวินวิทยา

Abstract

The integrity of the fossil is very important for studying of paleontology, but fossils found are usually incomplete, broken, or distorted; due to the state after death. Also, specimen comparison between the countries is difficult; with high cost in transportation, and some of collection rooms are difficult to access. The 3D scanner technique allows paleontologist to access the specimen more easily. The three dimensional modeling convert real specimens to digital data, ready for the analysis and sharing. 3D modeling method is developed to be used with palaeontologist work has become a growing trend among palaeontologists over the past decade. The technology would not limited to only converting specimen surface to digital data, but will be further developed for more flexibility in paleontological work , and also be applied in many other fields of Science.

1 นิสิตปริญญาตรี, ภาควิชาชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150,

1 Bachelor's degree student, Biology., Faculty of Science, Mahasarakham University, Kantharawichai District, MahaSarakhm 44150, Thailand.

* Corresponding author; Kongkrapan Chaitongsri, , E-mail : killer-noa01@hotmail.com, KongkrapanC@yahoo.com

Keywords: 3D Scanner, 3D modeling, fossil, Palaeontology

บทนำ

ตั้งแต่จุดเริ่มต้นของวิชาบรรพชีวินวิทยา เป็นต้นมามีซากดึกดำบรรพ์จำนวนมากที่ถูกกระบุและอธิบายสายพันธุ์ มีการเปลี่ยนแปลงในการตั้งชื่ออยู่บ่อยครั้ง ตัวอย่างที่น่าเสนาอย่างอิงผ่านภาพถ่ายที่เผยแพร่อาจมีข้อมูลไม่เพียงพอ เพื่อให้ได้ความถูกต้องตามวัตถุประสงค์ การเข้าถึงข้อมูลจึงต้องใช้เวลาและความพยายามอย่างมาก¹ ในการศึกษาที่ยังต้องการความสมบูรณ์ของชิ้นงานเพื่อการเข้าถึงข้อมูลได้ง่าย เราจึงนำเทคนิคการสแกนด้วยเลเซอร์สามมิติเข้ามาเป็นตัวช่วยในการศึกษาวิจัย

เทคโนโลยี “สแกนเนอร์”(scanner) คือ อุปกรณ์จับภาพและเปลี่ยนแปลงภาพ จากรูปแบบของอนาล็อกเป็นดิจิทัล ซึ่งคอมพิวเตอร์สามารถแสดงเรียบเรียง เก็บรักษา และผลิตรายออกมา ได้ ภาพนั้นอาจจะเป็นรูปถ่าย ข้อความ ภาพวาด หรือแม้แต่วัตถุสามมิติ

การสร้างแบบจำลองสามมิติ (3D modeling) คือ กระบวนการที่ใช้การคำนวณทางคณิตศาสตร์ของพื้นผิวในระบบสามมิติของวัตถุใดๆ โดยผลที่ได้จะเรียกว่า แบบจำลองสามมิติ ซึ่งเราสามารถมองเห็นภาพของแบบจำลองนี้ผ่านทางหน้าจอแสดงผลได้ โดยผ่านกระบวนการที่เรียกว่า “เรนเดอร์สามมิติ” (3D rendering) โดยเป็นการเก็บข้อมูลในรูปแบบของจุดในระบบพิกัดตามแกน X,Y,Z เมื่อหลายๆจุดเรียงต่อกันก็จะเกิดเป็นพื้นผิวของแบบจำลองสามมิติ แบบจำลองสามมิติ สามารถสร้างได้จากโปรแกรมประยุกต์เพื่อการออกแบบด้านกราฟิก โดยการประมวลค่าจุดพิกัดทั้งหมดบนแกนสามมิติแล้วแสดงผลออกมาเป็นภาพสามมิติ

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา เทคโนโลยีสแกนเนอร์สามมิติ ได้ถูกนำมาใช้ในงานทางด้านวิชา

บรรพชีวินวิทยา โดยใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการศึกษาสัณฐานวิทยาโครงสร้างภายนอกของสัตว์ที่สูญพันธุ์ไปแล้ว โครงกระดูกของสิ่งมีชีวิตเหล่านี้จะถูกสแกน และนำมาสร้างเป็นชิ้นงาน ให้มีลักษณะรูปร่างเหมือนกับชิ้นต้นแบบที่มีอยู่จริง โดยตัวอย่างจะถูกรังวัดโดยใช้ เครื่องสแกนเนอร์สามมิติ แล้วทำการแปรผลข้อมูลภาพเป็นข้อมูลดิจิทัล ผ่านทางคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้เป็น ฐานข้อมูลสำหรับการศึกษาวิจัยทางด้านบรรพชีวินวิทยา^{2,3}

Patrick D. Lyons ได้มีการนำสแกนเนอร์สามมิติเข้ามาใช้ใน สร้างแบบจำลองสามมิติโมซาสอร์² การทำดิจิทัลสามมิติของซากดึกดำบรรพ์ขนาดใหญ่และองค์ประกอบโครงกระดูก² และใช้ศึกษาโครงสร้างของไดโนเสาร์³

วัตถุประสงค์การวิจัย

สร้างแบบจำลองสามมิติกระดูกไดโนเสาร์กินพืช ซอโรพอดชนิดใหม่ที่พบ ในจังหวัดกาฬสินธุ์ โดยใช้เครื่องสแกนสามมิติแบบพกพา

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ทำการศึกษาและสแกนตัวอย่างของซากดึกดำบรรพ์ จากคลังเก็บตัวอย่างของศูนย์วิจัยและการศึกษาบรรพชีวินวิทยา ทำการสร้างข้อมูลดิจิทัลจากชิ้นงานได้จริงโดยใช้ เครื่องสแกนสามมิติ CREAMFORM รุ่น GO! 3D SCAN และประมวลผลภาพด้วยโปรแกรมกระบวนการสร้างภาพสามมิติ Rapidform[®] XOS3[™] SP¹ และ VXelement

กระบวนการสร้างภาพสามมิติ

1)การเตรียมตัวอย่าง และอนุรักษ์ตัวอย่าง

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการเตรียมตัวอย่างของซากดึกดำบรรพ์ก่อนจะนำมาทำการสแกนด้วยเครื่องสแกนสามมิติ ซากดึกดำบรรพ์จากงานภาคสนามส่วนใหญ่มักจะ

พบในรูปแบบที่ไม่พร้อมสำหรับการศึกษาวิจัย จึงต้องอาศัยขั้นตอนของการอนุรักษ์ตัวอย่าง เพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีความพร้อมสำหรับการศึกษา เริ่มจากทำความสะอาดเศษตะกอนและหิน โดยใช้เครื่องสกัดหินขนาดเล็ก (Pneumatic pen) และใช้กาว (cyanoacrylate) ซ่อมแซมส่วนที่แตกหักเสียหาย เมื่อได้ตัวอย่างที่ต้องการแล้ว จะนำมาเคลือบด้วยสารทำให้แข็ง

สารทำให้แข็ง (hardener หรือ consolidant) เป็นน้ำยาพอลิเมอร์สังเคราะห์ที่ได้จากการละลายเม็ดพลาสติกกับเอทานอล (Polyvinyl acetate) ใช้ทาเพื่อเคลือบตัวอย่างให้คงสภาพอยู่ได้นานขึ้น ปกป้องตัวอย่างจากความชื้น และการออกซิไดส์ สามารถละลายได้ด้วยเอซิโตน

ซากดึกดำบรรพ์ที่ถูกย้ายไปยังห้องเก็บตัวอย่าง ถูกเคลือบผิวไว้ด้วยสารทำให้แข็งจะทำให้ตัวอย่างมีความเงาและสะท้อนแสงซึ่งมีผลต่อการสะท้อนแสงของของเครื่องสแกนเนอร์ และทำให้ไม่สามารถสแกนได้ หรือทำได้ยาก เนื่องจากการทำงานของเครื่องจะรับส่งข้อมูลจากแสงที่ยังออกไป จึงต้องแก้ไขโดยวิธีการพ่นสเปรย์การใช้สารแทรกซึม (Penetrant Inspection) ซึ่งมีลักษณะเป็นสารเนื้อละเอียดคล้ายผงแป้ง ที่สามารถแทรกซึมผ่านช่องว่างของพื้นผิวตัวอย่างได้ดี มองเห็นได้ง่ายในแสงสีขาว และทำให้พื้นผิวด้าน ลดการสะท้อนแสงโดย ไม่ทำให้เสียรูปทรงของวัตถุที่จะสแกน

2) การสแกนตัวอย่าง เมื่อทำการเตรียมตัวอย่างในขั้นตอนเตรียมเรียบร้อยแล้ว จะเข้าสู่การสแกนตัวอย่างโดยเป็นขั้นตอนการเก็บข้อมูลพื้นผิวจากวัตถุจริงเพื่อแปลงเป็นดิจิทัล โดยใช้โปรแกรม Vxelent ที่เป็นซอฟต์แวร์สำหรับการใช้งานร่วมกันกับเครื่องสแกนเนอร์

การปรับค่ามาตรฐาน (Calibrate) เป็นขั้นตอนแรกก่อนที่จะทำการสแกนตัวอย่างเพื่อให้เครื่องสแกนได้อย่างแม่นยำ ลดความคลาดเคลื่อนที่จะเกิดจากการใช้งาน เริ่มจากใช้เครื่องสแกนจุด 10 จุดบนแผ่นตั้งค่ามาตรฐานตามที่จอแสดงผลโดยใช้มือจับเครื่องแล้วเลื่อนตามหน้าจอเมื่อทำครบหมดทุกจุดแล้วเป็นอันเสร็จในขั้นตอนนี้

ซึ่งการปรับค่ามาตรฐานนั้นทำให้เครื่องปรับเทียบ จัดตำแหน่งในการอ่านข้อมูล และตอบสนองจุดสัมผัส ทำให้มีความแม่นยำในการประมวลผลมากขึ้น

การกำหนดจุดในขั้นตอนนี้จะใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า Position Targets (Marker) มีลักษณะเป็นจุดวงกลมของสีดำตรงกลางถูกฉาบไว้ด้วยสารสะท้อนแสงเพื่อที่จะเพิ่มตำแหน่งก่อนที่จะทำการเริ่มสแกน ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของงาน และลดเวลาในการสแกนลงได้

การตั้งค่าการใช้งานสำหรับการสแกนตัวอย่างเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อจะได้รูปแบบข้อมูลที่มีความละเอียดสมจริง ในการตั้งค่านี้จะดูจากลักษณะสี พื้นผิว รูปร่าง และขนาดของตัวอย่าง

การกำหนดตำแหน่ง (positioning) เป็นการเลือกประเภทของจุด target type ให้เหมาะสมกับตัวอย่างที่นำมาสแกน โดยจะคำนึงถึงโครงสร้าง พื้นผิว และการสะท้อนของแสง

การตั้งค่าพื้นผิว (surface) ในส่วนนี้ผู้ใช้สามารถกำหนดความละเอียดของพื้นผิวตัวอย่างได้ ซึ่งค่าความละเอียดมาก ใช้พื้นที่เก็บข้อมูลมากเช่นกัน ซึ่งสามารถปรับตามความเหมาะสมของชิ้นงาน ค่าความละเอียดมากสุดของเครื่องนี้อยู่ที่ 0.5 mm หมายความว่า สามารถแยกความเปลี่ยนแปลงของชิ้นงานได้มากที่สุดที่ขนาด 0.5 mm

การสแกนชิ้นงานเป็นขั้นตอนที่สำคัญเพื่อที่จะแปลงตัวอย่างจากข้อมูลดิบมาอยู่ในรูปแบบดิจิทัล โดยผ่านเครื่องสแกนสามมิติ และโปรแกรม Vxelent โดยการอ่านข้อมูลจากแสงที่สะท้อนแปลงเป็นรูปร่างแสดงในจอแสดงผล การสแกนชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่สามารถแยกสแกนทีละด้านแล้วจึงนำไฟล์ข้อมูลแต่ละส่วนที่สแกนมารวมให้เป็นชิ้นงานเดียวกัน หรือในกรณีที่ ชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่สามารถแยกสแกนทีละส่วนได้เพื่อให้ง่ายต่อการใช้พื้นที่เก็บข้อมูล ในขั้นตอนนี้สามารถแก้ไข และตัดแต่งไฟล์ก่อนที่จะส่งออกได้ โดยคลิกที่ปุ่มแก้ไข "Edit Facets" เมื่อได้ข้อมูลที่ต้องการแล้วทำการบันทึกไฟล์ และส่งออก

3) การสร้างแบบจำลองสามมิติ

แบบจำลองสามมิติ เป็นการสร้างรูปทรงหรือรูปร่างโดยการกำหนดจุด และเชื่อมโยงจุดด้วยเส้นตรง เพื่อให้ได้รูปทรงตามต้องการ

Rapidform[®] XOS3[™]SP¹ เป็นโปรแกรมใช้งานสำหรับงานด้านการสร้างและการออกแบบ ได้มีการนำมาประยุกต์ใช้ในหลายสาขาวิชาหนึ่งในนั้นคือ สาขาบรรพชีวินวิทยา ซึ่งเป็นการนำมาใช้ในรูปแบบการอนุรักษ์ตัวอย่าง มีขั้นตอนตามภาพ (Figure.1)

การสร้างแบบจำลองสามมิติเป็นขั้นตอนที่สำคัญโดยจะต้องอาศัยโปรแกรมทางด้านกราฟิกเข้ามาช่วย โดยหลังจากที่ได้ไฟล์ที่เป็นข้อมูลของตัวอย่างมาแล้วให้ทำการแทรกเลือกไฟล์และนำเข้าตามลำดับ "Insert>Choose file>Import" หลังจากนั้นหน้าจอจะแสดงผลเป็นรูปของชิ้นงานที่ได้ทำการเลือกขึ้นมา ให้ทำการคลิกเลือกชิ้นงานที่ละส่วนโดยจะแบ่งเป็น "Reference" และ "Moving" เพื่อใช้ในการวางจุดเพื่อต่อชิ้นส่วนของแบบจำลอง

การวางจุดเชื่อมต่อจะเป็นขั้นตอนการลากเส้นต่อจุดระหว่างชิ้นงานของตัวอย่างที่แยกกันในแต่ละส่วน โดยจะให้ประกบเป็นจุดเดียวกัน ซึ่งเมื่อวางในตำแหน่งแล้วตัวโปรแกรมจะทำการหมุนชิ้นงานให้ตรงตามตำแหน่งที่ได้กำหนดไว้เพื่อให้เป็นรูปร่างที่ต้องการ ในขั้นตอนนี้ต้องอาศัยความแม่นยำในการวางจุดเพื่อที่จะได้ชิ้นงานที่สมบูรณ์ และใกล้เคียงของจริงมากที่สุด หลังจากนั้นทำการรันโปรแกรมเพื่อที่จะสร้างแบบจำลองตามแบบที่กำหนด โดยการคลิกที่เครื่องหมายถูก ในคำสั่ง "Mesh Buildup Wizard" แล้วโปรแกรมจะมีการประมวลผลออกมาเป็นรูปทรงตามแบบของชิ้นงาน

กระบวนการนี้โปรแกรมจะทำการรวมภาพชิ้นงานแต่ละด้าน ที่สแกนมาเข้าด้วยกัน สร้างเป็นชิ้นงานสามมิติ ที่สมบูรณ์ ขั้นตอนต่อไปทำการตรวจสอบความละเอียดความสมบูรณ์ของชิ้นงาน ปิดรูรั่วที่อาจจะเกิดจากจุดอับของชิ้นตัวอย่างที่เครื่องสแกนส่องไม่ถึง หรือการคลาดเคลื่อนจากการรวมภาพ เมื่อทำการตรวจสอบชิ้นงานสามมิติเรียบร้อยแล้ว ก็จะได้ชิ้นงานที่มี

โครงสร้างภายนอก หรือพื้นผิวเทียบเท่ากับชิ้นกระดูกจริง ที่สามารถนำมาใช้ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาได้

การประยุกต์ใช้แบบจำลองสามมิติสามารถนำมาใช้ได้กับกระดูกที่ไม่สมบูรณ์ เช่น เหลือแค่ครึ่งซีก หลังใช้โปรแกรมกลับข้างให้เป็นชิ้นกระดูกที่สมบูรณ์ หรือกระดูกที่ยาวงอกที่พบด้านเดียว สามารถใช้โปรแกรมสร้างแบบจำลองอีกด้านขึ้นมาได้ นอกจากนี้กระดูกที่บิดเบี้ยว ผิดรูป ก็สามารถปรับโปรแกรม (retroformation) แก้ไขให้เป็นชิ้นสมบูรณ์ได้แบบจำลองสามมิติถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในงานด้านออกแบบและทางด้านจัดการเชิงพื้นที่ ซึ่งจะเป็นตัวช่วยให้มองเห็นงานได้เมื่อไม่นานมานี้ในวิทยาศาสตร์หลายสาขารวมทั้งบรรพชีวินวิทยาได้ นำการสร้างแบบจำลองสามมิติเข้ามาเป็นตัวช่วย ในการศึกษาและการอนุรักษ์ตัวอย่าง หรือแม้แต่การใช้ร่วมกับเครื่องพิมพ์โมเดลสามมิติ เพื่อให้ออกมาเป็นชิ้นงานแบบจำลองออกมา

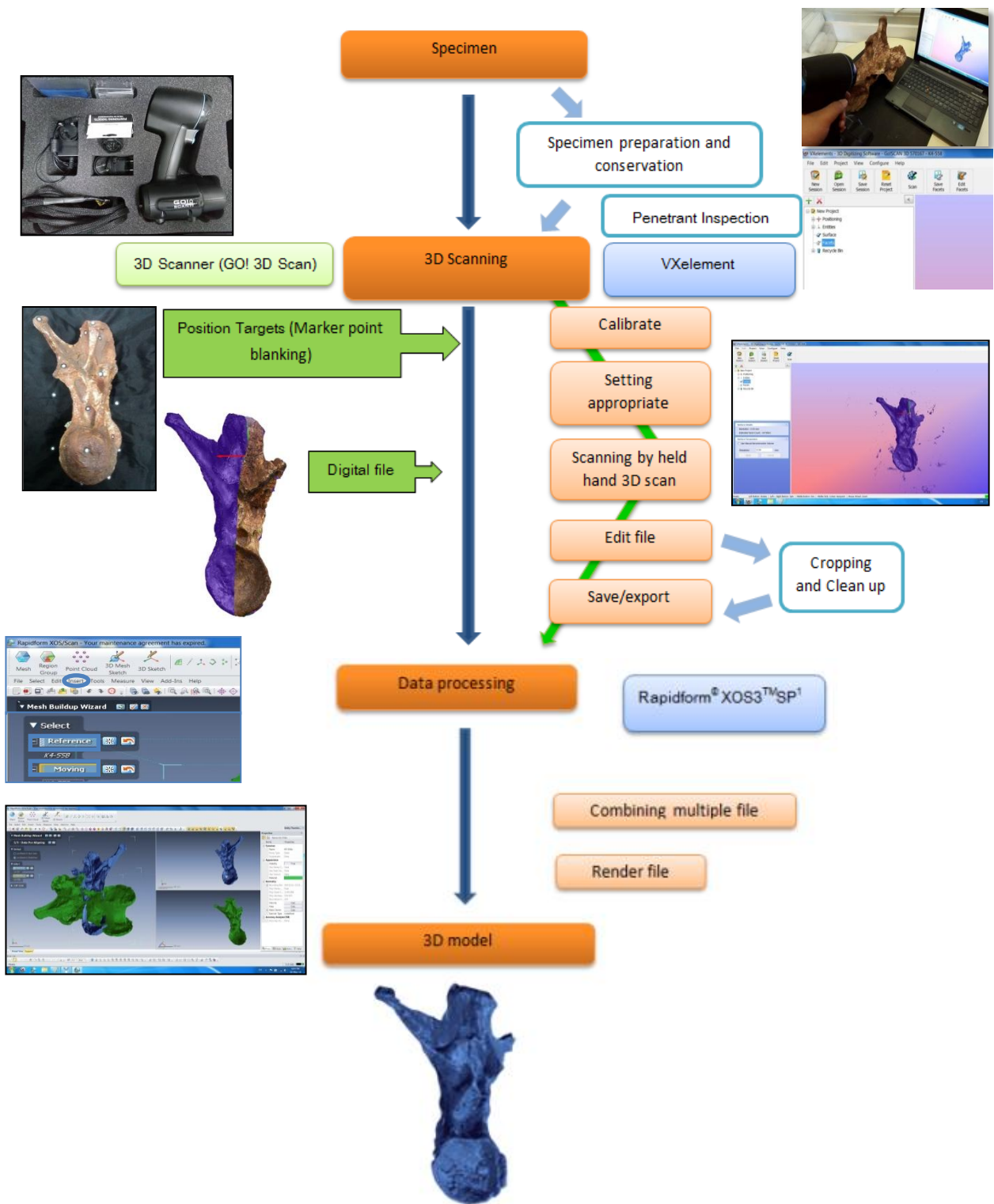


Figure 1: Workflow diagram. Orange is main steps are work path for production of 3D modeling. Bold blue and green arrows mark regular minimum-effort workflow.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ดร.วราวุธ สุธีธร ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและการศึกษามรดกธรณีวิทยา และคณะ ที่ให้คำแนะนำและให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือเพื่อวิเคราะห์สำหรับงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Di, L. & McDonald, K., 1999. Next generation data and information systems for earth sciences research. Proceedings of the First International Symposium on Digital Earth. Science Press, Beijing, China, 92-101
2. Lyons, P.D., Rioux, M. & Patterson, T., 2000. Application of a three-dimensional color laser scanner to paleontology: an interactive model of a juvenile *Tylosaurus* sp. basisphenoid-basioccipital. *Palaeontologia Electronica* 3 (2), 16 pp
3. wolniewicz P., 2009 Easily-accessible digital palaeontological databases – a new perspective for the storage of palaeontological information. *Geologos*, 2009, 15 (3–4): 181–188 doi: 10.2478/v10118-009-0002-1