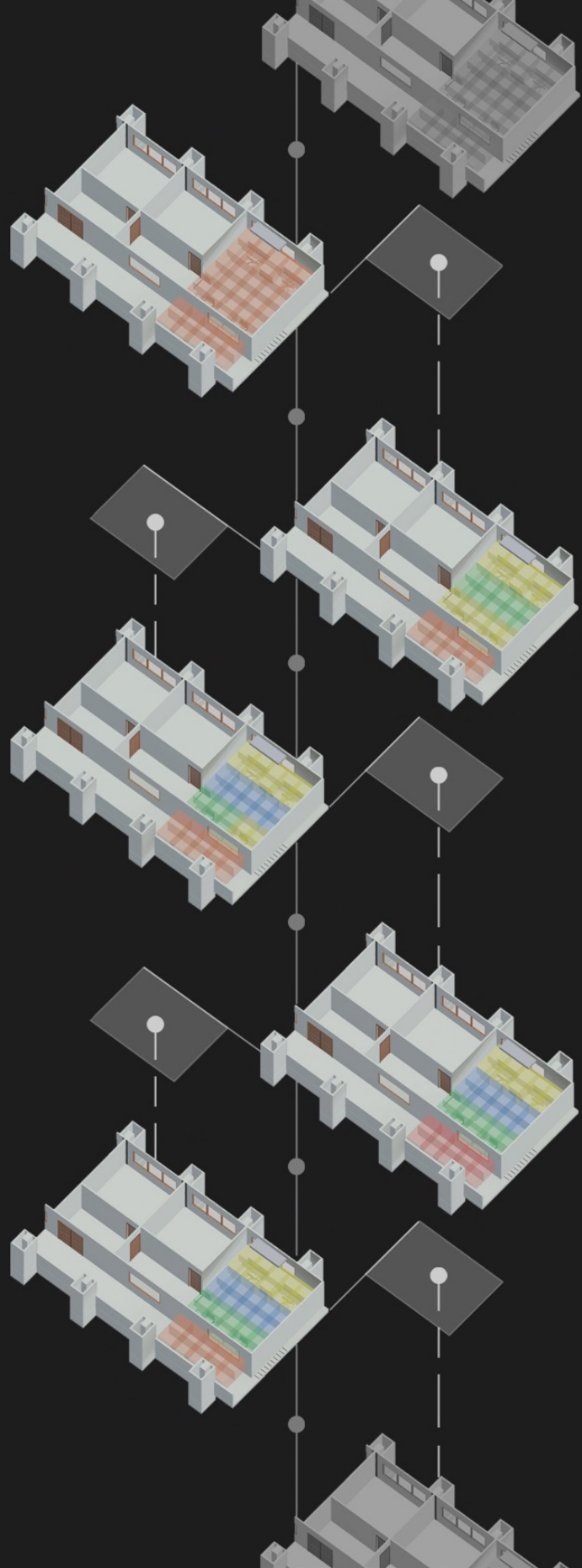
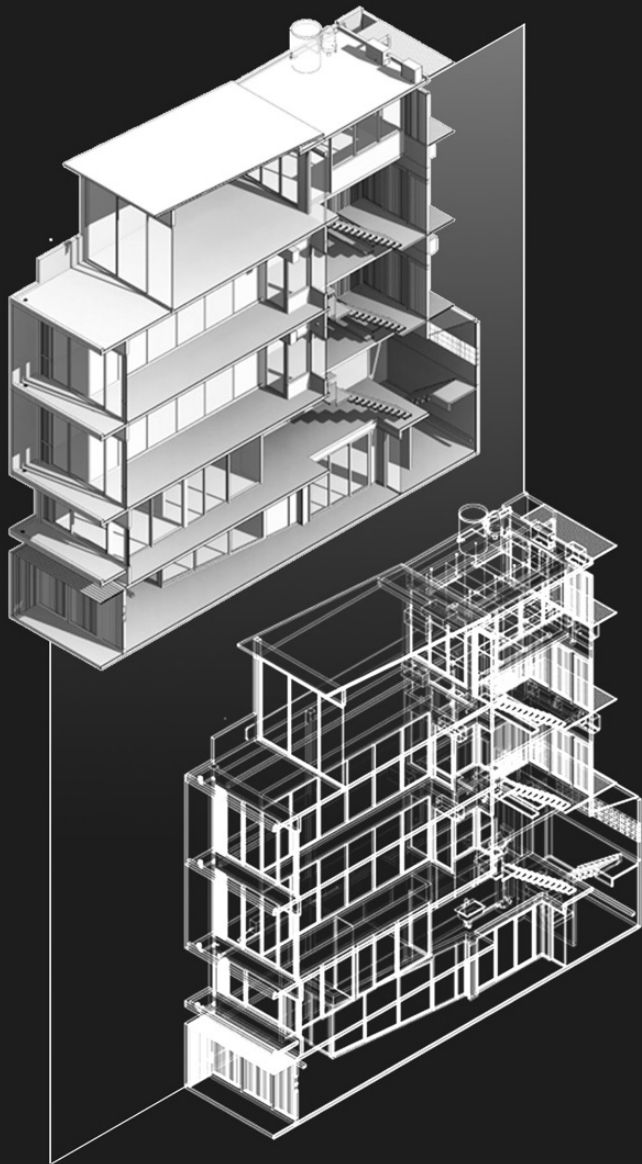




90th ANNIVERSARY

Faculty of Architecture Chulalongkorn University



Lecture
DIGITAL TWIN FOR SMART LIVING

13 September 2023

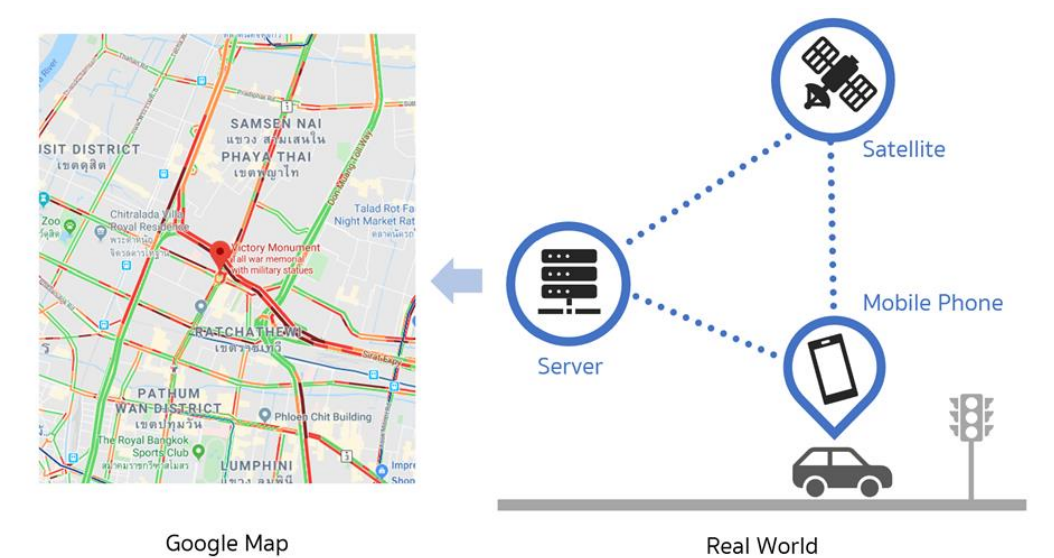
DIGITAL TWIN FOR SMART LIVING

วันที่ 13 กันยายน พ.ศ. 2566 ณ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้บรรยาย: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เทิดศักดิ์ เตชะกิจขจร

ที่มาและความสำคัญ

แนวคิดคู่แฝดดิจิทัล (DT) หมายถึงการแปลงข้อมูลจากโลกแห่งความจริง ให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลแบบดิจิทัลในระบบเวลาจริง เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และทำนายผลข้อมูล โดยเมื่อพิจารณาถึงหลักการของแนวคิดดังกล่าวจะพบว่า ในระยะเวลาที่ผ่านมา DT มีความสอดคล้องกับการพัฒนาเทคโนโลยีที่เราพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน เช่น Google Map ที่นำเอาข้อมูลตำแหน่งของอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ มาทำการคำนวณและพัฒนาเป็นแอปพลิเคชันเพื่อบอกสภาพการจราจรบนท้องถนน ซึ่งทำให้ผู้คนสามารถวางแผนการเดินทางได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น



ภาพที่ 1 แนวคิดการทำงานของ Google Map

การพัฒนาของเทคโนโลยี การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (CAD) ในวงการสถาปัตยกรรม ได้ทำให้เราสามารถสร้างแบบจำลองในคอมพิวเตอร์ที่มีความเสมือนจริงได้มากขึ้นเรื่อย ๆ รวมถึงการพัฒนาแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ที่ทำให้เรามีข้อมูลอาคารในรูปแบบกราฟฟิกและไม่เป็นกราฟฟิกที่มีความสอดคล้องกัน อย่างไรก็ตามแม้ว่าเทคโนโลยีเหล่านี้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการออกแบบและก่อสร้างอาคาร แต่ก็ได้ก่อให้เกิดความ

เข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับศักยภาพที่แท้จริงของ DT เนื่องจากการสร้างข้อมูลจากการประมวลผลของคอมพิวเตอร์ โดยไม่ได้มีความสัมพันธ์กับข้อมูลจากโลกแห่งความจริงที่เป็นปัจจุบัน



ภาพที่ 2 ความแตกต่างในการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี CAD และ DT ในวงการสถาปัตยกรรม

ในปัจจุบันซึ่งถือเป็นช่วงการปฏิวัติอุตสาหกรรม ครั้งที่ 4 เทคโนโลยีดิจิทัลได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการสร้างการเปลี่ยนแปลงต่อวงการอุตสาหกรรม การพัฒนาของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต (IoT) ทำให้เราสามารถแปลงข้อมูลจากโลกแห่งความจริงที่เป็นปัจจุบันมาเป็นข้อมูลดิจิทัลได้มากขึ้น จึงทำให้เกิดการประยุกต์ใช้ DT เพื่อยกระดับประสิทธิภาพการทำงานในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย เช่น เมืองอัจฉริยะ การผลิต การแพทย์ และทำให้ผู้คนตระหนักถึงศักยภาพของการใช้งานข้อมูลดิจิทัล

สำหรับวงการสถาปัตยกรรม DT ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยในการจัดการที่เกี่ยวข้องกับอาคาร เช่น ซอฟต์แวร์การจัดการสนามบิน ที่มีการใช้งานจริงในต่างประเทศ โดยเป็นการนำข้อมูลการขึ้นบินและลงจอดของเครื่องบิน มาผนวกกับตำแหน่งประตูทางออกของผู้โดยสารในอาคาร เพื่อจัดการระบบที่เกี่ยวข้องกับการบิน เช่น การขนส่งกระเป๋า การเติมเชื้อเพลิงเครื่องบิน ซึ่งทำให้การบริหารจัดการทรัพยากรอาคารมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยจากตัวอย่างที่ได้กล่าวมาข้างต้น อาจตั้งข้อสังเกตได้ว่า DT จะถูกใช้งานโดยผู้ดูแลอาคารเพื่อจัดการกับความซับซ้อนของอาคารขนาดใหญ่ จึงไม่ได้ปรากฏต่อสายตาของผู้ใช้อาคารทั่วไป

แม้ว่าความก้าวหน้าของ IoT ในปัจจุบัน จะทำให้ข้อจำกัดเชิงเทคนิคของการตรวจวัดข้อมูลจากโลกแห่งความจริงค่อย ๆ หดไป แต่ด้วยจำนวนของอุปกรณ์ IoT ที่จะต้องถูกติดตั้งลงในอาคาร และประเภทของข้อมูลในอาคารที่จะต้องทำการตรวจวัด ได้ก่อให้เกิดประเด็นในการลดความซับซ้อนและความซ้ำซ้อนของข้อมูลที่เกิดขึ้น เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ BIM ถือเป็นเครื่องมือสำคัญที่มีศักยภาพในการจัดการปัญหาดังกล่าวเนื่องจากมีโครงสร้างของข้อมูลที่เป็นระบบ รวมทั้งการแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่แบบ 3 มิติที่สามารถใช้ในการคำนวณได้

การพัฒนา Digital Twin ในประเทศไทย

จากการเล็งเห็นถึง ประโยชน์ของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัล ความพร้อมของเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง รวมถึงศักยภาพของ BIM ที่ใช้ในการจัดการข้อมูล จึงเป็นที่มาของโครงการพัฒนา DT ในวงการสถาปัตยกรรมในระยะเวลาที่ผ่านมาของผู้วิจัย โดยมีจุดมุ่งหมายในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของผู้ใช้อาคารทั่วไป ในโครงการ Digital Twin Smart Building และโครงการ Digital Twin IAQ Patrol

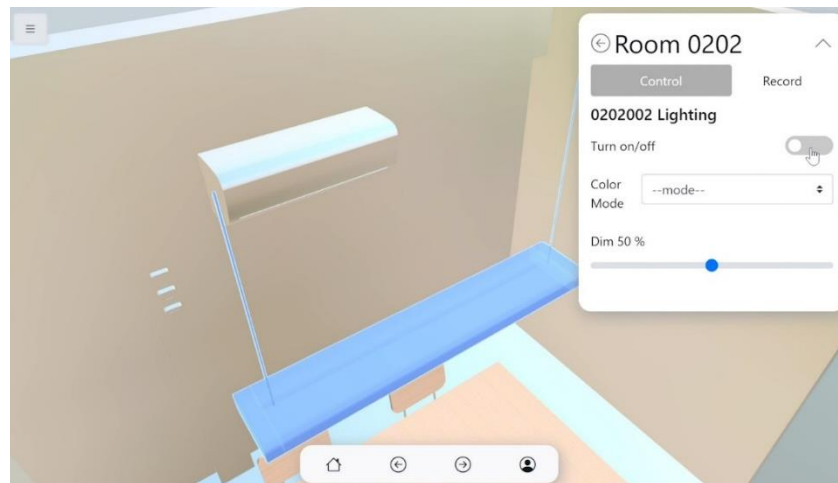
โครงการ Digital Twin Smart Building

โครงการเทคโนโลยีคู่แฝดดิจิทัลเพื่อการบริหารจัดการอาคารอัจฉริยะ (Digital Twin Smart Building) เป็นโครงการพัฒนาทางเลือกใหม่ในการบริหารจัดการทรัพยากรอาคารให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ในปี พ.ศ. 2563 โดยเป็นโครงการพัฒนาการทำงานร่วมกันระหว่างเครือข่าย IoT ของอุปกรณ์ IoT สำหรับการใช้งานทั่วไป (Home IoT) และ BIM ซึ่งจะทำให้การบริหารจัดการทรัพยากรต่างๆ ของอาคาร สามารถทำได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพราะมีระบบการบันทึกข้อมูลจากการทำงานของอุปกรณ์ ที่สอดคล้องกับพื้นที่อาคาร

การดำเนินโครงการในครั้งนี้เป็นการพัฒนาเทคโนโลยีอาคารในภาคสนาม ในต้นแบบอาคารอัจฉริยะ ซึ่งเป็นอาคารพาณิชย์ ตึกแถว 5 ชั้น พื้นที่อาคารรวม 270 ตร.ม. ตั้งอยู่ที่ ถนนศาลาแดง กรุงเทพมหานคร โดยมีการติดตั้ง อุปกรณ์ Home IoT เช่น อุปกรณ์ลิฟต์ประตู อุปกรณ์ควบคุมเครื่องปรับอากาศ หลอดไฟอัจฉริยะ เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ ความชื้น ความเข้มแสง ลงในพื้นที่อาคาร และสร้างแอปพลิเคชันบนเว็บที่มี

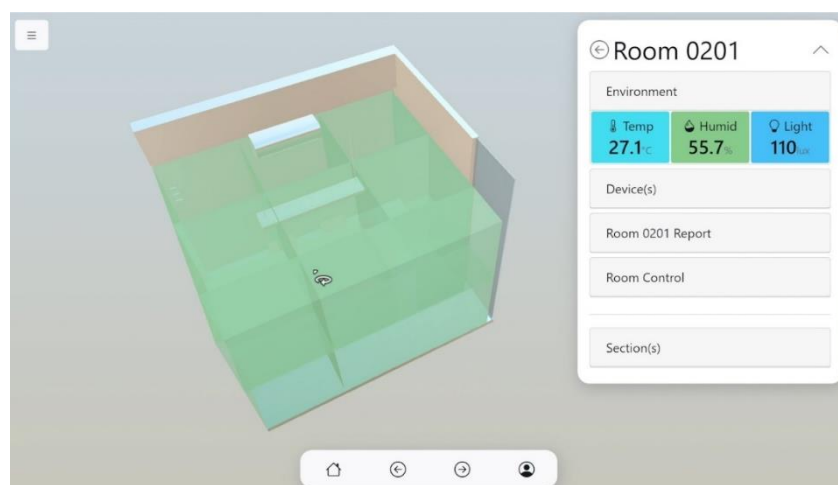
อินเตอร์เฟซการใช้งานแบบ 3 มิติ โดยมีคุณสมบัติในการยกระดับการทำงานของอาคารได้แก่

- 1) การกำหนดสิทธิ์การใช้งานอาคาร
- 2) การควบคุมอุปกรณ์อาคาร
- 3) การดูข้อมูลการใช้พลังงานของอาคาร
- 4) การแสดงผลสภาพแวดล้อมภายในอาคาร
- 5) ระบบรักษาความปลอดภัยของอาคาร
- 6) พื้นที่ปรับแต่งเฉพาะตัว
- 7) ระบบรับมือเหตุฉุกเฉิน
- 8) ระบบอัปเดต BIM



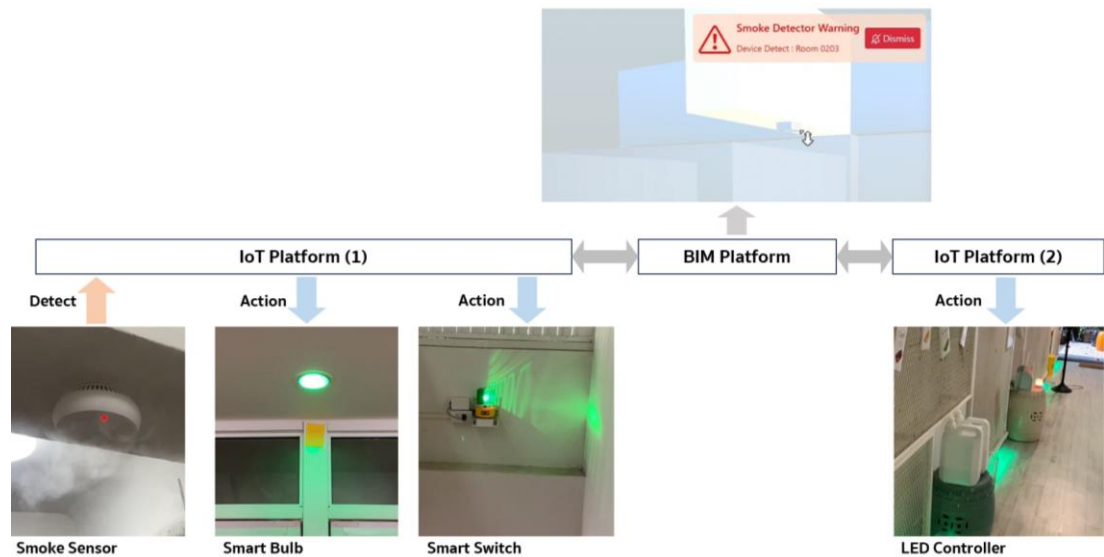
ภาพที่ 3 การควบคุมอุปกรณ์อาคารผ่านแอปพลิเคชัน Digital Twin Smart Building

ที่มา: <https://youtu.be/k-ZDI9FqdnE>



ภาพที่ 4 การแสดงผลสภาพแวดล้อมภายในอาคารผ่านแอปพลิเคชัน Digital Twin Smart Building

ที่มา: <https://youtu.be/k-ZDI9FqdnE>



ภาพที่ 5 การทำงานของระบบรับมือเหตุฉุกเฉินใน Digital Twin Smart Building

โครงการ Digital Twin IAQ Patrol

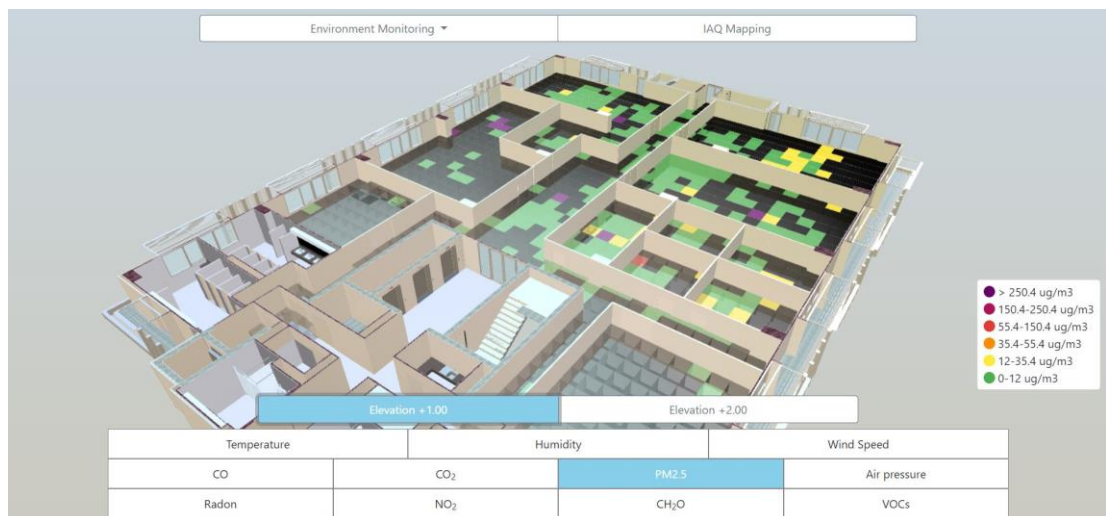
โครงการเทคโนโลยีคู่แฝดดิจิทัลเพื่อตรวจคุณภาพอากาศภายในอาคารด้วยอุปกรณ์แบบเคลื่อนที่ (Digital Twin IAQ Patrol) เป็นโครงการพัฒนาต้นแบบระบบจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคารด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนจากกองทุนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ในปี พ.ศ. 2564 โดยเป็นโครงการพัฒนาการทำงานร่วมกันระหว่างเครือข่าย IoT ของระบบระบุพิกัดในอาคาร (IPS) และอุปกรณ์ตรวจจับคุณภาพอากาศภายในอาคาร (IAQ) และ BIM ซึ่งจะช่วยให้ประสิทธิภาพการตรวจสอบคุณภาพอากาศภายในอาคาร ให้ได้รับข้อมูลที่มีความเป็นปัจจุบัน และมีรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลที่สอดคล้องกับตำแหน่งที่ทำการตรวจวัดภายในอาคาร

การดำเนินโครงการในครั้งนี้เป็นการพัฒนา ต้นแบบชุดอุปกรณ์ตรวจจับสภาพแวดล้อมภายในอาคารแบบเคลื่อนที่ ในพื้นที่ทดลองชั้น 12 ของอาคารจุฬาพัฒน์ 14 ขนาดพื้นที่ 800 ตารางเมตร ที่มีความสามารถในการตรวจจับข้อมูล IAQ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ค่าฝุ่น PM ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สารฟอร์มัลดีไฮด์ พร้อมกับส่งข้อมูลตำแหน่งของตัวอุปกรณ์ที่อยู่ภายในพื้นที่ทดลองผ่าน IPS และสร้างแอปพลิเคชันบนเว็บที่มีอินเตอร์เฟซการใช้งานแบบ 3 มิติ เพื่อแสดงผลข้อมูล IAQ ใน 2 รูปแบบ คือ

- 1) การแสดงผลข้อมูลจากการตรวจวัดและแสดงตำแหน่งของตัวอุปกรณ์ที่อยู่ภายในอาคารในระบบเวลาจริง
- 2) การแสดงผลข้อมูลแผนที่คุณภาพภายในอาคารในรูปแบบ 3 มิติ ด้วย Heat Map Analysis ผ่านดัชนีชี้วัดที่มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ



ภาพที่ 6 การแสดงผลข้อมูล IAQ ร่วมกับ ข้อมูล IPS ด้วย BIM
ที่มา: <https://youtu.be/NHcuFBIagvA>

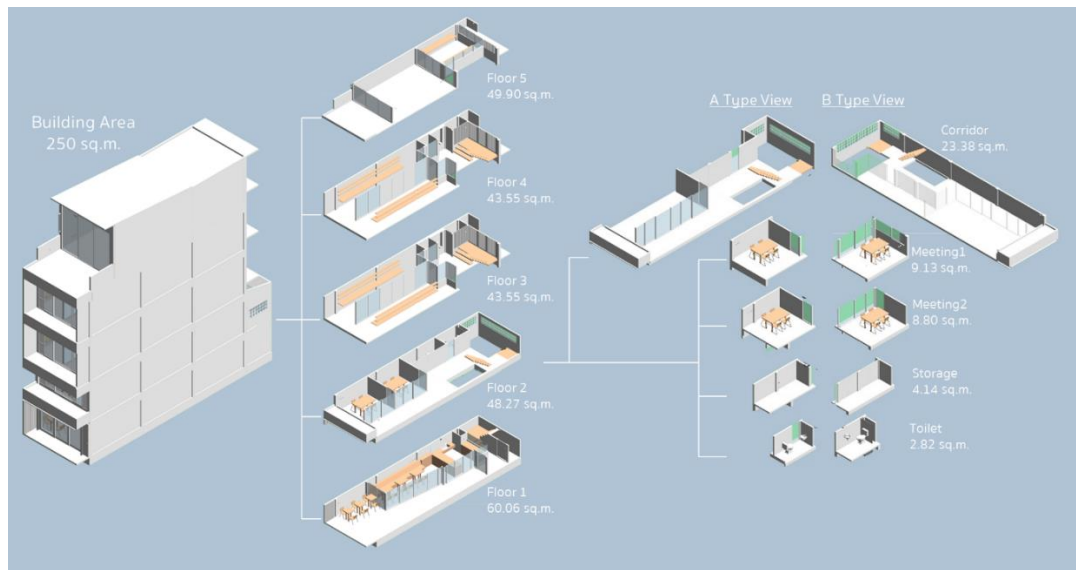


ภาพที่ 7 การแสดงผลข้อมูล IAQ ด้วย Heat Map Analysis
ที่มา: <https://youtu.be/NHcuFBIagvA>

การอภิปรายผลจากการทำงาน

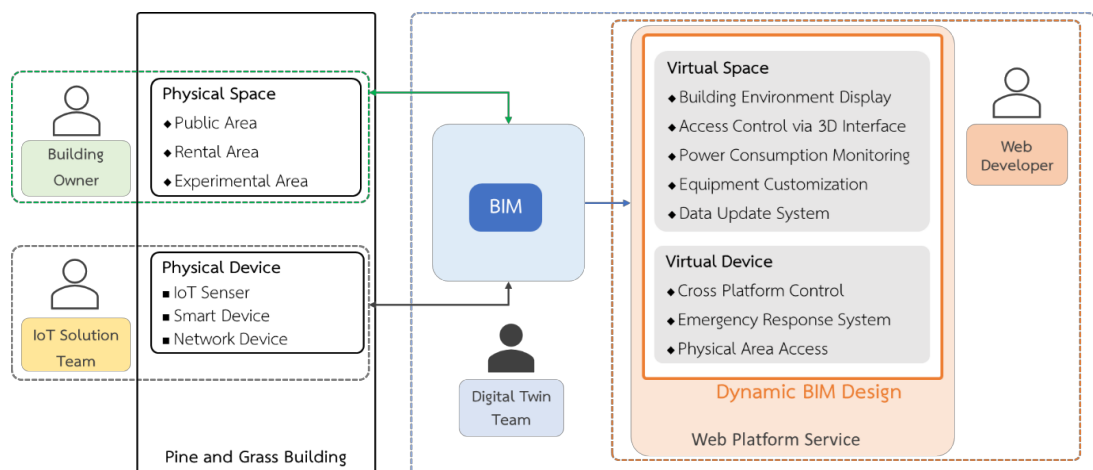
จากการพัฒนา DT ในทั้ง 2 โครงการ พบว่า BIM มีส่วนในการยกระดับการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยมีหน้าที่เป็นตัวกลางในการแสดงผลข้อมูลและจัดการข้อมูลจากอุปกรณ์ IoT ที่มีการส่งข้อมูลออกมาอย่างต่อเนื่องได้ โดย BIM ของอาคารสามารถใช้ในการพัฒนาอินเตอร์เฟซแบบ 3 มิติ เพื่อ ส่งงานการทำงานของอุปกรณ์ แสดงผลข้อมูลกายภาพเชิงพื้นที่ จัดระบบการเข้าถึง

ข้อมูลอาคารของผู้ใช้งานแต่ละคน และสามารถแบ่งระดับของข้อมูล BIM เพื่อช่วยลดทอนความซับซ้อนในการแสดงผลข้อมูลจาก IoT ได้ตามลำดับของพื้นที่ส่วนย่อย เช่น BIM ระดับอาคาร BIM ระดับชั้น และ BIM ระดับห้อง



ภาพที่ 8 การแบ่งระดับข้อมูล BIM ตามลำดับของพื้นที่ส่วนย่อย

นอกจากนี้ BIM ยังถูกใช้เป็นเครื่องมือในการสื่อสาร ในกระบวนการพัฒนา DT ของอาคาร เช่น การแปลความต้องการของผู้ใช้งานออกมาเป็นต้นแบบอินเตอร์เฟซของแอปพลิเคชัน การกำหนดตำแหน่งและคุณสมบัติของอุปกรณ์ IoT สำหรับทีมช่างเทคนิค การกำหนดโครงสร้างของข้อมูลที่ใช้การแสดงผลสำหรับอินเตอร์เฟซแต่ละส่วน สำหรับทีมผู้พัฒนาแอปพลิเคชัน โดยมีคณะทำงานของผู้วิจัยเป็นผู้ออกแบบอินเตอร์เฟซการแสดงผลและระบบการทำงานของอุปกรณ์ในระบบ และเป็นผู้ประสานการทำงานระหว่างผู้มีส่วนเกี่ยวข้องแต่ละฝ่าย



ภาพที่ 9 ผังการทำงานในโครงการ Digital Twin Smart Building

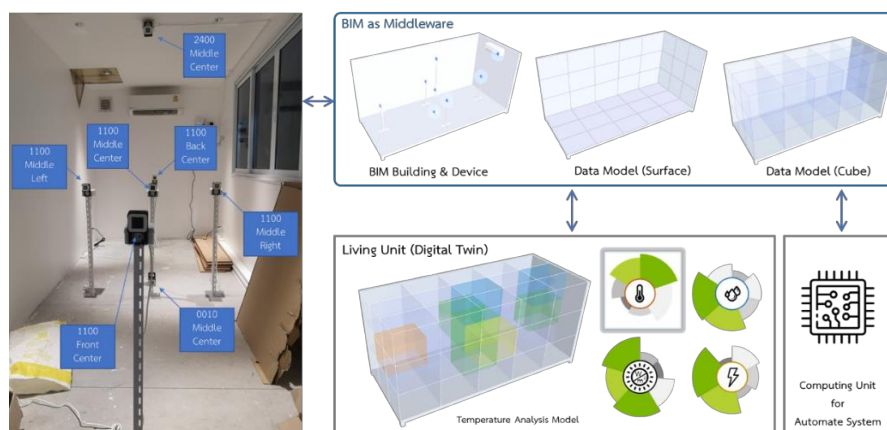
ข้อสรุปจากการทำงาน

ในปัจจุบัน แม้ว่าเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับ DT ได้ถูกพัฒนาอย่างก้าวกระโดด เช่น การพัฒนาอุปกรณ์ IoT การพัฒนาเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) ได้ทำให้เห็นถึงความเป็นไปได้ใหม่ ๆ ที่จะเกิดขึ้นจากการใช้งานข้อมูลดิจิทัล แต่การศึกษาถึงการนำ DT มาใช้ประโยชน์ โดยเฉพาะในวงการสถาปัตยกรรมกลับมีจำนวนไม่มากเท่าที่ควร

นอกจากนี้ จากการดำเนินโครงการพัฒนา DT ในระยะเวลาที่ผ่านมาของผู้วิจัย พบว่า การพัฒนาของเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง เช่น การพัฒนาอุปกรณ์ IoT จะทำให้เกิดข้อมูลดิจิทัลในช่วงการใช้งานอาคารขึ้นเป็นจำนวนมาก ซึ่งหากไม่มีการปรับตัวของผู้ที่เกี่ยวข้อง รวมถึงไม่มีการจัดการข้อมูลที่เกิดขึ้น วงการสถาปัตยกรรมจะถูกถาโถมด้วยข้อมูลอาคารปริมาณมหาศาลที่ไม่มีเป้าประสงค์ของการนำไปใช้งาน ดังนั้น การศึกษาถึงประโยชน์ของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี DT ในอาคาร และสร้างแนวทางในการจัดการข้อมูลอาคาร จึงเป็นประเด็นการพัฒนาที่มีความสำคัญ เนื่องจากจะเป็นการส่งเสริมคุณภาพชีวิตของผู้ใช้อาคารทุกระดับด้วยเทคโนโลยีที่มีความยั่งยืน

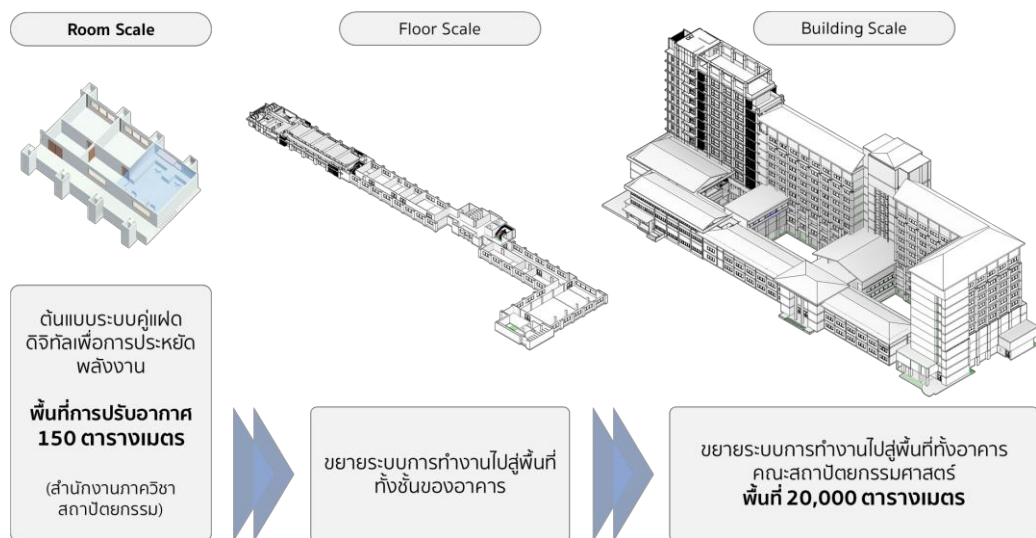
การขยายผลในอนาคต

การดำเนินโครงการในระยะเวลาที่ผ่านมา ได้ทำให้ผู้วิจัยเห็นถึงขั้นตอนทั้งหมดที่เกิดขึ้นในกระบวนการพัฒนา DT และได้มีแนวคิดในการประยุกต์ใช้งาน DT ด้วยอุปกรณ์ และวิธีการที่ไม่ซับซ้อน ที่สามารถขยายผลการทำงานของอุปกรณ์ต่อไปได้ในอนาคต เช่น การประยุกต์ใช้ DT จากอุปกรณ์ Home IoT เพื่อวิเคราะห์การใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ และประสิทธิผลในการสร้างภาวะน่าสบาย ที่ Hanare Model ซึ่งตั้งอยู่บริเวณ ภาควิชาการออกแบบอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยผลจากการประยุกต์ใช้ ได้ทำให้เห็นข้อมูลการใช้พลังงานจากการตั้งค่าการทำงานของเครื่องปรับอากาศในรูปแบบต่าง ๆ อย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งจะถูกนำไปพัฒนาต่อเป็นระบบการประหยัดพลังงานของอาคารในอนาคต



ภาพที่ 10 แผนการขยายผลโครงการ Hanare Model

นอกจากนี้ ในโครงการ ZEN Model ที่บริเวณหน้าคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และโครงการระบบคู่แฝดดิจิทัลเพื่อการประหยัดพลังงานของระบบปรับอากาศ ที่ห้องสำนักงานภาควิชาสถาปัตยกรรม จะเป็นการต่อยอดองค์ความรู้เกี่ยวกับ DT ที่ได้รับการดำเนินการโครงการที่ผ่านมา เพื่อนำมาสร้างระบบการจัดการพลังงานและการสร้างสภาพแวดล้อมในอาคารที่มีประสิทธิภาพ โดยเป็นระบบการทำงานของเทคโนโลยีดิจิทัลที่สามารถขยายผลการดำเนินงานเชิงพื้นที่ ให้ครอบคลุมทั้งอาคารของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ รวมถึงอาคารอื่น ๆ ในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยได้



ภาพที่ 11 แผนการขยายผล โครงการระบบคู่แฝดดิจิทัลเพื่อการประหยัดพลังงานของระบบปรับอากาศ