

การสร้างข้อมูลองค์ประกอบสถาปัตยกรรมไทย ในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร จากข้อมูล กลุ่มจุดสามมิติ ที่ได้จากเทคโนโลยีเลเซอร์สแกน

กวีไกร ศรีธีรญา¹

ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

skaweekr@outlook.com

Received 2019-10-10; Revised 2019-11-15; Accepted 2019-11-18

บทคัดย่อ

เทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling: BIM) เป็นเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ ที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อสร้างข้อมูลแบบจำลองอาคาร ใช้งานกันอย่างแพร่หลายในการออกแบบและการก่อสร้างอาคารใหม่ งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อการจัดเก็บข้อมูลงานสถาปัตยกรรมไทยที่มีความสำคัญทางประวัติศาสตร์ โดยเฉพาะอาคารอนุรักษ์ที่ไม่มีข้อมูลแบบแปลนเดิมอยู่ โดยใช้เทคโนโลยีเลเซอร์สแกนในการสำรวจ และจัดเก็บในรูปของข้อมูลกลุ่มจุดสามมิติ เพื่อใช้เป็นข้อมูลตั้งต้น และอ้างอิงในการสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคาร งานวิจัยนี้ได้พัฒนาแนวทางการเปลี่ยนจากข้อมูลจากกลุ่มจุดสามมิติ (point cloud data) ให้อยู่ในรูปของข้อมูลขนาดเล็กในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร นอกเหนือจากการใช้องค์ประกอบอาคารตามปกติ โดยใช้แนวคิดว็อกเซล (Volumetric Pixel: VOXEL) ในการประกอบชุดข้อมูลเข้าด้วยกัน ทำให้สามารถเข้าถึงข้อมูลขององค์ประกอบอาคารสถาปัตยกรรมไทย ในระดับรายละเอียดได้ จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการอนุรักษ์งานสถาปัตยกรรมไทยได้อย่างกว้างขวางและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: สารสนเทศอาคาร แบบจำลองอาคาร กลุ่มจุดสามมิติ ว็อกเซล การอนุรักษ์

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์

Creating Data in Building Information Modeling of the Components of Thai Architecture Based on Point Cloud Data from Laser Scanning Technology

Kaweekrai Srihiran²

*Department of Architecture, Faculty of Architecture, Chulalongkorn University
skaweekr@outlook.com*

Abstract

Building Information Modeling (BIM) is a computer technology which was developed to make use of data to create building models, and has been widely adopted for designing and constructing new buildings. Building Information Modeling is also used to store information about existing buildings for which no original blueprints are available, such as traditional Thai-style buildings. The technology surveys structures using laser scanning and stores the information in the form of point cloud data to serve as a starting point and reference for constructing models. This present study develops ways to convert point cloud data into data for use in BIM, which incorporates more than the common building components, relying on the concept of Volumetric Pixel (VOXEL) to integrate data sets. This allows data to be obtained from the components of traditional Thai-style buildings in a detailed and in-depth manner which can then be widely and effectively applied to conservation work.

Keywords: building information, modelling, point cloud, voxel, conservation

² Assistant Professor

บทนำ

เทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคาร หรือ (Building Information Modeling: BIM) (Eastman, 2011: 193-194) เป็นเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ ที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อสร้างข้อมูลแบบจำลองอาคารร่วมกับข้อมูลประกอบด้านอื่นๆ โดยปัจจุบันมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายในการออกแบบและการก่อสร้างอาคาร ซึ่งส่วนใหญ่มักจะเป็นอาคารที่ถูกออกแบบและก่อสร้างใหม่เนื่องจากสามารถพิจารณาข้อมูลของตัวอาคารได้ชัดเจน เพื่อป้องกันและแก้ปัญหาต่างๆ ที่จะเกิดขึ้น ก่อนอาคารนั้นจะถูกก่อสร้างหรือใช้งาน แต่สำหรับการนำไปใช้งานกับอาคารที่ได้มีการก่อสร้างไปแล้ว ยังมีการใช้งานอยู่ในวงจำกัด ทั้งนี้เนื่องจากการสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ต้องใช้การอ้างอิงข้อมูลเดิมจากแบบตามการก่อสร้าง หรือแบบที่เขียนขึ้นหลังจากการก่อสร้าง (As-Built Drawing) โดยส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปแบบพิมพ์เขียว หรือแบบที่เขียนด้วยโปรแกรมช่วยการออกแบบ (CAD Drawing) แต่หากอาคารไม่ปรากฏข้อมูลเดิมอยู่ ต้องใช้การสำรวจ รังวัดจากอาคารจริง จากนั้น จึงนำข้อมูลที่ได้มาเป็นฐานอ้างอิงเพื่อสร้างเป็นแบบจำลองสารสนเทศอาคารต่อไป

ในระยะต่อมาได้มีการนำเทคโนโลยีเลเซอร์สแกนมาใช้ในการสำรวจและรังวัดอาคารเก่า ส่งผลให้มีความสะดวก รวดเร็ว และได้ข้อมูลของตัวอาคารที่แม่นยำมากยิ่งขึ้น ข้อมูลที่ได้จากการใช้เทคโนโลยีเลเซอร์สแกนเป็นข้อมูลกลุ่มจุดสามมิติ (Point Cloud Data) ที่มีความละเอียดสูง จึงเหมาะกับการนำไปใช้สำรวจและรังวัดอาคารที่ไม่มีข้อมูลแบบแปลนเดิมอยู่ เช่น อาคารโบราณที่มีความสำคัญทางประวัติศาสตร์ เป็นต้น โดยข้อมูลกลุ่มจุดสามมิติเหล่านี้สามารถใช้เป็นฐานอ้างอิงตั้งต้นเพื่อสร้างข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร การใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อจัดเก็บข้อมูลอาคารที่มีความสำคัญทางประวัติศาสตร์เช่นนี้ เรียกว่าแบบจำลองสารสนเทศอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ (Heritage Building Information Modeling: HBIM) (Arayici, 2017: 1-3) ซึ่งเป็นการปรับใช้ส่วนชุดคำสั่งหรือซอฟต์แวร์ (software)

สำหรับการสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคารที่มีอยู่เดิมให้เข้ากับเงื่อนไขของอาคารเก่า เพื่อประโยชน์ในการนำไปใช้ในการบูรณะซ่อมแซมอาคารต่อไป

อย่างไรก็ตาม เทคโนโลยีซอฟต์แวร์ด้านแบบจำลองสารสนเทศอาคารที่ใช้กันทั่วไป สร้างข้อมูลโดยอ้างอิงตามลักษณะองค์ประกอบอาคารในปัจจุบัน เช่น เสา ผนัง พื้น หลังคา เป็นต้น ทำให้มีข้อจำกัดในการนำไปใช้สร้างข้อมูลองค์ประกอบอาคารในลักษณะอื่น โดยเฉพาะงานสถาปัตยกรรมไทยซึ่งมีองค์ประกอบอาคารที่มีลักษณะเฉพาะ งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการพัฒนา แนวคิด และวิธีการสร้างชุดข้อมูลแบบจำลองสารสนเทศอาคารในส่วนขององค์ประกอบอาคารสถาปัตยกรรมไทย โดยใช้การอ้างอิงจากข้อมูลกลุ่มจุดสามมิติ ที่ได้จากการใช้เทคโนโลยีเลเซอร์สแกน เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการเป็นข้อมูลงานด้านการอนุรักษ์งานสถาปัตยกรรมไทยต่อไป

วัตถุประสงค์ในการวิจัย

เพื่อพัฒนาแนวคิดและวิธีการสร้างชุดข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร จากข้อมูลกลุ่มจุดสามมิติที่ได้จากเทคโนโลยีเลเซอร์สแกน สำหรับองค์ประกอบงานสถาปัตยกรรมไทย เพื่อใช้ในการอนุรักษ์อาคาร

วิธีดำเนินการวิจัย

1. รวบรวมข้อมูลข้อมูลกลุ่มจุดสามมิติและปรับให้อยู่ในรูปโครงสร้างข้อมูลแบบว็อกเซลกริด (Voxel Grid) ด้วยโปรแกรมเบลนเดอร์ (Blender)
2. ส่งออกชุดข้อมูลดังกล่าวในรูปตารางเชิงตัวเลข เพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้าสู่ซอฟต์แวร์แบบจำลองสารสนเทศอาคาร
3. พัฒนาชุดคำสั่งภายในซอฟต์แวร์แบบจำลองสารสนเทศเพื่ออ่านข้อมูลตารางเชิงตัวเลข

4. พัฒนา และสร้างรูปแบบขององค์ประกอบอาคารสามมิติในโปรแกรมแบบจำลองสารสนเทศอาคารที่เหมาะสมกับการเก็บข้อมูลเพื่อการอนุรักษ์สถาปัตยกรรมไทย เพื่อใช้ในการแทนค่าข้อมูลกลุ่มจุดสามมิติ
5. สร้างตัวแปรเสริม (parameter) ประกอบเข้ากับองค์ประกอบอาคารดังกล่าว โดยอ้างอิงจากวิธีการเก็บข้อมูลเพื่อการอนุรักษ์อาคาร
6. ทดสอบการนำเข้าข้อมูลรูปแบบต่างๆ เพื่อหาค่าตัวแปรเสริมที่เหมาะสมกับการเก็บข้อมูลการอนุรักษ์ทางสถาปัตยกรรมไทย

แบบจำลองสารสนเทศอาคาร

แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling: BIM) เป็นกระบวนการรวบรวมและบริหารจัดการข้อมูลที่เกี่ยวข้องในขั้นตอนต่างๆ ตั้งแต่การออกแบบ การก่อสร้าง และการใช้งานอาคาร โดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อสร้างแบบจำลองอาคาร (building model) พร้อมข้อมูลและสารสนเทศที่สอดคล้องกับขั้นตอนในกระบวนการทำงานจริง ปัจจุบันมีการผลิตซอฟต์แวร์แบบจำลองสารสนเทศอาคารออกมาจำหน่ายจำนวนมาก เช่น ซอฟต์แวร์ออโตเดสก์ เรฟิท (Autodesk Revit) จากบริษัท ออโตเดสก์ (Autodesk) ซอฟต์แวร์อาคิแคด (Archicad) จากบริษัท กราฟิกซอฟต์แวร์ (Graphic Soft) เป็นต้น โดยซอฟต์แวร์ออโตเดสก์ เรฟิท มีจุดเด่นด้านความยืดหยุ่นในการสร้างข้อมูลและสารสนเทศ โดยเฉพาะตัวแปรเสริม ทำให้เป็นที่นิยมนำไปใช้งานอย่างแพร่หลาย ในงานหลายลักษณะ

ประเภทของข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

แบบจำลองสารสนเทศอาคารใช้หลักการจำลองการสร้างชุดข้อมูลด้วยซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยข้อมูลกราฟิก (graphic data) และข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟิก (non-graphic data)

ข้อมูลกราฟิก เป็นข้อมูลภาพกราฟิกสองมิติสามมิติ ที่รวมจัดเก็บโดยซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ ในลักษณะของฐานข้อมูลเชิงวัตถุ (object-oriented database) เพื่อใช้แทนข้อมูลองค์ประกอบของอาคาร เช่น เสา ผนัง หลังคา พร้อมตัวแปรเสริมที่มีขนาดและระยะมิติต่างๆ ที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ ส่วนข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟิก คือข้อมูลคุณลักษณะ (property) ของวัตถุ ในรูปของอักขระและตัวเลข เช่น วัสดุ ราคา อายุการใช้งาน เป็นต้น ข้อมูลสองประเภนี้ประกอบกันขึ้นเป็นแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับการนำไปใช้งานในด้านต่างๆ ต่อไป

เทคโนโลยีเลเซอร์สแกนและข้อมูลกลุ่มจุดสามมิติ

การเก็บข้อมูลด้วยเทคโนโลยีเลเซอร์สแกนพัฒนาขึ้นเพื่อทดแทนการสำรวจจริงวัดอาคารแบบเดิม เนื่องจากมีความรวดเร็วและค่อนข้างจะแม่นยำ ผลที่ได้จากเลเซอร์สแกนเป็นข้อมูลกลุ่มจุดสามมิติ ซึ่งเก็บในรูปของตัวเลขพิกัดของแต่ละจุด ในระบบแกนเอ็กซ์ (x) วาย (y) และแซด (z) ร่วมกับข้อมูลตัวเลขค่าของสีอาร์จีบี (Red Green Blue: RGB) ที่เกิดจากการซ้อนทับของภาพถ่ายแสงที่จุดนั้น โดยข้อมูลกลุ่มจุดสามมิติทั้งหมดจะจัดเก็บอยู่ในรูปของไฟล์ข้อความ (text file) แบบตาราง ที่แบ่งข้อมูลแต่ละชุดออกเป็นแถว (row) และคอลัมน์ (column) ซึ่งสามารถนำไปประมวลผลในซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ต่อได้ ข้อมูลตำแหน่งพิกัดของจุดต่างๆ ขึ้นอยู่กับลักษณะของความถี่ของรูปทรงหรือพื้นผิวที่ทำการรังวัด โดยมีจำนวนจุดพิกัดมากน้อยตามความละเอียดที่ใช้ในการสแกน



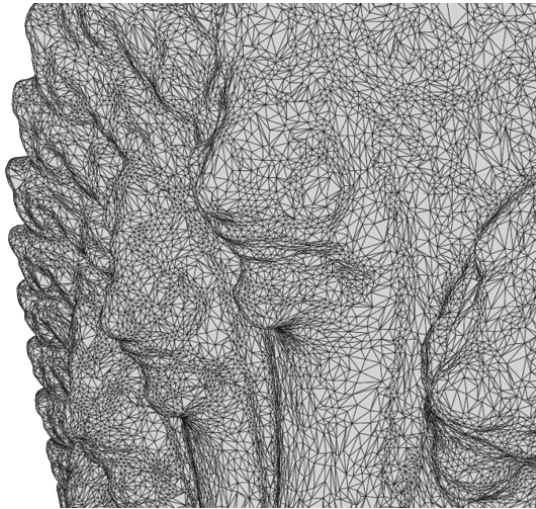
G11						
	A	B	C	D	E	F
1	-0.28	-1.21	-0.58			
2	-0.21	-1.19	-0.57			
3	-0.21	-1.19	-0.57			
4	-0.28	-1.16	-0.58			
5	-0.29	-1.08	-0.58			
6	-0.21	-1.14	-0.57			
7	-0.21	-1.18	-0.45			
8	-0.27	-1.08	-0.57			
9	-0.22	-1.14	-0.57			
10	-0.24	-1.12	-0.57			
11	-0.28	-1.19	-0.58			
12	-0.21	-1.12	-0.56			
13	-0.18	-1.17	-0.44			
14	-0.21	-1.19	-0.45			

ภาพที่ 1 แสดงข้อมูลกลุ่มจุดสามมิติที่ได้จากเลเซอร์สแกน และข้อมูลกลุ่มจุดสามมิติในรูปแบบไฟล์ข้อความ
ที่มา: ผู้วิจัย

ปัญหาในการใช้เทคโนโลยีเลเซอร์สแกนและข้อมูลกลุ่มจุดสามมิติสร้างแบบจำลองสารสนเทศสถานสถาปัตยกรรมไทย

การนำข้อมูลกลุ่มจุดสามมิติ เข้าสู่ซอฟต์แวร์แบบจำลองสารสนเทศอาคารส่วนใหญ่ จะถูกนำไปใช้เพื่อเป็นแนวอ้างอิง สำหรับการสร้างข้อมูลเชิงกราฟิกขององค์ประกอบอาคาร โดยใช้เครื่องมือในการสร้างมาตรฐาน เช่น ผนัง หรือ เสา เป็นต้น ตามที่ปรากฏในตัวซอฟต์แวร์แบบจำลองสารสนเทศอาคาร ส่วนในกรณีองค์ประกอบอาคารที่มีลักษณะพิเศษ และไม่สามารถใช้เครื่องมือมาตรฐานที่อยู่ในตัวซอฟต์แวร์แบบจำลองสารสนเทศอาคารมาสร้างได้โดยตรง จำเป็นต้องใช้วิธีนำข้อมูลไฟล์ของกลุ่มจุดสามมิติเข้าสู่ซอฟต์แวร์แบบจำลองสารสนเทศอาคารในสองรูปแบบ ได้แก่ (1) การนำเข้าข้อมูลกลุ่มจุดสามมิติทั้งไฟล์ และนำไปใช้แสดงแทนค่า

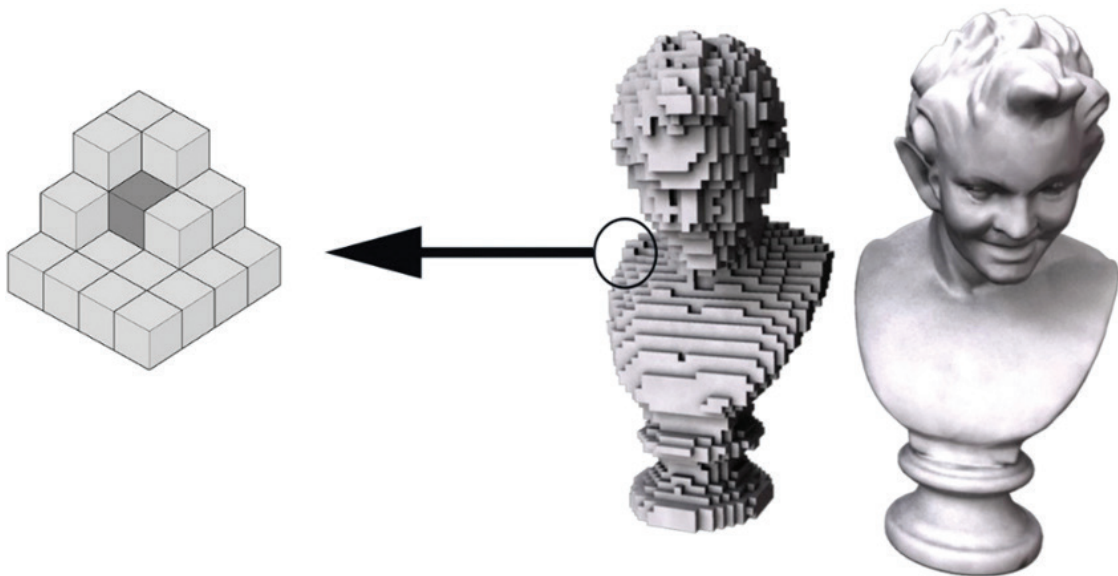
องค์ประกอบอาคารในรูปกราฟิกที่เป็นกลุ่มจุดสามมิติเดียวกันทั้งหมด (2) การเปลี่ยนข้อมูลกลุ่มจุดสามมิติด้วยซอฟต์แวร์เฉพาะ ให้เป็นข้อมูลแบบพื้นผิวสามมิติ (3-d surface model) โดยซอฟต์แวร์จะใช้เทคนิคของการสร้างพื้นผิวสามเหลี่ยมขนาดเล็ก เชื่อมต่อจุดพิกัด 3 จุด เกิดเป็นโครงตาข่าย (mesh) ที่ต่อเนื่องกันจนเป็นแบบจำลองพื้นผิวสามมิติ ที่สามารถนำเข้าสู่ซอฟต์แวร์แบบจำลองสารสนเทศอาคารได้ อย่างไรก็ตาม การนำเข้าข้อมูลทั้งสองรูปแบบนี้ ยังมีข้อจำกัดที่โปรแกรมที่รองรับการทำแบบจำลองสารสนเทศอาคารมองข้อมูลเป็นวัตถุชิ้นเดียวกัน ซึ่งหากต้องการเพิ่มข้อมูลเชิงคุณลักษณะ จะต้องทำกับกลุ่มจุดสามมิติทั้งชุด แต่ไม่สามารถเพิ่มข้อมูลไปยังจุดพิกัดย่อยๆ ในแต่ละจุดได้ ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้งานด้านการอนุรักษ์สถาปัตยกรรม ซึ่งต้องการรายละเอียดการกำหนดข้อมูลเชิงคุณลักษณะ เช่น การระบุข้อมูลเกี่ยวกับ สี วัสดุ พื้นผิว การซ่อมแซม เป็นต้น



ภาพที่ 2 แนวคิดการสร้างรูปทรง 3 มิติโดยใช้พื้นผิวแบบ
โครงตาข่าย
ที่มา: ผู้วิจัย

แนวทางแก้ไขการนำเข้ากลุ่ม ข้อมูลจุดสามมิติ

เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเสนอแนวทางที่ย้อนกลับ
ไปสู่การสร้างวัตถุเฉพาะขึ้น โดยใช้ข้อมูลแบบกราฟิกพื้น
ฐาน ในซอฟต์แวร์แบบจำลองสารสนเทศอาคาร ร่วมกับ
การใช้ข้อมูลคุณลักษณะแบบอักขระและตัวเลข โดยวัตถุ
เฉพาะนี้ต้องเป็นหน่วยย่อยที่สามารถปรับระยะและขนาด
ของตัวแปรเสริมได้ เพื่อนำไปใช้วางในตำแหน่งแต่ละจุด
พิกัดของข้อมูลกลุ่มจุดสามมิติ ประกอบเข้าด้วยกันจน
เป็นองค์ประกอบอาคาร หรืออาคารทั้งหลัง การสร้างวัตถุ
เฉพาะนี้ จะใช้แนวคิดของการสร้างรูป 3 มิติแบบว็อกเซล
ยูนิต (voxel unit) (VOXEL, n.d.) ซึ่งคล้ายกับการใช้
พิกเซล (pixel) ในการสร้างภาพแบบแรสเตอร์กราฟิก
(raster graphic) แต่อยู่ในรูปของภาพสามมิติ ทำให้
ว็อกเซลสามารถแสดงรูปทรง 3 มิติ ในลักษณะต่างๆ ได้
หลากหลาย ขึ้นกับความละเอียดของจำนวนว็อกเซล



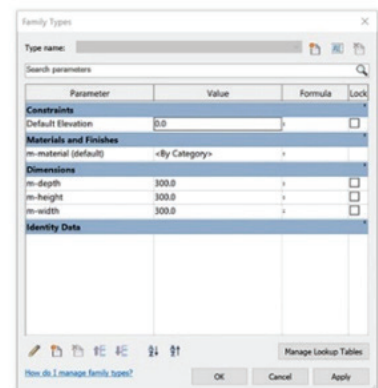
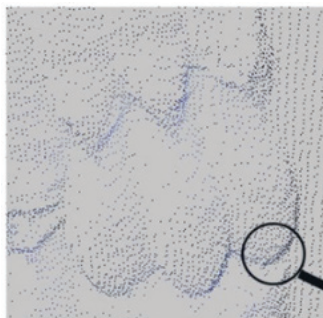
ภาพที่ 3 แนวคิดการสร้างรูปทรง 3 มิติโดยใช้ Voxel

ที่มา: <https://www.cleanpng.com/png-geometry-voxel-polygon-mesh-face-3112571/download-png.html>

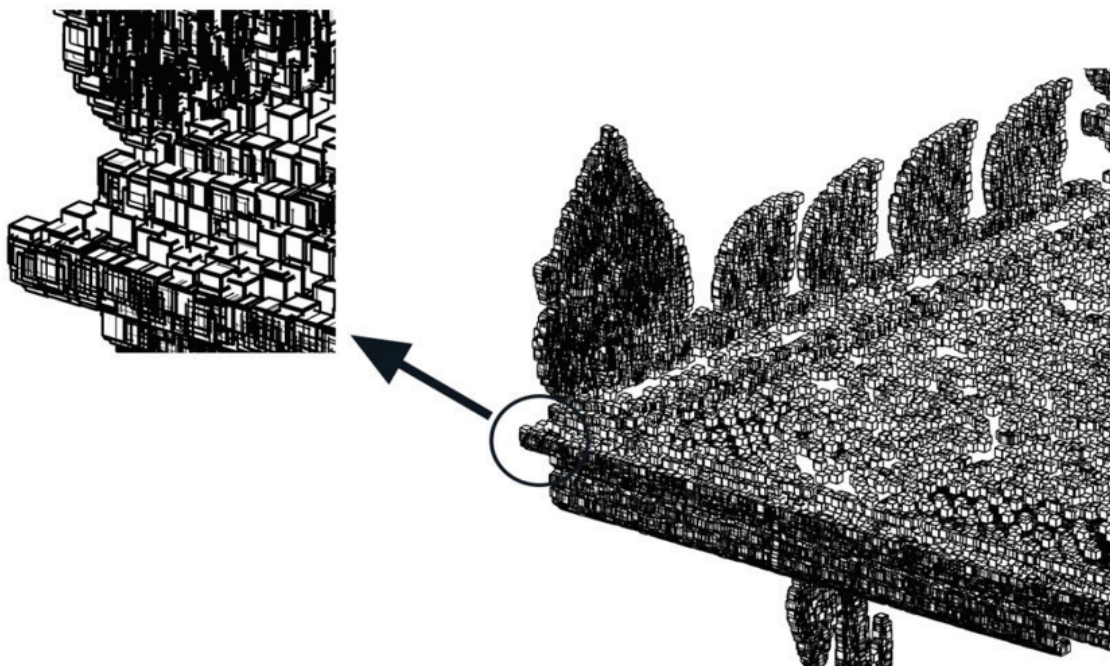
การนำเข้ากลุ่มข้อมูลจุดสามมิติในวิธีนี้จึงเริ่มต้นจากการสร้างวัตถุเฉพาะแบบ 3 มิติขึ้น ด้วยการสร้างกลุ่มก้อน (mass) ในตัวซอฟต์แวร์ในลักษณะของกราฟิกที่เป็นกล่องทรงลูกบาศก์ขนาดเล็ก (เนื่องจากเป็นข้อมูลที่มีขนาดเล็ก และมีรูปแบบตามแนวคิดของการใช้ Voxel) พร้อมกำหนดค่าตัวแปรเสริมที่สามารถปรับขนาด ระยะ ความกว้าง ยาว สูง ได้ โดยกำหนดจุดการวาง (insertion point) อยู่ที่ศูนย์กลางของกล่องทรงลูกบาศก์ จากนั้นได้กำหนดข้อมูลเพิ่มเติม เชิงคุณลักษณะแบบอักขระและตัวเลข ประกอบด้วยข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการนำไปใช้อนุรักษ์สถาปัตยกรรมไทย เช่น วัสดุ สี ปีที่สร้าง หรือปรับปรุง เป็นต้น โดยผู้ใช้งานสามารถเพิ่มเติมหรือเชื่อมโยงข้อมูลเหล่านี้กับข้อมูลจากภายนอกได้ใน

ภายหลัง โดยไม่ส่งผลกระทบต่อรูปแบบการวางกล่องทรงลูกบาศก์แต่อย่างใด

ในขณะเดียวกัน การนำเข้าข้อมูลกลุ่มจุดสามมิติมีปริมาณข้อมูลจุดพิกัดจำนวนมาก ตามความละเอียดของการสำรวจด้วยเลเซอร์สแกน ดังนั้น การนำข้อมูลตำแหน่งกล่องทรงลูกบาศก์เข้าสู่ซอฟต์แวร์แบบจำลองสารสนเทศอาคาร จึงต้องใช้การพัฒนาชุดคำสั่งเพิ่มเติม โดยใช้ซอฟต์แวร์ที่เรียกว่าไดนาโม (Dynamo) โดยชุดคำสั่งจะอ่านข้อมูลจากไฟล์จุดพิกัดเข้ามาทั้งหมด จากนั้นจัดข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบพิกัดของซอฟต์แวร์ เพื่อนำไปวางกล่องทรงลูกบาศก์อีกครั้ง



ภาพที่ 4 แนวทางการเปลี่ยนข้อมูลจากกลุ่มจุดสามมิติเข้าสู่แบบจำลองสารสนเทศอาคารด้วยซอฟต์แวร์โอเพ่นโอด์เดสก์ เพรพรีท
ที่มา: ผู้วิจัย

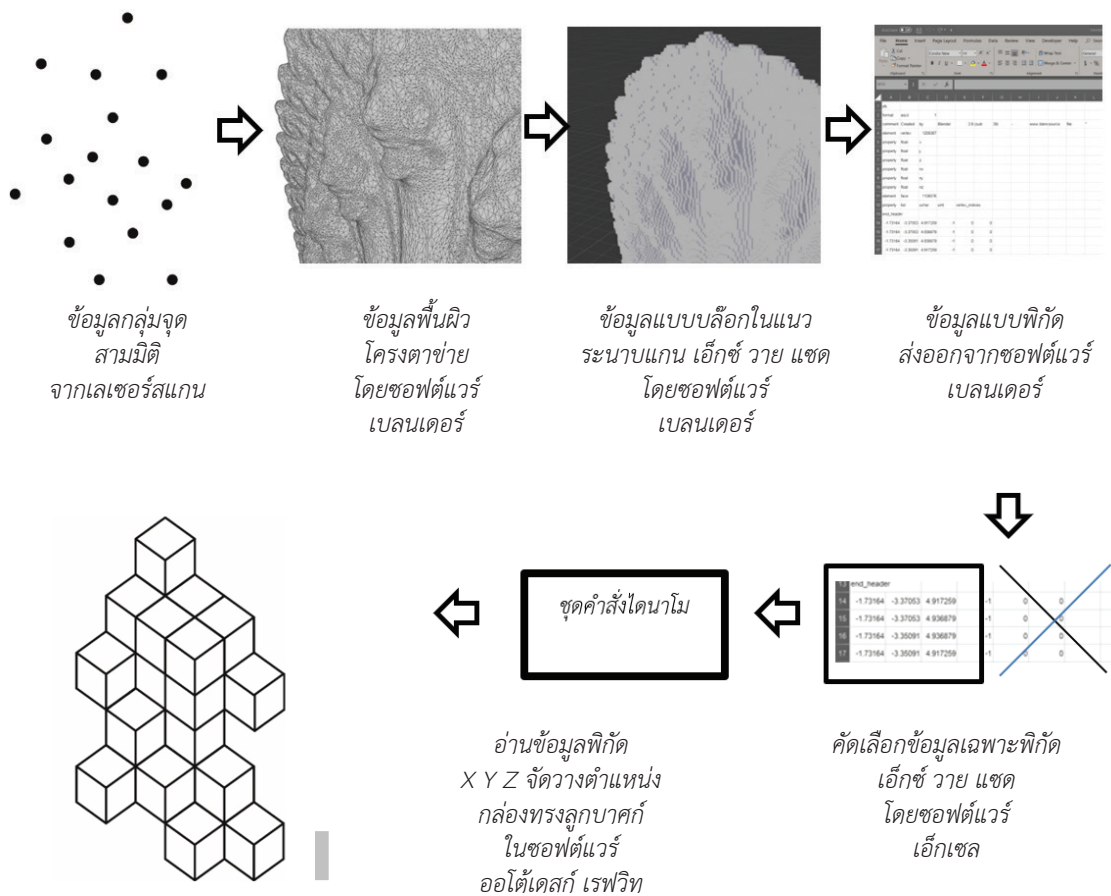


ภาพที่ 6 ปัญหาการซ้อนทับกันของกล่องทรงลูกบาศก์เมื่อนำเข้าข้อมูลจากกลุ่มจุดสามมิติ
ที่มา: ผู้วิจัย โดยใช้ซอฟต์แวร์โอเดสส์ เรฟวิท

อีกครั้ง พบว่ากล่องทรงลูกบาศก์มีการจัดเรียงอย่างเป็นระบบ รวมทั้งสามารถแสดงลักษณะขององค์ประกอบอาคารได้ชัดเจนมากขึ้นโดยไม่มีการซ้อนทับเช่นเดิม ผู้ใช้งานสามารถเลือกกล่องทรงลูกบาศก์ที่ละเอียด หรือเลือกเป็นกลุ่มเพื่อใส่ข้อมูลคุณลักษณะที่เป็นแบบเดียวกันได้นอกจากนี้ยังสามารถเลือกกลุ่มของกล่องทรงลูกบาศก์เพื่อแยกกลุ่มออกมาสร้างเป็นองค์ประกอบที่ย่อยลงได้อีก ทำให้เกิดความยืดหยุ่นในการนำไปใช้จัดเก็บข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการอนุรักษ์งานสถาปัตยกรรมไทยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ปัญหาสำคัญที่พบอีกประการหนึ่ง คือเวลาในการประมวลผล เพราะข้อมูลกลุ่มจุดสามมิติที่ได้จาก

เทคโนโลยีเลเซอร์สแกนมีจุดพิกัดจำนวนมาก โดยเฉพาะเมื่อการสแกนมีความละเอียดสูง ทำให้การนำข้อมูลเข้าสู่ซอฟต์แวร์แบบจำลองสารสนเทศอาคารต้องใช้เวลาในการประมวลผลค่อนข้างมาก ผู้วิจัยจึงทดลองแนวทางแก้ไขสองแบบ คือ (1) ลดจำนวนของจุดพิกัดในไฟล์ลงอย่างมีระบบ เช่น ลดลงทุกๆ 1 จุดพิกัดหรือลดลงทุก 2 จุดพิกัด วิธีนี้พบว่าทำให้ข้อมูลมีความละเอียดลดลง จึงต้องเพิ่มขนาดของกล่องทรงลูกบาศก์ในแบบจำลองสารสนเทศแทน (2) การแบ่งข้อมูลออกเป็นส่วนๆ แล้วนำข้อมูลนั้นเข้าสู่ซอฟต์แวร์แบบจำลองสารสนเทศอาคารทีละส่วน ซึ่งพบว่าต้องนำข้อมูลเข้าสู่ซอฟต์แวร์หลายครั้ง แต่จะได้รายละเอียดของข้อมูลที่ครบถ้วน และความละเอียดสูงกว่า

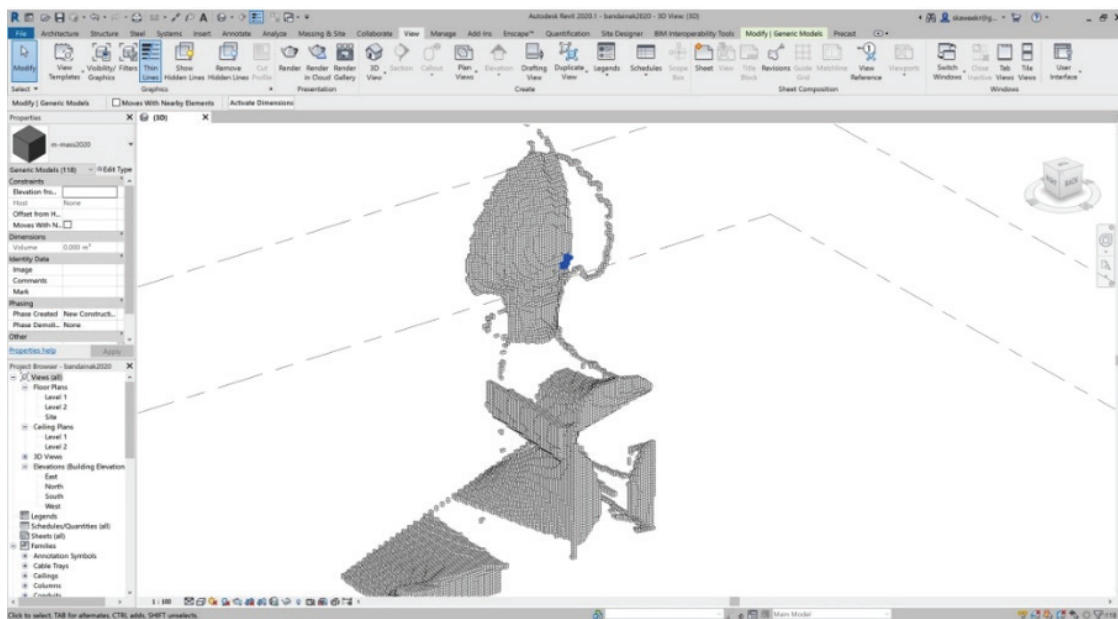


ภาพที่ 7 สรุปภาพรวมขั้นตอนการทำงาน (Workflow)
ที่มา: ผู้วิจัย

สรุป

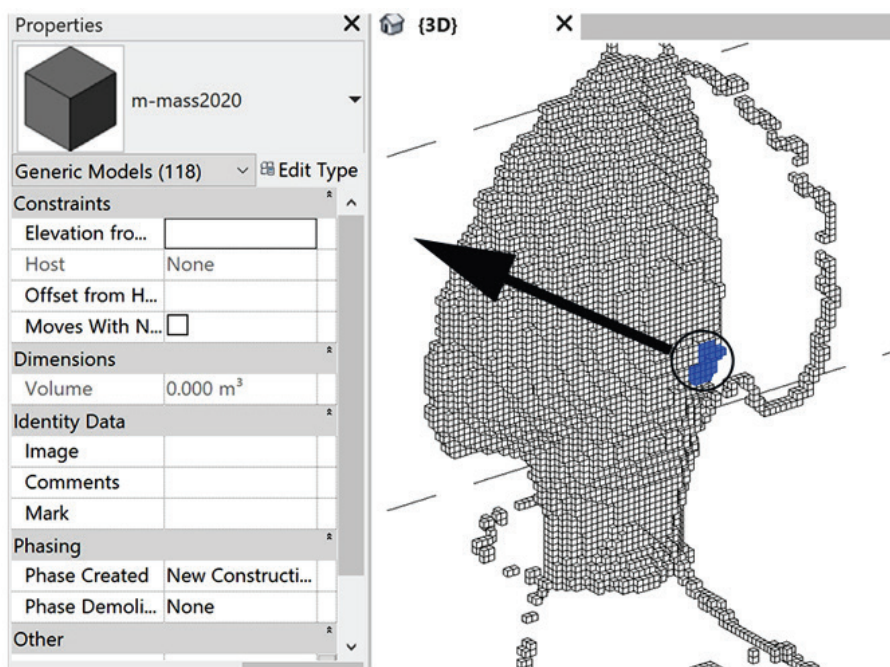
การวิจัยในครั้งนี้พบว่า เทคโนโลยีด้านแบบจำลองสารสนเทศอาคารสามารถใช้เป็นฐาน เพื่อการสร้างข้อมูลองค์ประกอบงานสถาปัตยกรรมไทย ทั้งในรูปแบบข้อมูลกราฟิกและข้อมูลคุณลักษณะ โดยเฉพาะการระบุข้อมูลเชิงคุณลักษณะแบบอักษรและตัวเลขให้กับตำแหน่งต่างๆ ในงานสถาปัตยกรรมไทยได้ละเอียดมากขึ้น อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการบันทึกข้อมูลองค์ประกอบสถาปัตยกรรมไทยต้องใช้ข้อมูลกราฟิกที่มีความละเอียด

สูง จึงยังให้เกิดข้อจำกัดในการใช้งาน ทั้งด้านความเร็วของการนำเข้าข้อมูลส่วนกราฟิก และการประมวลผลผ่านชุดคำสั่งที่เขียนขึ้น ซึ่งผู้วิจัยได้ทดลองแก้ไขข้อจำกัดทั้งสองประการแล้ว พบว่าสามารถสร้างแบบจำลองสารสนเทศสถาปัตยกรรมไทยได้ดีขึ้น สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลเพื่อการอนุรักษ์มรดกสถาปัตยกรรมไทยได้อีกในอนาคต ทั้งนี้หากเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์พัฒนาต่อไปจนสามารถเข้าถึงข้อมูลในกลุ่มจุดสามมิติได้ในระดับของแต่ละจุดโดยตรง ก็จะส่งผลให้การสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคารดังกล่าวมีประสิทธิภาพสูงขึ้นต่อไป



ภาพที่ 8 ผลที่ได้จากการนำเข้าข้อมูลกลุ่มจุดสามมิติที่ปรับแล้วเข้าสู่แบบจำลองสารสนเทศอาคาร
โดยซอฟต์แวร์อาร์โอดีเอสก์ เรฟวิท

ที่มา: ผู้วิจัย โดยใช้ซอฟต์แวร์อาร์โอดีเอสก์ เรฟวิท



ภาพที่ 9 ข้อมูลแบบจำลองสารสนเทศอาคารพร้อมข้อมูลคุณลักษณะในแต่ละกล่องทรงลูกบาศก์
ที่มา: ผู้วิจัย โดยใช้ซอฟต์แวร์อาร์โอดีเอสก์ เรฟวิท

บรรณานุกรม

หนังสือ

Arayici, Yusuf. (2017). *Heritage building information modeling*. New York: Routledge.

Eastman, Chuck. (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designer, engineers, and contractor*. Hoboken, NJ: Wiley & Sons.

เว็บไซต์

“VOXEL”. (n.d.). Retrieved September 10, 2019, from <https://en.wikipedia.org/wiki/Voxel>

“Stanford PLY.” (2019). Retrieved August 20, 2019, from <https://www.loc.gov/preservation/digital/formats/fdd/fdd000501.shtml>

“Point Cloud.” (2015). Retrieved August 20, 2019, from <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/point-cloud>