บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นการศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถของระบบสื่อสารงานออกแบบสถาปัตยกรรมด้วยระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ ให้สามารถทำหน้าที่เป็นเครื่องมือช่วยสนับสนุนการเข้ามามีส่วนร่วมในการพิจารณางานออกแบบระหว่างสถาปนิกกับเจ้าของอาคาร โดยสนับสนุนบุคคลต่าง ๆ ในทีมออกแบบ-ก่อสร้าง เช่น นักออกแบบภายใน และผู้รับเหมาก่อสร้าง โดยมีขั้นตอนในการดำเนินงานดังนี้

1. การวิเคราะห์ความต้องการของระบบ
2. การออกแบบโครงสร้างการทำงานของระบบ
3. การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานของระบบ
4. การเลือกเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. รายละเอียดของอาคารที่ใช้เป็นกรณีศึกษาในการพัฒนาระบบ

3.1 การวิเคราะห์ความต้องการของระบบ

ในการดำเนินงานวิจัยนี้ การวิเคราะห์ความต้องการของระบบเป็นการศึกษาถึงข้อจำกัดของเครื่องมือช่วยสนับสนุนการติดต่อสื่อสารงานออกแบบสถาปัตยกรรม ที่ช่วยให้เจ้าของอาคารและบุคคลในทีมออกแบบ-ก่อสร้าง (Design-Build: D/B) เข้ามามีส่วนร่วมในงานออกแบบตลอดจนปัญหาอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดจากการใช้งานซอฟแวร์ที่ส่งผลต่อบทบาทการมีส่วนร่วมในงานออกแบบของผู้เข้าร่วมแต่ละฝ่าย เพื่อให้ทราบถึงแนวทางของการเพิ่มความสามารถให้ระบบสื่อสารด้วยระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติสำหรับการทำหน้าที่เป็นเครื่องมือสนับสนุนการออกแบบร่วมกันระหว่างสถาปนิกและผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบ และนำแนวทางการสร้างคุณสมบัติเพิ่มเติมที่ได้จากการวิเคราะห์ดังกล่าว ไปใช้ในการออกแบบโครงสร้างการทำงานของระบบในขั้นตอนต่อไป โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน ตามลักษณะของผู้ใช้งานระบบ ดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์ความต้องการของระบบในส่วนของสถาปนิก
2. การวิเคราะห์ความต้องการของระบบในส่วนของผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบ

3.1.1 การวิเคราะห์ความต้องการของระบบในส่วนของสถาปนิก

บทบาทของสถาปนิกในการออกแบบร่วมกันกับผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบ ทำให้สถาปนิกต้องมีการติดต่อสื่อสารกับผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบตลอดเวลา ไม่ว่าจะเป็นการนัดพบหรือนำเสนองานออกแบบผ่านทางเครือข่ายการสื่อสารที่มีอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งขั้นตอนการทำงานออกแบบนั้นจะมีลักษณะวนเวียนซ้ำซ้อน (cyclical) อยู่เสมอจนกว่าจะได้ผลลัพธ์จากการประเมินที่เหมาะสมกับความคิดเห็นของทุกฝ่าย ทำให้ต้องมีการนำเสนองานออกแบบอยู่บ่อยครั้ง ถึงแม้การนำเสนองานออกแบบด้วยสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติจะทำให้ผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบคนอื่น ๆ เข้าใจในงานออกแบบได้ แต่ไม่สามารถแสดงการตอบรับ (feedback) หรือแสดงความคิดเห็น (discuss) ได้อย่างตรงจุด ก็จะส่งผลให้เกิดความผิดพลาดในการเข้าใจงานออกแบบได้

เมื่อพิจารณาถึงการออกแบบของสถาปนิก นอกจากการมีส่วนร่วมในการออกแบบของเจ้าของอาคารแล้ว แต่ถ้าเป็นการให้บริการในรูปแบบออกแบบ-ก่อสร้าง (Design-Build: D/B) โดยเจ้าของอาคารได้ทำการว่าจ้างกับทีมก่อสร้างเพียงสัญญาเดียว ซึ่งประกอบไปด้วย สถาปนิก ผู้รับเหมาก่อสร้าง (contractor) นักออกแบบภายใน (interior designer) และที่ปรึกษาอื่น ๆ บุคคลเหล่านี้ในทีมออกแบบ-ก่อสร้าง ก็มีผลต่อการออกแบบของสถาปนิกเช่นกัน แต่ถ้ามีการสื่อสารงานออกแบบผ่านทางสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ จะทำให้เกิดการผิดพลาดในการใช้งานเนื่องจากจำนวนผู้ใช้งานที่เพิ่มขึ้นมากกว่า 2 ฝ่าย เช่น เจ้าของอาคารไม่ควรได้รับข้อมูลที่สถาปนิกติดต่อกับผู้รับเหมาก่อสร้าง และผู้รับเหมาก่อสร้างไม่ควรได้รับข้อมูลที่สถาปนิกติดต่อกับเจ้าของอาคาร เพราะจะทำให้เกิดการสับสนในการประสานงานขึ้นได้

จากตัวอย่างที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า ในการสนับสนุนการมีส่วนร่วมในงานออกแบบของเจ้าของอาคารและและบุคคลในทีมออกแบบ-ก่อสร้างที่เข้ามามีส่วนร่วมในการออกแบบและร่วมแสดงความคิดเห็นนั้น จะทำให้เกิดความยุ่งเหยิงของข้อมูลการสื่อสารที่เพิ่มขึ้นตามจำนวนผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบ ซึ่งเป็นผลมาจากข้อจำกัดที่ไม่ได้สนับสนุนการควบคุมบทบาทและหน้าที่ของผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบ กล่าวคือไม่สามารถกำหนดขอบเขตในการสื่อสารของบุคคลที่มีส่วนร่วมในการออกแบบแต่ละฝ่ายได้ ส่งผลให้สถาปนิกไม่สามารถใช้สภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ ในการติดต่อสื่อสารกับผู้มีส่วนร่วมที่มีหลายฝ่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ควรมีการพัฒนาระบบให้สถาปนิกมีความสะดวกในการใช้งาน และสถาปนิกสามารถทำหน้าที่ดูแลระบบได้โดยง่าย เพราะสถาปนิกนั้นเป็นวิชาชีพเป็นอาชีพที่ใช้คอมพิวเตอร์ในฐานะผู้ใช้งานทั่วไป (user) ซึ่งไม่ได้มีความรู้เท่ากับนักพัฒนาซอฟแวร์ (software developer) ถ้าระบบมี

ความยุ่งยากในการใช้งาน ก็จะเท่ากับว่าระบบนั้นทำให้สถาปนิกทำงานหนักขึ้น ดังนั้นในการพัฒนาระบบสภาพแวดล้อม 3 มิติให้ทำหน้าที่เป็นเครื่องมือที่สนับสนุนการสื่อสารในการออกแบบร่วมกันนั้น ควรพัฒนาระบบให้มีความสามารถในการนำเข้าข้อมูลได้โดยง่ายโดยไม่ต้องผ่านซอฟแวร์สนับสนุน กล่าวคือ นำแบบจำลอง 3 มิติจากซอฟแวร์ออกแบบ เช่น 3D Studio Max เข้าสู่ซอฟแวร์ที่พัฒนาแล้วและพร้อมใช้งานได้ทันที มีความสามารถในการนำเสนอลายละเอียดและแสดงความคิดเห็นในแต่ละจุดในการออกแบบได้ และสถาปนิกสามารถจำกัดการเข้าถึงข้อมูลให้แก่ผู้ใช้อื่น ๆ ได้ โดยต้องเป็นซอฟแวร์ประยุกต์ที่ใช้งานง่ายและมีความยืดหยุ่น (flexibility) เพื่อที่สถาปนิกสามารถนำไปใช้กับโครงการก่อสร้างหลาย ๆ โครงการได้

สรุปแนวทางการเพิ่มความสามารถในการเป็นเครื่องมือที่ใช่ในการสื่อสารให้กับระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติที่ได้จากการวิเคราะห์ความต้องการของระบบในส่วนของสถาปนิกโดยเทียบเคียงกับแนวคิดการนำสภาพแวดล้อมเสมือนจริงมาใช้เป็นพื้นที่ในการทำงาน (Saad & Maher, 1996) คือ

1. พื้นที่ทำงานในบทบาทที่เป็นเครื่องมือช่วยในการแบ่งปันข้อมูล (workspace as information sharing) พื้นที่ทำงานต้องมีความสามารถในการให้ข้อมูลแก่ผู้ที่เข้ามามีส่วนร่วม (participants) โดยการพัฒนาคุณสมบัติให้สามารถป้อนข้อมูลโมเดลจำลอง 3 มิติที่สะดวกต่อการใช้งานโดยไม่จำเป็นต้องมีซอฟแวร์อื่นมาสนับสนุน

2. พื้นที่ทำงานในบทบาทที่เป็นเครื่องมือช่วยในการสื่อสาร (workspace as communication media) ต้องมีความสามารถในการสื่อสาร หรือนำข้อมูลจากอีกฝ่ายหนึ่งไปให้กับอีกฝ่ายหนึ่งได้ โดยการพัฒนาคุณสมบัติในการเรียกดูและบันทึกข้อความหรือลายละเอียดของงานออกแบบ

3. พื้นที่ทำงานในบทบาทที่เป็นเครื่องมือช่วยในการจัดการขั้นตอนการทำงาน (workspace as Process management) โดยการพัฒนาความสามารถในการจัดเก็บข้อมูลงานออกแบบที่เคยได้แก้ไข ความสามารถในการกำหนดบทบาทของผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบทุกฝ่าย

3.1.2 การวิเคราะห์ความต้องการของระบบในส่วนของผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบ

การที่เจ้าของอาคารมิใช่บุคคลในสายงานออกแบบสถาปัตยกรรม ทำให้บทบาทของการมีส่วนร่วมในการออกแบบของเจ้าของอาคารถูกกำหนดอยู่ที่การตอบรับ และการแสดงความคิดเห็นที่มีต่องานออกแบบ เพื่อที่จะทำให้งานออกแบบนั้นมีความเหมาะสมกับความต้องการของเจ้าของ

อาคาร โดยก่อนที่เจ้าของอาคารจะสามารถแสดงความคิดเห็นที่มีต่องานออกแบบได้อย่างมั่นใจ ควรจะต้องมีการนำเสนอผลงาน ที่สามารถทำให้เจ้าของอาคารเข้าใจงานออกแบบได้อย่างถ่องแท้ จากการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ ได้พบว่าการใช้งานสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ มีความสามารถในการสื่อสารงานออกแบบที่สามารถทำให้บุคคลนอกสายงานออกแบบเกิดความเข้าใจได้เป็นอย่างดี เพราะทำให้เกิดการรับรู้ในเชิงทัศนาการที่มีบทบาทกับผู้ใช้งานมากกว่าการนำเสนอด้วยภาพนิ่งหรือแบบแปลนอาคาร แต่การใช้งานสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติโดยทั่วไปนั้น มีบทบาทเพื่อทำให้เจ้าของอาคารเกิดความเข้าใจเท่านั้น แม้กระทั่งในฐานะเครื่องมือสื่อสารก็จัดว่าไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอเพราะเป็นการสื่อสารแบบทางเดียว ไม่สามารถตอบโต้ หรือแสดงความคิดเห็นลงไปในชิ้นงานออกแบบในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติได้อย่างตรงจุด

ดังนั้นการพัฒนาระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติเพื่อสนับสนุนการสื่อสารในการมีส่วนร่วมในการออกแบบ นอกจากสามารถก่อให้เกิดการรับรู้เชิงทัศนาการแล้ว ควรมีการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารแบบสองทาง กล่าวคือระบบการสื่อสารควรที่จะสามารถนำพาข้อมูลที่ผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบได้บันทึก และส่งข้อมูลย้อนกลับไปหาสถาปนิกผู้นำเสนองานออกแบบได้ ซึ่งสามารถทำได้โดยอาศัยการพัฒนาความสามารถของระบบด้วยฐานข้อมูล ที่สามารถบันทึกข้อความตอบกลับของผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบ ไปกลับยังสถาปนิก และเพิ่มความสามารถของระบบในการบันทึกพิกัด (co-ordinate) ของข้อความที่เจ้าของอาคารต้องการแสดงความคิดเห็นในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติในด้านการทำหน้าที่เป็นเครื่องมือในการสื่อสารเพื่อสนับสนุนการการมีส่วนร่วมในการออกแบบของผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบได้ดีขึ้น

และในกรณีที่เป็นการจ้างงานแบบออกแบบ-ก่อสร้าง (Design-Build: D/B) โดยเจ้าของอาคารได้ทำการว่าจ้างกับทีมก่อสร้างเพียงสัญญาเดียว ซึ่งประกอบไปด้วย สถาปนิก ผู้รับเหมาก่อสร้าง (contractor) นักออกแบบภายใน (interior designer) และที่ปรึกษาอื่น ๆ ระบบควรสนับสนุนการเข้ามามีส่วนร่วมของบุคคลแต่ละฝ่ายในทีมออกแบบ-ก่อสร้าง เช่น ผู้รับเหมาก่อสร้าง และนักออกแบบภายใน โดยระบบควรมีความสามารถในด้านการจัดการกลุ่มผู้ใช้งานเนื่องจากจำนวนผู้ใช้งานที่เพิ่มขึ้น เช่นการเพิ่มความสามารถในส่วนของการควบคุมการแสดงข้อมูลที่ผู้มีส่วนร่วมแต่ละคนได้บันทึกไว้ในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติให้สามารถรับได้เฉพาะสถาปนิกเท่านั้น เพราะอาจจะทำให้เกิดการสับสนในการรับรู้ข้อมูลข่าวสารจากผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบแต่ละฝ่ายได้

สรุปแนวทางการเพิ่มความสามารถในการสื่อสารของระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ จากการวิเคราะห์ความต้องการของระบบในส่วนของผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบ จะประกอบด้วยแนวทางการเพิ่มเติมคุณสมบัติต่าง ๆ โดยเทียบเคียงกับแนวคิดการนำสภาพแวดล้อมเสมือนจริงมาใช้เป็นพื้นที่ (Saad & Maher, 1996) ดังต่อไปนี้

1. พื้นที่ทำงานในบทบาทที่เป็นเครื่องมือช่วยในการสื่อสาร (workspace as communication media) ต้องมีความสามารถในการสื่อสาร หรือนำข้อมูลจากอีกฝ่ายหนึ่งไปให้กับอีกฝ่ายหนึ่งได้ โดยการพัฒนาคุณสมบัติในการเป็นเครื่องมือสื่อสารที่สนับสนุนการสื่อสารแบบสองทางในแบบที่ไม่จำเป็นต้องออนไลน์พร้อมกัน (asynchronous communication) เพื่อช่วยให้ข้อมูลที่ผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบได้บันทึก สามารถส่งกลับไปหาสถาปนิกผู้ออกแบบได้อย่างตลอดเวลา

2. พื้นที่ทำงานในบทบาทที่เป็นเครื่องมือช่วยในวินิจฉัยงานออกแบบ (workspace as an axploration space) กล่าวคือ สามารถเข้ามามีส่วนในการตรวจ และวินิจฉัยงาน อีกทั้งยังต้องสามารถแสดงการตอบรับ (feedback) กับงานออกแบบได้ โดยการพัฒนาคุณสมบัติสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ ให้สามารถก่อให้เกิดการรับรู้เชิงทัศนาการ และสามารถบันทึกข้อความต่าง ๆ ของผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบ ลงไปในแต่ละพิกัดของงานออกแบบที่ต้องการแสดงความคิดเห็นได้ ดังเช่น ระบบไอดีที (Immersive Discussion Tool: IDT) ในงานวิจัยของ Craig และ Zimring (2002)

3.พื้นที่ทำงานในบทบาทที่เป็นเครื่องมือช่วยในการจัดการระบบการทำงาน (workspace as Process management) คือ ความสามารถในการแบ่งขั้นตอนทำงานออกเป็นช่วง ๆ หรือสามารถแบ่งการเข้าถึงข้อมูลของผู้มีส่วนร่วมตามความเหมาะสมกับกระบวนการทำงาน โดยการพัฒนาคุณสมบัติของระบบจัดการข้อมูล โดยให้ส่งข้อมูลกลับไปยังสถาปนิกผู้ดูแลระบบได้เท่านั้น โดยสามารถกำหนดประเภทของข้อมูลได้ เช่น เป็นข้อมูลที่เสนอความคิดเห็น ข้อมูลที่แสดงการขัดแย้ง หรือข้อมูลที่ต้องการการตอบกลับ

จากการวิเคราะห์ความต้องการของระบบ ทำให้เห็นถึงข้อจำกัดของความสามารถในการสื่อสารงานออกแบบของสื่อนำเสนอเชิงทัศนาการในประเด็นของการสนับสนุนการออกแบบร่วมกันของสถาปนิกและผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบ ให้เกิดขึ้นในขั้นตอนของการพัฒนาแบบ โดยสามารถสรุปข้อจำกัดและแนวทางของการเพิ่มเติมคุณสมบัติให้กับระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ จากตารางที่ 3.1 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1

สรุปผลการวิเคราะห์ความต้องการของระบบ

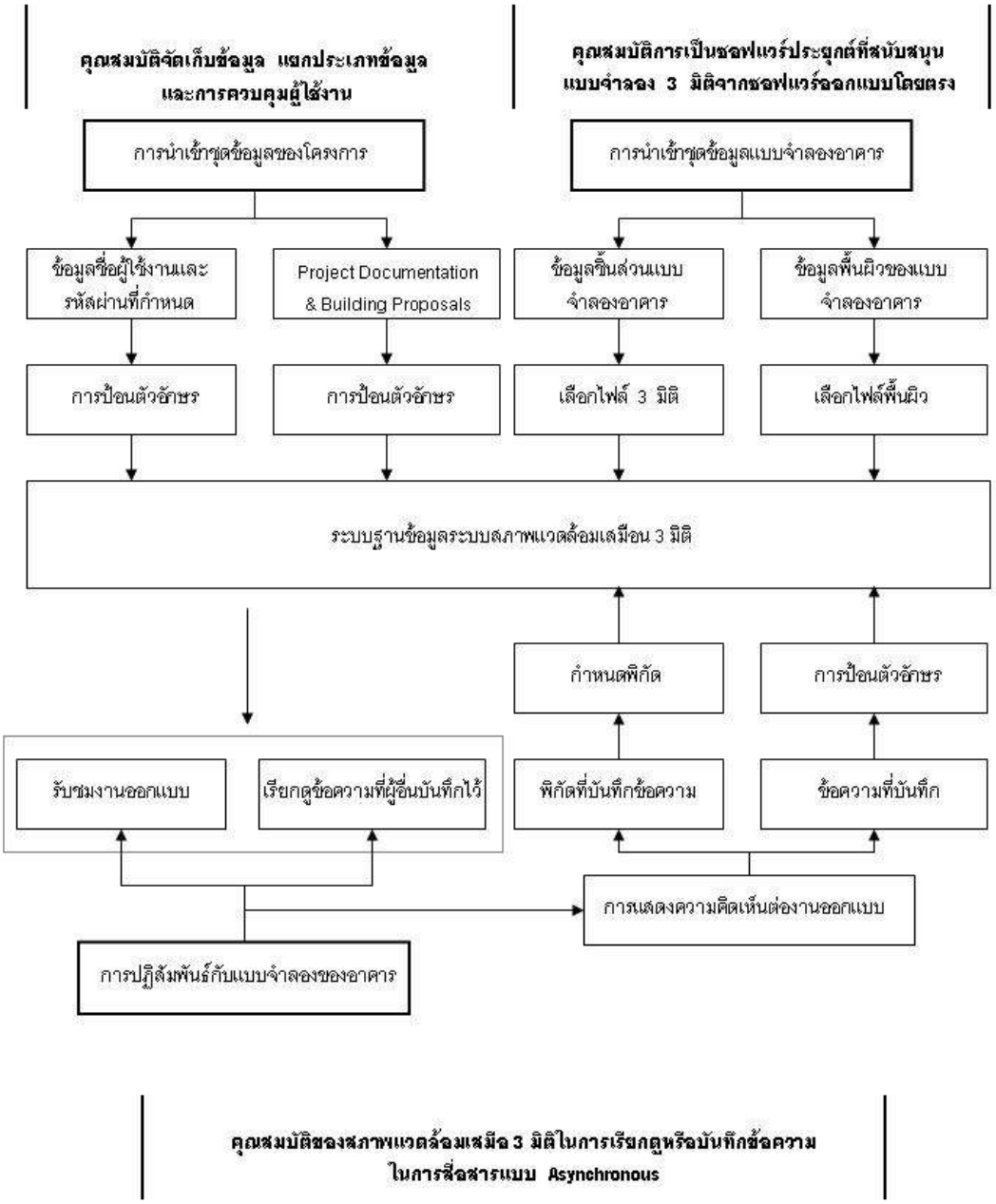
ข้อจำกัดของสื่อ	ปัญหาที่เกิดขึ้นจากข้อจำกัด	คุณสมบัติที่คาดว่าจะช่วยแก้ปัญหา
ความซับซ้อนในการนำเข้าแบบจำลอง 3 มิติเข้าสู่ระบบ	สถาปนิกทำงานหนักขึ้น เนื่องจากโมเดล 3 มิติต้องผ่านซอฟแวร์สนับสนุน ก่อนที่จะนำเข้าแบบจำลองเข้าสู่ระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ	ซอฟต์แวร์ประยุกต์ที่สนับสนุนแบบจำลอง 3 มิติที่ได้จากซอฟแวร์ออกแบบโดยตรง
สามารถทำได้เพียงรับชมงานออกแบบเท่านั้น	ไม่สามารถบันทึกข้อมูลเพิ่มเติมในแต่ละองค์ประกอบในงานออกแบบนั้น และไม่สามารถนำผลตอบรับหรือการแสดงความคิดเห็นจากผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบคนอื่น กลับมายังสถาปนิกได้	คุณสมบัติในการเรียกดูหรือบันทึกข้อความ ในการสื่อสารแบบไม่พร้อมกัน (asynchronous) โดยสามารถบันทึกข้อความลงในทุกพิกัด (co-ordinate) ของระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ
ความซับซ้อนในการสื่อสารกรณีที่ผู้มีส่วนร่วมมีมากกว่า 2 คน	ก่อให้เกิดการสับสนในการติดต่อสื่อสาร เนื่องจากไม่มีการกำหนดประเภทของสาร และผู้รับสาร	จัดเก็บข้อมูล แยกประเภทข้อมูล และการควบคุมบทบาทและหน้าที่ขอผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบ

3.2 การออกแบบโครงสร้างการทำงานของระบบ

แนวทางการออกแบบโครงสร้างการทำงานของระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติในงานวิจัย มีที่มาจากคุณสมบัติเพิ่มเติมที่ได้จากการวิเคราะห์ความต้องการของระบบ โดยสามารถแสดงรูปแบบความสัมพันธ์ของการทำงานในส่วนต่าง ๆ ได้ดังภาพที่ 3.1

ภาพที่ 3.1

โครงสร้างการทำงานของระบบ



หมายเหตุ: จัดทำโดยผู้วิจัย เมื่อวันที่ 3 มกราคม 2553.

จากภาพที่ 3.2 การออกแบบโครงสร้างการทำงานของระบบ แสดงถึงแนวคิดในการเชื่อมต่อความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานของคุณสมบัติทั้ง 3 ในรูปแบบของการทำงานเป็นระบบโดยซอฟต์แวร์ส่วนสถาปนิก ที่มีคุณสมบัติในการนำเข้าข้อมูลเพื่อเริ่มต้นโครงการและนำเข้าข้อมูล 3

มิติ จะเป็นตัวดำเนินการเริ่มต้นวงจรการทำงานของระบบสื่อสารของสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ เพื่อดำเนินการนำเข้าข้อมูลและส่งไปจัดเก็บในฐานข้อมูลของระบบสื่อสาร เพื่อที่จะนำข้อมูลดังกล่าวไปนำเสนอต่อผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบคนอื่น ๆ โดยซอฟต์แวร์ในส่วนของผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบนั้น จะมีคุณสมบัติในการบันทึกข้อมูลเพิ่มเติมลงในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ และสามารถจัดเก็บข้อมูลที่บันทึกไว้ในฐานข้อมูลได้ ซึ่งคุณสมบัตินี้จะสามารถทำให้ทุกฝ่ายสามารถรับชมแล้วแสดงความคิดเห็นได้ในแต่ละองค์ประกอบของงานออกแบบที่แสดงในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ ซึ่งการบันทึกหรือเรียกดูข้อความที่บันทึกของแต่ละผู้มีส่วนร่วมจะไม่เกิดความซับซ้อน เนื่องจากคุณสมบัติในการควบคุมข้อความสื่อสารทั้งหมดภายในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ จะสามารถกำหนดผู้รับสารได้ตามความเหมาะสมโดยสถาปนิกผู้ดูแลระบบ

3.3 การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานของระบบ

การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานของระบบในงานวิจัย จะแบ่งการออกแบบเป็นสองส่วนตามลักษณะของการทำงานของคุณสมบัติต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานของระบบในส่วนของสถาปนิก
2. ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานของระบบในส่วนของผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบ

3.3.1 การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานของระบบในแอพพลิเคชั่นส่วนสถาปนิก

รูปแบบของส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานของระบบในส่วนสถาปนิก จะคำนึงถึงประโยชน์การใช้งานและความสะดวกของสถาปนิกในการจัดเตรียมข้อมูลต่าง ๆ ของงานออกแบบ โดยในงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาการสร้างฐานข้อมูลงานออกแบบที่ใช้ในการสื่อสาร 2 ประเภทคือ ข้อมูลของแบบจำลอง 3 มิติ เช่น ข้อมูลทางกายภาพและพื้นผิวของแบบจำลอง และอีกประเภทก็คือข้อมูลประเภทข้อความตัวอักษร (text) ที่ใช้ในการป้อนข้อมูลต่าง ๆ ของงานออกแบบ และสำหรับการให้ข้อมูลแก่ผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบคนอื่น ๆ ภายในแต่ละจุดของสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ โดยสามารถอธิบายรูปแบบการทำงานของส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานของระบบในส่วนของสถาปนิกได้ดังตารางที่ 3.2 และ ตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.2
การเลือกใช้รูปแบบของส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานส่วนสถาปนิก
ในการนำเข้าข้อมูลแบบจำลอง 3 มิติ

ชนิดของข้อมูล	รูปแบบของส่วนติดต่อที่เลือกใช้	ลักษณะการทำงาน
ข้อมูลของชิ้นส่วนในรูปของไฟล์แบบจำลอง 3 มิติ	ปุ่มเลือกไฟล์ (browse button)	นำเข้าข้อมูล 3 มิติ ไฟล์ *.3DS
รูปภาพสำหรับแสดงพื้นผิวของวัสดุในแบบจำลอง 3 มิติ	ปุ่มเลือกไฟล์ (browse button)	นำเข้าข้อมูลรูปภาพในฟอร์แมต *.JPG

ตารางที่ 3.3
การเลือกใช้รูปแบบของส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานส่วนของสถาปนิกในการนำเข้า
ข้อมูลประเภทข้อความตัวอักษร

ชนิดของข้อมูล	รูปแบบของส่วนติดต่อที่เลือกใช้	ลักษณะการทำงาน
ข้อมูลชื่อโครงการ	กล่องข้อความแบบ input text	การป้อนค่าตัวอักษรภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ
ข้อมูลลายละเอียดของโครงการ	กล่องข้อความแบบ input text	การป้อนค่าตัวอักษรภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ
ข้อมูลตั้งค่า username และ password ของผู้มีส่วนร่วม	กล่องข้อความแบบ input text	การป้อนค่าตัวอักษรภาษาอังกฤษ
ตำแหน่งของการบันทึกลายละเอียดของงานออกแบบ	การเคลื่อนที่ภายในระบบสภาพแวดล้อม เพื่อหาจุดที่ต้องการ	การป้อนค่าพิกัดด้วยการเคลื่อนที่ด้วยคีย์บอร์ด
ลายละเอียดของงานออกแบบในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ	กล่องข้อความแบบ input text	การป้อนค่าตัวอักษรภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ

3.3.2 การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานของระบบในแอพพลิเคชั่นส่วนของผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบ

รูปแบบของส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานในส่วนของผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติในงานวิจัยนี้มีการออกแบบให้ไม่แสดงปรากฏอยู่บนหน้าจอ แต่จะถูกดึงออกมาเมื่อผู้ใช้งานทำการติดต่อกับสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติเท่านั้น ซึ่งเมื่อผู้ใช้งานพบว่าส่วนใดส่วนหนึ่งของอาคารมีความไม่เหมาะสม และผู้ใช้งานต้องการที่จะเปลี่ยนแปลงหรือเสนอแนะเพิ่มเติม หลังจากเคลื่อนที่หาพิกัดของจุดที่ต้องการบันทึกข้อมูลแล้ว จึงค่อยติดต่อกับระบบ ณ จุดต้องการแก้ไข แล้วเรียกส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานในระบบขึ้นมา โดยสามารถอธิบายกระบวนการและรูปแบบในการติดต่อกับระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติของผู้ใช้งานได้ดังภาพที่ 3.2 และตารางที่ 3.4

ภาพที่ 3.2

ขั้นตอนการติดต่อกับผู้ใช้งานของระบบในส่วนของผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบ

หมายเหตุ: จัดทำโดยผู้วิจัย เมื่อวันที่ 3 มกราคม 2553.

ตารางที่ 3.4
การเลือกใช้รูปแบบของส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานส่วนของผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบ
ในการนำเข้าข้อมูลประเภทข้อความตัวอักษร

ชนิดของข้อมูล	รูปแบบของส่วนติดต่อที่เลือกใช้	ลักษณะการทำงาน
ตำแหน่งของการบันทึกรายละเอียดของงานออกแบบ	การเคลื่อนที่ภายในระบบสภาพแวดล้อม เพื่อหาจุดที่ต้องการ	การป้อนค่าพิกัดด้วยการเคลื่อนที่ด้วยคีย์บอร์ด
ข้อเสนอแนะหรือข้อโต้แย้งที่มีต่องานออกแบบ	กล่องข้อความแบบ input text	การป้อนค่าตัวอักษรภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ

จากตารางที่ 3.4 จะเห็นได้ว่ารูปแบบของส่วนติดต่อผู้ใช้งานในส่วนของผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบนั้นจะมีลักษณะการป้อนข้อมูล 2 มิติที่เป็นข้อความเพียงอย่างเดียว และมีรูปแบบการป้อนข้อความคล้ายคลึงกับส่วนติดต่อผู้ใช้งานในส่วนของสถาปนิก เนื่องจากงานวิจัยนี้ได้เน้นถึงการสื่อสารด้วยข้อความตัวอักษรลงในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ โดยข้อมูล 3 มิติจะถูกป้อนเข้าสู่ระบบด้วยผู้ใช้งานส่วนสถาปนิกผู้ออกแบบเท่านั้น

3.4 การเลือกเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4.1 แนวทางในการคัดเลือกเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

ในการพัฒนาระบบสื่อสารในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติของงานวิจัยนี้ เลือกใช้โปรแกรมประยุกต์สำหรับพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่น เป็นเครื่องมือในการสร้างและพัฒนาระบบสื่อสารให้กับสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ โดยมีแนวทางในการพิจารณาเลือกเครื่องมือพัฒนาดังนี้

1. ความสามารถในการสร้างซอฟต์แวร์ที่สามารถทำงานได้บนเว็บบราวเซอร์ โดยสามารถคอมไพล์ (compile) ในรูปแบบของภาษาเอชทีเอ็มแอล (HTML) ได้

2. ความยืดหยุ่นของการปรับปรุงชุดคำสั่ง หรืออนุญาตให้ผู้ใช้งานสามารถเขียนชุดคำสั่ง เพื่อออกแบบการทำงานตามที่ต้องการได้

3. มีความสามารถในการสนับสนุนแบบจำลอง 3 มิติที่สร้างขึ้นจากซอฟต์แวร์ออกแบบให้สามารถแสดงผลบนเว็บแอพพลิเคชั่นได้

4. สามารถพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นที่ผู้ใช้งานจากคอมพิวเตอร์ทั่วไป ไม่จำเป็นต้องติดตั้งโปรแกรมเสริมเพิ่มเติมในการใช้งานเว็บแอพพลิเคชั่น หรือตัวโปรแกรมเสริมนั้นต้องมีการติดตั้งในคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานทั่วไปอยู่แล้ว

จากการพิจารณา ผู้วิจัยได้เลือกโปรแกรม Adobe Flex Builder เป็นเครื่องมือในการพัฒนา เพราะโปรแกรม Adobe Flex Builder เป็น โปรแกรมประยุกต์ซึ่งอำนวยความสะดวกให้แก่นักเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ (integrated development environment: IDE) ที่ใช้ในการเขียนอินเตอร์เน็ตแอพพลิเคชั่นที่มีประสิทธิภาพสูงในด้านการสื่อสารและนำเสนอ อีกทั้งยังสามารถทำงานร่วมกับบราวเซอร์ หรือระบบปฏิบัติการต่างๆได้เป็นอย่างดี และซอฟต์แวร์ Adobe Flex Builder ยังสนับสนุนภาษาคอมพิวเตอร์ที่ทันสมัยในการออกแบบเว็บแอพพลิเคชั่นในปัจจุบัน เช่น

- แอคชั่นสคริปต์ (ActionScript) ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทำงานบนแพลตฟอร์มของโปรแกรมแฟลช เช่น Adobe Flash, Adobe Flash Player และ Adobe Flex Builder

- เอ็มเอ๊กซ์เอ็มแอล (MXML) ภาษาสคริปต์ที่ใช้ในการแสดงรายละเอียดของเนื้อหาและเลย์เอาท์ของเว็บ

โปรแกรม Adobe Flex Builder ยังมีเครื่องมือมากมายในการพัฒนาอินเตอร์เน็ตแอพพลิเคชั่นที่มีประสิทธิภาพสูง (rich internet application: RIA) กล่าวคือมีความสามารถมากกว่าเว็บแอพพลิเคชั่นทั่วไป และแอพพลิเคชั่นที่สร้างขึ้นมาด้วยโปรแกรม Adobe Flex Builder นั้นมีความสามารถที่จะทำงานและแสดงผลด้วยโปรแกรม Adobe Flash Player ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ถูกติดตั้งในคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลส่วนใหญ่ในปัจจุบัน จึงไม่จำเป็นต้องทำการติดตั้งโปรแกรมเสริม “plug-in” ในการใช้งานเว็บแอพพลิเคชั่นเพิ่มเติมซึ่งสะดวกกว่าเว็บแอพพลิเคชั่นที่ถูกสร้างขึ้นด้วยโปรแกรมประยุกต์เพื่อพัฒนาซอฟต์แวร์ (IDE) อื่น ๆ

โดยในการพิจารณาเลือกเครื่องมือดังกล่าว ผู้วิจัยได้ทำการทดลองใช้งานซอฟต์แวร์เพื่อทดสอบความสามารถต่าง ๆ ของซอฟต์แวร์ ซึ่งเนื้อหาของการทดลองใช้งานซอฟต์แวร์ Adobe Flex Builder ในการพัฒนาสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติจะกล่าวถึงในหัวข้อต่อไป

3.4.2 การทดสอบความสามารถของเครื่องมือที่เลือกใช้ในการพัฒนาระบบ

ในการทดสอบความสามารถของโปรแกรม Adobe Flex Builder ผู้วิจัยจะทดลองการทำงานของโปรแกรมตามแนวทางในการพิจารณาเลือกเครื่องมือพัฒนา โดยแบ่งการทดสอบการทำงานออกเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

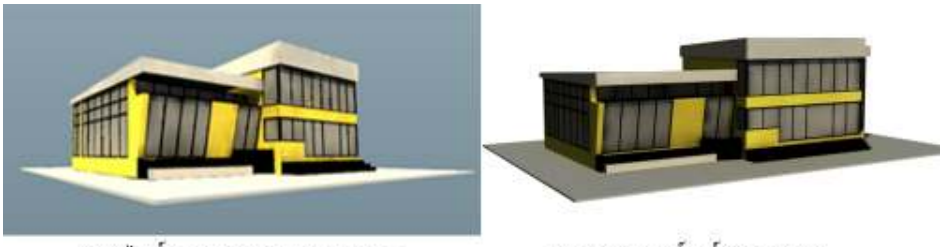
1. ทดสอบความสามารถในการสนับสนุนแบบจำลอง 3 มิติที่สร้างขึ้นจากซอฟต์แวร์ออกแบบ ให้สามารถแสดงผลบนเว็บแอพพลิเคชั่นได้ โดยพิจารณาจากลักษณะกายภาพของแบบจำลองที่ปรากฏเมื่อถูกคอมไพล์เป็นเว็บแอพพลิเคชั่นด้วยโปรแกรม Adobe Flex Builder กับลักษณะทางกายภาพของแบบจำลองในซอฟต์แวร์ประเภทออกแบบ 3 มิติที่ผู้วิจัยใช้ในงานคือ ซอฟต์แวร์ Autodesk 3D studio Max เวอร์ชั่น 9

โดยโปรแกรม Adobe Flex Builder จำเป็นต้องมีการติดตั้งเอนจิ้น (engine) เสริมในการที่จะประมวลข้อมูล 3 มิติ โดยผู้วิจัยได้ใช้เอนจิ้น Papervision3D มาใช้ในการสนับสนุนโปรแกรม Adobe Flex Builder เพราะว่า Papervision3D เป็นระบบเอนจิ้นเรียลไทม์สามมิติที่มีประสิทธิภาพสูงในโปรแกรม Adobe Flex Builder ซึ่งสามารถทำให้ประมวลผลแบบจำลอง 3 มิติที่นำมาจากซอฟต์แวร์ออกแบบ โดยผู้ใช้ที่รับชม ณ เครื่องคอมพิวเตอร์ ณ ปลายทางไม่จำเป็นต้องทำการดาวน์โหลดหรือติดตั้งโปรแกรมเสริม “plug-in” เพิ่มเติม จึงทำให้มีผู้ใช้งานเป็นจำนวนมากอีกทั้งยังรวมถึงผู้พัฒนาในวงการเกมด้วย (Tondeur & Winder, 2009)

การทดสอบความสามารถในการสนับสนุนการแสดงผลทางกายภาพของแบบจำลอง 3 มิติจากการทดลองใช้งานของผู้วิจัย ให้ผลดังภาพที่ 3.3

ภาพที่ 3.3

การทดสอบความสามารถในการการแสดงผลแบบจำลอง 3 มิติของ Adobe Flex Builder เมื่อเปรียบเทียบกับซอฟต์แวร์ 3D Studio Max



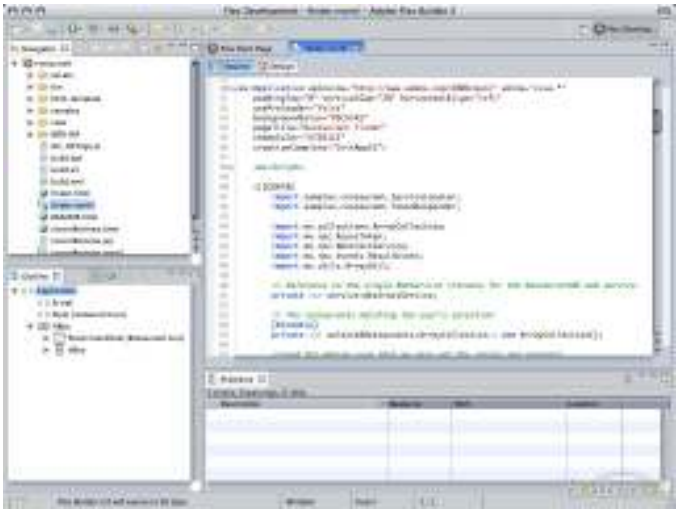
คอมไพล์จาก Adobe Flex Builder ภาพจากซอฟต์แวร์ 3Ds MAX

หมายเหตุ: จัดทำโดยผู้วิจัย เมื่อวันที่ 10 มกราคม 2553.

จากการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแบบจำลอง 3 มิติ พบว่า ลักษณะทางกายภาพของแบบจำลอง 3 มิติที่ปรากฏในเว็บแอพพลิเคชั่นที่คอมไพล์ด้วยโปรแกรม Adobe Flex Builder นั้นมีลักษณะทางกายภาพตรงกับแบบจำลอง 3 มิติต้นฉบับในซอฟต์แวร์ 3D Studio Max

2. ทดสอบการรองรับการเขียนชุดคำสั่งเพิ่มเติมจากผู้ใช้งาน จากการศึกษาการทำงานเบื้องต้นของโปรแกรม Adobe Flex Builder พบว่าผู้ใช้งานสามารถเขียนชุดคำสั่งเพิ่มเติมได้ในซอฟต์แวร์ โดยภาษาคอมพิวเตอร์ที่โปรแกรม Adobe Flex Builder อนุญาตให้ผู้ใช้งานเขียนชุดคำสั่งเพิ่มเติม โดยใช้ภาษาแอคชั่นสคริปต์ (ActionScript) โดยลักษณะของการเขียนชุดคำสั่งเพิ่มเติมในซอฟต์แวร์จากการทดลองใช้งานของผู้วิจัย จะแสดงในภาพที่ 3.4

ภาพที่ 3.4
การเขียนชุดคำสั่งเพิ่มเติมในโปรแกรม Adobe Flex builder



หมายเหตุ: จัดทำโดยผู้วิจัย เมื่อวันที่ 13 มกราคม 2553.

ภาษา ActionScript เป็นภาษาคอมพิวเตอร์บนพื้นฐานของ ECMAScrip ที่ใช้ในการพัฒนาเว็บไซต์และซอฟแวร์ ในโปรแกรม Adobe Flash ซึ่งที่ผ่านมานั้นภาษาแอคชั่นสคริปต์ (Action Script) ได้ถูกพัฒนาโดย บริษัทพัฒนา Macromedia ต่อมาภายหลังทางบริษัทซอฟท์แวร์ Adobe Systems Incorporated ได้รวมตัวกับบริษัท Macromedia ในปี ค.ศ. 2005 จึงทำให้ภาษาแอคชั่นสคริปต์ (ActionScript) ได้กลายเป็นของบริษัทซอฟต์แวร์ Adobe Systems Incorporated ในปัจจุบัน

ภาษาแอคชั่นสคริปต์ (ActionScript) ได้ถูกสร้างขึ้นเพื่อควบคุมกราฟฟิกสองมิติ หรือเอนิเมชั่น (animation) ในโปรแกรม Adobe Flash จากนั้นก็ได้มีการเพิ่มความสามารถในการสร้างเกมบนเว็บบราวเซอร์และอินเตอร์เน็ตแอพพลิเคชั่นที่มีประสิทธิภาพสูง (RIA) ที่เกี่ยวกับการสตรีมมิ่ง (streaming) เพลงและวีดีโอ จนกระทั่งภาษาแอคชั่นสคริปต์ (ActionScript) ได้พัฒนามาถึงเวอร์ชั่น 3.0 ในปัจจุบัน (ActionScript 3.0) ซึ่งมีประสิทธิภาพที่การเขียนโปรแกรมแบบมองสิ่งต่างๆของโปรแกรมเป็นวัตถุ (object-oriented programing: OPP) โดยเป็นก้าวที่สำคัญของภาษาแอคชั่นสคริปต์ (ActionScript) ที่พัฒนาควบคู่ไปกับขีดจำกัดที่เพิ่มขึ้นของโปรแกรม Adobe Flash Player ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย

3. ทดสอบความสามารถในการสร้างซอฟแวร์ที่มากด้วยประสิทธิภาพที่สามารถทำงานได้บนเว็บบราวเซอร์ หรือความสามารถในการสร้างอินเตอร์เน็ตแอพพลิเคชั่นที่มีประสิทธิภาพสูง (rich internet application: RIA) จากการทดลองความสามารถของโปรแกรม Adobe Flex Builder พบว่าสามารถคอมไพล์ออกมาในรูปแบบของภาษาเอชทีเอ็มแอล (HTML) ได้ โดยผู้วิจัยได้ทำการทดลองใช้งานคอมไพล์แอพพลิเคชั่นและพบว่าสามารถแสดงผลบนเว็บเพจ ซึ่งผลการทดลองใช้งานแสดงได้ในภาพที่ 3.5

ภาพที่ 3.5
การแสดงผลของแอพพลิเคชั่นในรูปแบบของเว็บเพจ

หมายเหตุ: จัดทำโดยผู้วิจัย เมื่อวันที่ 3 มกราคม 2553.

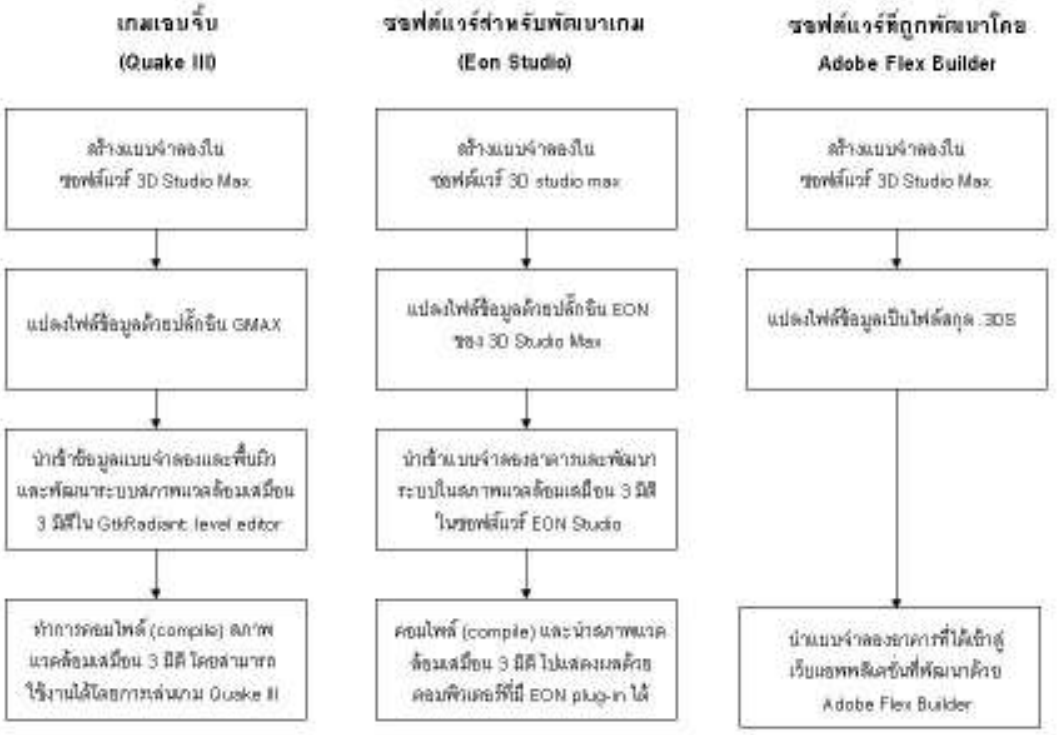
4. ทดสอบความสามารถในการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นที่ผู้ใช้งานจากคอมพิวเตอร์ทั่วไป ไม่จำเป็นต้องติดตั้งโปรแกรมเสริมเพิ่มเติมในการใช้งานเว็บแอพพลิเคชั่น “plug-in” หรือโปรแกรมเสริมนั้นต้องมีการติดตั้งในคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานทั่วไปอยู่แล้ว โดยผู้วิจัยได้ใช้ภาษา ActionScript 3.0 ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ด้วย Adobe Flex Builder ทำให้แอพพลิเคชั่นที่ทำการ

คอมไพล์ออกมาสามารถทำงานได้ด้วยโปรแกรม Adobe Flash Player เวอร์ชั่น 9 เป็นต้นไป จากการทดสอบพบว่า สามารถทำงานได้บนคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งโปรแกรม Adobe Flash Player เวอร์ชั่น 9 ซึ่งเป็นโปรแกรมพื้นฐานที่ถูกติดตั้งอยู่ในคอมพิวเตอร์เกือบทั้งหมดในปัจจุบัน โดยความสามารถนี้จะสนับสนุนการใช้งานของบุคคลที่เป็นเจ้าของอาคารและผู้รับเหมาก่อสร้างในการใช้งานซอฟต์แวร์ได้เป็นอย่างดี

ผลที่ได้จากการทดสอบความสามารถในการสร้างเว็บแอพพลิเคชั่นของโปรแกรม Adobe Flex Builder แล้ว พบว่าแอพลิเคชั่นที่ได้มีความสามารถในการทำหน้าที่เป็นเครื่องมือสื่อสารด้วยสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ โดยสามารถเปรียบเทียบขั้นตอนการทำงานในการนำแบบจำลองอาคารเข้าสู่สภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติระหว่างแอพพลิเคชั่นที่พัฒนาด้วย Adobe Flex Builder กับเทคโนโลยีอื่น ๆ ได้ดังภาพที่ 3.6

ภาพที่ 3.6

เปรียบเทียบขั้นตอนการพัฒนาสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติระหว่างซอฟต์แวร์ที่พัฒนาด้วย Adobe Flex Builder กับเกมเอนจิ้นและซอฟต์แวร์ประเภทพัฒนาเกม



หมายเหตุ: จัดทำโดยผู้วิจัย เมื่อวันที่ 25 เมษายน 2553.

3.5 รายละเอียดของอาคารที่ใช้เป็นกรณีศึกษาในการพัฒนาระบบ

ในงานวิจัยนี้ อาคารที่ใช้เป็นกรณีศึกษาในการทดสอบผลการพัฒนาระบบสื่อสารในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ เป็นอาคาร 2 ชั้นซึ่งเป็นอาคารที่ใช้ในการประกอบกิจกรรมคาร์แคร์และคอฟฟี่ช็อป เจ้าของอาคารคือ นายกรกฎ พนาเวศ ซึ่งมีผู้วิจัยเป็นผู้ออกแบบด้วยตัวเอง โดยมีรายละเอียดของอาคารและข้อมูลของงานออกแบบที่ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมมาใช้ในงานวิจัย ดังนี้

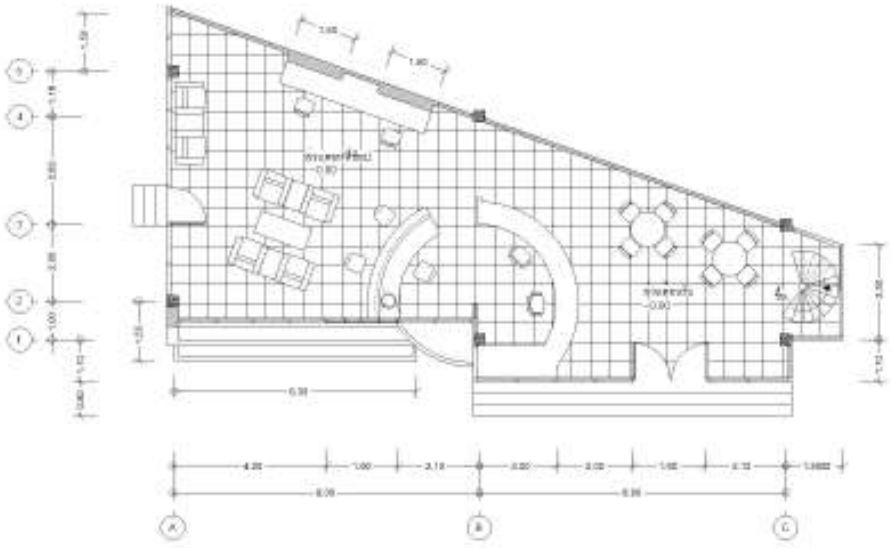
ภาพที่ 3.7

ลักษณะกายภาพของอาคารที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

หมายเหตุ: ภาพถ่ายโดยผู้วิจัย เมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม 2550.

ภาพที่ 3.8

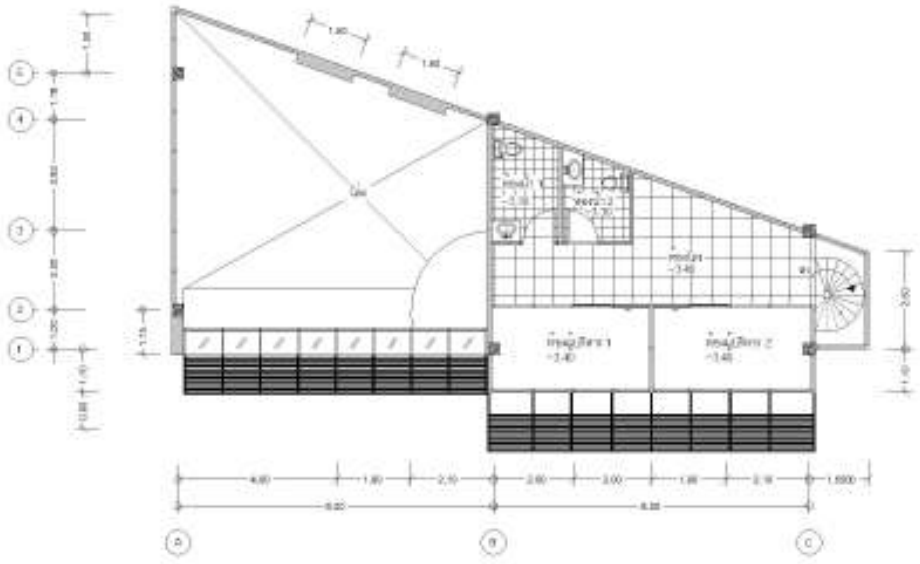
ผังพื้นชั้นล่างของอาคารที่ใช้เป็นกรณีศึกษา



หมายเหตุ: จัดทำโดยผู้วิจัย เมื่อวันที่ 15 มกราคม 2550.

ภาพที่ 3.9

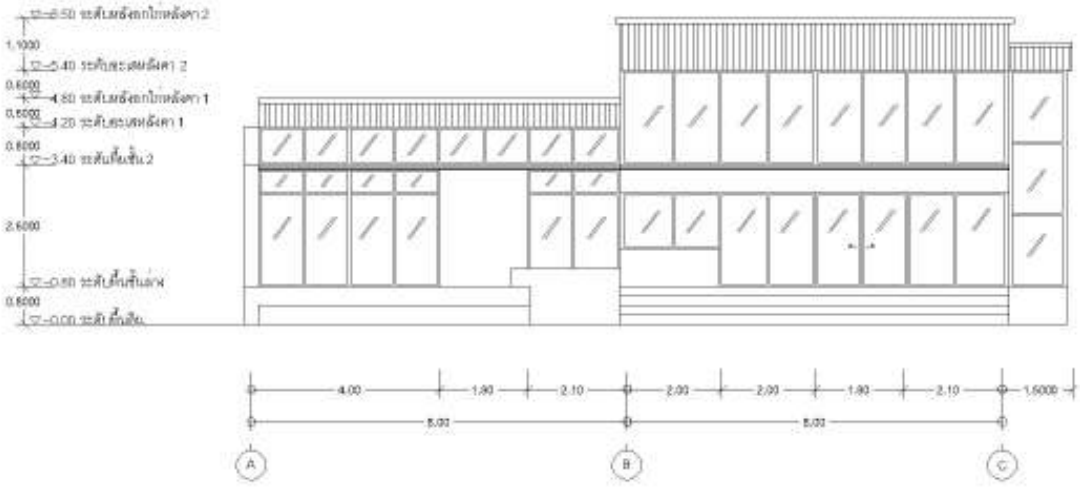
ผังพื้นชั้น 2 ของอาคารที่ใช้เป็นกรณีศึกษา



หมายเหตุ: จัดทำโดยผู้วิจัย เมื่อวันที่ 15 มกราคม 2550.

ภาพที่ 3.10

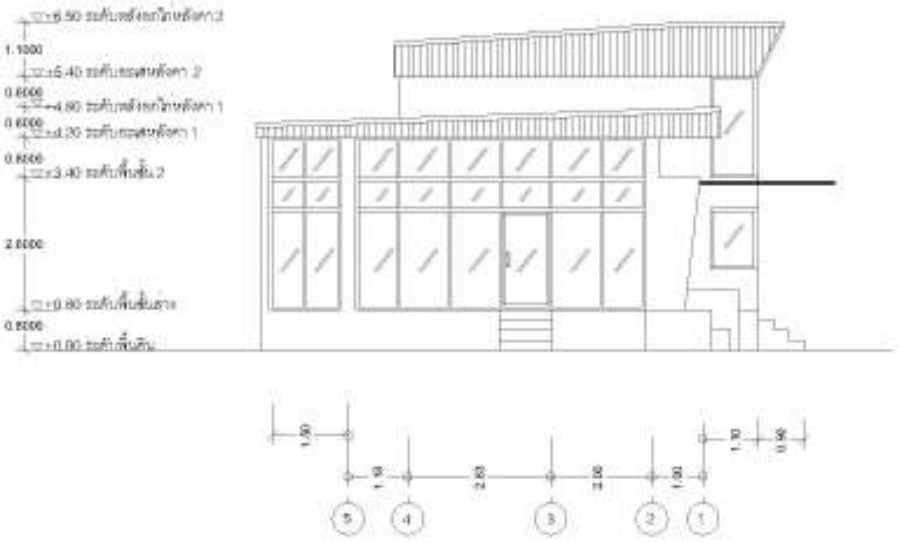
รูปด้าน 1 ของอาคารที่ใช้เป็นกรณีศึกษา



หมายเหตุ: จัดทำโดยผู้วิจัย เมื่อวันที่ 15 มกราคม 2550.

ภาพที่ 3.11

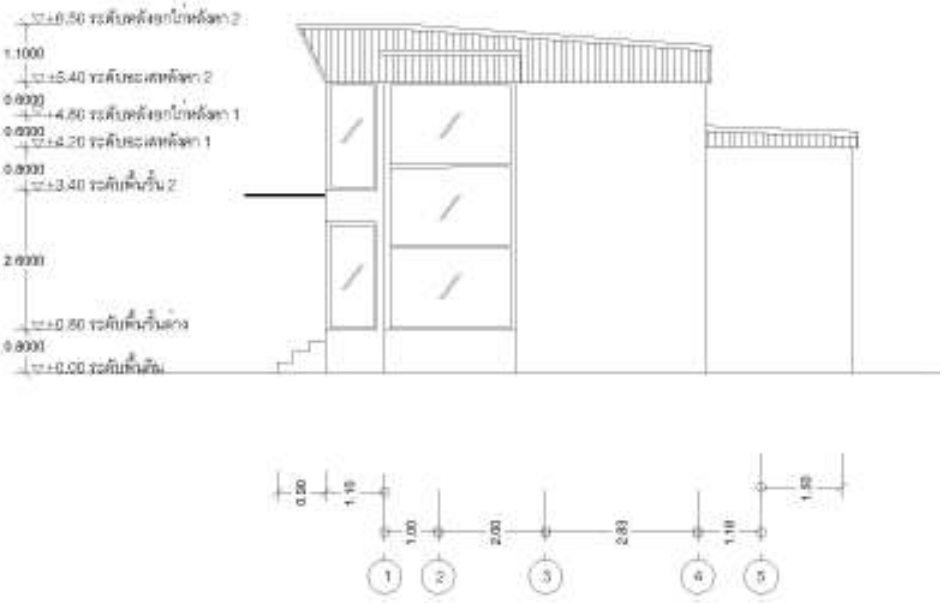
รูปด้าน 2 ของอาคารที่ใช้เป็นกรณีศึกษา



หมายเหตุ: จัดทำโดยผู้วิจัย เมื่อวันที่ 15 มกราคม 2550.

ภาพที่ 3.12

รูปด้าน 3 ของอาคารที่ใช้เป็นกรณีศึกษา



หมายเหตุ: จัดทำโดยผู้วิจัย เมื่อวันที่ 15 มกราคม 2550.

อาคารหลังนี้เป็นอาคาร 2 ชั้น ขนาดเล็ก ที่มีขนาดเหมาะสมกับการทดสอบความสามารถของการสื่อสารงานออกแบบในระดับของการสร้างประสบการณ์จำลอง เพราะเป็นอาคารที่ใช้ประกอบธุรกิจบริการที่ต้องการการออกแบบที่โดดเด่นทันสมัย และมีรายละเอียดในการออกแบบที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว โดยขั้นตอนการพัฒนาแบบของอาคารนี้ สถาปนิกได้มีการทำงานร่วมกันกับนักออกแบบภายใน ผู้รับเหมาก่อสร้างและเจ้าของอาคาร โดยลักษณะของการทำงานร่วมกันระหว่างสถาปนิกกับผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบคนอื่น ๆ จะมีอธิบายได้ดังนี้

1. อาคารหลังนี้ได้มีการออกแบบร่วมกันระหว่างสถาปนิกและนักออกแบบภายใน โดยที่นักออกแบบภายในนั้นได้ร่วมมือกันทำงานกับสถาปนิกในเรื่องของการออกแบบลักษณะกระจกใสหรือช่องแสง การออกแบบโทนสีให้เหมาะกับภายนอกอาคาร โครงสร้างของฝ้าเพดาน ตำแหน่งของหลอดไฟ การเลือกวัสดุพื้นผิว งานปูนต่าง ๆ การเพ้นท์กำแพงหรือประตูด้วยลวดลายต่าง ๆ หรือแม้แต่ทิศทางของแสงอาทิตย์ที่มีผลต่อพื้นที่ภายในอาคาร เป็นต้น

ภาพที่ 3.13

ลักษณะของกระจกใสและช่องแสงของอาคาร

หมายเหตุ: ภาพถ่ายโดยผู้วิจัย เมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม 2550.

จากภาพที่ 3.13 จะเห็นได้ว่าอาคารหลังนี้ได้เน้นการนำแสงภายนอกเข้าสู่อาคารในเวลากลางวัน และทำให้แสงจากภายในมีความโดดเด่นในเวลากลางคืน จึงทำให้สถาปนิกต้องมีการร่วมกันทำงานกับนักออกแบบภายใน

ภาพที่ 3.14

ฝ้าตกแต่งเพื่อความสวยงามและสามารถบังแดดได้

หมายเหตุ: ภาพถ่ายโดยผู้วิจัย เมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม 2550.

จากภาพที่ 3.14 จะเห็นได้ว่าอาคารหลังนี้มีการออกแบบฝ้าตกแต่งสำหรับบังแดดเพิ่มเติมภายในอาคาร จึงทำให้สถาปนิกต้องมีการร่วมกันทำงานกับนักออกแบบภายใน

ภาพที่ 3.15

การวาดกราฟฟิกบนกำแพงภายในอาคาร

.

หมายเหตุ: ภาพถ่ายโดยผู้วิจัย เมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม 2550.

จากภาพที่ 3.15 จะเห็นได้ว่าอาคารหลังนี้มีการวาดกราฟฟิกบนกำแพงภายในและภายนอกอาคารอาคาร จึงทำให้สถาปนิกต้องมีการร่วมกันทำงานกับนักออกแบบภายใน ในการกำหนดขนาดพื้นที่ของกำแพงในการวาดกราฟฟิก

ภาพที่ 3.16
งานเฟอร์นิเจอร์ปูนภายในอาคาร

หมายเหตุ: ภาพถ่ายโดยผู้วิจัย เมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม 2550.

จากภาพที่ 3.16 จะเห็นได้ว่าอาคารหลังนี้มีการใช้เฟอร์นิเจอร์ปูน ซึ่งมีการก่อสร้างไปพร้อม ๆ กับงานกำแพงและงานโครงสร้าง จึงทำให้สถาปนิกต้องมีการร่วมกันทำงานกับนักออกแบบภายใน

2. อาคารหลังนี้เป็นอาคารที่มีการออกแบบร่วมกันระหว่างสถาปนิกและผู้รับเหมาก่อสร้างที่มีความรู้ด้านโครงสร้างอาคาร และงานระบบ เนื่องจากเป็นอาคารที่มี ระบบน้ำ ระบบไฟ และระบบปรับอากาศ

ภาพที่ 3.17
บันไดวนที่ใช้ในอาคาร

หมายเหตุ: ภาพถ่ายโดยผู้วิจัย เมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม 2550.

จากภาพที่ 3.17 จะเห็นได้ว่าอาคารหลังนี้มีการใช้บันไดวน ต้องมีการคำนวณการรับน้ำหนัก ขนาด ความสูงของบันไดวน จึงทำให้สถาปนิกต้องมีการร่วมกันทำงานกับผู้รับเหมาก่อสร้างและนักออกแบบภายใน

ภาพที่ 3.18
การออกแบบฝ้าเพิ่มเติมเพื่อปกปิดงานระบบท่อน้ำเสีย

หมายเหตุ: ภาพถ่ายโดยผู้วิจัย เมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม 2550.

จากภาพที่ 3.18 เนื่องจากอาคารหลังนี้มีห้องน้ำอยู่ชั้นบน จึงต้องมีการออกแบบเพื่อปกปิดงานระบบ และสถาปนิกจำเป็นต้องรู้ตำแหน่งของการเดินระบบน้ำและไฟ จึงทำให้สถาปนิกต้องมีการร่วมกันทำงานกับผู้รับเหมาก่อสร้าง

ภาพที่ 3.19
การวางตำแหน่งเครื่องปรับอากาศ

หมายเหตุ: ภาพถ่ายโดยผู้วิจัย เมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม 2550.

จากภาพที่ 3.19 จะเห็นได้ว่าอาคารหลังนี้มีการใช้เครื่องปรับอากาศแบบแขวนผนัง จึงทำให้มีงานระบบของการเดินท่อเครื่องปรับอากาศ และคอมเพรสเซอร์ จึงทำให้สถาปนิกต้องมีการร่วมกันทำงานกับผู้รับเหมาก่อสร้าง

4. เป็นอาคารที่มีการออกแบบร่วมกันระหว่างสถาปนิกและเจ้าของอาคาร เนื่องจากเจ้าของอาคารมีประสบการณ์ในการทำธุรกิจประเภทคาร์แคร์และคอฟฟี่ช็อป เจ้าของอาคารสามารถให้ข้อมูลสนับสนุนการออกแบบอาคารของสถาปนิกได้ รวมถึงเรื่องรสนิยมและความชอบส่วนตัวของเจ้าของอาคารเช่นกัน

ภาพที่ 3.20
มุมมองส่วนล้างรถที่มองจากตัวอาคาร

หมายเหตุ: ภาพถ่ายโดยผู้วิจัย เมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม 2550.

จากภาพที่ 3.20 จะเห็นได้ว่าอาคารหลังนี้ได้รับการออกแบบให้มีห้องรับรองลูกค้าที่สะดวกในการมองเห็นส่วนล้างรถได้ และมีการออกแบบให้เหมาะสมต่อการใช้งานทั้งขนาดของพื้นที่ แสงสว่าง และขั้นตอนของการล้างรถ จึงทำให้สถาปนิกต้องมีการร่วมกัเจ้าของอาคาร เพราะเจ้าของอาคารมีความรู้และประสบการณ์ในการทำธุรกิจประเภทนี้

นอกจากความเหมาะสมในด้านกายภาพของตัวอาคาร ในการทดสอบความสามารถของการสื่อสารงานออกแบบในระดับของการสร้างประสบการณ์จำลองด้วยสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติแล้ว อาคารยังมีความเหมาะสมมาใช้เป็นกรณีศึกษาในเรื่องของการสื่อสารระหว่างผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบ เพราะว่าอาคารนี้มีการพัฒนาแบบและแก้ไขแบบอยู่หลายครั้ง โดยสถาปนิกมีการดำเนินงานร่วมกับผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบหลายฝ่ายด้วยกัน