



การประยุกต์ใช้ CycleGAN เพื่อสร้างบ้านทรงไทยสมัยใหม่

APPLICATION OF CYCLEGAN FOR CREATING MODERN THAI HOUSES

ศตคุณ โฆษะวินทะ^{1*}, อลิสา คุณาภินันท์² และพัศกร เนื่องพุท³

^{1*} อาจารย์ประจำ, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

² นักวิจัย, Florida Atlantic University

³ กรรมการผู้จัดการ, บริษัท ฟอรัม บิม อคิเทก จำกัด

*Corresponding author, Email: satakhun.ko@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันปัญญาประดิษฐ์มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนากระแสและเทคโนโลยีในอนาคต ในการออกแบบสถาปัตยกรรมแนวทางและการใช้งานปัญญาประดิษฐ์ได้รับการพัฒนาเป็นเวลามากหลายทศวรรษ เพื่อให้ได้ระบบ ปัญญาประดิษฐ์ สำหรับการออกแบบสถาปัตยกรรมเพื่อแทนที่การออกแบบของมนุษย์ในระดับหนึ่ง อย่างไรก็ตาม การพัฒนาแบบจำลองปัญญาประดิษฐ์และกรอบการออกแบบสถาปัตยกรรมในปัจจุบันยังไม่เพียงพอและยังไม่ถึงระดับที่น่าพอใจ นอกจากนี้ การศึกษาการใช้งานปัญญาประดิษฐ์ที่เน้นการออกแบบพื้นถิ่นหรือสถาปัตยกรรมแบบดั้งเดิมยังมีอยู่น้อยมาก งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยชุดแรกในกลุ่มวิจัยที่มุ่งพัฒนาเทคโนโลยีการเรียนรู้เชิงลึกที่สามารถออกแบบสถาปัตยกรรมที่ความเป็นพื้นถิ่นได้ บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแง่มุมต่างๆ ของการออกแบบสถาปัตยกรรมสำหรับสถาปัตยกรรมพื้นถิ่น โดยเน้นที่บ้านเรือนไทยดั้งเดิม และ ศึกษาค้นหาหาประเภท GANs ที่เหมาะสมกับการออกแบบสถาปัตยกรรม

งานวิจัยนี้เสนอแนวทางของ Generative Adversarial Neural Networks (หรือ GANs) ในการออกแบบรูปแบบโครงการสถาปัตยกรรมเฉพาะทาง โดยเน้นการสำรวจนิยามของ GANs ในเชิงสถาปัตยกรรม บทความนี้ยังนำเสนอแบบจำลองของ CycleGAN ในการออกแบบสถาปัตยกรรมโดยใช้การศึกษาเชิงประจักษ์โดยใช้บ้านเรือนไทยพื้นถิ่นเป็นกรณีศึกษา หลังการฝึกการเรียนรู้ของปัญญาประดิษฐ์ ผลปรากฏว่า แบบจำลองปัญญาประดิษฐ์ สามารถประยุกต์ใช้ในการออกแบบบ้านไทยสมัยใหม่ได้ โดยแปลงโฉมบ้านสมัยใหม่ให้มีลักษณะแบบบ้านไทยโบราณ ทั้งนี้เอกลักษณ์เบื้องต้นของสถาปัตยกรรมไทยพื้นถิ่นที่ถูกเลือกใช้โดยแบบจำลองปัญญาประดิษฐ์ คือ หน้าจั่วสูง (มียอดคานบน) ปั้นลม (กันลมบนหน้าจั่ว) การยกพื้นสูง (โดยปกติจะเหลือชั้นแรกเป็นพื้นที่เปิดโล่ง), และลายไม้ (รวมทั้งสีและลวดลายแบบไทยเดิม)

คำสำคัญ: GANs; CycleGAN; การเรียนรู้เชิงลึก; การออกแบบสถาปัตยกรรม; สถาปัตยกรรมพื้นถิ่น

ABSTRACT

Artificial Intelligence (AI) is increasingly influential in shaping the future of technology and trends, including the field of architectural design. Over many years, AI systems for architectural design have been evolved aiming to replace certain levels of

Satakhun Kosavinta^{1*}, Alisa Kunapinun² and Pussakorn Nuangpookka³

^{1*} Lecturer, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Thailand.

² Researcher, Florida Atlantic University, United States of America.

³ Managing Director, Form BIM Akitek Company Limited, Thailand.

human design, but there is still a lack of development in AI models and frameworks for this area, leaving room for improvement. A noticeable gap exists in studies focusing on traditional or vernacular architectural design using AI. This paper represents an initial step in a series of research efforts dedicated to developing deep learning technology capable of designing traditional architecture. The research aims to study the features of architectural design in the context of vernacular architecture, specifically examining traditional Thai homes and determining suitable Generative Adversarial Neural Networks (GANs) for architectural design. This study suggests the application of Generative Adversarial Neural Networks (GANs) in creating designs for specific architectural styles.

Through an empirical investigation into Thai vernacular homes, the paper implements a CycleGAN model in architectural design. Post-training results indicate the potential applicability of the AI model to design modern Thai homes, converting contemporary international houses with traditional Thai features. The key aspects of Thai vernacular architecture chosen by the AI model include a high gable with a top element, a windbreak on the gable, known as "Pan-lom", a Thai-style platform (typically leaving the ground floor as open space), and a wood texture that incorporates color and a Thai-style assembly pattern.

KEYWORDS: Generative adversarial networks (GANs); CycleGAN; Deep learning; Architectural creation; Vernacular architecture

1. บทนำ

ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence, AI) เป็นสิ่งที่สำคัญมากในการพัฒนาแนวโน้มและเทคโนโลยีในอนาคต มีการสำรวจวิจัย และสร้างแบบจำลองของสมองมนุษย์อย่างหลากหลาย ยิ่งไปกว่านั้น อัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning: ML) ที่เรียกว่า Deep Neural Network Algorithms ได้ถูกนำเสนอเพื่อวิเคราะห์และทำความเข้าใจในเนื้อหาของภาพที่กำหนดโดยการเพิ่มฐานข้อมูลภาพด้วยวิธีการฝึกฝนหลายวิธี (Supervised and Unsupervised) [1] วิธีนี้คล้ายกับวิธีการเรียนการสอนที่ใช้ในห้องเรียนสถาปัตยกรรม โดยนักศึกษาได้ถูกนำเสนอ สิ่งที่เป็นตัวแทนของภาพลักษณะด้านต่างๆ เช่น การตกแต่ง ความต้องการใช้งาน รูปแบบสัณฐาน และชนิดของอาคาร เพื่อให้สามารถแยกแยะ และจำแนกชนิดของสถาปัตยกรรมที่แตกต่างกันได้ [2]

แนวทางและแอปพลิเคชันของปัญญาประดิษฐ์ได้รับการพัฒนาเป็นเวลามากกว่าทศวรรษเพื่อให้ระบบปัญญาประดิษฐ์สำหรับการสร้างสรรค์สถาปัตยกรรมมาแทนที่การออกแบบสถาปัตยกรรมโดยมนุษย์ในระดับหนึ่ง การปฏิบัติตามแนวทางนี้ จุดประสงค์ของการสร้างภาพสถาปัตยกรรม ไม่ใช่เพื่อตีความหมายสไตล์ต่าง ๆ แต่เพื่อเปิดโอกาสในการพัฒนาเทคนิคการมองภาพด้วยคอมพิวเตอร์ที่สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือออกแบบ อย่างไรก็ตาม ยังมีการโต้เถียงอย่างมากเกี่ยวกับการแข่งขันระหว่างความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์และศักยภาพของ ปัญญาประดิษฐ์ เพื่อให้ได้การออกแบบที่เหมาะสมที่สุดในทางสถาปัตยกรรม

การออกแบบเชิงศิลปะและการใช้งานเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการสร้างและปรับใช้งานนวัตกรรมเพื่อให้ได้พื้นที่ทางสถาปัตยกรรมสำหรับเป็นที่อยู่อาศัยของมนุษย์ การสร้างสรรค์ทางสถาปัตยกรรมยังสร้างรูปแบบพฤติกรรม รวมถึงรหัสทางวัฒนธรรม รูปแบบกิจกรรม รูปแบบการตกแต่ง และเค้าโครงเชิงพื้นที่ ซึ่งทั้งหมดนี้มีความเชื่อมโยงกันภายใต้เงื่อนไขที่เฉพาะเจาะจง [3,4] นักวิชาการหลายคนได้ดำเนินการวิจัยจากมุมมองที่แตกต่างกัน เพื่อพิจารณาว่าปัจจัยใดสามารถอธิบายถึงที่มาหรือความสัมพันธ์ของสถาปัตยกรรมดั้งเดิมที่แตกต่างกัน พร้อมกับวิวัฒนาการของสถาปัตยกรรมเหล่านั้นได้

การสร้างงานศิลปะหรือการออกแบบสภาพแวดล้อมที่สร้างขึ้นใหม่จากศูนย์โดยใช้ระบบดังกล่าวจำเป็นต้องพิจารณาแนวทางที่เป็นไปได้หลายประการ การแก้ปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นนั้นหากคำนึงถึงความก้าวหน้าในปัจจุบันของเทคโนโลยีดิจิทัล

การขยายตัวของโมเดลที่ซับซ้อนของอัลกอริทึมการเรียนรู้เชิงลึก [5] และ การพัฒนาของ Generative Adversarial Networks (GANs) ดูเหมือนจะสามารถแก้ปัญหาที่กล่าวมาได้ Chaillou [6] เน้นย้ำว่าสิ่งประดิษฐ์ที่ทำโดย Ian Goodfellow โดยเฉพาะการพัฒนาที่เกี่ยวข้องกับ GANs ทำให้พื้นฐานของปัญญาประดิษฐ์ เปลี่ยนจากระบบการวิเคราะห์เป็นระบบที่ใช้สร้างสรรค์ ดังนั้น ปัญญาประดิษฐ์ จึงมีศักยภาพในการวาดและสร้างภาพทางสถาปัตยกรรม อย่างไรก็ตาม การพัฒนาโมเดลปัญญาประดิษฐ์ และ การก่อสร้างสถาปัตยกรรมในปัจจุบันยังไม่เพียงพอและไม่เป็นที่น่าพอใจ นอกจากนี้การศึกษานี้เน้นการสร้างแอปพลิเคชัน ปัญญาประดิษฐ์ ในการออกแบบสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นหรือสถาปัตยกรรมดั้งเดิมยังมีอยู่น้อย

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) ศึกษา และวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบบ้านไทยสมัยใหม่
- 2) พัฒนา cycle-consistent GANs (CycleGAN) สำหรับการสร้างสถาปัตยกรรม

2. แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ส่วนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เป็นฐานความรู้ทางทฤษฎีสำหรับการตรวจสอบความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้นระหว่างสมมติฐานของ การออกแบบที่นำเสนอในบทความวิจัยนี้ การทบทวนวรรณกรรมเน้นการรวบรวมค้นหา ชนิดของ GANs ที่ถูกนำไปใช้เพื่อการ สร้างสรรค์สถาปัตยกรรม และลักษณะสถาปัตยกรรมของบ้านแบบดั้งเดิมที่เน้นบ้านทรงไทยภาคกลางเป็นหลัก สำหรับการอ้างอิง นับจากนี้ คำว่า “สถาปัตยกรรมพื้นถิ่น” และ “บ้านแบบประเพณี” จะหมายถึงบ้านทรงไทยภาคกลาง

2.1 Generative Adversarial Neural Networks and CycleGAN

2.1.1 Generative Adversarial Neural Networks (GANs)

GAN เป็นอัลกอริทึมการเรียนรู้เชิงลึกที่ประกอบด้วย โมเดลตัวสร้างภาพ (generator model) และ โมเดลตัวคัดแยก (discriminator model) โมเดลตัวสร้างภาพ ตัวสร้างภาพจะทำหน้าที่ในงานเป้าหมาย เช่น การสร้าง การวาด และการแบ่งส่วน และ ตัวคัดแยกมีหน้าที่ตรวจสอบว่าผลลัพธ์เป็นของจริง (n create) หรือของปลอม (สร้างโดยตัวสร้างภาพ) ทั้งสองโมเดลเป็นเครือข่าย คู่แข่งที่พยายามแข่งขันกันเอง ตัวสร้างภาพต้องหลอกหลวงตัวคัดแยก ในขณะที่ตัวคัดแยกต้องโจมตีตัวสร้างภาพเพื่อให้ปรับปรุง ตัวเอง จึงเป็นผลให้ตัวสร้างภาพทำงานได้ดีกว่าเครือข่ายหลัก

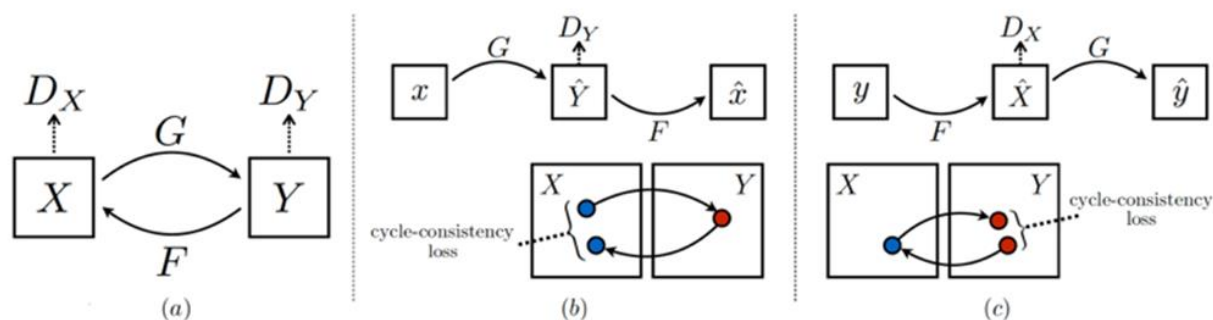
GAN ประกอบด้วยอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning: ML) ที่ได้รับการปรับปรุงอย่างทวีคูณในด้านการผลิต งานในช่วงเจ็ดปีที่ผ่านมา [7] งานสถาปัตยกรรมเครือข่ายที่หลากหลายได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้กับงานมากมายสำหรับการสร้างแอปพลิเคชันเฉพาะ [2] ยกตัวอย่างเช่น Vanilla GAN [8] และ Wasserstein GAN [9] สามารถสร้างภาพที่เหมือนจริงได้ ยิ่งไปกว่านั้น CycleGAN [10] สามารถสร้างภาพโดยการกำหนดเอกลักษณ์ระหว่างภาพสองภาพที่สร้างขึ้นโดยใช้กรอบการทำงานของ Pix2Pix [11] ซึ่งสามารถแปลงรูปแบบของภาพหนึ่งให้ตรงกับอีกภาพหนึ่งได้

เมื่อพิจารณาเรื่องการสร้างสรรค์ทางสถาปัตยกรรม CycleGAN โดดเด่นกว่าอย่างเห็นได้ชัดในหมู่อัลกอริทึม GAN อื่นๆ หลายร้อยแบบ ตัวสร้างภาพสองตัวและตัวคัดแยกสองตัวถูกนำมาเข้ามาแทนที่ตัวสร้างภาพหนึ่งตัวและตัวคัดแยกหนึ่งตัว [2] เครือข่าย ต้องได้ตามคุณลักษณะหลักเพื่อเรียนรู้วิธีการส่งผ่านแนวคิดของชุดข้อมูล A ไปยังชุดข้อมูลที่เหลือ ตัวสร้างภาพ CycleGAN ไม่สามารถสร้างผลลัพธ์ที่ไม่ซ้ำกัน ได้ แต่ก็สามารถทำงานได้ดีขึ้นในการค้นหาเอกลักษณ์ของทั้งสองภาพโดยพิจารณาคุณลักษณะเฉพาะของชุดข้อมูลภาพและตัดสินใจว่าคุณลักษณะเหล่านี้สามารถเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ชุดข้อมูลภาพอื่นได้หรือไม่ โดยไม่ต้องเตรียมข้อมูลการฝึกฝนแบบจับคู่ไว้

แม้ว่า GANs จะมีพื้นฐานจากการสังเคราะห์ภาพ แต่ละแอปพลิเคชันสามารถใช้ GANs ในลักษณะที่แตกต่างกันได้ ยกตัวอย่าง การเลียนแบบภาพถ่ายโดยใช้ GAN ธรรมชาติ หรือการถ่ายโอนเอกลักษณ์ของภาพไปยังอีกภาพหนึ่ง ด้วยการใช้ CycleGAN และ Pix2Pix

2.1.2 CycleGAN

CycleGAN เป็นการแปลงภาพที่ไม่ตรงกันของ image to image [10] ใน CycleGAN เนื่องจากมีตัวสร้างภาพสองตัวและตัวคัดแยกสองตัวการตรวจสอบการคัดแยกสามารถทำได้ทั้งสองทิศทาง GAN loss แบบมาตรฐานเป็นผู้กำหนดความสมจริงของภาพที่สร้างขึ้นกระบวนการนี้เปรียบเทียบภาพที่สร้างขึ้นกับภาพจริงในโดเมนอื่น และการสูญเสียความสอดคล้องของวัฏจักร (Cycle Consistency Loss) ถูกนำเข้ามาเพื่อรับรองการแปลงที่สอดคล้องกับวัฏจักร รูปที่ 1 แสดงกระบวนการที่ภาพถูกส่งผ่านตัวสร้างภาพสองตัวและภาพที่สร้างขึ้นจะถูกเปรียบเทียบกับภาพต้นฉบับ การใช้ฟังก์ชัน loss ร่วมกันช่วยให้ตัวสร้างภาพเรียนรู้การแปลงเชิงพื้นที่จากหมวดหนึ่งไปยังอีกหมวดหนึ่ง.



รูปที่ 1 โมเดล CycGAN [10]

ดังที่แสดงในรูปที่ 1 ตัวสร้างภาพ G และ F เรียนรู้การสร้างโครงข่ายเชิงพื้นที่จาก X ไปยัง Y และในทางกลับกันด้วย และยังถูกตรวจสอบโดยตัวคัดแยก D_Y และ D_X ในหลากหลายหัวข้องานวิจัย เช่น การถ่ายรูปแบบ การเปลี่ยนรูปแบบวัตถุ และการสร้างผลลัพธ์เสมือนจริงที่น่าประทับใจ ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้โดย CycleGAN.

2.2 Deep Learning in the Architecture Field

ในสาขาสถาปัตยกรรมการสร้างสรรค์ทางสถาปัตยกรรมเริ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อ Philip Bernstein นำเสนอการแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling: BIM) ในช่วงต้นของปี 2000 นอกจากนี้ยังมีเทคโนโลยีการก่อสร้างมากมายที่ได้รับการนำมาใช้และลงทุนในรอบหลายปีที่ผ่านมา โดยส่วนใหญ่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงกระบวนการทำงานของการก่อสร้างให้เป็นรูปแบบดิจิทัล [12] ความคิดพื้นฐานของ BIM มีพื้นฐานจากองค์ประกอบของอาคาร 3D ที่มีคุณสมบัติ (หรือพารามิเตอร์) ที่ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถระบุและเข้าใจแต่ละองค์ประกอบของอาคารได้ [6] ทั้งนี้กระบวนการทำงานของ BIM ได้เปลี่ยนแปลงวิธีการของเราในการทำงานสร้างสรรค์ทางสถาปัตยกรรม การออกแบบก่อสร้าง การจัดการโครงการ และการดำเนินงานก่อสร้าง นอกจากนี้ข้อมูลทั้งหมดย้ายไปยังระบบคลาวด์ (Cloud) ทำให้แอปพลิเคชันที่ใช้ปัญญาประดิษฐ์เป็นฐานสามารถใช้งานได้

การออกแบบเชิงสร้างสรรค์ (GD) เป็นแนวทางช่วยเหลือด้านการออกแบบที่เสริมศักยภาพข้อมูล BIM โดยใช้อัลกอริทึมการค้นหาแบบเมตาฮิวริสติก (Metaheuristic) เพื่อค้นหาผลลัพธ์ที่ไม่เหมือนใครและมีประสิทธิภาพสูงภายในพารามิเตอร์การออกแบบที่กำหนด [13] GD เป็นกระบวนการค้นหารูปแบบที่สามารถเลียนแบบแนวทางวิวัฒนาการของธรรมชาติในการออกแบบ ที่มอดโต

เดสก์ (Autodesk) ในโดรนโดได้ออกแบบอาคารใหม่ของพวกเขาโดยใช้ GD เพื่อช่วยให้บรรลุเป้าหมายการออกแบบที่เหมาะสมของทีม โดยป้อนพารามิเตอร์สำคัญต่อไปนี้เข้าไปในส่วนของผู้ใช้ของอาคาร: การตั้งค่าความต้องการที่ควรอยู่ติดกัน ความต้องการในการทำงาน เสียงกระหึ่ม ประสิทธิภาพการทำงาน แสงกลางวัน และมุมมองภายนอก

GANs เป็นวิธีการทางสถิติในการจัดการข้อมูลสถาปัตยกรรมและได้รับการสร้างสรรค์สร้างขึ้นโดย Ian Goodfellow นักวิจัยที่ Google Brain ในปี 2014 การวิจัยของ Goodfellow ได้เปลี่ยนคำจำกัดความของปัญญาประดิษฐ์จากเครื่องมือวิเคราะห์เป็นเครื่องมือสร้างทางเลือกอันหลากหลาย (Generative Agent) จากมุมมองนี้ ArchiGAN ถูกนำเสนอเป็นเครื่องมือสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบแผนผังชั้นต่างๆ ของอาคารอยู่อาศัยรวม [14] ในฐานะผู้ช่วยออกแบบโมเดล GAN ของแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนผังพื้นชั้นต่างๆ ที่เป็นไปได้สำหรับอาคารอยู่อาศัยรวม ซึ่งช่วยให้สถาปนิกสามารถเข้าถึงแนวทางการออกแบบที่เหมาะสมและหลีกเลี่ยงความซับซ้อนของการใช้พารามิเตอร์จำนวนมากในการสร้างงานทางสถาปัตยกรรม

ตัวเข้ารหัสอัตโนมัติแบบแปรผันเป็นแอปพลิเคชันโครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้เพื่อสร้าง จัดการ และค้นหารูปแบบสำหรับรูปทรงเรขาคณิตของอาคารแต่ละประเภท [15] ผลลัพธ์แสดงถึงศักยภาพของวิธีนี้ซึ่งสามารถสร้างภาพสามมิติโดยใช้ภาพสองมิติ

แอปพลิเคชันด้านปัญญาประดิษฐ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับสายงานก่อสร้างยังได้รับการพัฒนาอย่างมากในช่วงหลายปีที่ผ่านมา เช่น การลดความเสี่ยงที่สามารถทำได้โดยการทำความเข้าใจรายงานที่จัดเก็บไว้ในระบบ BIM ซึ่งใช้ศักยภาพของปัญญาประดิษฐ์ในการวิเคราะห์ภาษาก่อสร้าง [12] ระบบนี้สามารถคาดการณ์สาเหตุที่เป็นไปได้และจัดลำดับความสำคัญของคะแนนความเสี่ยง นอกจากนี้ เนื่องจากมีเครื่องมือหลากหลายที่สามารถถ่ายภาพได้ เช่น โดรน กล้อง 360 กล้องพลเรือน และสมาร์ตโฟน ระบบปัญญาประดิษฐ์จึงสามารถประเมินความปลอดภัยในการก่อสร้างโดยพิจารณาอุบัติเหตุที่สามารถเกิดขึ้นในสถานที่ก่อสร้างได้

2.3 ลักษณะทางสถาปัตยกรรมของบ้านเรือนไทยพื้นเมือง

สถาปัตยกรรมพื้นถิ่นได้รับการศึกษาอย่างกว้างขวางตั้งแต่ศตวรรษที่สิบเก้า ขบวนการอนุรักษ์อาคารเป็นกระแสหลักที่สนใจในทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับอาคารพื้นถิ่น รวมทั้งหลักสูตรและงานวิจัยจำนวนมากที่ถูกพัฒนาขึ้นในช่วงสองทศวรรษที่ผ่านมาได้พิสูจน์ให้เห็นถึงความสำคัญของสถาปัตยกรรมพื้นถิ่น [16,17] การศึกษาในเชิงปฏิบัติและในเชิงทฤษฎีมุ่งเน้นไปที่การจัดทำเอกสาร การศึกษา และการอนุรักษ์ประวัติศาสตร์รวมถึงสถาปัตยกรรมดั้งเดิมก่อนที่จะสูญหายหรือเปลี่ยนแปลงอย่างถาวร [18,19] อย่างไรก็ตาม จากการทบทวนวรรณกรรมและการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ นักวิชาการเพียงไม่กี่คนเท่านั้นที่ให้ความสำคัญกับการเปลี่ยนแปลงอัตลักษณ์ดั้งเดิมให้เป็นบ้านพื้นถิ่นร่วมสมัย

ก่อนคริสต์ศตวรรษที่ 13 ไม่สามารถระบุรูปแบบสถาปัตยกรรมของบ้านพื้นถิ่นไทยได้ [20] มีเพียงโครงสร้างที่เป็นพื้นดินที่ไม่สวยงามส่วนใหญ่อยู่ในภาคกลางและสร้างเป็นบ้านลอยน้ำตามแม่น้ำลำคลองหรือเป็นบ้านยกพื้นสูงริมฝั่งแม่น้ำ [21]

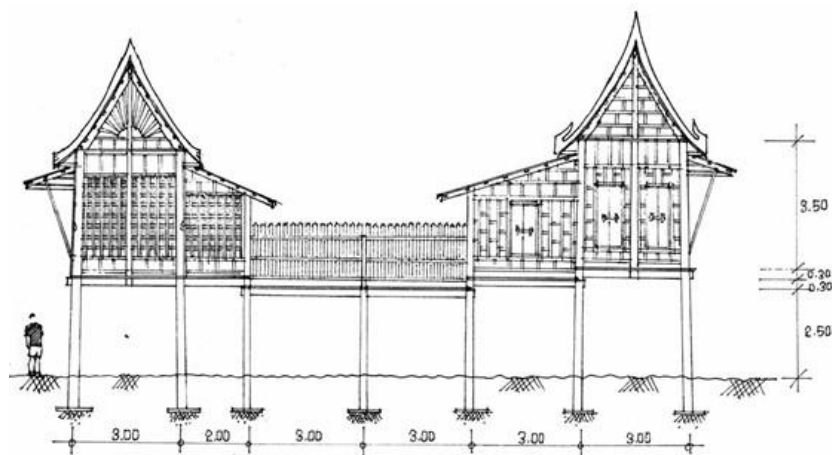
ประเภทของที่อยู่อาศัยในภาคกลางของไทยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เรือนลอยน้ำในแม่น้ำลำคลองและเรือนยกพื้นสูงที่สร้างบนฝั่งแม่น้ำหรือบนบก [22] บ้านยกพื้นสูงจะเป็นแบบชั่วคราวหรือกึ่งถาวร และสร้างด้วยไม้ไผ่ บ้านถาวรสร้างด้วยไม้และได้รับเลือกให้เป็นหัวข้อหลักของการศึกษานี้เนื่องจากมีความมีเอกลักษณ์และความแตกต่างที่เห็นเด่นชัด

นักวิจัยใช้เพียงไม่กี่แง่มุมในการนิยามลักษณะของบ้านพื้นถิ่นในพื้นที่เฉพาะตัวนี้ เช่น โคเคแถมของผังพื้นและลักษณะของการยกสูงที่พบบ่อยที่สุด รายละเอียดการตกแต่ง และรูปทรงของช่องเปิด [23]

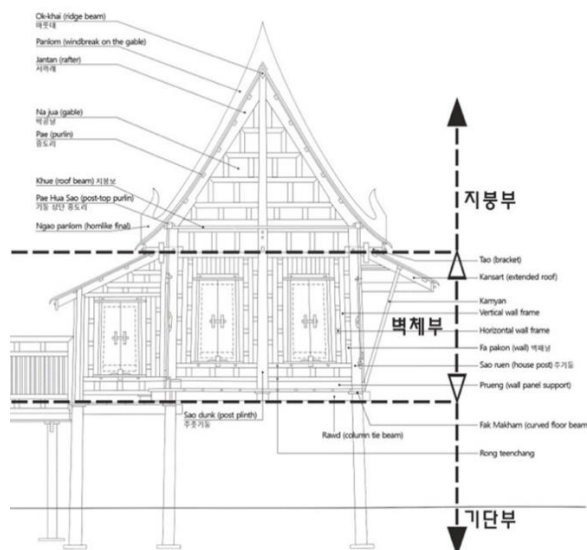
เรือนพื้นดินมีความแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ของประเทศไทย อย่างไรก็ตาม ส่วนมากเป็นพวกที่สร้างบ้านในที่ราบภาคกลาง [24] บ้านทรงไทยถือเป็นสัญลักษณ์ของเอกลักษณ์และมรดกทางสถาปัตยกรรมของไทยมาช้านาน บ้านโบราณเหล่านี้มีชื่อภาษาไทยว่า “เรือนไทย” สร้างขึ้นในรัชสมัยของอาณาจักรไทยล้านนาจักร ได้แก่ สุโขทัย อยุธยา ธนบุรี และกรุงเทพมหานคร ที่อยู่

อาศัยแบบดั้งเดิมถูกสร้างขึ้นอย่างกว้างขวางด้วยความสวยงามและประโยชน์ใช้สอยเพื่อหลีกเลี่ยงน้ำท่วมตามฤดูกาลโดยการเพิ่มความสูงของที่อยู่อาศัยโดยที่ยังสามารถเข้าถึงได้ง่าย [21] พื้นใต้ถุนเรือนถูกออกแบบมาให้ใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย โดยเป็นที่สำหรับอยู่อาศัยในเวลากลางวัน เลี้ยงสัตว์ในเวลากลางคืน และจอดเรือในยามน้ำหลาก

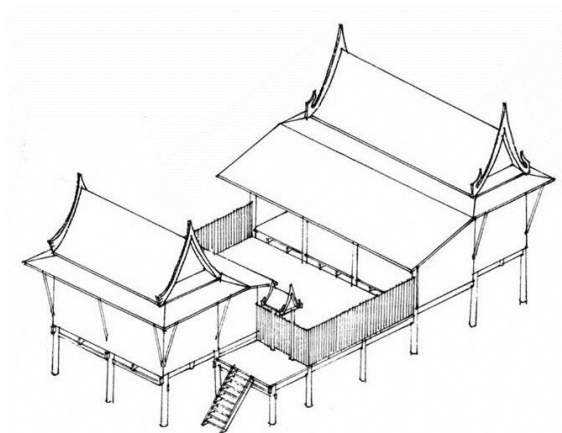
บ้านแบบดั้งเดิมมีคุณลักษณะเฉพาะ เช่น หลังคาสูงชัน พื้นยกสูงบนเสา เกลียงกลางถึงปิด เกลียงในร่ม ผนังลาดเข้าด้านใน หน้าต่างเรียว บันไดกลางแจ้ง โครงสร้างไม้แบบประกอบ และมีส่วนปิดล้อม [21] นอกจากนี้ Jotisalikorn [24] ยังระบุองค์ประกอบสำคัญ 5 ประการ ได้แก่ ไม้ค้ำยัน ผนังลาดเอียงเข้าด้านใน จั่วสูงลาดลงเป็นชายคายื่นออกมา ระเบียงยกสูงขนาดใหญ่เชื่อมต่อห้องที่แยกกัน และพื้นที่ห้องที่ขยายได้ (รูปที่ 2-4)



รูปที่ 2 ตัวอย่างภาพตัดขวางของบ้านทรงไทย [19]



รูปที่ 3 ลวดลายขององค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมของบ้านทรงไทย [25,26]



รูปที่ 4 ตัวอย่างภาพไอโซเมตริกของบ้านทรงไทย [19]

3. วิธีดำเนินการวิจัย

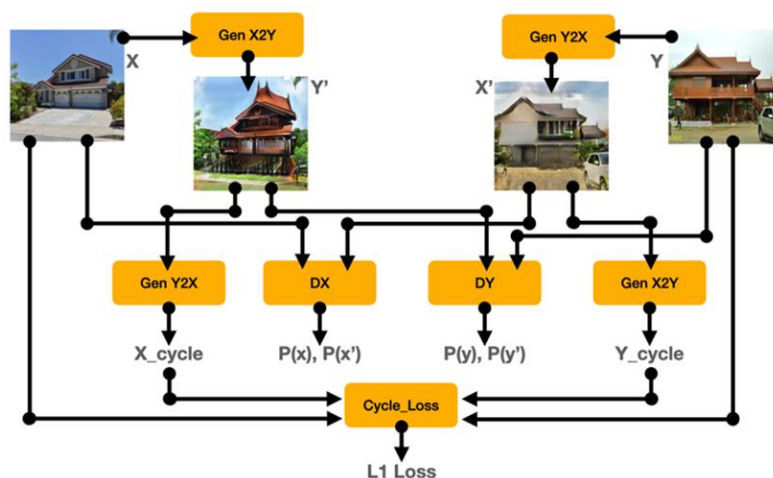
ในการศึกษานี้ บ้านทรงไทยถูกใช้เป็นข้อมูลฝึกฝนในการสร้างแผนในการเรียงข้อมูลของบ้านสมัยใหม่

3.1. การเตรียมชุดข้อมูล

ผู้วิจัยเตรียมข้อมูลโดยใช้ภาพที่อยู่อาศัยสองรูปแบบ คือ บ้านไทยพื้นถิ่นและบ้านไทยสมัยใหม่ ในส่วนของภาพถ่ายบ้านไทยพื้นถิ่นจำนวน 1,000 ภาพ ถูกรวบรวมจากอินเทอร์เน็ตและถ่ายโดยทีมงานของเรา รวมถึงภาพถ่ายบ้านสมัยใหม่ 1,000 ภาพ ถูกรวบรวมจาก <https://www.kaggle.com/datasets/ramiromep/house-thumbnail> เพื่อสร้างสมดุลให้ทั้งสองด้านของข้อมูล

3.2. การฝึกฝน CycleGAN

ชุดข้อมูลการฝึกฝนสองชุดแรกถูกเตรียมขึ้นตามกระบวนการ CycleGAN ที่รายงานโดย Zhu et al. (2017) โดเมน X คือชุดภาพของบ้านสมัยใหม่, และโดเมน Y คือชุดภาพของบ้านทรงไทย ตัวสร้างภาพทั้งสองประกอบด้วยสองฟังก์ชัน/กระบวนการ ($G(x)$ และ $F(G(x))$) และตัวคัดแยกทั้งสองถูกตั้งค่างานร่วมกับ GAN loss ที่มีความสอดคล้องตาม cycle-consistent loss (new) โมเดลที่ประกอบด้วยเครื่องสร้างภาพและตัวคัดแยกถูกนำเสนอใน รูปที่ 5 (DX และ DY เป็นตัวคัดแยก).



รูปที่ 5 ไดอะแกรมกระบวนการฝึกฝน CycleGAN [10, 27]

4. ผลการวิจัย และการอภิปราย

โมเดล CycleGAN ได้รับการฝึกฝนเป็นเวลาสิบวัน (240 ชั่วโมง), และสร้างอีพอก (epoch) ทั้งหมด 1,000 รอบ (รูปที่ 6) ก่อนหน้านั้นได้ดำเนินการการศึกษาสำรองเพื่อทดสอบระบบ (ใช้เวลาทั้งสิ้น 100 ชั่วโมง, รวมอีพอก 200 รอบ) ซึ่งได้แสดงผลลัพธ์ที่น่าเชื่อถือเช่นเดียวกับการฝึกฝนในรอบจริง จากการใช้อัลกอริทึม CycleGAN ผลการทดลองแสดงว่าวิธีการที่นำเสนอสามารถสร้างเอกลักษณ์เฉพาะตัวสำหรับบ้านสมัยใหม่ที่มีการควบคุมเปลี่ยนแปลงในระดับสูง ประเด็นที่น่าสนใจที่สุดคือ CycleGAN สามารถนำเสนอแนวทางการเปลี่ยนแปลงบ้านทรงไทยแบบดั้งเดิมเป็นบ้านสมัยใหม่ได้



รูปที่ 6 ผลลัพธ์ของ CycleGAN

หลังจากนำภาพถ่ายบ้านสมัยใหม่เข้าสู่โมเดลการฝึกแล้ว ภาพทดลองแสดงการเปลี่ยนแปลงในสีของบ้านสมัยใหม่ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล โดยเฉพาะหลังคาถูกดัดแปลงเป็นจั่วทรงสูง นอกจากนี้สำหรับบ้านสมัยใหม่สองชั้น ชั้นล่างถูกเปลี่ยนเป็น รูปทรงของเสา ที่เป็นลักษณะเอกลักษณ์การยกพื้นแบบบ้านทรงไทย

5. สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

จากการศึกษา การวิจัยนี้ถือเป็นการศึกษารั้งแรก ๆ ที่ปรับอัลกอริทึมการเรียนรู้เชิงลึกของ CycleGAN ในเชิงประจักษ์เพื่อกำหนดเอกลักษณ์ของสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นไทย ผลการฝึกฝนพบว่าแบบจำลองที่นำเสนอมีประสิทธิภาพดีและสามารถกำหนดองค์ประกอบที่เหมือนกันของเรือนไทยเดิมได้เมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะเฉพาะของเรือนไทยพื้นถิ่น ทั้งนี้ลักษณะเฉพาะ ได้แก่ หลังคาสูง พื้นยกสูง ฐานกลางบ้านถึงปิด ฐานในร่ม ผนังสอบเข้าด้านใน หน้าต่างเรียว บันไดกลางแจ้ง โครงสร้างไม้สำเร็จรูป องค์ประกอบปิดล้อม และจั่วสูงลาดลงเป็นชายคายื่นออกมา [21, 24] ซึ่งตรงตามข้อสรุปสรุปจากการทบทวนวรรณกรรมและการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

โมเดลการฝึกฝนได้แสดงศักยภาพที่จะใช้เป็นเครื่องผลิต (generators) เพื่อสร้างบ้านไทยสมัยใหม่โดยการใส่ลักษณะเฉพาะของบ้านไทยแบบดั้งเดิมเข้าไป เอกลักษณะเฉพาะตัวของสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นไทยที่เลือกโดยแบบจำลอง CycleGAN คือ (a) หน้าจั่วสูง (มียอดคันทันบน), (b) บันลม (กันลมบนหน้าจั่ว), (c) การยกพื้นสูง (โดยปกติจะเหลือชั้นแรกเป็นพื้นที่เปิดโล่ง), และ (d) ระเบียงไม้ (รวมทั้งสี่และลาดลายแบบไทยเดิม) ตามที่แสดงในรูปที่ 7

การต่อยอดการศึกษาในอนาคตควรอาศัยการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านบ้านไทยแบบดั้งเดิม เพื่อประเมินและปรับปรุงการสร้างบ้านไทยสมัยใหม่ที่ยังคงรูปแบบดั้งเดิมและใช้งานได้มากขึ้นในยุคปัจจุบัน นอกจากนี้ยังมีความเป็นไปได้ในการปรับปรุงเรื่องวิธีการฝึกฝนโมเดลโดยการเพิ่มสมการอื่นๆ หรือเสริมความแข็งแกร่งของโมเดล หรือเครือข่ายด้วยเกณฑ์เพิ่มเติมอื่นๆ



รูปที่ 7 องค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมที่เกิดจากการฝึกอบรมแบบจำลอง CycleGAN และตัวอย่างองค์ประกอบแบบดั้งเดิมของบ้านไทย [24, 25]

ผลประโยชน์ทับซ้อน

ผู้เขียนขอประกาศว่าบทความนี้ไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อน

กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากกองทุนวิจัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง [2565-02-02-011]

เอกสารอ้างอิง

- [1] Campo, M. Del et al. Hallucinating Cities - A Posthuman Design Method based on Neural Networks. *Proceedings of SimAUD*, 2020.
- [2] Hassab, A. et al. Generative Design Methodology for Double Curved Surfaces using AI. In: *Architecture in the Age of Disruptive Technologies: Transformations and Challenges [9th ASCAAD Conference Proceedings]*, 2021.
- [3] Hillier, B. et al. Creating life: or, does architecture determine anything? *Architecture & Comportement/Architecture & Behaviour*, 1986, 3 (3).
- [4] Hillier, B. et al. The social logic of space. *The social logic of space*, 1988. DOI: 10.4324/9780429450174-9

- [5] Leach, N. Do Robots Dream of Digital Buildings? In: *Architectural Intelligence*, 2020. DOI: 10.1007/978-981-15-6568-7_4
- [6] Chaillou, S. The Advent of Architectural AI - A Historical Perspective. *Towards Data Science*, 2019, (May).
- [7] Huang, W. *et al.* Architectural drawings recognition and generation through machine learning. In: *Recalibration on Imprecision and Infidelity - Proceedings of the 38th Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture, ACADIA*, 2018.
- [8] Goodfellow, I.J. *et al.* Generative adversarial nets. In: *Advances in Neural Information Processing Systems*, 2014. DOI: 10.3156/jsoft.29.5_177_2
- [9] Arjovsky, M. *et al.* Wasserstein generative adversarial networks. In: *34th International Conference on Machine Learning, ICML, 2017*.
- [10] Zhu, J.Y. *et al.* Unpaired Image-to-Image Translation Using Cycle-Consistent Adversarial Networks. In: *Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision*, 2017. DOI: 10.1109/ICCV.2017.244
- [11] Isola, P. *et al.* Image-to-image translation with conditional adversarial networks. In: *Proceedings - 30th IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, CVPR, 2017*. DOI: 10.1109/CVPR.2017.632
- [12] Rajagopal, A. *et al.* The Rise of AI and Machine Learning in Construction. *Autodesk Research*, 2017.
- [13] Villaggi, L. *et al.* Generative Design for Architectural Space Planning. *Autodesk Research*, 2017.
- [14] Chaillou, S. *Artificial Intelligence and Architecture*, 2022. DOI: 10.1515/9783035624045
- [15] Miguel, J. de *et al.* Deep Form Finding Using Variational Autoencoders for deep form finding of structural typologies. In: 2020. DOI: 10.5151/proceedings-caadesigradi2019_514
- [16] Asquith, L. *et al.* *Vernacular architecture in the twenty-first century: theory, education and practice*, 2006.
- [17] Oliver, P. Encyclopedia of Vernacular Architecture of the World. *Architectural Review*, 1998.
- [18] Brunskill, R.W. *Vernacular architecture: An illustrated handbook*. London: Faber and Faber Limited, 2000. DOI: 10.2307/539141
- [19] Punpairoj, P. Recalibrating the New Thai Vernacular Architecture. *Journal of Architectural/Planning Research and Studies (JARS)*, 2018, 7 (2), pp. 65–80.
- [20] Roonrakwit, P. Thailand and Southeast Asia Oliver, P. (ed.). *Encyclopedia of vernacular architecture of the world*, 1997.
- [21] Horayangkura, V. *The architecture of Thailand, change amid continuity: The new challenge in transforming traditions*. Asian Studies Publication Series, 2001.
- [22] Denpaiboon, C. Transformation by modernization of the traditional waterfront settlements in the context of their coexistence with aquatic environment: A case study of raft house and pillar house in Thailand, 2001.
- [23] Pavlides, E. Architectural Oliver, P. (ed.). *Encyclopedia of vernacular architecture of the world*, 1997.
- [24] Jotikalikorn, C. *Classic Thai: Design-interior-architecture*. Bangkok: Thailand: Asia Books, 2002.
- [25] Chaichongrak, R. *et al.* *The Thai house: history and evolution*. Bangkok: River Books, 2002.
- [26] Choi, H.-H. *et al.* The Characteristic of Decoration in Central Thai Traditional House. In: *Proceeding of Spring/Autumn Annual Conference of KHA*. The Korean Housing Association, 2011, pp. 103–108.
- [27] Sanjeevi, M. Ch 14.2 Pix2Pix Gan and Cycle Gan. *Deep Math Machine learning.ai*, 2019. Available from: <https://medium.com/deep-math-machine-learning-ai/ch-14-2-pix2pix-gan-and-cycle-gan-55cd84318fb8> [Accessed 24 November 2021]