การจัดเก็บข้อมูลพระพุทธรูปโบราณ ในรูปแบบวัตถุเสมือนจริงสามมิติ ด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรีเพื่อการอนุรักษ์

ยุทธศักดิ์ ทองแสน[1]* รัตนโชติ เทียนมงคล[2]
สาขาวิชาสื่อนฤมิต คณะวิทยาการสารสนเทศมหาวิทยาลัยมหาสารคาม[1*2]
อีเมล์ : yuttasak.t@ubru.ac.th[1*]

วันที่รับบทความ 22 พฤษภาคม 2566
วันแก้ไขบทความ 28 มิถุนายน 2566
วันตอบรับบทความ 29 มิถุนายน 2566

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาข้อมูลพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้างสำหรับจัดเก็บข้อมูลภาพถ่ายอิเล็กทรอนิกส์ 2) เพื่อศึกษาการภาพถ่ายพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้างในพื้นที่บริเวณแสงธรรมชาติและแสงจากไฟสตูดิโอ 3) เพื่อศึกษาการจัดทำข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์รูปแบบวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจการจัดเก็บข้อมูลพระพุทธรูปโบราณในรูปแบบวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรีเพื่อการอนุรักษ์ กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย เชิงคุณภาพ คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านศิลปะล้านช้างและผู้เชี่ยวชาญด้านวัตถุเสมือนจริงสามมิติ จำนวน 8 คน และกลุ่มตัวอย่างพระพุทธรูปโบราณ ในงานวิจัยเชิงปริมาณ จำนวน 2 องค์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างจากการสนทนากลุ่ม แบบประเมินผลของคุณภาพกระบวนเก็บชุดข้อมูลรูปภาพและแบบประเมินผลคุณภาพวัตถุเสมือนจริงสามมิติพระพุทธรูปโบราณ การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพื้นฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) พระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง เป็นพระพุทธรูปที่ประกอบไปด้วย องค์พระ ฐานพระลักษณะสูงและพระเกศสูง มีความงามมีเอกลักษณ์แบ่งเป็นสกุลช่างหลวงและช่างพื้นถิ่น 2) การถ่ายภาพโดยใช้แสงธรรมชาติจะให้คุณภาพดีกกว่าและใช้จำนวนภาพถ่ายน้อยกว่าประหยัดเวลาในการทำงานมากกว่าภาพถ่ายที่ใช้แสงจากไฟสตูดิโอ โดยทั้งสองแบบจะต้องทำการถ่ายทำสามระดับ คือ ระดับล่าง ระดับกลางและระดับบน ความคมชัดทั่วทั้งภาพเพื่อทำให้มีจุดเชื่อมระหว่างรูปภาพที่สามารถเชื่อมโยงซึ่งกันและกันได้ 3) การจำลองวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี พระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง 3) ผลจากการสร้างแบบจำลองสามมิติเมื่อทำการประมวลผลภาพด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี ผลปรากฏว่าวัตถุเสมือนจริงสามมิติที่ได้จากชุดข้อมูลรูปภาพที่ถ่ายกลางแจ้งแสงธรรมชาติในปริมาณแสงที่เพียงพอ จะมีคุณภาพสูงกว่าในพื้นที่ที่มีแสงน้อยและใช้แสงจากไฟสตูดิโอ ฉะนั้นการจัดเก็บข้อมูลพระพุทธรูปโบราณในรูปแบบวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรีเพื่อการอนุรักษ์ จะต้องได้ชุดข้อมูลรูปภาพที่มีความชัดเจนและไม่มีจุดรบกวนบนรูปภาพเพื่อทำการประมวลผลให้ได้วัตถุเสมือนจริงสามมิติและมีความสมบูรณ์ใกล้เคียงกับต้นแบบมากที่สุด 4) ผลการศึกษาความพึงพอใจผู้เชี่ยวชาญต่อวัตถุเสมือนจริงสามมิติ พบว่า ระดับค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.23)

คำสำคัญ : พระพุทธรูปโบราณ,วัตถุเสมือนจริง 3 มิติ, โฟโตแกรมเมทรี ,การอนุรักษ์

Storing ancient Buddha images in the form of 3D virtual objects with the photogrammetry technique for conservation

Yuttasak Thongsan[1*] Ratanachote Thienmongkol[2]
creative media Faculty of Information Sciences, Mahasarakham University[1*,2]
E-mail : yuttasak.t@ubru.ac.th[1*]

Received 22 May 2023
Revised 28 June 2023
Accepted 29 June 2023

abstract

The objectives of this research were 1) to study the information of the Lan Xang Art antique Buddha images for electronic photographic storage, 2) to study the photography of the Lan Xang Art ancient Buddha images in natural light and studio lighting, 3) to study Creating electronic data in the form of virtual three-dimensional objects with techniques Photogrammetry 4) to study the satisfaction of collecting data of ancient Buddha images in the form of virtual three-dimensional objects. with photogrammetry techniques for conservation The samples in this qualitative research were 8 Lan Xang art experts and 3D virtual object experts, and a group of ancient Buddha images. In this quantitative research, the amount of 2 elements used in the research were Semi-structured interview form based on focus group discussion. an evaluation form of the image data collection process quality and an evaluation form for the quality of 3D virtual objects of ancient Buddha images. data analysis with basic statistics The research findings were as follows: 1) the ancient Buddha images in Lan Xang art It is a Buddha image consisting of a Buddha image, a high base and a high hair. There is a unique beauty divided into Royal Craftsmen and Local Craftsmen. 2) Taking pictures using natural light produces better quality and takes less number of shots. Save time on work than photos using studio lighting. Both types must be filmed at three levels: lower, middle and upper. Contrast throughout the image in order to have points between the images that can be linked to each other. 3) Simulation of virtual objects with photogrammetry techniques. Ancient Buddha images of Lan Xang art. The result showed that the three-dimensional virtual objects obtained from the image data set were taken outdoors in natural light in sufficient light. Higher quality in dimly lit areas and using studio lighting. Therefore, collecting data of ancient Buddha images in the form of virtual three-dimensional objects using photogrammetry techniques for conservation. Must get the image data set that is clear and without noise on the image in order to process it to obtain a three-dimensional virtual object and complete as close as possible to the prototype. Three dimensions found that the average level of overall opinion was at a high level (= 4.23).

Keywords : Buddha Ancient, 3D virtual object, photogrammetry, conservation

1.บทนำ

พระพุทธรูปคือรูปเคารพในฐานะตัวแทนของพระสัมมาสัมพุทธเจ้า พระพุทธรูปจึงเปรียบเสมือนตัวแทนของศาสนาพุทธและพุทธศาสนิกชนในแต่ละยุคสมัยได้เป็นอย่างดี (ศักดิ์ชัย สายสิงห์.2564 :1) เนื่องด้วยพระพุทธรูปในศิลปะล้านช้างมีแหล่งบันดาลใจทางศิลปะจากหลายแหล่ง โดยเฉพาะที่สำคัญและมีบทบาทมากที่สุด คือศิลปะล้านนา เพราะเป็นดินแดนติดต่อกันและมีความสัมพันธ์กันทางเครือญาติทำให้ศิลปะล้านนามีอิทธิพลต่อรูปแบบพระพุทธรูปล้านช้างเป็นอย่างมาก และปรากฏอยู่เป็นระยะเวลานานก่อนที่ศิลปะล้านช้างจะพัฒนาเป็นของตัวเองอย่างแท้จริงตั้งแต่ปลายพุทธศตวรรษที่ 21 เป็นต้นมา(ศักดิ์ชัย สายสิงห์.2564 : 37) พุทธปฏิมากรรมสำริดศิลปะล้านช้างเริ่มกำเนิดราวพุทธศตวรรษที่ 19 โดยมีศิลปะเขมรแบบสมัยหลังบายนหรือแบบพระบางเป็นต้นแบบผสมผสานกับศิลปะสุโขทัยและล้านนา ซึ่งล้านช้างคุ้นเคยอยู่ก่อนที่ศิลปะขอมจะแพร่เข้ามา ซึ่งสุโขทัยและล้านนาเปรียบเหมือนบ้านพี่เมืองน้องกับล้านช้างคือลาวเคยตกเป็นเมืองขึ้นของสุโขทัยมีการไปมาหาสู่กันเสมอ รวมทั้งล้านช้างได้เมืองปัวมาเป็นเมืองขึ้นและในบั้นปลายชีวิตพระเจ้าฟ้างุ้มยังได้ไปพักอาศัยอยู่กับพระยาคำตันเจ้าเมืองน่าน ซึ่งเป็นดินแดนที่อุดมไปด้วยศิลปะสุโขทัยและล้านนา อันเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ศิลปะสุโขทัยและล้านนาแทรกซึมอยู่ในศิลปะพระพุทธรูปล้านช้างมากขึ้น (สมเกียรติ โล่ห์เพชรัตน์, 2543) พุทธปฏิมากรรมศิลปะล้านช้างได้แพร่หลายในภาคอีสานของประเทศไทยปัจจุบันเพราะภาคอีสานเคยอยู่ภายใต้อิทธิพลของอาณาจักรล้านช้างมาก่อนและก่อนฝรั่งเศสจะเข้าปกครองอาณาจักรล้านช้างก็เคยอยู่ภายใต้ปกครองของไทยทำให้พบพุทธปฏิมากรรมที่มีลักษณะเป็นแบบศิลปะล้านช้างอยู่มากในอีสาน (วิจิตร วินทะไชย, 2560 : 345) การสร้างพระพุทธรูปล้านช้างเกิดขึ้นจากภูมิปัญญาของบรรพบุรุษที่มีความเชื่อความศรัทธาต่อพระพุทธเจ้าปรากฏในลักษณะเฉพาะของงานศิลปะจนทำให้เกิดเป็นสกุลช่างล้านช้างมีความประสานสอดคล้องกันระหว่างพุทธศาสนาและปรัชญาศิลปะที่ก่อให้เกิดคุณค่าความงามที่ทรงคุณค่าทางพระพุทธศาสนาพระพุทธรูปที่สร้างขึ้นนั้น ถือว่ามีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อการสร้างพระพุทธรูปตั้งแต่อดีตจนปัจจุบันในอดีตนั้นพระพุทธรูปเป็นสื่อที่บ่งบอกถึงศรัทธา ความเชื่อ และการสืบเนื่องของมรดกวัฒนธรรมทางเชิงช่างที่ทรงคุณค่า ที่มีความละเอียดงดงาม อ่อนช้อยอันเป็นเป็นฐานรากทางภูมิปัญญาของบรรพบุรุษ ได้สร้างสรรค์ขึ้นจนกลายเป็นความยิ่งใหญ่ของชาติ พระศาสนาเป็นแกนหลักสร้างบ้านแปงเมืองมาโดยตลอด ดังนั้นเพื่อให้ศิลปะพระพุทธรูปล้านช้างคงอยู่คู่บ้านเมืองสืบไป ควรมีการดูแลบูรณะอย่างถูกวิธี (พระอธิวัฒน์ รตนวณฺโณ. 2562 : 353)

การจัดทำทะเบียนโบราณวัตถุ ศิลปวัตถุ คือ การจัดทำประวัติเรื่องราวและรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโบราณวัตถุ ศิลปวัตถุ อันเป็นมรดกทางศิลปวัฒนธรรมของท้องถิ่นและของประเทศไว้เป็นหลักฐานสำคัญทางวิชาการเพื่อการศึกษาและการอนุรักษ์ โบราณวัตถุ ศิลปวัตถุ ชิ้นใดไม่มีทะเบียนประวัติแน่ชัดย่อมขาดคุณค่าความสำคัญทางวิชาการและกฎหมาย การปฏิบัติงาน ด้านทะเบียนโบราณวัตถุศิลปะวัตถุต้องใช้ศาสตร์หรือวิทยาการหลากหลายสาขาร่วมกัน รวมทั้งต้องมีประสบการณ์และความชำนาญที่สั่งสมมานานพอสมควรจึงจะทำให้งานทะเบียนโบราณวัตถุศิลปะวัตถุมีความสมบูรณ์และถูกต้อง การรวบรวมความรู้ด้านนี้มาจัดทำเป็นหลักฐานเอกสารจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง (สำนักพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ กรมศิลปากร กระทรวงวัฒนธรรม . 2551) โดยในปัจจุบัน พระพุทธรูปโบราณที่มีคุณค่า บางชิ้นได้สูญหายไปด้วยการถูกโจรกรรมโดยบุคคลผู้ที่แสวงหาผลประโยชน์เพื่อนำไปขายให้กับนักสะสมวัตถุโบราณ ทำให้สิ่งมีค่าเหล่านั้นได้สูญหายไปและไม่สามารถสืบหาได้ เนื่องจากโบราณวัตถุ ศิลปวัตถุ โดยเฉพาะพระพุทธรูปโบราณ ศิลปะล้านช้าง ที่มีอยู่มากในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ตามประวัติศาสตร์ คือพื้นที่ของ อาณาจักรล้านช้าง) เป็นพระพุทธรูปที่มีความงดงาม จึงเป็นที่นิยมอย่างมากในหมู่นักสะสมพระพุทธรูปโบราณ เมื่อมีความนิยมมากความต้องการของนักสะสมจึงมีมากและทำให้พระพุทธรูปศิลปะล้านช้าง จึงมีราคาสูงตามไปด้วย ทำให้เกิดการโจรกรรมและสูญหายไปอย่างที่ได้ยินข่าวอยู่ตามสื่อสังคมออนไลน์ต่าง ๆ เป็นประจำ การมีชุดข้อมูลภาพถ่ายหรือการมีข้อมูลภาพจำลองสามมิติจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งและจะต้องรีบทำการสำรวจให้โดยเร็วเพื่อเป็นหลักฐานสำคัญทางประวัติศาสตร์ ทางวิชาการและทางกฎหมาย เมื่อเกิดการสูญหายหรือชำรุดจะได้ใช้ชุดข้อมูลเหล่านี้เป็นหลักฐานสำคัญได้ (พระมหาวัชรพัฒน์ เขมปัญโญ .2565) นอกจากนั้น

โบราณวัตถุหรือสิ่งก่อสร้างทางประวัติศาสตร์มีการเสื่อมสภาพ เสื่อมสลายไปตามสภาวะทางธรรมชาติเป็นไปตามการเวลา โบราณวัตถุ ศิลปวัตถุมักจะไม่มีการเก็บข้อมูลภาพถ่ายไว้เป็นหลักฐาน หรือ ไม่มีข้อมูลของแบบจำลองสามมิติที่มีความเสมือนจริง ซึ่งเมื่อเวลาผ่านไปจะทำการอนุรักษ์หรือบำรุงรักษานั้นจึงไม่มีข้อมูลที่สามารถอ้างอิงในเชิงศิลปะและวิศวกรรมเพื่อทำการอนุรักษ์ได้ ถ้าสามารถทำการรังวัดและแสดงผลได้อย่างถูกต้องแม่นยำ จากการประยุกต์ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดิจิตอลมาสร้างแบบจำลองสามมิติเพื่อประโยชน์ในด้านการอนุรักษ์ศิลปะและมรดกทางวัฒนธรรมเพื่อสร้างแบบจำลองด้วยวิธีการสำรวจด้วยภาพถ่ายซึ่งเป็นวิธีการที่มีต้นทุนต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่น ๆ และมีความถูกต้องแม่นยำสูงจึงเหมาะสำหรับการนำมาพัฒนาและประยุกต์ใช้ได้ (ณรงค์ พูนพจน์มาศ. 2552)

การสร้างภาพสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี เป็นองค์ความรู้ซึ่งเกิดจากการผสมผสานระหว่างวิทยาศาสตร์และศิลปะ เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีในการวัดและการถ่ายภาพ เป็นเทคนิคในการเขียนและกำหนดภาพสามมิติของวัตถุ อาคาร หรือพื้นที่ใด ๆ จากภาพถ่ายสองมิติ ในเอกสารและงานวิจัยเรียกเทคนิคนี้ว่าการรังวัดด้วยภาพถ่ายระยะใกล้หรือใช้คำทับศัพท์ภาษาอังกฤษว่า โฟโตแกรมเมทรี (Photogrammetry) (Redweik 2013) หมายถึง การสร้างแบบจำลองสามมิติจากภาพถ่ายวัตถุจริงโดยการประมวลผลของโปรแกรมคอมพิวเตอร์จากการถ่ายภาพสองมิติในมุมมองต่าง ๆ โดยรอบของวัตถุ สามารถสร้างเป็นพอยต์คลาวด์ (Point Cloud) ซึ่งเป็นกลุ่มของจุดสามมิติ เก็บค่าของตำแหน่งของวัตถุในพิกัดแกน X,Y,Z เพื่อใช้ในการประมวลผล สร้างแบบจำลองสามมิติโดยสร้างแผ่นของวัตถุ (Mesh Model) และการใส่ละเอียดของพื้นผิว (Texture Mapping) ทำให้วัตถุที่สร้างขึ้นมาเป็นแบบจำลองสามมิติมีความใกล้เคียงกับวัตถุต้นแบบ (สุชาติ แสนพิช. 2566 : 7) เป็นกระบวนการที่มีประโยชน์ในการสร้างการจำลองแบบสามมิติอย่างรวดเร็วและแม่นยำ แม้ว่าคุณภาพด้านความสวยงามของโมเดลสามมิติที่สร้างขึ้นใหม่จะไม่สมบูรณ์ที่สุด แต่ปัจจัยอื่นๆ เช่น เวลาที่ใช้ในการสร้างใหม่จะไม่นาน สามารถย่อหรือขยายขนาดของโมเดลได้ สามารถแก้ไขเพิ่มเติมตกแต่งได้ อีกทั้งสามารถผลิตงานได้รวดเร็ว (Denmark, Evan L. 2020) การนำเอาเทคนิคในการสร้างสรรค์ภาพสามมิติ ให้มีองค์ประกอบเหมือนต้นฉบับแล้วนำเสนอในรูปแบบของสื่อดิจิทัลโดยโมเดลโพลิกอนและ การทำพื้นผิว เพื่อให้การศึกษาและการอนุรักษ์ศิลปะ โบราณวัตถุ ช่วยลดปัญหาที่เกิดขึ้นจากการรับชมและศึกษาศิลปะโบราณวัตถุและให้ผู้รับชมเกิดความสะดวกและเกิดทัศนคติที่ดีต่อการศึกษาศิลปะ (อภิวัฒน์ ปันทะธง และ จิรวัฒน์ สุขแก้ว.2565) อีกทั้งการสำรวจด้วยพื้นที่ต่าง ๆ หรือ สแกนวัตถุขนาดต่าง ๆ ด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี มีข้อดีคือปลอดภัย ราคาไม่แพง มีประสิทธิภาพ และใช้งานง่ายเป็น (Dai, Fei, and Wei Bing Peng. 2013)

จากความสำคัญดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการจัดเก็บข้อมูลพระพุทธรูปโบราณในรูปแบบวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรีเพื่อการอนุรักษ์ ทั้งนี้เพื่อเป็นศึกษาข้อมูลของพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้างอันทรงคุณค่าแก่การอนุรกษ์ โดยผู้วิจัยมีความมุ่งหวังที่จะพัฒนาคุณภาพของกระบวนเก็บชุดข้อมูลภาพถ่ายให้มีประสิทธิภาพอันเหมาะสม และสามารถนำไปสู่กระบวนการสร้างภาพจำลองวัตถุเสมือนจริงสามมิติพระพุทธรูปโบราณ เพื่อเป็นต้นแบบสำหรับการจัดเก็บเป็นคลังข้อมูลทางวิชาการนำไปใช้ในงานการอนุรักษ์โบราณวัตถุ ศิลปวัตถุ อันเป็นมรดกทางศิลปวัฒนธรรมของท้องถิ่นและของประเทศไทยในอนาคตได้

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาข้อมูลพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้างสำหรับจัดเก็บข้อมูลภาพถ่ายอิเล็กทรอนิกส์

2.2 เพื่อศึกษาการภาพถ่ายพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้างในพื้นที่บริเวณแสงธรรมชาติและแสงจากไฟสตูดิโอ

2.3 เพื่อศึกษาการจัดทำข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์รูปแบบวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี

2.4 เพื่อศึกษาความพึงพอใจการจัดเก็บข้อมูลพระพุทธรูปโบราณในรูปแบบวัตถุเสมือนจริงสามมิติ ด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรีเพื่อการอนุรักษ์

3. วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) และมีการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพในการสำรวจเชิงพื้นที่โดยในการสัมภาษณ์ สำรวจ สังเกต โดยแบ่งวิธีดำเนินการวิจัยออกกเป็น 4 ช่วงได้แก่ ระยะที่ 1 การศึกษาองค์ประกอบของพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง ระยะที่ 2 ศึกษาการภาพถ่ายพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้างในพื้นที่บริเวณแสงธรรมชาติและแสงจากไฟสตูดิโอ ระยะที่ 3 ศึกษาการจัดทำข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์รูปแบบวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี ระยะที่ 4 การศึกษาความพึงพอใจวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี มีวิธีการวิจัย ดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านพระพุทธรูปโบราณ ศิลปะล้านช้าง จำนวน 5 คน และผู้เชี่ยวชาญที่ด้านวัตถุเสมือนจริงสามมิติ จำนวน 3 คน

3.1.2 กลุ่มเป้าหมาย เป็นผู้ให้ข้อมูลในการศึกษาข้อมูลเชิงคุณภาพสำหรับศึกษาข้อมูล พระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง ด้วยการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน โดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) และทำการการสนทนากลุ่มโดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีฐานรากเพื่อทำการวิเคราะห์ความงามของพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง จากการสนทนากลุ่มได้ข้อสรุป คือ พระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง มีองค์ประกอบ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) องค์พระมีลักษณะงดงามแบบศิลปะล้านช้าง 2) มีฐานแบบยกสูงเพื่อรองรับองค์พระ และ 3) มีพระเกศสูงตามแบบศิลปะล้านช้าง รวมถึงศึกษาสภาพปัญหาที่พบเจอจากสถานการณ์จริง โดยสรุปได้คือ คือ 1) พระพุทธรูปโบราณเกิดการชำรุดเสียหายตามกาลเวลา 2) ยังไม่มีฐานข้อมูลทางวิชากการของรูปภาพพระพุทธรูปโบราณอย่างเพียงพอ และ 3) พระพุทธรูปโบราณหลายองค์ได้ถูกลักขโมยและไม่สามารถติดตามมาคืนได้ เนื่องจากไม่มีหลักฐานรูปภาพเพื่อยืนยันว่าเคยเป็นสมบัติของวัดมากก่อน

3.1.3 กลุ่มตัวอย่างงานวิจัย พระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง ปางมารวิชัย ซึ่งประดิษฐานอยู่ในวัดท่าคกเรือ อำเภอท่าบ่อ จังหวัดหนองคาย และ พระพุทธรูปโบราณ ปางมารวิชัย ประดิษฐานอยู่ในวัดอุดมสรรพผล ตำบลปะโค อำเภอเมืองหนองคาย จังหวัดหนองคาย โดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยกลุ่มตัวอย่างที่ได้เป็นกลุ่มพระพุทธรูปที่มีความงดงามและครบองค์ประกอบของศิลปะล้านช้าง องค์พระมีขนาดไม่ใหญ่ สามารถเคลื่อนย้ายตำแหน่งการตั้งวางได้และได้รับการขึ้นทะเบียนจากกรมศิลปากร โดยกำหนดพื้นที่ที่ใช้ในการถ่ายภาพ 2 พื้นที่ คือ บริเวณพื้นที่กลางแจ้งเพื่อใช้แสงแดดให้เป็นแหล่งกำเนิดแสงตามธรรมชาติและพื้นที่ในร่มที่มีแสงน้อยและใช้ไฟสตูดิโอแบบต่อเนื่องในอัตราแสงขาวให้เป็นแหล่งกำเนิดแสงสว่าง เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของภาพถ่ายที่ได้

3.1.4 กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยเชิงปริมาณ เป็นการวิจัยระยะที่ 4 การศึกษาความพึงพอใจการจัดเก็บข้อมูลพระพุทธรูปโบราณในรูปแบบวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรีเพื่อการอนุรักษ์ จำนวน 30 คน ซึ่งใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง โดยดำเนินการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ กับกลุ่มผู้ที่ชื่นชอบและติดตามข้อมูลพระพุทธรูปโบราณ ศิลปะล้านช้าง บนช่องทางออนไลน์จาก เพจเฟสบุ๊ค “ Larn Xang Style ”

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการหาคุณภาพของเครื่องมือ

งานวิจัยนี้ใช้เครื่องมือวิจัย ได้แก่ 1) แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับข้อมูลพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง 2) แบบประเมินผลของคุณภาพกระบวนเก็บชุดข้อมูลรูปภาพ 3) ชุดข้อมูลวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี และ 4) แบบประเมินผลคุณภาพวัตถุเสมือนจริงสามมิติพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง การหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย โดยนำ 1) ชุดข้อมูลวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี และ 2) แบบสอบถาม ที่พัฒนาขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง จำนวน 3 ท่าน เพื่อหาค่าความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการวิจัย พบว่า ชุดข้อมูลวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี และ แบบสอบถาม มีค่าความเที่ยงตรง อยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้ได้มีการเก็บข้อมูลระยะที่ 1 การศึกษาข้อมูลพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง เดือนเมษายน 2565 ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้ทฤษฎีฐานรากแนวสร้างสรรค์นิยม (Constructionist Grounded Theory) และสุนทรียศาสตร์ (Aesthetics) เป็นศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับความงามทั้งในศิลปะและธรรมชาติโดยใช้วิธีการสนทนากลุ่ม ในการวิเคราะห์และตีความหมายข้อมูลที่เลือกมาแบบเฉพาะเจาะจง โดยใช้ข้อมูลจาก รูปแบบทางศิลปะของพุทธปฏิมากรรมสำริดศิลปะล้านช้างในอีสาน (วิจิตร วินทะไชย. 2560 : 341) วิเคราะห์พุทธสุนทรียศาสตร์ในพระพุทธรูปศิลปะล้านช้าง (พระอธิวัฒน์ รตนวณฺโณ. 2562 : 353) พระพุทธรูป : สัญลักษณ์แห่งศรัทธาที่มีต่อพระพุทธเจ้า (พระมหาสมเจต สมจาร.2559 : 94) ปรัชญา ศิลปะ วัฒนธรรม ประเพณี และวิถีชีวิตของอาณาจักรล้านช้าง (จักรพรรณ วงศ์พรพวัณ.2562 : 591) เพื่อนำไปใช้ในการสนทนากลุ่มและได้เลือกแบบเจาะจง ซึ่งพระพุทธรูปโบราณที่เลือกนี้ได้ทำการขึ้นทะเบียนโบราณวัตถุและศิลปวัตถุ โดยกรมศิลปากร พระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง มีองค์ประกอบ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) องค์พระมีลักษณะงดงามแบบศิลปะล้านช้าง 2) มีฐานแบบยกสูงเพื่อรองรับองค์พระ และ 3) มีเกศสูงตามแบบศิลปะล้านช้าง

ระยะที่ 2 ศึกษากระบวนเก็บชุดข้อมูลรูปภาพพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง เดือนเมษายน 2565 โดยผู้วิจัยได้ทดลองเก็บชุดรูปภาพพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง จำนวน 2 องค์ ดังนี้

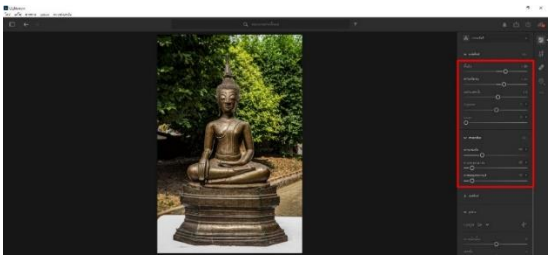
องค์ที่หนึ่ง พระพุทธรูปโบราณ ประดิษฐานอยู่ในวัดท่าคกเรือ ตำบลท่าบ่อ อำเภอท่าบ่อ จังหวัดหนองคาย

ขนาดหน้าตักกว้าง	39.50	เซนติเมตร
สูงฐาน	94.00	เซนติเมตร
สูงองค์	68.00	เซนติเมตร
ฐานองค์	39.00	เซนติเมตร
ฐานล่าง	55.00	เซนติเมตร

รูปที่ 1 พระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง ประดิษฐานอยู่ในวัดท่าคกเรือ ตำบลท่าบ่อ อำเภอท่าบ่อ จังหวัดหนองคาย
(ที่มา : ยุทธศักดิ์ ทองแสน. 2565)

วิธีการเก็บชุดข้อมูลภาพถ่ายบริเวณพื้นที่กลางแจ้งเพื่อใช้แสงแดดให้เป็นแหล่งกำเนิดแสงตามธรรมชาติ ในการถ่ายภาพเพื่อเก็บข้อมูลวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้กล้อง Mirrorless ยี่ห้อ Sony A6500 และเลนส์มาโครความยาวโฟกัส (Focal length) 30 มิลลิเมตร โดยใช้ค่ารูปรับแสง (F-Stop) ที่ F8 - F16 และใช้อัตราความไวแสง (ISO) 100 เป็นตัวเลือกที่ดีที่สุดสำหรับการถ่ายภาพกลางแจ้งที่มีแดดจัด ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่สว่างที่สุดในการถ่ายภาพ โดยการถ่ายภาพ 360 องศาแบบ 3 ระดับ คือ 1)ระดับล่าง 2)ระดับกลาง และ 3)ระดับบน ผู้วิจัยได้ถ่ายรูปพระพุทธรูปโบราณทั้งหมด 45 รูปภาพแล้วนำไปตกแต่งบนในโปรแกรม Adobe lightroom ในการดึงในชุดข้อมูลนี้เพื่อให้

เพียงพอต่อการนำไปใช้งานในขั้นตอนการประมวลผลภาพพระพุทธรูปโบราณให้ได้รูปแบบวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรีบนโปรแกรม reality capture



รูปที่ 2 ขั้นตอนการแต่งภาพให้มีความคมชัด ด้วยโปรแกรม Adobe lightroom
(ที่มา : ยุทธศักดิ์ ทองแสน. 2565)

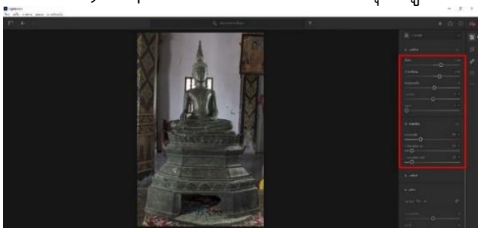
องค์ที่สอง พระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง ประดิษฐานอยู่ในวัดอุดมสรรพผล ตำบลปะโค อำเภอเมืองหนองคาย จังหวัดหนองคาย

ขนาดหน้าตักกว้าง	38.00	เซนติเมตร
สูงรวมฐาน	99.20	เซนติเมตร
สูงองค์	55.00	เซนติเมตร
ฐานองค์พระกว้าง	38.00	เซนติเมตร
ฐานองค์พระสูง	3.00	เซนติเมตร
ฐานสูง	43.50	เซนติเมตร
ฐานกว้าง	65.00	เซนติเมตร

รูปที่ 3 พระพุทธรูปโบราณ ประดิษฐานอยู่ในวัดอุดมสรรพผล ตำบลปะโค อำเภอเมืองหนองคาย จังหวัดหนองคาย
(ที่มา : ยุทธศักดิ์ ทองแสน. 2565)

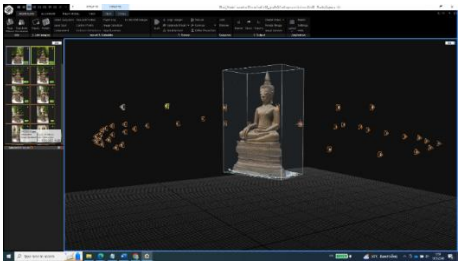
วิธีการเก็บชุดข้อมูลภาพถ่ายพื้นที่ในร่มที่มีแสงน้อยและใช้ไฟสตูดิโอแบบต่อเนื่องในอัตราแสงขาวให้เป็นแหล่งกำเนิดแสงสว่าง ในการถ่ายภาพเพื่อเก็บข้อมูลวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้กล้อง Mirrorless Sony A6500 และเลนส์มาโครความยาวโฟกัส (Focal length) 30 มิลลิเมตร โดยใช้ค่ารูรับแสง (F-Stop) ที่ F3.5 – 5.6 และใช้อัตราความไวแสง (ISO) 3000 - 5000 เพื่อให้ได้ภาพมีความสว่างมากยิ่งขึ้นเนื่องจากพื้นที่ที่ใช้ถ่ายภาพอยู่ภายในโบถส์วิหาร โดยการถ่ายภาพ 360 องศาแบบ 3 ระดับ คือ 1)ระดับล่าง 2)ระดับกลาง และ 3)ระดับบน ผู้วิจัยได้ถ่ายรูปพระพุทธรูปโบราณทั้งหมด 75 รูปภาพแล้วนำไปตกแต่งบนในโปรแกรม Adobe lightroom ซึ่งปรากฏว่ามีจุดรบกวนภาพ (Noise) ในปริมาณที่มากเนื่องจากอยู่ในพื้นที่แสงไม่เพียงพอ แต่ก็ยังสามารถนำเอาชุด

ข้อมูลนี้นำไปใช้งานในขั้นตอนการประมวลผลภาพพระพุทธรูปโบราณให้ได้รูปแบบวัตถุเสมือนจริง 3 มิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรีบนโปรแกรม reality capture เช่นเดียวกับพระพุทธรูปองค์ที่ 1

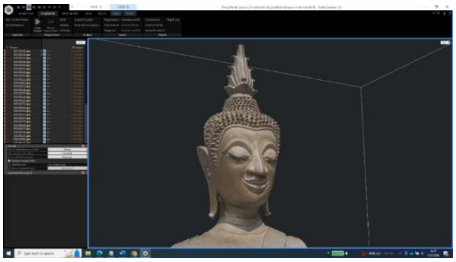


รูปที่ 4 ขั้นตอนการแต่งภาพให้มีความคมชัด ด้วยโปรแกรม Adobe lightroom
(ที่มา : ยุทธศักดิ์ ทองแสน. 2565)

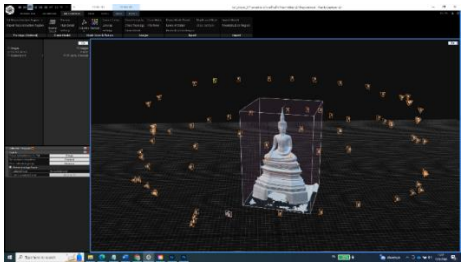
ระยะที่ 3 ศึกษาข้อมูลและพัฒนาวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี เดือนพฤษภาคม 2565 และระยะที่ 4 การศึกษาความพึงพอใจชุดข้อมูลวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี เดือน กรกฎาคม 2565



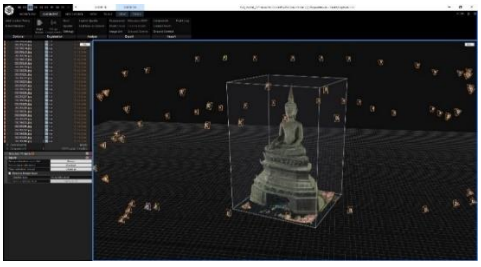
รูปที่ 5 ขั้นตอนการประมวลผลภาพพระพุทธรูปโบราณในรูปแบบวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี ด้วยโปรแกรม reality capture
(ที่มา : ยุทธศักดิ์ ทองแสน. 2565)



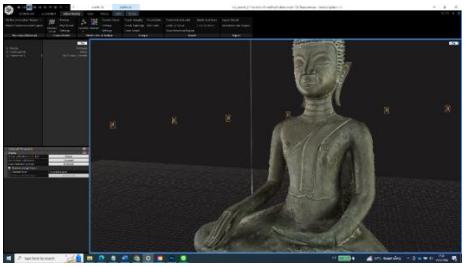
รูปที่ 6 ขั้นตอนการประมวลผลภาพพระพุทธรูปโบราณในรูปแบบวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี ด้วยโปรแกรม reality capture
(ที่มา : ยุทธศักดิ์ ทองแสน. 2565)



รูปที่ 7 ขั้นตอนการประมวลผลภาพพระพุทธรูปโบราณในรูปแบบวัตถุเสมือนจริง 3 มิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี ด้วยโปรแกรม reality capture
(ที่มา : ยุทธศักดิ์ ทองแสน. 2565)



รูปที่ 8 ขั้นตอนการประมวลผลภาพพระพุทธรูปโบราณในรูปแบบวัตถุเสมือนจริง 3 มิติด้วยเทคนิค โฟโตแกรมเมทรีด้วยโปรแกรม reality capture
(ที่มา : ยุทธศักดิ์ ทองแสน. 2565)



รูปที่ 9 ขั้นตอนการประมวลผลภาพพระพุทธรูปโบราณในรูปแบบวัตถุเสมือนจริงสามมิติ ด้วยเทคนิค โฟโตแกรมเมทรี
(ที่มา : ยุทธศักดิ์ ทองแสน. 2565)

3.4 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ นำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ การสังเกต มาวิเคราะห์โดยวิธีหาความสอดคล้อง (Method of Agreement) จากกลุ่มเป้าหมาย ดำเนินการวิเคราะห์และจำแนกข้อมูลประเด็นที่กำหนดไว้ และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแบบสามเส้า (Data Triangulate) ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ความถี่ ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเปรียบเทียบ t-test แบบ Independent การแปรผลการศึกษาความคิดเห็นมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับตามวิธีของลิเคิร์ท (Rensis Likert. 1932) ดังนี้ 1.00 - 1.49 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง 1.50 - 2.49 หมายถึง ไม่เห็นด้วย 2.50 - 3.49 หมายถึง ไม่แน่ใจ 3.50 - 4.49 หมายถึง เห็นด้วย 4.50 - 5.00 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง

4. ผลการวิจัย

จากการวิจัยเรื่อง การจัดเก็บข้อมูลพระพุทธรูปโบราณในรูปแบบวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรีเพื่อการอนุรักษ์ ดังนี้

4.1 ผลการศึกษาข้อมูลพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้างสำหรับจัดเก็บข้อมูลภาพถ่ายอิเล็กทรอนิกส์ จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง โดยรูปแบบการโดยใช้ความรู้ด้าน พุทธสุนทรียศาสตร์ (Aesthetics) ในพระพุทธรูปศิลปะล้านช้าง เป็นตัวเชื่อมโยงการวิจัยทั้งสองตอนเข้าด้วยกัน สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

4.1.1.ผู้วิจัยวิเคราะห์และตีความหมายข้อมูลพระพุทธรูปโบราณที่เลือกมาแบบเฉพาะเจาะจงโดยใช้ข้อมูลจากเอกสารหนังสือ สมุดภาพ และจากผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ความรู้อย่างแท้จริง จนกระทั่งได้ข้อสรุปเชิงทฤษฎีชั่วคราว คือ ลักษณะพระพุทธรูปโบราณ โดยนิยมเรียกกันว่าศิลปะล้านช้าง สามารถแบ่งเป็นช่างปั้นได้สองแบบคือ ศิลปะล้านช้างสุกลช่างหลวง และ ศิลปะล้านช้างช่างพื้นถิ่น

4.1.2.นำลักษณะพระพุทธรูปโบราณ ที่นิยมเรียกกันว่าศิลปะล้านช้างสกุลช่างหลวง และ ช่างพื้นถิ่น มาใช้ในการสนทนากลุ่มได้ผลสรุป ดังนี้

1. ศิลปะล้านช้างสกุลช่างหลวง คือ ศิลปะที่มีความงดงามอ่อนช้อย สัดส่วน องค์ประกอบ ฐานพระของ พระพุทธรูปนั้น ทุกอย่างจะดูสวยงาม ลงตัว มองจุดไหนก็จะมีความสอดคล้องกันอย่างลงตัว

2. ศิลปะล้านช้างช่างพื้นถิ่นมา คือ ศิลปะที่ชาวบ้านสร้างสรรค์กันขึ้นมาเอง สัดส่วน องค์ประกอบฐานพระ ของ พระพุทธรูปนั้น จะไม่สวยงาม มีการบิดเบี้ยวของรูปทรง องค์ประกอบต่างๆ โดยรวมแล้วดูไม่ละเอียด

3. หลักปรัชญาหรือความเชื่อทางศาสนา ลักษณะทางกายภาพ และลักษณะสกุลช่างปั้นพระพุทธรูปเป็นแบบสกุลช่างหลวง มีองค์ประกอบสามารถ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) องค์พระมีลักษณะงดงามแบบศิลปะล้านช้าง 2) มีฐานแบบยกสูงเพื่อรองรับองค์พระ และ 3) มีพระเกศสูงตามแบบศิลปะล้านช้าง

จากการสัมภาษณ์และสนทนาแบบกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง สามารถคัดเลือกพระพุทธรูปเพื่อใช้ในการทดลองถ่ายภาพเพื่อเก็บข้อมูล คือ องค์ที่หนึ่งเป็น พระพุทธรูปโบราณ ศิลปะล้านช้างสกุลช่างหลวง ประดิษฐานอยู่ในวัดท่าคกเรือ ตำบลท่าบ่อ อำเภอท่าบ่อ จังหวัดหนองคาย และ องค์ที่สองเป็นพระพุทธรูปโบราณ ศิลปะล้านช้างสกุลช่างหลวง ประดิษฐานอยู่ในวัดอุดมสรรพผล ตำบลปะโค อำเภออำเภอเมืองหนองคาย จังหวัดหนองคาย

4.2 ผลการศึกษาการภาพถ่ายพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้างในพื้นที่บริเวณแสงธรรมชาติและแสงจากไฟสตูดิโอ ผลจากการศึกษาพบว่า การใช้กล้องดิจิทัล ทำการถ่ายภาพด้วยมุมมอง 360 องศา และจะต้องใช้มุมมองในการถ่ายภาพ 3 ระดับ คือ 1) ระดับล่าง 2) ระดับกลาง และ 3) ระดับบน เพื่อให้ได้รูปภาพที่มีจุดเชื่อมโยงกันในแต่ละรูปภาพ ให้สามารถนำไปใช้งานในการบวนการต่อไป

พระพุทธรูปองค์ที่หนึ่ง ใช้แสงธรรมชาติ

1) ใช้กล้องดิจิทัลที่ใช้งาน คือ ยี่ห้อ Sony รุ่น A6500
2) ใช้เลนส์ที่มีความยาวโฟกัสของเลนส์ คือ Macro 30 mm
3) ใช้ค่ารูปรับแสง (F-Stop) อยู่ที่ช่วง 8 - 16
4) ใช้อัตราความไวแสง (ISO) อยู่ที่ช่วง 100
5) จำนวนภาพถ่าย 45 ภาพ

พระพุทธรูปองค์ที่สอง ใช้แสงจากไฟสตูดิโอ

1) ใช้กล้องดิจิทัลที่ใช้งาน คือ ยี่ห้อ Sony รุ่น A6500
2) ใช้เลนส์ที่มีความยาวโฟกัสของเลนส์ คือ Macro 30 mm
3) ใช้ค่ารูปรับแสง (F-Stop) อยู่ที่ช่วง 3.5 - 5.6

4) ใช้อัตราความไวแสง (ISO) อยู่ที่ช่วง 3000 - 5000

5) จำนวนภาพถ่าย 75 ภาพ

4.3 ผลการจัดทำข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์รูปแบบวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรีโดยกากรนำเอาชุดข้อมูลจากการภาพถ่ายพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง มาประมวลผล พบว่าภาพถ่ายพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง ในพื้นที่ที่ใช้แสงจากธรรมชาติเป็นแหล่งกำเนิดแสงนั้น จะได้ชุดข้อมูลรูปภาพจำนวน 45 ภาพ ภาพถ่ายพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง อยู่ในพื้นที่ร่มและใช้แหล่งกำเนิดแสงจากไฟสตูดิโอนั้น จะได้ชุดข้อมูลรูปภาพจำนวน 75 ภาพ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบคุณสมบัติการภาพถ่ายและการประมวลผลวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี

ข้อมูลทางเทคนิค	พระพุทธรูปองค์ที่ 1	พระพุทธรูปองค์ที่ 2
1.ยี่ห้อของกล้อง	Sony A6500	Sony A6500
2.ความยาวโฟกัส	Macro30 mm	Macro30 mm
3.ค่ารูปรับแสง (F-Stop)	8 - 16	3.5 – 5.6
4.อัตราความไวแสง (ISO)	100	3000-5000
5.จำนวนภาพถ่าย	45 ภาพ	75 ภาพ
6.เวลาในการประมวลผลสามมิติ	10 นาที	35 นาที
7.ความสมบูรณ์ของวัตถุสามมิติ	90%	80%

เมื่อนำเอาข้อมูลชุดรูปภาพทั้งสองชุดที่คัดเลือกแล้ว มาประมวลผลเพื่อจำลองวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี โดยเป็นการนำภาพถ่ายสองมิติ เข้าสู่กระบวนการประมวลภาพระบบพอยต์คลาวด์ (Point Cloud) ซึ่งเป็นกลุ่มของจุดสามมิติ เก็บค่าของตำแหน่งของวัตถุในพิกัดแกน X, Y, Z เพื่อใช้ในการประมวลผลและสร้างแบบจำลอง สามมิติโดยสร้างแผ่นของวัตถุ (Mesh Model) และการใส่ละเอียดของพื้นผิว (Texture Mapping) ทำให้วัตถุที่สร้างขึ้นมาเป็นแบบจำลองสามมิติ มีความใกล้เคียงกับวัตถุต้นแบบ (สุชาติ แสนพิช ,2566 : 7), (Mikhail, Bethel, and Chris McGlone.2001) เพื่อพัฒนาให้ได้วัตถุเสมือนจริงสามมิติ (3D Model) ด้วยโปรแกรม RealityCapture (Denmark 2020), (Dai and Peng. 2013) ได้พระพุทธรูปโบราณจำลองวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี ให้มีความใกล้เคียงกันต้นแบบมากที่สุด และสมบูรณ์ ดังรูปที่ 10

รูปที่ 10 พระพุทธรูปโบราณจำลองวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี
(ที่มา : ยุทธศักดิ์ ทองแสน. 2565)

4.4 ผลการศึกษาความพึงพอใจการจัดเก็บข้อมูลพระพุทธรูปโบราณในรูปแบบวัตถุเสมือนจริงสามมิติ ด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรีเพื่อการอนุรักษ์

ผลการศึกษาสถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า มีผู้ตอบแบบสอบถามทั้งสิ้นจำนวน 30 คน เป็นผู้ที่มีความสนใจเกี่ยวกับ พระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง แบ่งเป็นชาย จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 66.67 และเพศหญิง จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 มีอายุระหว่าง 30-55 ปี

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาความพึงพอใจการจัดเก็บข้อมูลพระพุทธรูปโบราณในรูปแบบวัตถุเสมือนจริงสามมิติ ด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรีเพื่อการอนุรักษ์

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. ด้านการถ่ายภาพ			
1. ความคมชัดของภาพถ่าย	4.19	0.60	มาก
2. มุมมองภาพถ่ายมีความต่อเนื่องในทุกภาพ	4.42	0.56	มาก
3. การจัดแสงให้วัตถุมีความชัดเจน	4.19	0.65	มาก
4. การวางตำแหน่งรูปภาพให้มีความต่อเนื่อง	4.13	0.67	มาก
5. ภาพรวมของรูปภาพทั้งหมดสามารถใช้สำหรับเป็นฐานข้อมูลภาพถ่ายได้	4.26	0.51	มาก
รวม	4.24	0.60	มาก
2. ด้านมุมกล้องและขนาดภาพ			
1. มุมกล้องด้านบนมีความสมบูรณ์	4.26	0.63	มาก
2. มุมกล้องตรงมีความสมบูรณ์	4.13	0.56	มาก
3. มุมกล้องด้านล่างมีความสมบูรณ์	4.10	0.54	มาก
4. ขนาดภาพมีความเหมาะสมสามารถนำมาใช้สำหรับเป็นฐานข้อมูลภาพถ่าย	4.16	0.58	มาก
5. การจัดเก็บข้อมูลรูปภาพสามารถนำไปเป็นแนวทางต้นแบบได้	4.16	0.64	มาก
รวม	4.16	0.59	มาก
3. ภาพถ่ายใช้แสงจากไฟสตูดิโอ			
1. แสงเข้าถึงวัตถุได้ทั่วทิศทาง	4.32	0.54	มาก
2. เงาของแสงตกกระทบทำให้เกิดมิติ	4.19	0.54	มาก
3. การเลือกทิศทางของแสงตกกระทบวัตถุได้ดี	4.29	0.59	มาก
4. สามารถเก็บรายละเอียดของวัตถุได้อย่างละเอียด	4.13	0.67	มาก
5. ภาพถ่ายที่นำมาใช้งานจริงได้อย่างพอดี	4.23	0.62	มาก
รวม	4.23	0.59	มาก

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
4. ภาพถ่ายใช้แสงจากธรรมชาติ			
1. แสงเข้าถึงวัตถุได้ทั่วทิศทาง	4.32	0.54	มาก
2. เงาของแสงตกกระทบทำให้เกิดมิติ	4.29	0.53	มาก
3. การเลือกทิศทางของแสงตกกระทบวัตถุได้ดี	4.29	0.64	มาก
4. สามารถเก็บรายละเอียดของวัตถุได้อย่างละเอียด	4.19	0.60	มาก
5. ภาพถ่ายที่นำมาใช้งานจริงได้อย่างพอดี	4.23	0.56	มาก
รวม	4.26	0.57	มาก
5. ด้านวัตถุเสมือนจริงสามมิติ			
1. วัตถุเสมือนจริงสามมิติมีโครงสร้างใกล้เคียงกับของจริง	4.29	0.64	มาก
2. วัตถุเสมือนจริงสามมิติมีพื้นผิวใกล้เคียงกับของจริง	4.26	0.51	มาก
3. วัตถุเสมือนจริงสามมิติมีความสวยงาม	4.19	0.60	มาก
4. วัตถุเสมือนจริงสามมิติสามารถใช้ในงานเพื่อการอนุรักษ์ได้	4.23	0.62	มาก
5. วัตถุเสมือนจริงสามมิติสามารถนำไปเผยแพร่สู่สาธารณชนได้	4.39	0.56	มาก
รวม	4.27	0.58	มาก
สรุปโดยภาพรวม	4.23	0.59	มาก

จากตารางที่ 2 การศึกษาความพึงพอใจการจัดเก็บข้อมูลพระพุทธรูปโบราณในรูปแบบวัตถุเสมือนจริงสามมิติ ด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรีเพื่อการอนุรักษ์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจการจัดเก็บข้อมูลพระพุทธรูปโบราณในรูปแบบวัตถุเสมือนจริงสามมิติ ด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรีเพื่อการอนุรักษ์ สรุปโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.23) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความพึงพอใจด้านด้านวัตถุเสมือนจริงสามมิติโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.27) รองลงมาคือภาพถ่ายใช้แสงจากธรรมชาติโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.26) ด้านการถ่ายภาพ โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.24) ภาพถ่ายใช้แสงจากไฟสตูดิโอ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.23) และด้านมุมกล้องและขนาดภาพโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.16)

5. อภิปรายผลและสรุปผล

จากการวิจัย เรื่อง การจัดเก็บข้อมูลพระพุทธรูปโบราณในรูปแบบวัตถุเสมือนจริงสามมิติ ด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรีเพื่อการอนุรักษ์ การวิจัยในครั้งนี้เน้นให้ความสำคัญกับปรากฏการณ์ที่ศึกษาวิจัย ข้อมูลและการวิเคราะห์เป็นสิ่งที่ถูกสร้างมาจากประสบการณ์และความสัมพันธ์กับประเด็นที่ศึกษาของผู้วิจัยและกลุ่มตัวอย่างจึงให้ความสำคัญกับระบวนการและบริบทที่ทฤษฎีถูกสร้างขึ้นมาเป็นกรอบแนวคิดรูปแบบการวิจัยแบบผสมวิธีประกอบกับการประยุกต์ใช้ทฤษฎีฐานราก ซึ่งอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษา การศึกษาข้อมูลพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ เป็นการประยุกต์ใช้ทฤษฎีฐานรากแนวสร้างสรรค์นิยมและสุนทรียศาสตร ซึ่งผู้วิจัย พิจารณาแล้วว่าเหมาะสมกับประเด็นวิจัย ผู้วิจัยวิเคราะห์และตีความหมายข้อมูลที่เลือกมาแบบเฉพาะเจาะจง สอดคล้องกับงานวิจัยของ (พงษ์พิพัฒน์ สายทอง. 2561) กระทั่งได้ข้อสรุปเชิงทฤษฎีสุนทรียศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (พระอธิวัฒน์ รตนวณฺโณ. 2562 : 353) และนำข้อสรุปไปใช้ในการจำแนกพระพุทธรูปโบราณตามแบบสกุลช่าง สอดคล้องกับงานวิจัยของ (วิจิตร วินทะไชย, 2560 : 345) โดยใช้วิธีการสนทนากลุ่ม พระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง มีองค์ประกอบ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) องค์พระมีลักษณะงดงามแบบศิลปะล้านช้าง 2) มีฐานแบบยกสูงเพื่อรองรับองค์พระ และ 3) มีพระเกศสูงตามแบบศิลปะล้านช้าง รวมถึงศึกษาสภาพปัญหาที่พบเจอจากสถานการณ์จริง โดยสรุปได้คือ คือ 1) พระพุทธรูปโบราณเกิดการชำรุดเสียหายตามกาลเวลา 2) ยังไม่มีฐานข้อมูลทางวิชาการของรูปภาพพระพุทธรูปโบราณอย่างเพียงพอ และ 3) พระพุทธรูปโบราณหลายองค์ได้ถูกลักขโมยและไม่สามารถติดตามมาคืนได้เนื่องจากไม่มีหลักฐานรูปภาพเพื่อยืนยันว่าเคยเป็นสมบัติของวัดมากก่อน

ระยะที่ 2 ศึกษาการภาพถ่ายพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้างในพื้นที่บริเวณแสงธรรมชาติและแสงจากไฟสตูดิโอ พบว่าการใช้กล้องดิจิทัลทำการถ่ายภาพด้วยมุมมอง 360 องศา และจะต้องใช้มุมมองในการถ่ายภาพ 3 ระดับ คือ 1) ระดับล่าง 2) ระดับกลาง และ 3) ระดับบน เพื่อให้ได้รูปภาพที่มีจุดเชื่อมโยงกันในแต่ละรูปภาพสามารถเชื่อมโยงซึ่งกันและกัน เป็นการอ้างอิงระหว่างมุมมองของภาพถ่ายทำให้เกิดการคำนวณได้ง่าย ซึ่งการถ่ายภาพที่ดีจะนำไปสู่การสร้างส่วนต่อเสื่อมได้ดี สอดคล้องกับงานวิจัยของของ (สุชาติ แสนพิช. 2566). ที่ได้ใช้กล้องดิจิทัลและกล้องมือถือทำการถ่ายภาพด้วยมุมมอง 360 องศา เพื่อสร้างภาพลองวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรีได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ระยะที่ 3 ศึกษาข้อมูลและพัฒนาวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี พบว่า ในพื้นที่ที่ใช้แสงจากธรรมชาติเป็นแหล่งกำเนิดแสงนั้น จะได้ชุดข้อมูลรูปภาพจำนวน 45 ภาพ ภาพถ่ายพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง อยู่ในพื้นที่ร่มและใช้แหล่งกำเนิดแสงจากไฟสตูดิโอนั้น จะได้ชุดข้อมูลรูปภาพจำนวน 75 ภาพ โดยการนำเอาภาพทั้งสองชุดไปประมวลสร้างเป็นพระพุทธรูปโบราณจำลองวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี ซึ่งเป็นที่นิยมในปัจจุบันเนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในการสร้างภาพสามมิติสามารถทำการเก็บรักษาข้อมูลไว้ในรูปแบบดิจิทัล สอดคล้องกับงานวิจัยของของ (Anette Eltner and Giulia Sofia.2020) ที่นำเอาเทคโนโลยีโฟโตแกรมเมทรีมาทำการวิจัยทำให้ได้เห็นภาพจำลองสามมิติขนาดใหญ่เพื่อพัฒนาพื้นที่ที่จำเป็นได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของของ (Christophe Helmke et al. 2023) ที่ใช้เทคโนโลยีสร้างภาพเสมือนจริงวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี เพื่อจำลองโบราณคดี และมรดกทางวัฒนธรรมด้วยภาพสามมิติ อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของของ (สุชาติ แสนพิช. 2566) ที่ได้ใช้เทคนิคโฟโตแกรมเมทรี ไปประยุกต์ใช้งานที่หลากหลาย สามารถสร้างต้นแบบวัตถุสามมิติได้ตรงตามความต้องการอีกทั้งสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นการปริ้นต้นแบบสามมิติเป็นโมเดลจำลองได้อีกด้วย

ระยะที่ 4 การศึกษาความพึงพอใจชุดข้อมูลวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมท พบว่า ระดับค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก เนื่องจากการสร้างวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี มีความใกล้เคียงกับของจริงทั้งรูปทรงและพื้นผิวของวัตถุจำลอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Yinglong Hu. et al.2021) ที่ใช้เทคโนโลยีสร้างภาพเสมือนจริงวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี เพื่อบันทึกข้อมูลมรดกทางวัฒนธรรมและอารยธรรมเพื่อเก็บไว้ในรูปแบบดิจิทัล โดยค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก เช่นกัน

6. ข้อเสนอแนะ

6.1การสร้างแบบจำลองสามมิติจากรูปภาพหลายมุมมองให้ผลที่มีประสิทธิภาพเพื่อใช้สำหรับนำเสนอลงานผ่านสื่อต่างๆและเพื่อการอนุรักษ์แต่หากต้องการนำข้อมูลดังกล่าวเพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับการบูรณะซ่อมแซม

จำเป็นต้องมีการศึกษาถึงกระบวนการในการสร้างแบบจำลองสามมิติโดยตรงจากวัตถุหรือการสร้างจากแบบจำลองสามมิติจากอุปกรณ์ที่มีคุณภาพสูงแบบ เช่น 3D laser scanner ซึ่งจะให้ค่าความแม่นยำของพื้นผิวและรูปทรงวัตถุในระดับสูง

6.2 การสร้างแบบจำลองสามมิติจากรูปภาพหลายมุมมองสามารถนำไปใช้กับวัตถุโบราณประเภทอื่น ๆ เช่น วัตถุโบราณขนาดเล็ก ไปถึงสิ่งก่อสร้าง ปราสาทใหญ่ขึ้นเพื่อการอนุรักษ์ ซึ่งวัตถุโบราณยิ่งนับวันยิ่งเสื่อมสภาพไปตามกาลเวลา หากมีคณะทำงานขนาดใหญ่ที่ทำการเก็บข้อมูลไว้จะทำให้เป็นคลังข้อมูลความรู้ที่สามารถเข้าถึงได้ง่ายในอนาคตและเป็นฐานข้อมูลให้ผู้ที่สนใจได้ศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ได้

6.3 พระพุทธรูปโบราณที่จัดเก็บในวัดต่าง ๆ นั้นเกิดการชำรุดเสียหายไปมาก มีปัญหาข้อมูลรูปภาพที่วัดมีอยู่นั้นยังไม่มีฐานข้อมูลทางวิชากการเพื่อจัดเก็บข้อมูลและไม่มีเผยแพร่ข้อมูลดังกล่าว ซึ่งหรือเมื่อจะทำการซ่อมบำรุงพระพุทธรูปโบราณ มักจะไม่มีข้อมูลเพื่อมาวิเคราะห์และไม่สามารถทำการซ่อมบำรุงได้ หรือในบางพื้นที่พระพุทธรูปโบราณหลายองค์ได้ถูกลักขโมยและไม่สามารถติดตามมาคืนได้เนื่องจากไม่มีหลักฐานรูปภาพเพื่อยืนยันได้หากมีคณะทำงานขนาดใหญ่ควรรีบทำการบันทึกภาพเพื่อเป็นหลักกฐานสำคัญในโอกาสต่างได้

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลจาก พระญาคูจุณฑ์ เสนาสนะสัตรป่าเจ้าสัว ที่เมตตาอนุเคราะห์ให้ข้อมูลและชี้แนะแนวทางการพัฒนางานวิจัยพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง พระอธิการจีราวัฒน์ จิรวัฑฒโน เจ้าอาวาสวัดท่าคกเรือ พระอาจารยเจ้าอาวาส วัดอุดมสรรพผล ที่เมตตาอนุเคราะห์มอบข้อมูลสำคัญและอนุญาติให้ถ่ายภาพพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง สำหรับงานวิจัยและกราบขอบพระคุณ พระมหาวัชร เขมปัญโญ วัดนรนาถสุนทริการาม ที่เป็นผู้ร่วมวิจัยและนำพาไปเก็บข้อมูลตามสถานที่ต่าง ๆ

เอกสารอ้างอิง

จักรพรรณ วงศ์พรพวัณ และ สาริกา ไสวงาม.(2562) .ปรัชญา ศิลปะ วัฒนธรรม ประเพณี และวิถีชีวิตของอาณาจักรล้านช้าง. **รายงานการวิจัย.** มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย

พระมหาสมเจต สมจารี หลวงกัน. (2559). พระพุทธรูป : สัญลักษณ์แห่งศรัทธาที่มีต่อพระพุทธเจ้า.**วารสารศึกษาศาสตร์.** มหาวิทยาลัยมหามกุฏราชวิทยาลัย. 4(1) 94-111.

พระอธิวัฒน์ รตนวณฺโณและคณะ. (2562) .วิเคราะห์พุทธสุนทรียศาสตร์ ในพระพุทธรูปศิลปะล้านช้าง. **วารสารธรรมวิชญ์.** 2(2) มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย. วิทยาเขตเชียงใหม่.

พงษ์พิพัฒน์ สายทอง. (2561). การประยุกต์ใช้ทฤษฎีฐานรากแนวสร้างสรรค์นิยมเพื่อสร้างมโนทัศนศิลป์ในการออกแบบตัวละครสัตว์หิมพานต์สำหรับงานแอนิเมชัน. **Veridian E-Journal Science and Technology Silpakorn University**.11(3), 914-928.

วิจิตร วินทะไชย. (2560). รูปแบบทางศิลปะของพุทธปฏิมากรรมสำริดศิลปะล้านช้างในอีสาน. **Journal of Fine and Applied Arts Khon Kaen University 9** (1): 341–64ศักดิ์ชัย สายสิงห์. (2564). พระพุทธรูปในประเทศไทย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : **https://www.finearts.go.th/storage/contents/2021/06/detail_ file/NmOBH5KF1AeeHHciRPQPP3ShJYoTWFDy2gZaUU9I.pdf**. สืบค้น 19 มกราคม 2565.

ศักดิ์ชัย สายสิงห์. (2565). พระพุทธรูปสำคัญและพระพุทธรูปศักดิ์สิทธิ์ในประเทศไทย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : **https://www.finearts.go.th/storage/contents/2022/07/detail_file/G38qf9l3ar5aK4m9HllLkyPOKGUdsLYFQ2ndSZZJ.pdf.** สืบค้น 19 มกราคม 2565.

สมเกียรติ โล่ห์เพชรัตน์. (2543). **ประวัติศาสตร์การสร้างพระพุทธรูปล้านช้าง**. (พิมพ์ครั้งที่ 1). สำนักพิมพ์สยามอินเตอร์บุ๊คส์.

สุชาติ แสนพิช. (2566). **สร้างโมเดล สามมิติเทคนิคโฟโตแกรมเมทรีด้วยโปรแกรม RealityCapture**. พิมพ์ครั้งที่1. ปทุมธานี :สำนักพิมพ์วีอาร์สยามเมตาแล็บ.

สำนักพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ กรมศิลปากร กระทรวงวัฒนธรร . (2551) **.** คู่มือการจัดทำทะเบียนโบราณวัตถุศิลปวัตถุ.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : **https://www.finearts.go.th/storage/contents/detail_file/1WsWxgESixfCL5TxmNZa1oY1SZL8OGcIcUfPIJKC.pdf**.สืบค้น 19 มกราคม 2565.

อภิวัฒน์ ปันทะธง และ จิรวัฒน์ สุขแก้ว.(2565) การสร้างสื่อดิจิทัลแบบจำลองสามมิติพระพุทธรูปหินทรายสกุลช่างพะเยา ภายในหอวัฒนธรรมนิทัศน์ วัดศรีโคมคำ จังหวัดพะเยา. มหาวิทยาลัยพะเยา. **วารสารสังคมศาสตร์และมานุษยวิทยาเชิงพุทธ**. 7(8) : 504 – 520.

Anette Eltner and Giulia Sofia. (2020). “**Chapter 1 - Structure from motion photogrammetric technique**.” Developments in Earth Surface Processes. Volume 23, 2020, Pages 1-24.

Christophe Helmke et al. (2022). "All that is old is new again: Epigraphic applications of photogrammetry in ancient Mesoamerica**.**" Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage. [Online]. Available : **e00214.https://doi.org/10.1016/j.daach.2022. e00214.** Retrieved 25 June 2022.

Connor Elkhill et al. (2023). "Geometric learning and statistical modeling for surgical outcomes evaluation in craniosynostosis using 3D photogrammetry." Computer Methods and Programs in Biomedicine. [Online]. Available **: https://doi.org/10.1016/j. cmpb. 2023.107689**. Retrieved 25 June 2023.

Dai, Fei, and Wei Bing Peng. (2013). “Reality Capture in Construction Engineering Applications Using Close-Range Photogrammetry.” **Applied Mechanics and Materials**. 353–356 (August): 2795–98.

Denmark, Evan L. (2020). “A Technical Analysis of Photogrammetry with Reality Capture.” Massachusetts Institute of Technology. [Online]. Available : **https://dspace.mit. edu/handle/1721.1/129202?show=full?show=full.** Retrieved 25 June 2023.

Elkhill, Connor, Jiawei Liu, Marius George Linguraru, Scott LeBeau, David Khechoyan, Brooke French, and Antonio R. Porras. (2023). “Geometric Learning and Statistical Modeling for Surgical Outcomes Evaluation in Craniosynostosis Using 3D Photogrammetry.” **Computer Methods and Programs in Biomedicine**, June, 107689.

Redweik, Paula. (2013). “**Photogrammetry.” In Sciences of Geodesy - II: Innovations and Future Developments**, edited by Guochang Xu, 133–83. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Uwe Stilla and Yusheng Xu."Change detection of urban objects using 3D point clouds: A review." ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. Volume 197, Pages 228-255. [Online]. Available : **https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2023.01.010**. Retrieved March 2023.

คุณค่าทางวิชาการ

งานวิจัยนี้เป็นการวางรากฐานในการอนุรักษ์และสืบสานพระพุทธรูปโบราณในรูปแบบวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี การออกแบบวิธีการรวบรวมและการสร้างฐานข้อมูลแบบจำลองสามมิติเสมือนจริง มีนัยทางวิชาการเป็นการเน้นย้ำถึงความสำคัญของงานวิจัยนี้เพื่อการพัฒนาความรู้และส่งเสริมความร่วมมือในด้านการอนุรักษ์มรดกทางวัฒนธรรม ซึ่งมีส่วนช่วยในการจัดการอย่างยั่งยืนเพื่อเป็นฐานข้อมูลสำคัญในการวิจัยสู่อนาคต