

การพัฒนาโปรแกรมเสริมเพื่อการวางตำแหน่งสัญลักษณ์ช่องเปิดบนผนังโดยอัตโนมัติ

Plug-in development for automatic wall positioning of block outs

สาขาวิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางสถาปัตยกรรม

ภาควิชาเทคนิคสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยศิลปากร

นางสาวฉาณิยา รายนานนท์

MISS Chaniya Rayananonda

บทคัดย่อ

การทำงานเขียนแบบในปัจจุบันมีการใช้งานระบบ BIM (Building Information Modeling) ซึ่งเป็นการทำโมเดล 3 มิติ แต่มีข้อมูลของโมเดลและการแยกองค์ประกอบของโมเดลชัดเจน โดยใช้เครื่องมือสร้างโมเดลเรียกว่า (BIM Application) ทำให้การทำงานสะดวกมากขึ้น ซึ่งโครงการค้นคว้าอิสระนี้ได้หยิบยกปัญหาจากการทำงานในส่วนการเขียนโมเดล 3 มิติเพื่อใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดประเภททรงกระบอก (Sleeve) สำหรับท่อของงานระบบสุขาภิบาล และระบบดับเพลิง ด้วยโปรแกรมออโต้เดสก์เรวิท (Autodesk Revit) โดยการทำงานนั้นงานทางสถาปัตยกรรมจะทำการสร้างโมเดลจำลอง 3 มิติ ขึ้นก่อนแล้วจึงตามด้วยงานระบบที่สร้างโมเดลให้สอดคล้องกัน หากโมเดลของงานทางสถาปัตยกรรมมีการปรับเปลี่ยนแบบ งานระบบจึงจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนแบบตามไปด้วย และเนื่องจากการทำงานนี้เป็นรูปแบบของดีไซน์ บิว (Design Build) เป็นการออกแบบไปพร้อมกับทำการก่อสร้างแน่นอนว่าจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงโมเดลอยู่ตลอดเวลาจนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ การใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดต้องมีการปรับเปลี่ยนหลายครั้ง ใช้เวลานานและมองหาได้ยาก เพราะโมเดลแต่ละงานมีความซับซ้อนและมีจำนวนไม่น้อย จึงพบว่าควรมีโปรแกรมเสริมในการค้นหาและใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดได้อัตโนมัติเพื่อมาช่วยแก้ปัญหานี้ได้

ส่วนของการพัฒนาโปรแกรมเสริมเพื่อใช้งานร่วมกับโปรแกรมออโต้เดสก์เรวิท (Autodesk Revit) คือสร้างโปรแกรมเสริมในการตรวจสอบหาจุดที่ชนกันโดยอัตโนมัติและจัดทำรายงานจุดที่ชนกันได้โดยอัตโนมัติ ให้งานใช้งานซับซ้อนน้อยที่สุด ใช้งานง่ายขึ้น โดยใช้พื้นฐานภาษาซีชาร์ป C# ซึ่งเป็นภาษาหลักที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมเสริมของโปรแกรมออโต้เดสก์เรวิท (Autodesk Revit) ในการสร้างชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของโปรแกรม

ผลลัพธ์ที่ได้นั่นคือโปรแกรมเสริมสามารถช่วยตรวจสอบ ใส่สัญลักษณ์ช่องเปิด และปรับขนาดช่องเปิดได้โดยอัตโนมัติ นอกจากนี้ยังสามารถรายงาน (Report) ตำแหน่งความผิดปกติของโมเดลที่ไม่สามารถใส่สัญลักษณ์ช่องแบบทรงกระบอก (Sleeve) ได้ เพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นส่งต่อไปยังวิศวกรผู้ออกแบบได้พิจารณาแนวทางแก้ไขต่อไป ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกระบวนการทำงานแบบเดิม พบว่า การมีโปรแกรมเสริมดังกล่าวเข้ามาช่วยทำให้

ประสิทธิภาพการทำงานมากขึ้นกว่าเดิม ใช้งานสะดวก ประหยัดเวลาขึ้นประมาณ 23 เท่าของเวลาเดิม (เวลาจะขึ้นอยู่กับขนาดของไฟล์งาน) และช่วยลดความผิดพลาดจากการทำงานภายใต้โมเดลที่ซับซ้อนได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ: สัญลักษณ์ช่องเปิด, การใส่สัญลักษณ์ช่องเปิด, สัญลักษณ์ช่องเปิดทรงกระบอก

Abstract

Nowadays, working on drafting is implemented with BIM (Building Information Modeling) which is a 3D modeling, but with separation of model elements and clear model information. Using a modeling tool called BIM Application. It makes work more convenient. Whereof this independent research project has identified problems with working in a 3D model to insert a symbol for a cylindrical type of opening (Sleeve) for pipes of sanitary system and fire protection system by Autodesk Revit Program. By working, the architecture will create a 3D model separately from the system work. Starting from the architectural work, the model will be created first, and then followed by the system work that creates a model following the structure of the architecture. If the architectural model is modified System's work, therefore, needs to be modified accordingly. And because this work is a form of design-build. It is designed along with construction which of course will be changed until complete Inserting the opening symbol requires several adjustments. It's quite time-consuming and hard to find because each model is complicated and there are not a few. Therefore found that there should be a plug-in to verify for intersect point and insert the opening symbol automatically to solve the problem.

The development of a plug-in program for use with Autodesk Revit program is to create a plug-in to automatically detect collision points and generate automatic collision reports with minimal complexity and so easy to use. Based on C Sharp (C#) which is the main language of Autodesk Revit program to create a set of instructions to control the operation of the program.

The result is a plug-in program can verify for intersecting point, insert the opening symbol, and have the opening size-adjusted automatically. In addition, a plug-in is able to report the abnormal position of a model that can't insert a cylindrical slot symbol (Sleeve) for transfer detail of data to the designer and for further consideration of alternative solutions. The comparison between traditional work processes and plug-in programs found that there are plug-in programs to increase the efficiency of the work than before, convenient to use, save time about 23 times the original time. (Time depends on the size of the job file), and greatly reduce errors from working under complex models.

Keyword: Sleeve, Block out, opening

บทนำ (Introduction)

กระบวนการทำงานที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน เริ่มจากการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ (3D Model) งานระบบ(MEP) ขึ้นมาตามแบบของผู้ออกแบบ (MEP Model) โดยการสร้างแบบจำลอง 3 มิติกับแบบโครงสร้างอาคาร (Structural Engineer) และแบบทางสถาปัตยกรรม (Architectural Model) จากนั้นจึงทำการนำแบบจำลอง 3 มิติ ของงานระบบ มาตรวจสอบการชนกัน (Combine) ซึ่งในการตรวจสอบการชนกันของแบบจะแบ่งเป็น 2 กรณี คือ 1.กรณีที่งานระบบ ชนกับโครงสร้างหลักของอาคาร เช่น คาน เสา เป็นต้น กรณีนี้จะต้องทำการย้ายงานระบบ เช่น ท่อ ไม้ให้ชนกับ โครงสร้างหลักของอาคาร 2. กรณีชนกับงานทางสถาปัตยกรรม เช่น ผนัง เป็นต้น กรณีนี้จะต้องวางสัญลักษณ์ (Element) ของช่องเปิดทั้งรูปแบบสี่เหลี่ยมและทรงกระบอก ซึ่งเรียกทั้ง 2 ลักษณะนี้ว่า “Block out” หรือเรียกว่า การ ทำ Opening Drawings แต่ในการทำงานนั้นเพื่อเป็นการแยกประเภททั้ง 2 ลักษณะนี้ให้เข้าใจง่ายขึ้นทางโครงการจึง เรียกช่องเปิดสี่เหลี่ยมเป็น “Block out” และทรงกระบอกเป็น “Sleeve”

โปรแกรมที่ใช้ในปัจจุบันนั้นสามารถแสดงผลการตรวจสอบการชนกันระหว่างโมเดล (Model) ทาง สถาปัตยกรรมและงานระบบได้ในรูปแบบภาพ 3 มิติ (3D) แต่เนื่องจากบางจุดการชนกันมีความซับซ้อน มองยาก และมีจุดที่ชนกันจำนวนมาก การค้นหาจึงยากขึ้นไปอีก ประกอบกับผู้ใช้งานนั้นสามารถเรียกดูจุดที่ชนกันได้ทีละจุดจากรายการรหัสประจำตัวของวัตถุนั้นๆ(Element ID)ที่โปรแกรมค้นหาได้ ส่งผลให้การวางองค์ประกอบของช่องเปิด (Sleeve, Block out) ในโมเดลทำได้ยาก ใช้เวลานาน อาจทำให้การวางแต่ละครั้งระยะห่างจากขอบท่อถึงสัญลักษณ์ (Element) ของช่องเปิด (Sleeve) มีความคลาดเคลื่อน ใสไม่ครบจุด และขนาดไม่ถูกต้อง เป็นต้น สำหรับในโครงการทำงานปัจจุบันนั้นคือโครงการรถไฟฟ้าสายสีส้มตะวันออกมีทั้งหมด 17 สถานี (Station) และ 10 สถานีชาร์ฟ (Shaft) ระยะทางช่วงศูนย์วัฒนธรรม- มีนบุรี(สุวินทวงศ์) ระยะทางรวม 21.1 กิโลเมตร โดยผู้ศึกษาจะทำหน้าที่เขียนโมเดล 3 มิติ ทั้ง 10 ชาร์ฟ (Shaft) ชาร์ฟละ 6 ชั้น พื้นที่ชั้นละประมาณ 600 ตารางเมตร เป็นงานระบบสุขาภิบาล (Sanitary System) และระบบดับเพลิง (Fire Protection System) เป็นหลัก เนื่องจากทั้งหมดจะเป็นการเขียนแบบงานท่อเป็นหลัก อีกทั้งทำหน้าที่ใส่สัญลักษณ์ช่องเปิด “Opening Drawing” ดังนั้น 80-90% จึงใช้สัญลักษณ์บอกรหัสตำแหน่งช่องเปิดเป็นประเภททรงกระบอก (Sleeve) ใช้เวลาประมาณสถานีละ 12 ชั่วโมง ซึ่งเป็นเวลาที่ค่อนข้างมากสำหรับการทำงานในขั้นตอนนี้ และหากจำเป็นต้องมีการแก้ไขแบบโมเดลเพิ่มเติม ก็จำเป็นต้องเพิ่มเวลาในการค้นหามากขึ้น จึงส่งผลต่อเนื่องไปยังกระบวนการก่อสร้างจริง เช่น

1. หาดำแหน่งของการชนกันได้ยาก เสียเวลาในการค้นหาค่อนข้างมาก การหาจุดชนกันไม่ครบถ้วน หรือ อาจหาไม่เจอเนื่องจากความซับซ้อนของแบบ
2. อาจเกิดข้อผิดพลาดทำให้การวางตำแหน่งช่องเปิดผิดตำแหน่ง หรือไม่ตรงตามขนาด
3. ใช้เวลาพอสมควรกับการแก้ไขหน้างาน ทำให้งานล่าช้า อีกทั้งสิ้นเปลืองงบประมาณในการแก้ไข

จากปัญหาที่ได้กล่าวมา จึงมีความสนใจศึกษาพัฒนาโปรแกรมเสริมเพื่อการวางตำแหน่งสัญลักษณ์ช่องเปิดบนผนังโดยอัตโนมัติ และสามารถทำได้พร้อมกันหลายๆจุด เพื่อแก้ไขปัญหาการหาจุดชนกันของโมเดลได้ไม่

ครบถ้วน หรืออาจวางสัญลักษณ์ (Element) ของช่องเปิดประเภททรงกระบอก (Sleeve) ได้ไม่ครบทุกจุด ลดการคลาดเคลื่อนของตำแหน่งช่องเปิดประเภททรงกระบอก (Sleeve) เวลาที่โมเดลมีการแก้ไขและต้องทำการเคลื่อนย้ายตาม อีกทั้งสามารถลดระยะเวลาการทำงานในขั้นตอนนี้ให้น้อยลง และลดความเสี่ยงในการเกิดข้อผิดพลาดจนต้องแก้ไขในงานก่อสร้างจริง

วัตถุประสงค์ของการศึกษา (Objective)

เพื่อศึกษาพัฒนาชุดโปรแกรมเสริมเพื่อการวางตำแหน่งสัญลักษณ์ช่องเปิดบนผนังโดยอัตโนมัติ ลดกระบวนการทำงานที่ซ้ำซ้อนในการค้นหาจุดชนกันของชิ้นงาน ลดความคลาดเคลื่อน ลดระยะเวลาการทำงานให้สั้นลง และสามารถวางสัญลักษณ์ (Element) ของช่องเปิดประเภททรงกระบอก (Sleeve) ได้พร้อมกันหลายจุดในเวลารวดเร็วขึ้น อีกทั้งลดความเสี่ยงการเกิดข้อผิดพลาดในการก่อสร้างจริง

อุปกรณ์และวิธีการ (Materials and Method)

รายละเอียดอุปกรณ์และซอฟต์แวร์ (Software) พื้นฐาน ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows 10 64-bit
2. โปรแกรมออโต้เดสก์เรวิท 2020 (Autodesk Revit 2020) ขึ้นไป
3. โปรแกรม Visual Studio 2019

แนวคิดของเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมนั้น สืบเนื่องจากปัจจุบันบริษัทได้ใช้งานโปรแกรม Revit ในการทำงานอยู่ จึงมีช่องทางการพัฒนาอยู่ 2 ช่องทาง คือ 1. ไดนามอ (Dynamo) 2. ภาษาซีชาร์ป (C#) ซึ่งผู้ศึกษาใช้ภาษาซีชาร์ป (C#) ในการพัฒนาโปรแกรมเสริมขั้นต่อไป เนื่องจากโปรแกรม Revit มีพื้นฐานของภาษาซีชาร์ป (C#) เป็นหลัก และสามารถออกแบบพัฒนาหน้าต่างของโปรแกรมเสริม (Interface Tool) ให้ผู้ใช้งานทั่วไปสามารถใช้งานได้ไม่ซับซ้อน จึงใช้ช่องทางนี้เป็นเครื่องมือที่ใช้พัฒนาประกอบกับโปรแกรม Visual Studio 2019 ในการช่วยตรวจสอบข้อผิดพลาดของการเขียนโปรแกรมและพัฒนา ถัดมาเป็นขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมเสริม เริ่มจากการจัดเตรียมข้อมูล (Data Set) ที่เป็นส่วนประกอบของการเขียนโมเดลในกระบวนการใส่สัญลักษณ์ช่องเปิด คือ การจัดเตรียมแฟมิลี (Family) แบบปรับค่าได้, การจัดเตรียมข้อมูลตารางของระยะห่างระหว่างท่อในการเขียนโมเดลเพื่อการติดตั้งท่ออย่างถูกต้อง, การกำหนดขอบเขตระยะห่างของสัญลักษณ์ช่องเปิดที่มีต่อแนวขอบผนัง ระดับพื้น ระดับฝ้าเพดานเพื่อเว้นระยะให้เหมาะสม จากนั้นจึงออกแบบส่วนประกอบของโปรแกรม (Module) ที่ออกแบบจากขั้นตอนการทำงานจริงเพื่อช่วยให้การทำงานสะดวกมากยิ่งขึ้นโดยแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

1. ส่วนของการตรวจสอบจุดชนกันของโมเดล (Check Clash Process) และกระบวนการใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดแบบทรงกระบอก (Add Sleeve Process) เป็นการตรวจสอบตำแหน่งที่มีการชนกันของโมเดลระหว่างท่อกับผนังโดยอัตโนมัติและโปรแกรมเสริมทำการใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดแบบทรงกระบอก (Sleeve) ที่เตรียมไว้แล้วจากการจัดเตรียมแฟมิลี (Family) ไปยังจุดที่ชนกันได้อัตโนมัติพร้อมกันหลายจุด โดยให้ขนาดของ

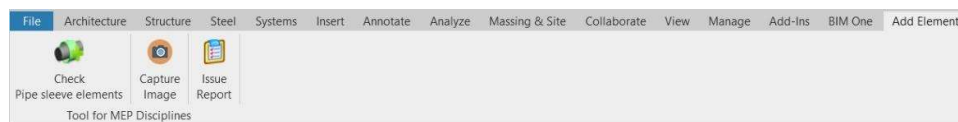
สัญลักษณ์ช่องเปิดใหญ่กว่าขนาดของท่อ (Outside diameter “OD”) อยู่ที่ 50 มิลลิเมตร (mm.) และสัญลักษณ์ช่องเปิดยังสามารถปรับขนาดได้อัตโนมัติตามขนาดของท่อ และใส่สีเขียวไปยังสัญลักษณ์ช่องเปิดทรงกระบอก (Sleeve) เพื่อให้ผู้ใช้งานมองเห็นได้ชัดเจน แต่หากตำแหน่งใดที่มีการชนกันของโมเดลแต่ไม่สามารถใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดทรงกระบอกได้ เนื่องจากเงื่อนไขการติดตั้งท่อและระยะที่ไม่เหมาะสม เช่น ท่อผ่านผนังที่มีแนวเอียงไม่ตั้งฉากกับผนัง โปรแกรมเสริมจะทำการใส่สัญลักษณ์ทรงกลมขนาดใหญ่สีแดงให้แทนที่เพื่อเป็นการแจ้งเตือนว่าตำแหน่งดังกล่าวไม่สามารถใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดได้

2. ส่วนของการถ่ายภาพหน้าจอบนหน้าจอ (Capture Process) เป็นการออกแบบมาเพื่อช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถปรับแต่งมุมมองของโมเดลบนหน้า 3 มิติ ในจุดที่มีการชนกันของโมเดล จากนั้นทำการบันทึกภาพได้ตามต้องการเพื่อนำภาพเหล่านั้นไปประกอบการประชุม การพูดคุยกับผู้ออกแบบ เป็นต้น โดยที่ไม่ต้องใช้โปรแกรมอื่นในการบันทึกภาพ

3. ส่วนของการสร้างรายงาน (Issue Report Process) ในส่วนนี้จะต่อเนื่องกับส่วนที่ 1 ซึ่งเมื่อจบกระบวนการทำงานของส่วนที่ 1 แล้ว ส่วนนี้จะทำการสร้างรูปแบบรายงานเป็นไฟล์เอชทีเอ็มแอล (HTML) ที่ได้จากตำแหน่งที่มีการชนกันของโมเดลแต่ไม่สามารถใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดแบบทรงกระบอกได้ นั่นคือตำแหน่งที่มีเฉพาะสัญลักษณ์ทรงกลมวางอยู่ โดยโปรแกรมเสริมจะดึงข้อมูลที่สำคัญจากจุดนั้นๆ รวมถึงรูปภาพมานำเสนอเป็นข้อ ๆ บนรายงาน เพื่อให้ผู้ใช้งานหรือผู้เขียนแบบโมเดลนำส่งรายงานฉบับนี้ไปปรึกษาหรือเข้าประชุมกับทางวิศวกรผู้ออกแบบได้หาทางแก้ไขปัญหาดังกล่าว

เมื่อออกแบบส่วนประกอบของโปรแกรมทั้ง 3 ส่วนเรียบร้อยแล้ว จึงทำการออกแบบหน้าต่างการทำงานของโปรแกรมเสริมและปุ่มกดเพื่อเชื่อมต่อการทำงานเข้าด้วยกันโดยมีลักษณะดังภาพต่อไปนี้

ภาพที่ 1 ส่วนประกอบของหน้าต่างของโปรแกรมเสริมและปุ่มการทำงาน



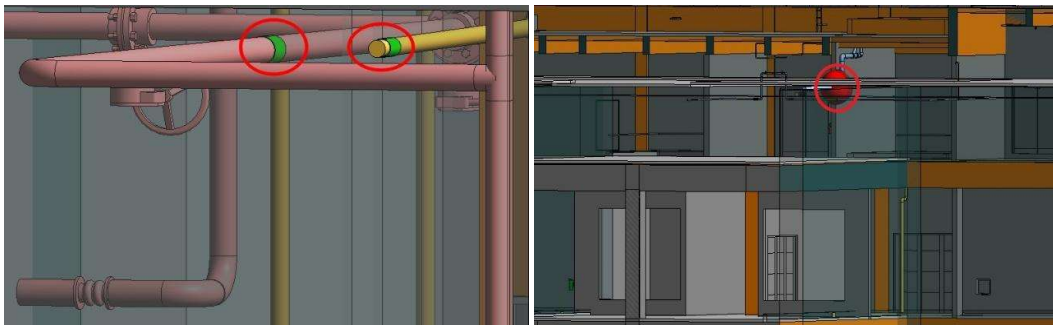
แถบเครื่องมือที่ใช้ชื่อว่า “Add Elements” จะทำการสร้างและเก็บปุ่มของโปรแกรมเสริมที่ไว้สำหรับใช้งาน (App.cs) ซึ่งปุ่มการทำงานมีด้วยกัน 3 ปุ่ม ปุ่มที่ 1 คือ ปุ่มการทำงานของโปรแกรมเสริมที่ใช้ชื่อว่า “Check Pipe Sleeve Element” เป็นปุ่มที่นำส่วนของการตรวจสอบจุดชนกันของโมเดลและการใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดแบบทรงกระบอกและสัญลักษณ์ทรงกลมได้โดยอัตโนมัติมาทำงานภายใต้ปุ่มนี้ ปุ่มที่ 2 คือ ปุ่มที่ใช้ชื่อว่า “Capture Image” เป็นปุ่มที่นำส่วนของการถ่ายภาพหน้าจอบนหน้าจอให้ผู้ใช้งานสามารถปรับแต่งมุมมองของโมเดลบนหน้า 3 มิติ ในจุดที่มีการชนกันของโมเดลและบันทึกภาพมาทำงานภายใต้ปุ่มนี้ และปุ่มที่ 3 คือ ปุ่มที่ใช้ชื่อว่า “Issue Report” เป็นปุ่มที่นำส่วนของการ

สร้างรายงานจากการใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดจากการกดปุ่มที่ 1 แล้ว โดยจะดึงข้อมูลเฉพาะของสัญลักษณ์ทรงกลม (Sphere) ที่เป็นการแจ้งเตือนจุดที่เกิดปัญหา มาจัดทำเป็นรายงานเรียงลำดับเป็นแต่ละรายการ

ผลและวิจารณ์ (Result and Discussion)

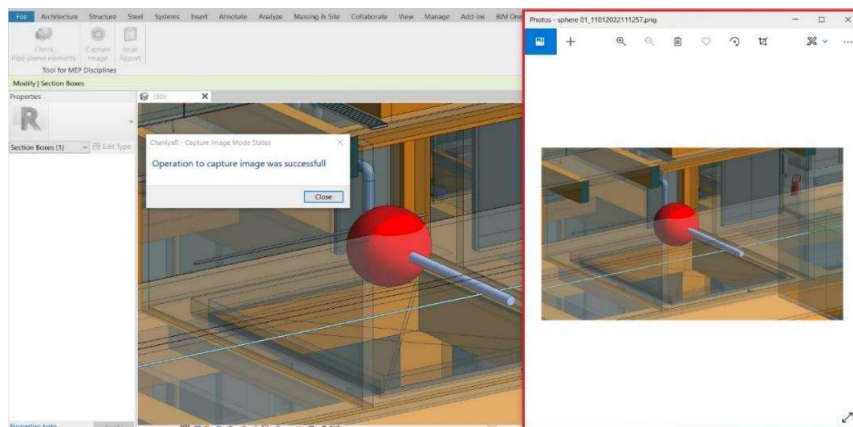
การใช้งานส่วนของการตรวจสอบจุดชนกันของโมเดลและกระบวนการใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดแบบทรงกระบอก (Check Pipe Sleeve Element Button) ผลลัพธ์ที่ได้คือโปรแกรมเสริมจะทำการใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดแบบทรงกระบอก (Sleeve) ให้อัตโนมัติด้วยระยะและขนาดอ้างอิงตามขนาดของท่อในตำแหน่งของจุดที่มีการชนกันระหว่างท่อ (Pipe) ของงานระบบสุขาภิบาลและระบบดับเพลิงกับผนัง (Wall) ของงานสถาปัตยกรรม และใส่สัญลักษณ์ทรงกลม (Sphere) ในตำแหน่งของจุดที่ชนกันแต่ไม่สามารถใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดได้เนื่องจากไม่ตรงตามข้อกำหนดการติดตั้งสัญลักษณ์ช่องเปิดเพื่อเป็นการแจ้งเตือน

ภาพที่ 2 ผลลัพธ์จากการใช้งานปุ่ม Check Pipe Sleeve Element



การใช้งานส่วนของการถ่ายภาพหน้าจอบนหน้าจอ (Capture Image Button) ผลลัพธ์ที่ได้คือโปรแกรมเสริมจะทำการบันทึกภาพในมุมมองที่ผู้ใช้งานต้องการ โดยในส่วนการปรับแต่งมุมมองนั้นผู้ใช้งานสามารถทำได้บนหน้า 3 มิติของโปรแกรมจากนั้นทำการตั้งชื่อของภาพที่จะบันทึก จึงได้เป็นภาพสกุลพีเอ็นจี (.PNG) นำไปใช้งานต่อได้ทันที

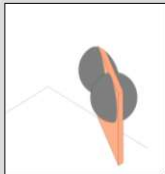
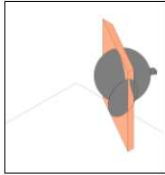
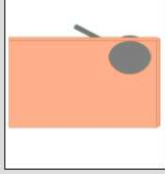
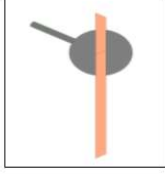
ภาพที่ 3 ผลลัพธ์จากการใช้งานปุ่ม Capture Image



การใช้งานส่วนของการสร้างรายงาน (Issue Report Button) โปรแกรมจะแสดงผลรายงานในรูปแบบของไฟล์เอชทีเอ็มแอล (HTML) ซึ่งหลังจากทำการกดปุ่มที่ 1 เพื่อใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดแล้ว หากต้องการตรวจสอบว่ามีจุดใดที่เกิดปัญหาไม่สามารถใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดได้บ้าง ให้ทำการกดใช้งานปุ่มที่ 3 นี้ต่อได้ทันทีเพื่อให้โปรแกรมนำข้อมูลปัญหาที่พบมาเรียบเรียงพร้อมรูปภาพจัดเป็นรายงานตามลำดับโดยมีหัวข้อบนรายงาน คือ 1.รหัสสัญลักษณ์ทรงกลม (Id Sphere) 2.กริดไลน์บอกตำแหน่ง (Grid line location) 3.ชั้น (Level) 4.รหัสของท่อที่ชน (Id pipe position) 5.ระบบของท่อ (System pipe) 6.ขนาดท่อ (Pipe size) 7.รหัสของผนังที่ชน (Id wall position) 8.ประเภทของผนัง (Wall type) 9.ภาพ (Captured Sphere) หัวข้อที่กล่าวมาสามารถนำไปใช้ประกอบการประชุม การปรึกษากับวิศวกรผู้ออกแบบที่ไม่ได้ใช้งานโปรแกรมเรวิท (Autodesk Revit) เป็นหลักเพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์และหาแนวทางการแก้ปัญหา และสะดวกต่อการแก้ไขโมเดลของผู้ใช้งานโปรแกรมเรวิท (Autodesk Revit) โดยตรง

ภาพที่ 4 ผลลัพธ์จากการใช้งานปุ่ม Issue Report

HTML Issue Report Table

Image	Image Name	Level	Gridline	Pipe Size	Pipe Id	Pipe System	Wall Id	Wall Type
	AE_Sphere-ID-973621-25012022-084252	Level 1	3-A	ø200	930314	Hydronic Supply	370738	Generic - 200mm - Case Study
	AE_Sphere-ID-973647-25012022-084253	Level 1	3-A	ø200	930824	Hydronic Supply	370738	Generic - 200mm - Case Study
	AE_Sphere-ID-973656-25012022-084253	Level 1	4-D	ø150	935055	Sanitary	371790	Generic - 200mm - Case Study
	AE_Sphere-ID-973657-25012022-084254	Level 1	5-D	ø150	935057	Sanitary	371791	Generic - 200mm - Case Study

บทสรุป (Conclusion)

จากการพัฒนาโปรแกรมเสริมเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ต่างๆ เช่น การช่วยลดขั้นตอนในการทำงานให้สั้นลง ลดระยะเวลาในการทำงาน ลดปัญหาความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในขั้นตอนการก่อสร้างจริงนั้น ได้ทำการสร้างโปรแกรมเสริมและให้ผู้เชี่ยวชาญหรือผู้มีหน้าที่หลักในการเขียนโมเดล 3 มิติ (3D Model) ทำการทดลองใช้งานจึงมีผลสรุปความสามารถของโปรแกรมเสริมแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ 1. ด้านการวิเคราะห์ข้อมูลโมเดล สามารถตรวจสอบหาจุดชนกันระหว่างโมเดลต่อจากงานระบบสุขาภิบาลและระบบดับเพลิงกับโมเดลผนังของงานทางสถาปัตยกรรมได้พร้อมกันที่หลายจุด 2. ด้านการใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดทรงกระบอก (Sleeve) ที่เป็นแฟมิลี (Family) ได้โดยอัตโนมัติเพื่อการบอกตำแหน่งจุดเจาะของผนัง และสามารถใส่พร้อมกันได้หลายๆจุดภายใต้เงื่อนไขการติดตั้ง 3. ด้านการรายงานผลกรณีไม่เข้าเงื่อนไข และอาจเกิดข้อสงสัยในการใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดทรงกระบอก (Sleeve) จึงได้แจ้งเตือน (Warning) ในรูปแบบของสัญลักษณ์ทรงกลม (Sphere) พร้อมกับแสดงสีแดงเพื่อการมองเห็นปัญหาตรงจุดนั้นอย่างง่ายดาย ทำให้ผู้ใช้งานสามารถนำข้อมูลนี้ไปจัดทำรายงานเพื่อส่งต่อไปยังผู้ออกแบบ (Designer) พิจารณาได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น ซึ่งจากการใช้งานโปรแกรมเสริมกับชิ้นงานจริงมีผลสรุปด้านความเร็วของการทำงานเพิ่มขึ้นดังภาพต่อไปนี้

ภาพที่ 5 ผลสรุปการเปรียบเทียบระหว่างการทำงานวิธีเดิมกับการทำงานด้วยโปรแกรมเสริม

ลักษณะการทำงาน	ระยะเวลาทั้งสิ้น	เฉลี่ย 6 ชั้น ชั้นละ
วิธีเดิม (ด้วยมือ)	348 นาที	58 นาที
วิธีใช้โปรแกรมเสริม	15 นาที	2.5 นาที
รวมเวลาในการทำงานด้วยโปรแกรมเสริมเร็วกว่าวิธีเดิม 333 นาที หรือ 5 ชั่วโมง 33 นาที คิดเป็น 23.2 เท่า ของเวลาการทำงานทั้งหมด		

เนื่องจากการพัฒนาโปรแกรมเสริมในครั้งนี้ ได้กำหนดขอบเขตในการสร้างสัญลักษณ์ช่องเปิดประเภทเดียวคือแบบทรงกระบอก (Sleeve) เพื่อนำไปใช้กับงานระบบสุขาภิบาลและระบบดับเพลิง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นลักษณะงานที่ใช้ท่อทั้งสิ้นจึงเริ่มจากการพัฒนาจุดนี้ และหลังจากพัฒนาโปรแกรมเสริมครั้งนี้ ได้ทำการทดสอบการใช้งานโปรแกรมเสริมและได้รับการแสดงความคิดเห็นจากทั้งผู้เชี่ยวชาญการออกแบบและผู้ทดลองใช้โปรแกรมจึงพบว่า โปรแกรมเสริมยังสามารถพัฒนาเพิ่มได้อีก เช่น การบอกระดับของใต้ท้องท่อ (Bottom of pipe) โดยอัตโนมัติบนหน้ารายงาน (Report) เพื่อเป็นข้อมูลเพิ่มเติม, แนวทางการสร้างสัญลักษณ์ช่องเปิดแบบทรงสี่เหลี่ยม (Block Out) เพื่อให้สามารถขยายขอบเขตการทำงานเพิ่มขึ้น โดยให้สามารถใช้กับงานระบบอื่นๆ ได้ เช่น งานระบบปรับอากาศ ที่มีลักษณะงานเป็นการใช้ดัก (Duct) เป็นต้น จึงนำมาสู่แนวทางการพัฒนาโปรแกรมเสริมในอนาคต

สุดท้ายนี้คาดหวังว่าการพัฒนาโปรแกรมเสริมในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ไม่มากนักน้อยต่อผู้ใช้งานโปรแกรมเสริมและผู้รับรายงานรวมถึงผู้ที่มีความสนใจในโปรแกรมเสริม หากเกิดข้อผิดพลาดประการใดขออภัยไว้ ณ ที่นี้

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

การศึกษาและพัฒนาโปรแกรมเสริมของโครงการค้นคว้าอิสระนี้มีความประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ช่วยลดระยะเวลาในการทำงาน และลดข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น ทั้งนี้โครงการค้นคว้าอิสระนี้สำเร็จตามเป้าหมายได้นั้น เพราะได้รับความกรุณาจาก ศาสตราจารย์รัฐดิพัฒน์ ประทานทรัพย์ ซึ่งท่านเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่มอบความรู้ และให้คำแนะนำที่ดีเสมอมา ทำให้ผู้ศึกษาได้เรียนรู้และเปิดมุมมองใหม่เกี่ยวกับด้านเทคโนโลยีและการพัฒนาโปรแกรมเสริมเพื่อช่วยในการออกแบบ รวมถึงท่านอาจารย์ธนพนธ์ อินทรเกษตร อาจารย์ธำรง จำเนียรดำรง การ ที่ท่านได้มอบความรู้และความช่วยเหลืออันเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาโปรแกรมเสริมในครั้งนี้ จึงขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ทุกท่าน

ขอขอบพระคุณประธานกรรมการและคณะกรรมการผู้ตรวจสอบโครงการค้นคว้าอิสระ ที่ให้แนวทางและคำแนะนำที่ดีเพื่อการปรับปรุงแก้ไขการพัฒนาโปรแกรมครั้งนี้ให้สมบูรณ์แบบมากขึ้น

ขอขอบพระคุณ คุณยุทธนา คงคารัตน์ วิศวกรงานระบบ ผู้ซึ่งให้คำแนะนำและวิธีการแก้ไขปัญหาเรื่องการพัฒนาโปรแกรมเสริมมาโดยตลอด คุณวรวิญญู ทองขาว หัวหน้าวิศวกรงานระบบอาคาร และพี่ๆทีมผู้เขียนแบบ 3 มิติ งานระบบจากบริษัท วิศวกรรมธรณีและฐานราก จำกัด ทุกท่านที่ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะจากการทดลองใช้งานโปรแกรมเสริมในครั้งนี้ เพื่อนำไปปรับปรุงพัฒนาต่อไป

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ครอบครัวที่สนับสนุน ผลักดันให้กล้าที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่และฝ่าฟันอุปสรรคต่างๆมาจนประสบความสำเร็จบรรลุตามเป้าหมาย อีกทั้งเพื่อนทุกคนที่เป็นกำลังใจสำคัญ

จะไม่มีวันนี้ได้หากไม่ได้รับการอบรมสั่งสอนของท่านอาจารย์ การสนับสนุนจากครอบครัว และกำลังใจจากทุกท่าน

นางสาว ฌาณิยา รายนานนท์

เอกสารอ้างอิง (Reference)

ระบบสุขาภิบาลในงานอาคาร.

เข้าถึงเมื่อ 26 มีนาคม 2563 เข้าถึงจาก <http://www.stalucon9.com/index.php?mo=3&art=42104822>

หลักเกณฑ์การพิจารณาพื้นที่สำหรับการออกแบบระบบดับเพลิง และป้องกันอัคคีภัยภายในอาคาร.

เข้าถึงเมื่อ 26 มีนาคม 2563 เข้าถึงจาก <https://www.wazzadu.com/article/4714>

เอกราช อัจฉิวิตร. (2015). "วิธีการบำรุงรักษาและปรับปรุงสภาพงานท่อระบบสุขาภิบาลภายในอาคารเก่า เพื่อให้พร้อมใช้งาน : กรณีศึกษาอาคารสำนักงาน."

วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

MRTOrangeLine. (2018). 3D model making illustrations.

Th-n.decroexpro.com. (2015-2019). Standard.