

รหัสโครงการ SUT2-204-48-12-81



รายงานการวิจัย

การพัฒนาต้นแบบตัวจัดการหน้าต่างแบบสามมิติของระบบปฏิบัติการ
(The Prototyping of a Three-Dimensional Window Manager of an
Operating System)

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว



รายงานการวิจัย

การพัฒนาต้นแบบตัวจัดการหน้าต่างแบบสามมิติของระบบปฏิบัติการ
(The Prototyping of a Three-Dimensional Window Manager of an
Operating System)

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

อาจารย์สถิตย์โชค โพธิ์สอาด
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผู้ร่วมวิจัย

อาจารย์ ดร.เจษฎา คัมพานุช

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2548

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

พฤษภาคม 2550

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่าน ที่ให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยในครั้งนี้ จนกระทั่งการวิจัยสำเร็จลงได้ด้วยดี ขอขอบคุณเป็นพิเศษสำหรับผู้ช่วยวิจัยนายสิวดล เสถียรพัฒนา กุล นางสาวกรिता พงษ์พาณิชย์ นางสาวปารมิตา อาทิวะช นายนคร พัฒราภรณ์วิโรจน์ นายปิยภัท ภูมิเพ็งและนายสหรัต์ อารีราษฎร์ ที่ช่วยในการพัฒนาโปรแกรมด้วยความอดุสาหะ ขอขอบพระคุณ ผู้ทดสอบโปรแกรมที่ได้สละเวลาในการทดลองใช้โปรแกรมและตอบแบบสอบถาม รวมถึงให้ ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง

การวิจัยในครั้งนี้ ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีปีงบประมาณ 2548

บทคัดย่อ

Pak Pao 3D เป็นตัวจัดการหน้าต่างแบบสามมิติแบบใหม่ ผู้วิจัยได้นำเสนอรูปแบบการจัดการหน้าต่างแบบสามมิติใหม่เพื่อใช้แทนที่ หรือประกอบกับส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสองมิติ โดยทั่วไปที่เรียกว่า Desktop Metaphor รูปแบบการติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิตินี้มีลักษณะเสมือนว่า ผู้ใช้จำลองตัวเองเข้าไปในจอภาพและท่องไปในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง มองผ่านกล้องเป็นมุมมองของบุคคลที่ 1 แทนที่รูปแบบที่หน้าจอคอมพิวเตอร์เป็นพื้นโต๊ะทำงาน ในการโต้ตอบกับผู้ใช้ นั้นผู้ใช้จะใช้อุปกรณ์นำเข้าไปพื้นฐานที่มีอยู่ทั่วไป โดยการท่องไปในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงผู้ใช้จะใช้ปุ่มบนแป้นพิมพ์ในขณะที่การเลือกไอคอน ควบคุมไอคอนเช่นการลาก การหมุน ผู้ใช้จะใช้เมาส์ Pak Pao 3D มีข้อแตกต่างจากส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบ 3 มิติอื่นๆ คือ ไอคอนของโปรแกรมประยุกต์ และไอคอนของวัตถุต่างๆ เช่น ไฟล์ โฟลเดอร์ มีลักษณะเป็น 3 มิติโดยแท้จริง สามารถจับหมุน และเคลื่อนที่ได้ ตลอดจนมีการเคลื่อนไหวของวัตถุที่เสมือนจริงประกอบในจอภาพ ผู้ใช้สามารถใช้ความสามารถโดยทั่วไปของ desktop เช่นสร้างทางลัดหรือ short cut สำหรับเรียกใช้โปรแกรมหรือเปิดไฟล์ต่างๆ การพัฒนาให้สำเร็จลุล่วงไปได้ใช้เกมเอ็นจินในการพัฒนา

ผู้วิจัยได้นำเสนอตัวจัดการหน้าต่างแบบสามมิติเต็มรูปแบบ หน้าต่างของโปรแกรมสามารถหมุนเอียงในหน้าจอ อย่างไรก็ตามจากผลการประเมินและทดสอบแนะนำว่า การจัดการโปรแกรมต่างๆ ที่ใช้งานอยู่ควรเป็นสองมิติในสภาพแวดล้อมสามมิติเพื่อลดความสับสนของการใช้งาน จากการนำเสนอการใช้งานหน้าต่างของโปรแกรมแบบสองมิติโดยจัดการด้วย taskbar ในสภาพแวดล้อมสามมิติกับผู้ใช้ พบว่าผู้ใช้แสดงความสับสนจากความซับซ้อนของตัวจัดการหน้าต่างแบบสามมิติและส่วนติดต่อกับผู้ใช้ แต่ผู้ใช้มีความเห็นว่ารูปแบบดังกล่าวมีความสวยงาม น่าใช้ ทำให้ใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ได้อย่างเพลิดเพลิน การศึกษาพบว่าผู้ใช้ในเวลามากขึ้นในการทำงานต่างๆ แต่ผู้ใช้ยังคงปรารถนาที่จะใช้โปรแกรมเป็นครั้งคราว

Abstract

PakPao 3D is a novel 3-dimensional window manager. We propose a complement of a 3D user interface desktop metaphor of the operating system. This allows the user to immerse oneself in the screen, viewing as the first person, and travel through the world instead of looking at the screen as from a bird's-eye view over the desktop. To interact with the interface, basic input devices are used. Traveling in the virtual environment utilizes the keyboard, while selecting and manipulating objects employs a mouse. The distinction of this 3D interface is that the application and file icons are also true 3D objects which can be manipulated in addition to the animated and realistic environment elements added to the interface. General functionalities of the desktop can be performed including creating customized application shortcuts. To accomplish this, a state-of-the-art game engine is used to implement the interface.

After we proposed and evaluated a metaphor of handling application windows in three dimensional styles, the evaluation results suggested that maintaining two-dimensional task manager would reduce the interface complexity. While introduced as an augmented virtual reality environment desktop and maintaining full usage of unaltered launched applications in 2D windows, the users found the interface attractive and demonstrated that using such an interface was enjoyable. The study shows that productivity is reduced since the interface becomes more complex; however the users still prefer to use the interface occasionally.

สารบัญ

รายการ	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1. ความสำคัญ ที่มาของปัญหาการวิจัย	1
2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย.....	3
3. ทฤษฎีหรือกรอบแนวความคิด (Conceptual Framework)	3
4. ระเบียบวิธีวิจัย	4
5. ขอบเขตของการวิจัย	4
6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์.....	4
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
1. ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบ 3 มิติ	5
2. พิกัด 3 มิติ และการเคลื่อนที่ของวัตถุใน 3 มิติ	8
3. เกมเอ็นจิน (Game Engine)	9
4. การประเมินส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ.....	10
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	12
1. การออกแบบและพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ.....	12
2. การประเมินส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ.....	14
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	17
1. การวิเคราะห์ข้อกำหนดของส่วนติดต่อกับผู้ใช้	17
2. การออกแบบ.....	21
3. ต้นแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ	24
4. ผลการประเมินส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ.....	42

บทที่ 5 วิเคราะห์ สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	50
1. การวิเคราะห์การประเมินตัวจัดการหน้าต่างแบบสามมิติ	50
2. บทสรุปและข้อเสนอแนะ	55
บรรณานุกรม.....	57
ภาคผนวก	61
ภาคผนวก ก การออกแบบโดยละเอียด.....	61
ภาคผนวก ข ตัวอย่างสถานการณ์จำลอง สำหรับการทดสอบและประเมินส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ.....	104
ภาคผนวก ค ตัวอย่างแบบสอบถามความคิดเห็น เพื่อประเมินต้นแบบตัวจัดการหน้าต่างแบบสามมิติ และส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติของระบบปฏิบัติการ	106
ภาคผนวก จ คู่มือโปรแกรมเมอร์.....	130
ประวัติผู้วิจัย	143

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 2-1 ตารางสรุปหมวดหมู่ระบบที่เกี่ยวข้องกับ Pak Pao 3D แบ่งแยกตามฟังก์ชันการทำงาน และจำนวนมิติของส่วนติดต่อกับผู้ใช้	1
ตารางที่ 4-1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาที่ผู้ใช้ๆ ในการทำงานสมมติสำหรับการ ทดสอบของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แต่ละแบบ.....	1
ตารางที่ 4-2 สรุปผลระดับความคิดเห็นเฉลี่ยของผู้ใช้ที่มีต่อส่วนติดต่อกับผู้ใช้แต่ละแบบในหัวข้อ ต่างๆ แสดง โดยมีชยฐานและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อใช้วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วย Friedman Test	1
ตารางที่ 5-1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาที่ผู้ใช้ๆ ในการทำงานสมมติสำหรับการ ทดสอบของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แต่ละแบบ.....	1
ตารางที่ 5-2 สรุปผลระดับความคิดเห็นเฉลี่ยของผู้ใช้ที่มีต่อส่วนติดต่อกับผู้ใช้แต่ละแบบในหัวข้อ ต่างๆ แสดง โดยมีชยฐานและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วย FRIEDMEN TEST	1

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 2-1 ความสัมพันธ์ของระนาบการมอง (Viewing plane), วัตถุ (object), กล้อง (camera) และ พิกัดในปริภูมิสามมิติแบบ Cartesian coordinate.....	1
ภาพที่ 2-2 สถาปัตยกรรมแบบ โมดูลของเกมเอ็นจินสมัยใหม่	1
ภาพที่ 3-1 โมเดลการออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์แบบน้ำตก (Water Fall Model)	12
ภาพที่ 4-1 การสร้างทางลัดใน PakPao 3D.....	1
ภาพที่ 4-2 UML Class Diagram โดยสรุปของโปรแกรม Pak Pao 3D ที่สามารถแสดงหน้าต่าง ได้เป็น สามมิติและหมุนหน้าต่างได้	1
ภาพที่ 4-3 UML Class Diagram โดยสรุปของโปรแกรม Pak Pao 3D ที่ใช้งานแทน Windows Desktop ได้จริง	1
ภาพที่ 4-4 ภาพหน้าจอส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ Beach ซึ่งแสดงหน้าต่างเป็นสามมิติหมุนได้	24
ภาพที่ 4-5 ภาพหน้าจอการเย็บมุกกล้องของโปรแกรม	25
ภาพที่ 4-6 ภาพหน้าจอส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติรูปแบบพื้นฐานสำหรับประเมินความคิดเห็น ต่อระดับความซับซ้อนของโปรแกรม	25
ภาพที่ 4-7 ภาพหน้าจอส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ Space แสดงการหมุนหน้าต่างหลายๆ หน้าต่างทำให้หน้าต่างไม่ซ้อนทับกันและเห็นว่า โปรแกรมแต่ละ โปรแกรมทำงานอะไรอยู่.....	26
ภาพที่ 4-8 ภาพหน้าจอส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ Space แสดงความใสของหน้าต่างเพื่อที่จะ สามารถทราบได้ว่าหลังหน้าต่างมีอะไร ไม่จำเป็นต้องเดินเข้าไปในจอภาพ.....	26
ภาพที่ 4-9 ภาพหน้าจอการเดินเข้าใกล้หน้าต่าง โปรแกรมเป็นอย่างมาก พบว่ามีประโยชน์ในการ ขยายหรือซูมจอภาพ.....	27
ภาพที่ 4-10 ภาพหน้าจอแสดงการเริ่มต้นของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ Space.....	27
ภาพที่ 4-11 ภาพหน้าจอส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ Beach ในมุมมองกว้าง	28
ภาพที่ 4-12 ภาพหน้าจอส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่มีผนังคล้ายกับ Bliss Desktop Background ของ Windows.....	28
ภาพที่ 4-13 ภาพหน้าจอแสดงการเปิดหน้าต่างสามมิติในที่จำกัด พบปัญหาการบดบังกับ องค์ประกอบต่างๆ.....	29
ภาพที่ 4-14 ภาพหน้าจอแสดงการเปิดหน้าต่างสามมิติในที่จำกัด พบปัญหาการบดบังกับ องค์ประกอบต่างๆ.....	29

ภาพที่ 4-15 ภาพหน้าจอการเปิดหน้าต่าง My Documents	30
ภาพที่ 4-16 ภาพหน้าจอการ Minimize หน้าต่าง My Documents	30
ภาพที่ 4-17 ภาพหน้าจอแสดงส่วนติดต่อกับผู้ใช้ Home แสดงการ Minimize หน้าต่าง 2 หน้าต่าง ..31	
ภาพที่ 4-18 ภาพแสดงส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบ Office.....	31
ภาพที่ 4-19 หน้าจอส่วนติดต่อกับผู้ใช้ Beach ในอีกรุมหนึ่ง	32
ภาพที่ 4-20 ภาพหน้าจอส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบ Beach แสดงการหมุน ไอคอนและเปิดหน้าต่าง Web Browser.....	32
ภาพที่ 4-21 ภาพหน้าจอส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่ใช้ในการฝึกก่อนการประเมินส่วนติดต่อกับผู้ใช้	33
ภาพที่ 4-22 ภาพหน้าจอส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่มีลักษณะคล้าย Windows XP.....	33
ภาพที่ 4-23 ภาพหน้าจอส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ Space หน้าจอนี้ทำงานร่วมกับ Taskbar และสามารถเรียกโปรแกรมจากไอคอนได้จริง	34
ภาพที่ 4-24 ภาพหน้าจอ Pak Pao 3D – Office	34
ภาพที่ 4-25 ภาพหน้าจอ Pak Pao 3D – Office อีกรุมหนึ่ง.....	35
ภาพที่ 4-26 หน้าจอแสดงวัตถุสำหรับคลิกขวาเพื่อการสร้างทางลัดหรือ Shortcut	35
ภาพที่ 4-27 หน้าจอแสดงโปรแกรม Pak Pao 3D คล้าย Windows XP ที่ทำงานแทน Windows Desktop ได้	36
ภาพที่ 4-28 หน้าจอแสดงชื่อของโปรแกรมเมื่อนำเมาส์ไปวางไว้บนไอคอน	36
ภาพที่ 4-29 เมื่อทำการดับเบิลคลิกที่โฟลเดอร์ โฟลเดอร์จะถูกเปิดขึ้น	37
ภาพที่ 4-30 หน้าจอแสดงการเฆยของมูมกลิ้ง.....	37
ภาพที่ 4-31 หน้าจอ Pak Pao 3D – Beach แสดงการวางเมาส์บน Windows Media Player.....	38
ภาพที่ 4-32 หน้าจอแสดงการสร้างทางลัด โดยผู้ใช้คลิกขวาวบริเวณที่ใช้สร้างทางลัด	38
ภาพที่ 4-33 ระบบจะแสดงตัวช่วยเพื่อสร้างทางลัด มีรูปแบบเหมือนกับการสร้างทางลัดใน Windows XP.....	39
ภาพที่ 4-34 หน้าจอแสดงไอคอนเพื่อให้เลือกใช้ไอคอนที่เป็นสามมิติ	39
ภาพที่ 4-35 ภาพแสดงการหมุนวัตถุด้วยเมาส์.....	40
ภาพที่ 4-36 ภาพแสดงมูมเฆยและวัตถุสำหรับสร้าง ไอคอน	40
ภาพที่ 4-37 แผนภาพแสดงองค์ประกอบของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ ที่มีตัวจัดการหน้าต่างแบบสามมิติหมุนได้ประกอบการออกแบบโดยละเอียด	41
ภาพที่ 4-38 แผนภาพแสดงองค์ประกอบของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ ประกอบการออกแบบโดยละเอียด	42

ภาพที่ 4-39 แผนภูมิแท่งแสดงระดับความคิดเห็นเฉลี่ย ต่อการใช้ตัวจัดการหน้าต่างแบบสามมิติ.....	44
ภาพที่ 4-40 แผนภูมิแท่งแสดงระดับความคิดเห็นเฉลี่ยต่อข้อคำถาม เกี่ยวกับการใช้งาน Pak Pao 3D โดยภาพรวม.....	45
ภาพที่ 4-41 แผนภูมิแท่งแสดงเวลาเฉลี่ยที่ผู้ทดสอบใช้ในการทดสอบตามงานที่มอบหมาย ของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แต่ละแบบ.....	46
ภาพที่ 4-42 แผนภูมิแท่งแสดงระดับความคิดเห็นเฉลี่ยของผู้ทดสอบต่อคำถาม “ขณะใช้ มีความสนุกสนานกับ Program และมีความบันเทิง” ของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แต่ละแบบ.....	46
ภาพที่ 4-43 แผนภูมิแท่งแสดงระดับความคิดเห็นเฉลี่ยของผู้ทดสอบต่อคำถาม “ส่วนติดต่อกับผู้ใช้มีความสวยงามน่าใช้” ของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แต่ละแบบ.....	47
ภาพที่ 4-44 แผนภูมิแท่งแสดงระดับความคิดเห็นเฉลี่ยของผู้ทดสอบต่อคำถาม “ลดความเครียดในการใช้งานคอมพิวเตอร์” ของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แต่ละแบบ.....	47
ภาพที่ 4-45 แผนภูมิแท่งแสดงระดับความคิดเห็นเฉลี่ยของผู้ทดสอบต่อคำถาม “ทำให้การทำงานต่างๆ ของคอมพิวเตอร์เป็นไปด้วยความรวดเร็ว” ของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แต่ละแบบ.....	48
ภาพที่ 4-46 แผนภูมิแท่งแสดงระดับความคิดเห็นเฉลี่ยของผู้ทดสอบต่อคำถาม “การ Drag-icon สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นธรรมชาติ” ของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แต่ละแบบ.....	48
ภาพที่ 4-47 แผนภูมิแท่งแสดงอันดับเฉลี่ยที่ได้จากการจัดอันดับของผู้ใช้ ของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แต่ละแบบของ Pak Pao 3D โดยคะแนนน้อยคือได้เป็นอันดับแรกๆ ที่มีผู้ชื่นชอบ.....	49
ภาพที่ 5-1 แผนภูมิแท่งแสดงระดับความคิดเห็นเฉลี่ยต่อการ ใช้ตัวจัดการหน้าต่างแบบสามมิติ.....	51

บทที่ 1

บทนำ

1. ความสำคัญ ที่มาของปัญหาการวิจัย

ส่วนติดต่อกับผู้ใช้เป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งของคอมพิวเตอร์ ส่วนติดต่อกับผู้ใช้มีวิวัฒนาการมาตั้งแต่การใช้ตัวอักษรเพียงอย่างเดียวสำหรับโต้ตอบระหว่างผู้ใช้กับคอมพิวเตอร์ มาเป็นแบบกราฟิกส์สองมิติที่แทนคำสั่งต่างๆ ด้วย Icon และปุ่มที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน การติดต่อกับผู้ใช้อย่างนี้เป็นรูปแบบมาตรฐานที่ใช้อยู่บนคอมพิวเตอร์แทบทุกเครื่อง เป็นเวลากว่า ทศวรรษ อย่างไรก็ตาม ผู้ใช้ระบบปฏิบัติการที่มีส่วนติดต่อกับหน้าต่างได้พบปัญหาการซ้อนทับกัน ของหน้าต่าง การพัฒนาไปสู่ส่วนจัดการหน้าต่างแบบสามมิติสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการ หน้าต่างที่ซ้อนทับกันอยู่ และจัดการหน้าต่างให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นเสมือนผู้ใช้อยู่ในจอเครื่อง คอมพิวเตอร์ได้ บริษัทซอฟต์แวร์และสถาบันต่างๆ ได้เริ่มวิจัยและพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบ สามมิติเช่นเดียวกัน

เครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องจำเป็นต้องมีระบบปฏิบัติการ บริษัทไมโครซอฟท์เป็นบริษัทที่ พัฒนาระบบปฏิบัติการวินโดวส์ ซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการที่มีผู้ใช้มากที่สุดในโลกรวมถึงประเทศไทย เนื่องจากการใช้งานง่ายและมีประสิทธิภาพของระบบปฏิบัติการเป็นหัวใจสำคัญ บริษัทดังกล่าวยัง ครอบครองตลาดซอฟต์แวร์กลุ่มอื่นๆ โดยใช้ระบบปฏิบัติการของตนเป็นแกนหลักในการทำตลาด ตามนโยบายของรัฐบาลที่สนับสนุนการพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อพึ่งพาตนเอง ระบบปฏิบัติจึงควรเป็น ซอฟต์แวร์ในกลุ่มแรกที่ประเทศมีความสามารถในการพัฒนาขึ้นเอง ซึ่งมีใช้เป็นการพัฒนาที่ เลียนแบบเพื่อทดแทนการใช้ซอฟต์แวร์ลิขสิทธิ์เท่านั้น หากแต่ต้องเป็นการพัฒนาที่รู้เท่าทัน การ พัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้ของระบบปฏิบัติการในลักษณะสามมิติของบริษัทต่างๆ ยังอยู่ในช่วงการ พัฒนา และจะยังไม่ออกมาสู่ตลาดโลกในระยะเวลาอันใกล้ ดังนั้นการศึกษาการพัฒนาส่วนติดต่อกับ ผู้ใช้ในลักษณะสามมิตินี้เป็นการพัฒนาไปพร้อมๆ กับต่างประเทศ

เกมสามมิติได้รับความนิยมมากขึ้นเรื่อยๆ ในขณะเดียวกันเกมสองมิติยังไม่ได้หายไปในแวด วงผู้เล่นเกมเนื่องจากผู้เล่นมีความชอบแตกต่างกัน แนวคิดดังกล่าวเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการพัฒนา ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ โดยจะต้องศึกษาถึงความเหมาะสมของความซับซ้อนของหน้าจอ เพื่อให้การใช้คอมพิวเตอร์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและเพลิดเพลิน

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น การพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้เป็นหัวใจอย่างหนึ่งสำคัญของการ พัฒนาระบบปฏิบัติการอันเป็นรากฐานของการพึ่งพาตนเองของประเทศในด้านอุตสาหกรรม

ซอฟต์แวร์ ผลการศึกษาถึงระดับความพอใจของผู้ใช้ต่อความซับซ้อนของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติยังเป็นข้อมูลสำคัญที่จะเป็นแนวทางของการพัฒนาการติดต่อกับผู้ใช้ในอนาคต

ผู้วิจัยได้ตั้งชื่อต้นแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบ 3 มิติของระบบปฏิบัติการที่ได้พัฒนาขึ้นมีชื่อว่า PakPao 3D ซึ่งมาจากชื่อปลาปักเป้า เนื่องจากความสามารถในการพองตัวของปลาในขณะตกใจ มีลักษณะเป็น 3 มิติมากขึ้นของปลา นอกจากนี้เพื่อให้สอดคล้องกับโปรแกรมต่างๆ ที่พัฒนาโดยคนไทย มักจะมีชื่อเกี่ยวกับทะเล เช่นปลาวาฬบร่าวเซอร์ ลีน่าทะเล ปลาฉลามออฟฟิศ เป็นต้น PakPao 3D เป็นโปรแกรมส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบ 3 มิติของระบบปฏิบัติการ ซึ่งพัฒนาขึ้นโดยมีจุดประสงค์ที่จะแทนที่ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบ 2 มิติ โดยให้มีการติดต่อกับผู้ใช้แบบเสมือนจริง หรือความจริงเสมือน (Virtual Reality) ซึ่งพัฒนาการของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบเสมือนจริงนี้ได้กล่าวไว้ใน (Ellis, 1995)

PakPao 3D มีรูปแบบการติดต่อกับผู้ใช้แบบเสมือนจริง โดยมีลักษณะที่ผู้ใช้เป็นบุคคลที่ 1 มองผ่านกล้อง ผู้ใช้จะพบว่าส่วนติดต่อกับผู้ใช้มีพื้นที่ใช้งานกว้างขวางมากกว่าส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบ Desktop Metaphor ในส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบ 2 มิติ นั้น ผู้ใช้จะพบว่าเมื่อมีไอคอนของโปรแกรม หรือไอคอนของไฟล์ต่างๆ วางอยู่บน Desktop มากขึ้น จะทำให้มีความยากลำบากในการระบุไอคอนที่ต้องการ การจัดการและการแบ่งประเภทไอคอน สำหรับใน PakPao 3D นั้น ไอคอนถูกขึ้นรูปให้เป็นวัตถุ 3 มิติเสมือนจริง ซึ่งสามารถวางในปริภูมิสามมิติได้ การจัดวางนั้นจะวางโดยอ้างอิงกับวัตถุต่างๆ ในปริภูมิสามมิติ เช่นผนัง พื้น ต้นไม้ ซึ่งการจัดวางดังกล่าวจะทำให้ผู้ใช้มีพื้นที่มากขึ้นในการจัดเก็บ รวมถึงกระตุ้นให้ผู้ใช้ๆ ทักษะรู้จำ (cognitive skill) เพื่อระบุตำแหน่งไอคอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ใน Task Gallery (Robertson, et al., 2002) ซึ่งเป็นส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติแสดงให้เห็นว่าการวางหน้าต่างโปรแกรมที่เปิดใช้งานอยู่กับวัตถุอ้างอิงในปริภูมิสามมิติ จะเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานของตัวจัดการหน้าต่างโปรแกรมของผู้ใช้ ซึ่งผู้วิจัยคาดหวังว่าการจัดวางไอคอนในรูปแบบสามมิติจะทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพเช่นเดียวกัน

ความบันเทิงเป็นอีกสิ่งหนึ่งที่ผู้วิจัยได้เพิ่มเติมไว้ในส่วนติดต่อกับผู้ใช้ ซึ่งคณะผู้วิจัยถือว่าเป็นการพัฒนาที่สำคัญ ความพึงพอใจ ความบันเทิงและความสนุกสนานเป็นสิ่งสำคัญในชีวิต เช่นเดียวกับในขณะทำงาน (Monk, 2002) การใช้เกมเอนจิน (game engine) ในการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้นั้น สามารถทำให้การพัฒนาสะดวกรวดเร็ว คณะผู้วิจัยตระหนักถึงการไม่เพิ่มเติมส่วนประกอบที่ซับซ้อนเกินไปในส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิตินี้ โดยเพิ่มส่วนประกอบเพื่อความบันเทิงไม่มากจนเกินไป ได้แก่การเพิ่มวัตถุเสมือนจริงซึ่งสามารถเคลื่อนไหวได้ในส่วนติดต่อกับผู้ใช้ แต่ยังคงการจัดการหน้าต่างต่างๆ ของโปรแกรมแบบสองมิติ โดยให้ Taskbar ของวินโดวส์เป็นตัวจัดการ

นอกจากการพัฒนาต้นแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ขึ้นแล้ว คณะผู้วิจัยได้ทำการทดสอบเพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพของส่วนติดต่อกับผู้ใช้ต้นแบบ และทัศนคติที่มีต่อส่วนติดต่อกับผู้ใช้ของระบบปฏิบัติการที่ได้พัฒนาขึ้นทั้งด้านความสวยงาม ความบันเทิง และความใช้งานได้ต่างๆ

2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาต้นแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบ 3 มิติ ของระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์
- 2.2 เพื่อวิเคราะห์และประเมินประสิทธิภาพของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบ 3 มิติที่ได้พัฒนาขึ้น

3. ทฤษฎีหรือกรอบแนวความคิด (Conceptual Framework)

การทำงานของคอมพิวเตอร์ประกอบด้วยส่วนนำเข้า ส่วนประมวลผล และส่วนแสดงผล ส่วนนำเข้าและส่วนแสดงผลเป็นส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้คอมพิวเตอร์โดยผู้ใช้สามารถมีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์เพื่อสั่งการให้คอมพิวเตอร์ทำงานต่างๆ ให้ผู้ใช้ ส่วนติดต่อกับผู้ใช้จะเรียกโปรแกรมประยุกต์ ชุดคำสั่งหรือคำสั่งที่สามารถทำงานได้ตามที่ผู้ใช้ต้องการ การติดต่อกับผู้ใช้ส่วนใหญ่ใช้รูปไอคอน (icon) และปุ่ม (button) สำหรับเรียกโปรแกรมขึ้นมาใช้งาน

การใช้งานคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันจะทำงานในรูปแบบหลายหน้าต่างทำงานได้พร้อมๆ กัน เมื่อผู้ใช้เรียกโปรแกรมขึ้นมาทำงานด้วยการคลิกที่ไอคอน หน้าต่างของโปรแกรมใหม่จะถูกแสดงขึ้นบนหน้าจอ หน้าต่างของแต่ละโปรแกรมที่ผู้ใช้เรียกใช้จะซ้อนทับกันอยู่ ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนไปมาระหว่างโปรแกรมได้โดยเมาส์ หรือแป้นพิมพ์

การเพิ่มความสามารถด้านสามมิติเข้าไปในตัวจัดการหน้าต่างเป็นการกระทำเช่นเดียวกับการใช้รูปไอคอนและปุ่มคำสั่ง แต่ไอคอนจะมีมิติที่มากกว่าสองมิติ นอกจากนี้ผู้ใช้สามารถพลิก เปลี่ยนมุมมอง หรือเดินไปรอบหน้าต่างของโปรแกรมที่เปิดขึ้นและซ้อนทับกันอยู่เสมือนหนึ่งผู้ใช้ที่อยู่ในหน้าจอคอมพิวเตอร์ การคลิกที่ไอคอนหรือหน้าต่างจะเป็นการเรียกโปรแกรมนั้นๆ ขึ้นมาใช้ในลักษณะ Application Redirection การใช้งานโปรแกรมที่ถูกเรียกจะเป็นการใช้งานโปรแกรมในลักษณะสองมิติเช่นเดิม

โดยการพัฒนาต้นแบบในโครงการนี้ Application Redirection จะถูกจำลองโดยการเรียกหน้าต่าง Application ที่ได้ทำการ Capture ไว้แล้วเท่านั้น ยังไม่เป็นการเรียกแอปพลิเคชันนั้นๆ ขึ้นมาใช้

4. ระเบียบวิธีวิจัย

- 4.1 ศึกษาเครื่องมือและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องได้แก่
 - 4.1.2 การจัดการกับหน้าต่างโปรแกรม
 - 4.1.3 การสร้างและจัดการกับวัตถุในอาณาเขต 3 มิติ
 - 4.1.4 Windows APIs ที่เกี่ยวข้องสำหรับเรียกโปรแกรม
- 4.2 ออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้
- 4.3 พัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่ได้ออกแบบไว้ตามความซับซ้อน โดยมีขั้นตอนการพัฒนาดังนี้
 - 4.3.1 การแสดงวัตถุในสเปซสามมิติและการจัดการกับวัตถุ
 - 4.3.2 การหมุนภาพและการเดินในสเปซสามมิติ
 - 4.3.3 แสดงหน้าต่าง Application ที่ได้ Capture ไว้แล้วในสเปซสามมิติ
 - 4.3.4 ตกแต่งให้สวยงามด้วยเอฟเฟคต่างๆ
- 4.4 ทดสอบและแก้ไขข้อผิดพลาด
- 4.5 ประเมินประสิทธิภาพของส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่ได้ออกพัฒนาขึ้น

5. ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยและพัฒนาโครงการนี้แบ่งเป็นสองส่วนสำคัญ โดยส่วนแรกครอบคลุมถึงการใช้โปรแกรมแสดงวัตถุสามมิติเชื่อมต่อกับวัตถุบนเดสก์ทอป แสดงผลเป็นสามมิติแทนสองมิติ ผู้ใช้สามารถเรียกใช้โปรแกรมในลักษณะเดิม ในสเปซสามมิติโดยที่โปรแกรมที่ถูกเรียกขึ้นยังคงเป็นสองมิติเช่นเดิม โดยโปรแกรมที่ถูกเรียกขึ้นนั้นเป็นภาพหน้าต่างที่ได้ Capture ไว้แล้ว โครงการส่วนที่สองครอบคลุมการทดสอบโปรแกรมที่ได้พัฒนาเสร็จสิ้น โดยผู้ใช้ที่มีไม่จำเป็นต้องมีความชำนาญในการใช้คอมพิวเตอร์แต่สามารถใช้งานमाส์ได้เป็นอย่างดี ผลการวิจัยทั้งสองส่วนจะถูกนำไปวิเคราะห์เพื่อพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ ที่สามารถใช้แทนส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสองมิติได้ในการใช้ในชีวิตประจำวันต่อไป

6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

- 6.1 ได้ค้นแบบที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบ 3 มิติ และนำไปสู่การผลิตเชิงพาณิชย์
- 6.2 กระตุ้นให้เกิดความสนใจในการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้และเสริมสร้างความเข้มแข็งให้อุตสาหกรรมซอฟต์แวร์ของไทย
- 6.3 ได้รูปแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ใหม่เพื่อเป็นทางเลือกสำหรับการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้ ซึ่งสามารถเผยแพร่ได้ในระดับนานาชาติ

บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบ 3 มิติ

ส่วนติดต่อกับผู้ใช้เป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งของคอมพิวเตอร์ ซึ่งส่วนติดต่อกับผู้ใช้ของระบบปฏิบัติการเป็นส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่ใช้งานกันมากที่สุดเนื่องจากก่อนที่ทำงานด้วยโปรแกรมอื่นๆ ผู้ใช้ต้องมีปฏิสัมพันธ์กับเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านส่วนติดต่อกับผู้ใช้ของระบบปฏิบัติการเสียก่อน รวมถึงการจัดการไฟล์ต่างๆ ส่วนติดต่อกับผู้ใช้มีวิวัฒนาการมาตั้งแต่การใช้ตัวอักษรเพียงอย่างเดียวสำหรับโต้ตอบระหว่างผู้ใช้กับคอมพิวเตอร์ มาเป็นแบบกราฟิกส์สองมิติที่แทนคำสั่งต่างๆ ด้วยไอคอน (Icon) และปุ่มที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน การติดต่อกับผู้ใช้โดยการใช้ไอคอนดังกล่าวเป็นรูปแบบมาตรฐานที่ใช้อยู่บนคอมพิวเตอร์แทบทุกเครื่องเป็นเวลากว่าทศวรรษ (Marcus, et al., 1991; Brunstad, et al., 2002) ยกตัวอย่างเช่น Microsoft Windows, MacOS X, KDE, GNOME และอื่นๆ ซึ่งรูปแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบกราฟิกส์ 2 มิติดังกล่าวมีการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงไปไม่มากตลอดทศวรรษที่ผ่านมา ซึ่งส่วนใหญ่ได้แก่การเพิ่มความสวยงามของส่วนติดต่อกับผู้ใช้ เช่นการเพิ่มเงา การให้แสง การกำหนดให้เทคนิควัตถุโปร่งแสง การไล่เฉดสีของวัตถุต่างๆ ซึ่งเป็นองค์ประกอบของส่วนติดต่อกับผู้ใช้

อย่างไรก็ตาม ผู้ใช้ระบบปฏิบัติการที่มีส่วนติดต่อกับหน้าต่างได้พบปัญหาการซ้อนทับกันของหน้าต่าง การพัฒนาไปสู่ส่วนจัดการหน้าต่างแบบสามมิติสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการหน้าต่างที่ซ้อนทับกันอยู่ และจัดการหน้าต่างให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นเสมือนผู้ใช้อยู่ในจอเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ บริษัทซอฟต์แวร์และสถาบันต่างๆ ได้เริ่มวิจัยและพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติเช่นเดียวกัน โดย

การเพิ่มความสามารถด้าน 3 มิติให้กับส่วนติดต่อกับผู้ใช้ของระบบปฏิบัติการเริ่มมีประภพให้เห็นอย่างแพร่หลายและใช้จริงในทางธุรกิจในระบบปฏิบัติการไมโครซอฟท์วินโดวส์วิสต้า ซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการรุ่นใหม่ในตระกูลระบบปฏิบัติการไมโครซอฟท์วินโดวส์ ระบบปฏิบัติการระบบปฏิบัติการไมโครซอฟท์วินโดวส์วิสต้าซึ่งเริ่มจำหน่ายในปีพ.ศ. 2550 มีความสามารถในการจัดการการสลับระหว่างงานหรือโปรแกรมต่างๆ ที่ผู้ใช้กำลังทำงานอยู่เรียกว่า Flip-3D โครงการ

ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบ 3 มิติที่ได้อธิบายกันในวงกว้างอื่นๆ ได้แก่ Project Looking Glass ของบริษัทซันไมโครซิสเต็ม (Sun Microsystems, 2007) และโปรแกรม 3DNA Desktop (3DNA Corp, 2007) ซึ่งได้รับการดาวน์โหลดเกือบหนึ่งล้านครั้งในเว็บไซต์ download.com นอกจากนี้ ยังมีโปรแกรมอื่นๆ ที่ได้พัฒนาขึ้น รวมถึงอยู่ในระหว่างการพัฒนาและวิจัยทั้งในทางการค้าและวิชาการ

แสดงให้เห็นถึงความสำคัญและจำนวนผู้สนใจในการวิจัยเรื่องส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบ 3 มิติ และมีการเปรียบเทียบระหว่างส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติด้วยกันเองโดย (Brunstad, 2002) และ (Höglund, 2004) เป็นต้น ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องและนำเสนองานวิจัยที่เกี่ยวข้องอย่างมากกับ PakPao 3D ดังนี้

3DNA Desktop (3DNA Corp, 2007) เป็นโปรแกรมส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติของระบบปฏิบัติการที่สามารถดาวน์โหลดได้ทางอินเทอร์เน็ต การทำงานของโปรแกรมเริ่มจากการสำรวจไอคอนบน Desktop ที่มีอยู่ในวินโดวส์ ถัดจากนั้นจะสร้างไอคอนสองมิติในส่วนติดต่อกับผู้ใช้ของ 3DNA โดยนำไอคอนแปะไว้กับบอร์คขนาดใหญ่ในโปรแกรม การเรียกโปรแกรมอื่นๆ ขึ้นมาทำงานนั้น หน้าต่างโปรแกรมจะเป็นสองมิติเช่นเดิม เหมือนในวินโดวส์ปกติ การจัดการหน้าต่างโปรแกรมที่กำลังทำงานอยู่มีลักษณะคล้ายคลึงกับ Task Gallery (Robertson, et al., 2002) กล่าวคือเป็นการวางหน้าต่างของโปรแกรมในลักษณะแปะไว้ที่ผนัง แต่ต่างกันตรงที่ใน Task Gallery นั้นหน้าต่างจะซ้อนๆ กัน (cascade) ในขณะที่ใน 3DNA เป็นลักษณะของการวางเรียงกันแบบปูกระเบื้อง (tile) โปรแกรมไม่ได้นำเสนอตัวจัดการไฟล์แบบสามมิติแต่อย่างใด โปรแกรมดังกล่าวมีลักษณะคล้ายคลึงกับ PakPao 3D มากที่สุด จากการสังเกตและวิเคราะห์ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ของ 3DNA พบว่า วัตถุที่ใช้เรียกโปรแกรมอื่นๆ ให้ใช้งานไม่ได้เป็นไอคอน แต่เป็นวัตถุเสมือนจริง ซึ่งในส่วนติดต่อกับผู้ใช้ก็มีส่วนที่เป็นวัตถุเสมือนจริงเพื่อการตกแต่งอยู่แล้วเช่นต้นไม้ หรือโต๊ะ ซึ่งไม่สามารถเรียกใช้งานได้ แต่วัตถุบางชิ้นเช่นโทรศัพท์ หรือลูกโลกจำลองที่วางอยู่บนโต๊ะสามารถเรียกใช้งานโปรแกรมได้ ทำให้ผู้ใช้เกิดความสับสนได้ ผู้วิจัยคำนึงถึงประเด็นดังกล่าว จึงออกแบบวัตถุที่สามารถเรียกใช้โปรแกรมอื่นๆ ได้ให้อยู่ในรูปของไอคอนสามมิติทั้งหมด เพื่อแยกความแตกต่างออกจากวัตถุตกแต่งในส่วนติดต่อกับผู้ใช้ โดยไอคอนสามมิติที่สร้างขึ้น สร้างมาจากไอคอนสองมิติดั้งเดิมที่ผู้ใช้มีความคุ้นเคยอยู่แล้ว ใน 3DNA นั้นผู้ใช้ไม่สามารถเคลื่อนย้ายวัตถุในปริภูมิสามมิติได้เลย ซึ่งไม่ได้เป็นการใช้ความสามารถที่เพิ่มขึ้นของส่วนติดต่อกับผู้ใช้ในสามมิติ ซึ่งต่างจากที่ PakPao 3D สามารถทำได้ ข้อแตกต่างที่สำคัญอีกประการหนึ่งระหว่าง 3DNA Desktop และ PakPao 3D ได้แก่ ใน PakPao 3D ผู้ใช้จะมีความใกล้ชิดกับวัตถุเคลื่อนไหว หรือแอนิเมชันมากกว่า ซึ่งเพิ่มประสบการณ์การใช้งานให้ใกล้ชิดกับส่วนติดต่อกับผู้ใช้และมีความสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับวัตถุต่างๆ เพิ่มขึ้น

Task Gallery (Robertson, et al., 2002) เป็นอีกโปรแกรมหนึ่งที่สัมพันธ์กับการออกแบบ PakPao 3D โดย Task Gallery เป็นตัวจัดการหน้าต่างแบบสามมิติที่บริษัทไมโครซอฟท์พัฒนาขึ้น การจัดการหน้าต่างนั้น โปรแกรมจัดการโดยการนำหน้าต่างโปรแกรมอื่นๆ ที่ผู้ใช้ฯ งานอยู่ วางในลักษณะแปะกับผนังที่มีอยู่สามด้านของห้อง โดยแต่ละด้านสามารถวางหน้าต่างได้มากกว่าหนึ่งหน้าต่าง โดยวางซ้อนกันเป็นชั้นๆ (stack) การวางหน้าต่างเป็นชั้นๆ แบบสามมิติได้นำมาใช้จริงใน

เชิงพาณิชย์ในระบบปฏิบัติการวินโดวส์วิสตาซึ่งเรียกว่า Flip-3D โดยใช้ปุ่ม Windows-Tab นั่นเอง การจัดการหน้าต่างแบบสามมิติดังกล่าวไม่สามารถใช้ได้กับต้นแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เนื่องจากผู้วิจัยได้พัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้ซึ่งมีลักษณะเป็นสภาพแวดล้อมเสมือนจริงขึ้นหลายแบบ โดยในสภาพแวดล้อมที่ได้พัฒนาขึ้นนั้น หลายๆ แบบไม่ได้มีผนังสำหรับแขวนหน้าต่าง ซึ่งจะทำให้เกิดความสับสนกับผู้ใช้มากขึ้นถ้าโปรแกรมจะจัดการกับหน้าต่างแบบ Task Gallery ในต้นแบบที่ได้พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยจึงให้ Taskbar เป็นตัวจัดการโปรแกรมที่ได้เปิดไว้เพื่อความสะดวก นอกจากนี้ Task Gallery ไม่อนุญาตให้ผู้ใช้เดินในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงอย่างอิสระ ซึ่งไม่เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้ใช้ได้ควบคุมส่วนติดต่อกับผู้ใช้ยิ่งขึ้นและใช้ความสามารถของสามมิติอย่างสมบูรณ์ ทั้งยังเป็นการลดประสิทธิภาพการสัมผัสกับส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ

กลุ่มงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับต้นแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่ได้พัฒนาขึ้นได้แก่ระบบแสดงผลและจัดการไฟล์แบบสามมิติ ผู้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ใช้เวลาให้กับการค้นหาและจัดการไฟล์อยู่น้อย ตัวจัดการไฟล์แบบสามมิติที่ได้พัฒนาในช่วงแรกเป็นการขยายการทำงานของการจัดการไฟล์แบบต้นไม้ (directory tree) ในแบบสองมิติ โดยพัฒนาไปสู่รูปแบบกรวย (Mummer, 1998) มีการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ความแตกต่างของระบบแสดงและจัดการไฟล์โดย (Höglund, 2004) ผู้วิจัยมีความเห็นว่ารูปแบบของการจัดการไฟล์แบบสามมิติที่มีความเป็นไปได้และมีความเข้ากันกับ PakPao 3D คือระบบ MountainView (Altom, et al., 2004) โดยการวางไฟล์หรือไอคอนต่างๆ ไว้เป็นกลุ่มๆ แต่อย่างไรก็ตาม ในการค้นหา และจัดการไฟล์แบบซับซ้อน เช่นการเปิดโฟลเดอร์แบบสามมิติและการแสดงไฟล์แบบเป็นลำดับชั้นในรูปต้นไม้ หรือกรวยนั้น ยังไม่มีงานวิจัยต้นแบบใดที่สามารถประยุกต์ใช้กับ PakPao 3D ได้ ผู้วิจัยจึงลงการจัดการไฟล์แบบลำดับชั้นให้เป็นหน้าที่ของ Windows Explorer ส่วนการจัดการไอคอนต่างๆ ในสภาพแวดล้อมสามมิตินี้มีลักษณะเดียวกับ MountainView

ระบบที่ได้กล่าวถึงข้างต้น เป็นระบบที่นำเสนอส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติที่เกี่ยวข้องเป็นอย่างมาก โดยเป็นส่วนหลักๆ ที่ควรคำนึงถึงสามส่วนได้แก่รูปแบบการติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติของระบบปฏิบัติการ ระบบจัดการหน้าต่างแบบสามมิติและการจัดการไฟล์แบบสามมิติ อย่างไรก็ตามยังไม่มีงานวิจัยและโปรแกรมอื่นๆ ที่พัฒนาขึ้นเพื่อการนำเสนอรูปแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติโดย (Verdi, 2003; Regenbrecht, et al., 2001 และ Knees, et al., 2006) ตารางที่ 1 [Table I] แสดงสรุปงานหรือโปรแกรมต่างๆ ที่มีผู้พัฒนาขึ้นซึ่งนำเสนอส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ โดยอ้างอิงและเพิ่มเติมให้สมบูรณ์มากขึ้นจาก (Brunstad, 2002) ตารางดังกล่าวแสดงโปรแกรมที่มีส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติแบ่งตามประเภทของประโยชน์การใช้งาน โดยตารางยังแสดงระดับความเกี่ยวข้องกับ PakPao 3D โดยโปรแกรมที่อยู่ทางซ้ายของตารางจะมีความเกี่ยวข้องและคล้ายคลึงกับ PakPao 3D มากกว่าโปรแกรมที่อยู่ทางซ้ายมือของตาราง

ตารางที่ 2-1 ตารางสรุปหมวดหมู่ระบบที่เกี่ยวข้องกับ Pak Pao 3D แบ่งแยกตามฟังก์ชันการทำงานและจำนวนมิติของส่วนติดต่อกับผู้ใช้

Number of dimensions in the interface	Function						
	Operation systems				Applications		
	Metaphor	Window managers	File managers	Process managers	Search	Web Browsers	Miscellaneous
2D	Microsoft Windows, MacOS X, KDE, GNOME				File search	Internet Explorer	Applications
3D	PakPao 3D, Cube, 3DNA Desktop, 3dtop, TDFSB,	Task Gallery[12], Cube, SphereXP, Looking Glass [23]	3DFM, 3DOSX, VFS, FSN, FSV, MountainView [24], Tactile3D, TDFSB, StepTree, XCruiser	psDoom (Marcus, 1991), LavaPS, ps3	VxInsight, Pansophica	Clara, SphereXP	OpenCroquet,

ระบบที่อยู่ทางฝั่งซ้ายของตารางจะมีความเกี่ยวข้องกับระบบ PakPao 3D มากกว่าระบบที่อยู่ฝั่งขวา

2. พิกัด 3 มิติ และการเคลื่อนที่ของวัตถุใน 3 มิติ

ระบบพิกัดสามมิติและการแสดงผลของการเคลื่อนที่ในปริภูมิสามมิติมายังระนาบสองมิตินั้นเป็นรากฐานสำคัญของการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ เนื่องจากรูปแบบของการทำงานของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติที่ได้พัฒนาขึ้นเป็นรูปแบบเสมือนจริงสามมิติบนจอคอมพิวเตอร์สองมิติ

ระบบพิกัดสามมิติที่ใช้เป็นระบบพิกัดสามมิติแบบสามแกนได้แก่แกน X, Y และ Z ซึ่งการเคลื่อนที่ของวัตถุใดๆ จะเป็นการเปลี่ยนค่าพิกัดทั้งสามแกนของวัตถุนั้นๆ แต่ภาพที่ปรากฏบนจอภาพเป็นภาพถ่ายของตำแหน่งของวัตถุในพื้นที่หรือสเปซสามมิติมายังระนาบสองมิติ การดั่งนั้นเมื่อมีการเปลี่ยนพิกัดในปริภูมิสามมิติ จะต้องมีการคำนวณพิกัดในระนาบสองมิติซึ่งเป็นระนาบเดียวกับจอภาพ

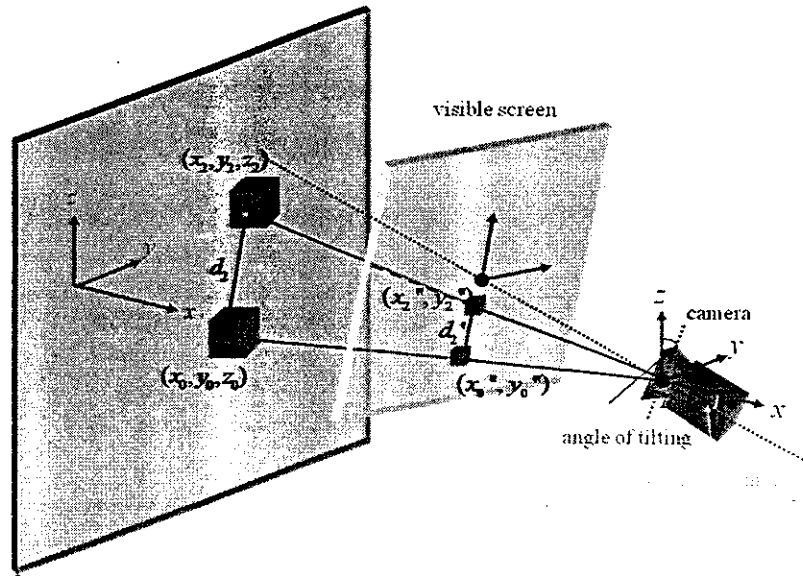
เนื่องจากวัตถุในปริภูมิสามมิติแสดงบนหน้าจอโดยการฉายภาพ (perspective projection) การ drag ผู้วิจัยกำหนดให้วัตถุเคลื่อนที่ไปพร้อมกับเมาส์ ซึ่งเป็นการเปลี่ยนพิกัดบนระนาบที่ขนานกับระนาบการมองเห็น (viewing plane) ดังภาพที่ 2 [Figure 2] ซึ่งจะต้องทำการคำนวณพิกัดของระนาบการมองเห็นด้วยสูตรทางคณิตศาสตร์ที่คณะผู้วิจัยได้คำนวณด้วยตนเองดังนี้

$$z_{\text{new}} = z_{\text{old}} + \rho \frac{d_y'}{\rho_{\text{proj}}} \cos \phi, \quad (1)$$

$$y_{\text{new}} = y_{\text{old}} + \rho \frac{d_x'}{\rho_{\text{proj}}} \cos \theta, \quad (2)$$

$$x_{\text{new}} = x_{\text{old}} - \left(\rho \frac{d_y'}{\rho_{\text{proj}}} \cos \phi \right) \frac{\tan \phi}{\cos \theta} - \left(\rho \frac{d_x'}{\rho_{\text{proj}}} \cos \theta \right) \frac{\tan \theta}{\cos \phi}, \quad (3)$$

โดยที่ (x, y, z) เป็นพิกัดของวัตถุในปริภูมิสามมิติ ρ คือระยะห่างระหว่างกล้องถึงวัตถุในปริภูมิ ρ_{proj} คือระยะการมองเห็นระหว่างกล้อง (กล้องที่มองไปยังวัตถุเสมือนผู้ใช้เป็นบุคคลที่หนึ่ง) และ



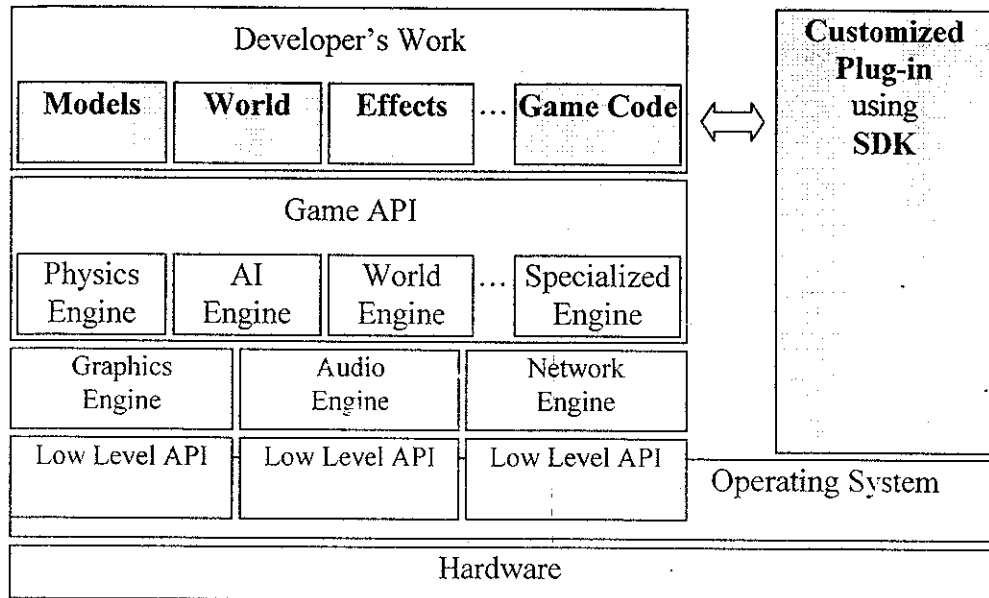
ภาพที่ 2-1 ความสัมพันธ์ของระนาบการมอง (Viewing plane), วัตถุ (object), กล้อง (camera) และ พิกัดในปริภูมิสามมิติแบบ Cartesian coordinate

จอภาพ d'_x และ d'_y คือระยะทางระหว่างพิกัดของตำแหน่งวัตถุก่อนการเคลื่อนย้าย และหลังการเคลื่อนย้ายของวัตถุบนจอภาพในแนวแกน x และ y ตามลำดับ ϕ คือมุมก้มและมุมเงยของกล้อง (tilting) θ คือองศาการหันของกล้องในแนวนอน (panning)

3. เกมเอ็นจิน (Game Engine)

เกมเอ็นจินเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพอย่างมากสำหรับการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ (Lewis, et al., 2002) ผู้วิจัยได้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของเกมเอ็นจินในการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติที่พัฒนาได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งนอกจากจะมีความเหมือนจริงแล้วส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่ได้พัฒนาขึ้นยังประกอบการใช้ด้วยกราฟิกส์ขั้นสูงอีกด้วย เช่นคลื่นในทะเล ต้นไม้พลิ้วไหว หรือการสร้างควมมันวาวและความโปร่งแสงของวัตถุ คณะผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม 3D Game Studio (3D Game Studio, 2007) เป็นเครื่องมือในการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้ต้นแบบเนื่องจากคณะผู้วิจัยมีเครื่องมือดังกล่าวอยู่แล้ว และโปรแกรมมีความสามารถรองรับข้อกำหนดของส่วนติดต่อกับผู้ใช้ทั้งหมดที่ต้องการ ภาพที่ 3 [Figure 3.] เพิ่มเติมจาก (Andreoli, et al., 2005) แสดงองค์ประกอบพื้นฐานของเกมเอ็นจินเพื่อแสดงถึงกรอบการทำงานของเครื่องมือที่ใช้ พิจารณาจากด้านล่างสุดของแผนภาพ ชั้น Hardware เป็นชั้นที่สื่อสารโดยตรงกับอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ต่างๆ เช่น การ์ดแสดงผล เม้าส์ แป้นพิมพ์ ลำโพง เป็นต้น ถัดขึ้นมาจากชั้น Hardware ได้แก่ชั้นของ Operating System หรือระบบปฏิบัติการนั่นเอง ระบบปฏิบัติการจะสื่อสารกับ APIs (application interfaces) ระดับล่าง APIs ระดับล่างที่เป็นมาตรฐานเช่น OpenGL, Direct3D, DirectSound นั้น ถูกใช้โดยเอ็นจินต่างๆ ของเกม

เอ็นจิน เช่นกราฟิกส์เอ็นจิน เอ็นจินทางด้านเสียง เอ็นจินทางด้านจัดการเครือข่าย ซึ่งในขั้นนี้เป็นตัวกำหนดความสามารถและความเสมือนจริงของเกมเอ็นจิน ขั้นถัดมาของเกมเอ็นจินได้แก่ชั้นเกม API ขั้นนี้เป็นชั้นที่กำหนดความสามารถทั้งหมดที่เกมเอ็นจินรองรับสำหรับนักพัฒนาเกม นอกจากนี้



ภาพที่ 2-2 สถาปัตยกรรมแบบ โมดูลของเกมเอ็นจินสมัยใหม่

ยังกำหนดความเสมือนจริงของฉาก ตัวละคร พื้นผิว ตลอดจนความสามารถขั้นสูงอื่นๆ ของเกม ในขั้นต่อมาคือชั้นบนสุดของกรอบการทำงานของเกมเอ็นจิน ได้แก่ชั้นของเกมที่เขียนขึ้น โดยปกติเกมเอ็นจินจะมาพร้อมกับเครื่องมือที่ใช้ในการเขียนเกม ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้บนชั้นบนสุดนี้ โดยใช้เครื่องมือที่มีมากับโปรแกรม

4. การประเมินส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ

คณะผู้วิจัยได้ใช้การประเมินส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติโดยเลือกใช้เทคนิคหลายๆ แบบที่เหมาะสมกับการประเมิน เพื่อสร้างชุดของการประเมินที่เรียกว่า testbed (Bowman, et al., 2004) โดยเทคนิคที่เลือกมาทำการประเมินได้แก่ cognitive walkthrough ซึ่งเป็นการให้ผู้ใช้ทำงานตามที่กำหนดไว้ด้วยตนเอง นอกจากนี้การวิเคราะห์ผลยังเป็นการวิเคราะห์โดยภาพรวม (summative evaluation) มีการใช้แบบสอบถาม (questionnaire) มีการสังเกต (observation) และการสัมภาษณ์ (interview) โดยในแบบสอบถามนั้น สิ่งที่น่าสนใจเป็นพิเศษได้แก่ความสามารถในการใช้งานส่วนติดต่อกับผู้ใช้ต้นแบบและระดับความคิดเห็น

สำหรับข้อมูลเชิงปริมาณนั้นนำมาวิเคราะห์และบรรยายเชิงคุณภาพด้วย descriptive statistic พื้นฐาน การวิเคราะห์ผลจากกราฟเป็นการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังพิสูจน์ความแตกต่างของค่าตัวแปรในเชิงสถิติว่ามีนัยสำคัญหรือไม่ สำหรับการทดสอบความแตกต่างระหว่าง

เวลาที่ใช้ในการส่วนติดต่อกับผู้ใช้แต่ละแบบ ผู้วิจัยเลือกใช้การวิเคราะห์แบบ repeated-measured ANOVA (repeated-measured analysis of variiances) สำหรับการวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับความคิดเห็น ผู้ใช้เลือกใช้ nonparametric test ที่ไม่อ้างอิงสมมติฐานการกระจายปกติของ ซึ่งมีความเที่ยงตรงเพียงพอสำหรับการวิจัยทัศนคติของผู้ใช้ต่อส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิตินี้ การทดสอบแบบ Wilcoxon ถูกใช้ในการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติระหว่างตัวแปร หรือระดับความคิดเห็นแบบเป็นคู่ สำหรับพื้นฐานของเครื่องมือทางสถิติที่เลือกใช้อธิบายไว้ใน (สุชาดา, 2548)

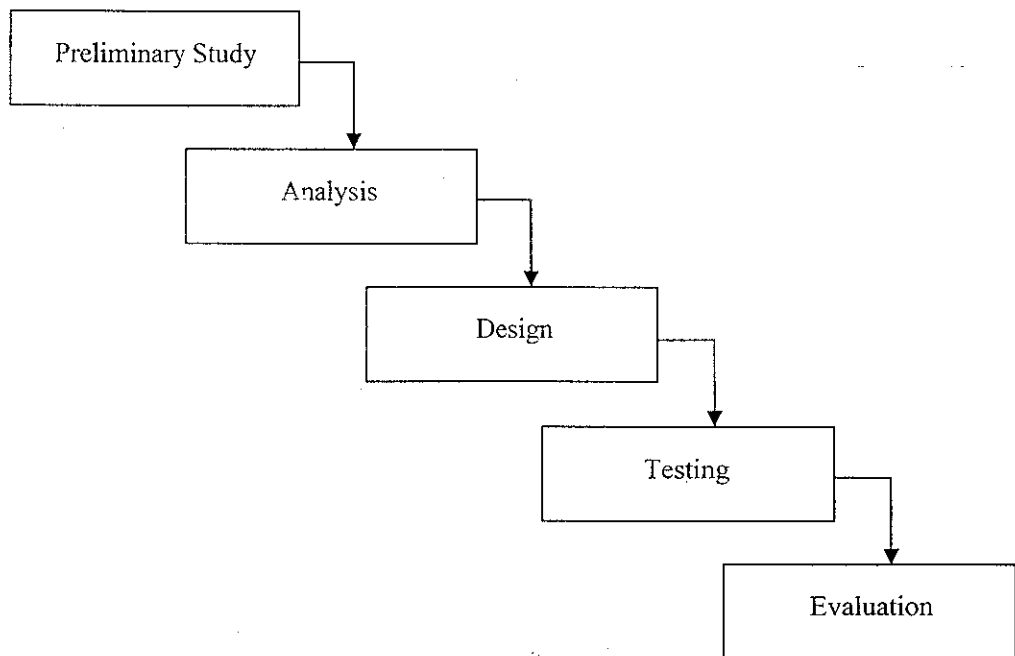
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยการพัฒนาต้นแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติมีวิธีการวิจัยซึ่งแบ่งเป็นสองช่วงใหญ่ๆ ได้แก่การพัฒนาต้นแบบ และการประเมินประสิทธิภาพตลอดจนวิเคราะห์ทัศนคติของผู้ใช้ เพื่อปรับปรุงและนำไปสร้างโปรแกรมที่ใช้งานได้จริง

1. การออกแบบและพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ

1.1 ตัวแบบ/วงจรการการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (Sommerville, 2000)

ผู้วิจัยได้ใช้ตัวแบบ/วงจรการการพัฒนาโปรแกรมแบบน้ำตก (Water Fall Model) ดังแผนภาพด้านล่าง โดยดำเนินการพัฒนาตามระเบียบวิธีวิจัยในบทหน้า เพื่อพัฒนาโปรแกรม PakPao 3D ผลจากการวิจัยในแต่ละขั้นตอนย่อย สิ่งที่ได้คือการออกแบบ และต้นแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติของระบบปฏิบัติการ โดยมีรายละเอียดในบทถัดไป



ภาพที่ 3-1 โมเดลการออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์แบบน้ำตก (Water Fall Model)

สำหรับวงจรการออกแบบแบบน้ำตกประกอบระเบียบวิธีวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

- 1) ศึกษาเครื่องมือและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง การดำเนินการศึกษาวิจัยในขั้นนี้เป็นขั้นแรกของการเตรียมการวิจัย โดยศึกษาจากเอกสารรายงานการวิจัย วารสาร บทความทาง

- วิชาการทั้งในรูปสิ่งพิมพ์และสื่ออิเล็กทรอนิกส์ นอกจากนี้ยังรวมถึงการค้นหาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต ซึ่งการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นนั้น ผู้วิจัยได้สรุปและอธิบายในบทที่ 2 ตลอดจนนำมาใช้ในขั้นตอนถัดไปของการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้
- 2) การวิเคราะห์ข้อกำหนดของส่วนติดต่อกับผู้ใช้ เนื่องจากผู้วิจัยต้องการนำเสนอส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติของระบบปฏิบัติการซึ่งสามารถนำมาแทนส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสองมิติได้จริง ข้อกำหนดของส่วนติดต่อกับผู้ใช้จึงเป็นข้อกำหนดและความสามารถที่มีอยู่ในปัจจุบันของระบบปฏิบัติการ โดยการวิเคราะห์ข้อกำหนดของส่วนติดต่อกับผู้ใช้นั้น ผู้วิจัยได้วิเคราะห์จากโปรแกรมไมโครซอฟท์วินโดวส์เป็นหลัก เนื่องจากเป็นระบบปฏิบัติการที่แพร่หลาย ผลของการวิเคราะห์ข้อกำหนดของส่วนติดต่อกับผู้ใช้ได้แก่เอกสารข้อกำหนดของส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (interface specifications/requirements specifications)
 - 3) การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้และการออกแบบโปรแกรม การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้และการออกแบบโปรแกรมเป็นการนำข้อกำหนดของส่วนติดต่อกับผู้ใช้วิเคราะห์ร่วมกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำเสนอส่วนติดต่อกับผู้ใช้รูปแบบใหม่ ได้ผลการวิจัยเป็นรูปแบบของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ สำหรับการออกแบบโปรแกรมเพื่อรองรับส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิตินั้นผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือการออกแบบแบบวัตถุด้วยแผนภาพ UML Class
 - 4) พัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่ได้ออกแบบไว้ การพัฒนาโปรแกรมส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติเริ่มจากการกำหนดโปรแกรมที่เป็นที่นิยมที่ผู้ใช้คอมพิวเตอร์ใช้ ผู้พัฒนาจะทำการจับภาพหน้าจอของโปรแกรมที่กำหนดเพื่อใช้เป็นภาพจำลองการทำงานจริงเมื่อมีการเรียกไคคอนของโปรแกรมต่างๆ ภาพหน้าจอเป็นองค์ประกอบหนึ่งในการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้ โดยนำการออกแบบโปรแกรมและส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่ได้ออกแบบไว้มาทำการพัฒนาด้วยเครื่องมือที่มีมาให้กับเกมเอ็นจิน
 - 5) ทดสอบและแก้ไขข้อผิดพลาด การทดสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดเป็นการทดสอบตัวโปรแกรมส่วนติดต่อกับผู้ใช้ให้สามารถทำงานได้ (validation) และตามข้อกำหนดที่ได้รับการออกแบบไว้ (verification) ทั้งนี้ยังไม่รวมถึงการประเมินเฟื่องงานวิจัย โดยการทดสอบเกิดขึ้นตลอดเวลาในการพัฒนาก่อนนำโปรแกรมย่อยแต่ละโปรแกรมมารวมกัน ซึ่งเป็นการทดสอบแบบล่างขึ้นบน (bottom-up testing) จากนั้นในขั้นสุดท้ายจะเป็นการทดสอบความสามารถของส่วนติดต่อกับผู้ใช้ทีละข้อๆ ตามข้อกำหนด เมื่อโปรแกรมเสร็จสมบูรณ์แล้วเป็นการทดสอบแบบบนลงล่าง (top-down testing)

1.2 เครื่องมือที่ใช้

เครื่องมือที่ใช้ได้แก่เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่อพ่วงมาตรฐาน การพัฒนาทำในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มี Spec ต่างๆ กันแต่สามารถรองรับการ Render ภาพ 3 มิติในระดับเดียวกัน โดยรองรับ DirectX 9 และใช้ซอฟต์แวร์ 3D GameStudio 6 ในการพัฒนา

2. การประเมินส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการประเมินส่วนติดต่อกับผู้ใช้โดยละเอียดเพื่อให้ทราบถึงข้อดีข้อเสียของส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่ได้พัฒนาขึ้น การประเมินได้ใช้วิธีการให้ผู้ใช้ทำตามขั้นตอนที่ได้รับ นอกจากนี้ยังมีการสอบถามสอบถาม การสัมภาษณ์ การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นการวิเคราะห์ทั้งแบบการสรุปภาพรวม และการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ ทั้งนี้ข้อมูลทางปริมาณที่จัดเก็บได้แก่ความสามารถในการใช้งานของผู้ใช้ และทัศนคติของผู้ใช้ต่อการรู้จำ การเดินไปในส่วนติดต่อกับผู้ใช้ ระดับความสับสน ความบันเทิง และการสังเกตอื่นๆ

2.1 เครื่องมือที่ใช้

การประเมินส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่พัฒนาขึ้นนั้น กระทำบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้หน่วยประมวลผลกลาง Intel Pentium 4 2.8 MHz หน่วยความจำหลักขนาด 512MB มี Intel 865G เป็นเซตความคุมการประมวลผล ใช้ Integrated Intel Extreme Graphics 2 หน่วยความจำขนาด 96MB เป็นส่วนประมวลผลกราฟฟิก การทดสอบใช้จอภาพ CRT แบบหน้าจอแบนเรียบ ขนาด 17 นิ้วที่ความละเอียด 1024x768 จุด ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ต้นแบบสามารถทำงานได้เป็นอย่างดีลื่นเครื่องดังกล่าว

2.2 ผู้เข้าร่วมประเมิน

กลุ่มเป้าหมายของผู้เข้าร่วมประเมินเป็นผู้ใช้คอมพิวเตอร์ทั่วไป การทดลองไม่มีความจำเป็นต้องอาศัยผู้ร่วมประเมินที่มีความรู้ความสามารถด้านการใช้งานโปรแกรมสามมิติ อย่างไรก็ตามกลุ่มผู้ประเมินจะต้องมีความสามารถในการใช้เมาส์ในระดับการใช้งานประจำวันได้อย่างไม่มีปัญหา ผู้ร่วมทดลองมีจำนวน 24 คน มีอายุโดยเฉลี่ย 20 ปีและประสบการณ์ในการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในฐานะผู้ใช้ทั่วไปมากกว่า 8 ปี

2.3 วิธีการและงานที่ผู้ทดสอบปฏิบัติ

เนื่องจากการวิจัยมีจุดมุ่งหวังที่จะนำเสนอส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติที่สามารถใช้งานแทนส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสองมิติได้จริงในงานประจำวัน ดังนั้นผู้ประเมินโปรแกรมจะต้องทำ

ตามขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้ โดยงานที่กำหนดไว้เป็นกลุ่มของการใช้งานคอมพิวเตอร์ในชีวิตประจำวัน เช่น ให้ระบุตำแหน่งของไอคอนของโปรแกรมเพื่อทำการเปิดโปรแกรม ย่อหน้าต่าง ขยายหน้าต่าง เคลื่อนย้ายหน้าต่าง โปรแกรมที่ใช้งานเป็นโปรแกรมทั่วไปเช่น Microsoft Word, Internet Explorer และโปรแกรมอีเมล การสลับไปมาระหว่างโปรแกรม ตลอดจนการจัดการกับไอคอนต่างๆ เช่นการหมุนและเคลื่อนย้ายไอคอน การสร้าง Short Cuts สำหรับเรียกใช้โปรแกรม โดยเวลาที่ใช้ในการทำงานที่ต้องกระทำจะถูกบันทึกไว้

การฝึกการใช้โปรแกรมเป็นสิ่งที่จำเป็นจะต้องกระทำก่อนการประเมินส่วนติดต่อกับผู้ใช้ เพื่อให้ได้ผลการประเมินที่ถูกต้อง ความสามารถในการเรียนรู้ในการใช้งานยังได้รับการประเมินในขั้นของการฝึกการใช้งานด้วย ในขั้นแนะนำและฝึกการใช้งานนั้น ผู้ใช้จะได้ใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติซึ่งมีหน้าตาคล้ายคลึงกับวินโดวส์ XP ปกติแต่เพิ่มความเป็นสามมิติ โดยส่วนติดต่อกับผู้ใช้มีลักษณะเป็นห้องสี่เหลี่ยมหรือกล่องอย่างง่ายที่มีผนังขนาดเท่าๆ กัน 4 ด้าน เพดาน และพื้น โดยผนังทั้ง 4 ด้านจะถูกปูด้วยภาพผนังที่เหมือนกับที่มีในวินโดวส์ ผู้ประเมินจะได้ทดลองใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ 3 แบบในขั้นการฝึกการใช้งานนี้ ผู้ร่วมทดสอบจะได้ทดลองใช้โปรแกรมอีกกระยะหนึ่ง ประมาณไม่เกินครึ่งชั่วโมงเพื่อทำความเข้าใจกับโปรแกรม

หลังจากผู้ใช้งานผ่านการฝึกการใช้โปรแกรมแล้ว ผู้ทดลองใช้จะได้รับมอบหมายให้ทำงานต่างๆ ดังภาคผนวก X งานต่างๆ จะประยุกต์กระทำบนวินโดวส์ XP และส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ 5 แบบหรือที่เรียกว่า 5 ฉาก ลำดับของการทดสอบส่วนติดต่อกับผู้ใช้แต่ละแบบเป็นการสุ่ม รวมถึงงานต่างๆ ก็เป็นการสุ่มเช่นเดียวกันเพื่อป้องกันการจดจำขั้นตอนการทดสอบ แต่งานมีปริมาณเท่าๆ กัน จำนวนของไอคอนในส่วนติดต่อกับผู้ใช้ถูกควบคุมให้มีจำนวนเท่าๆ กันในแต่ละแบบ รูปแบบต่างๆ ของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติมีดังนี้

แบบที่ 1: ห้อง มีลักษณะเป็นห้องสี่เหลี่ยมธรรมดา มีหน้าตาคล้ายวินโดวส์ XP

แบบที่ 2: ออฟฟิศ หรือสถานที่ทำงาน

แบบที่ 3: บ้าน

แบบที่ 4: ชายหาด

แบบที่ 5: อวกาศนอกโลก

สำหรับแบบที่ 1 นั้นมีลักษณะคล้ายคลึงกับที่ผู้ใช้ได้ทดลองใช้ในช่วงของการฝึกการใช้งาน มีลักษณะเป็นห้องสี่เหลี่ยมขนาดใหญ่กว่าหน้าจอเล็กน้อย มีผนังลักษณะเดียวกับฉากหลังของวินโดวส์ รูปแบบที่ 2 เป็นออฟฟิศเหมือนจริง แบบที่ 3 เป็นบ้านเสมือนจริง แบบที่ 4 เป็นชายหาด สำหรับแบบที่ 4 นี้ ชายหาดประกอบไปด้วยโขดหิน ต้นปาล์มที่เคลื่อนไหวพลั่ว หาดทรายขาว

ห้องฟ้าที่มีเมฆลอยคลุ้งที่และทะเลน้ำกระเพื่อม สำหรับแบบสุดท้ายมีลักษณะคล้ายอยู่ในอวกาศ มีการจับเวลาและสังเกตการใช้งานของผู้ใช้ ทักษะคิดต่อส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบต่างๆ ได้รับการสำรวจ โดยแบบสอบถาม 5 ระดับแบบ Likert ซึ่ง 5 หมายถึงเห็นด้วยอย่างยิ่ง และ 1 หมายถึงไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ผู้ใช้จะต้องแสดงความคิดเห็นถึงระดับทักษะคิดต่อคำถามที่ว่าผู้ใช้มีความความเพลิดเพลินในการใช้งานส่วนติดต่อกับผู้ใช้ ส่วนติดต่อกับผู้ใช้มีความสวยงามน่าใช้ ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ลดความเครียดในการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ส่วนติดต่อกับผู้ใช้สามารถใช้งานได้ง่าย และไอคอนต่างๆ สามารถย้ายไอคอนโดยการใช้เมาส์ได้อย่างเป็นธรรมชาติ นอกจากนี้ยังมีการเก็บระดับความคิดเห็นโดยภาพรวมอื่นๆ ตลอดจนการสัมภาษณ์ผู้ใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยดังแสดงด้านล่างเป็นผลการวิจัยจากการวิเคราะห์ข้อกำหนดของส่วนติดต่อกับผู้ใช้ การออกแบบโปรแกรม การพัฒนาโปรแกรม และการประเมินโปรแกรม ซึ่งผลการวิจัยในสามหัวข้อแรกเกิดขึ้นในส่วนของ การออกแบบและพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ ผลการวิจัยในส่วนสุดท้ายเป็นการประเมินเพื่อพัฒนาและนำเสนอส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบที่เหมาะสมต่อไป

1. การวิเคราะห์ข้อกำหนดของส่วนติดต่อกับผู้ใช้

ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติควรที่จะเอื้ออำนวยให้ผู้ใช้ได้ตอบกับระบบปฏิบัติการได้ เช่นเดียวกับส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสองมิติมาตรฐาน ข้อกำหนดเหล่านั้นได้แก่การเลือกและการลาก ไอคอน การเปิดโปรแกรมประยุกต์อื่นๆ การสร้างทางลัดสำหรับไฟล์และโปรแกรมประยุกต์ต่างๆ (short cuts) นอกจากนี้ยังต้องข้อกำหนดเพิ่มเติมเนื่องจากสภาพแวดล้อมที่เพิ่มเป็นสามมิติ การท่องเที่ยวในสภาพแวดล้อมแบบสามมิติและการควบคุมกล้องในฐานะบุคคลที่หนึ่งเป็นสิ่งที่ต้องมีในส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิตินี้ ข้อกำหนดที่สำคัญอีกประการได้แก่การเพิ่มองค์ประกอบเคลื่อนไหวลงในส่วนติดต่อกับผู้ใช้

1.1 การท่องเที่ยวในสภาพแวดล้อมสามมิติและการควบคุมกล้อง

เมาส์และเป็นพิมพ์ปกติ ใช้เป็นเครื่องมือในการโต้ตอบระหว่างผู้ใช้และโปรแกรม โดยไม่ต้องมีการใช้เครื่องมือพิเศษอื่นๆ งานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือควบคุมดั้งเดิมสองมิติเพื่อควบคุมส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติมีกล่าวไว้ได้ (Bowman, et al., 1997; Bowman, et al., 2001; Chen, et al., 1988) รูปที่ 2 [Figure 2.] ที่ได้อ้างถึงในบทที่ 2 ยังอธิบายลักษณะการควบคุมส่วนติดต่อกับผู้ใช้ของผู้วิจัย ผู้ใช้จะใช้ปุ่มลูกศร “ขึ้น” และ “ลง” ในแป้นพิมพ์เพื่อเดินหน้า หรือถอยหลัง ในสภาพแวดล้อมแบบสามมิติซึ่งเป็นการขยับกล้องไปข้างหน้า และถอยหลังนั่นเอง การใช้ปุ่มลูกศร “ซ้าย” และ “ขวา” เป็นการหมุนกล้องไปทางขวาและซ้าย ซึ่งเป็นรูปแบบของการควบคุมกล้องและการท่องเที่ยวในสภาพแวดล้อมแบบสามมิติของเกมสามมิติที่ผู้ใช้เป็นบุคคลที่ 1 ทั้งนี้การเคลื่อนที่ของกล้องไปข้างหน้าและหลังเป็นการกำหนดตำแหน่งในแนวแกนต่างๆ ของกล้องใหม่ การหมุนหรือหันกล้องไปทางซ้ายและขวาเป็นการกำหนดคุณสมบัติ “pan” ของกล้อง ผู้ใช้สามารถเร่งความเร็วของการหมุนและการเคลื่อนที่ของกล้องด้วยการกดปุ่ม “shift” ค้างไว้ พร้อมกับกดปุ่ม

ควบคุมการเคลื่อนที่ของกล่องอื่นๆ การใช้เมาส์คลิกแล้วลากขึ้น และลงบริเวณใดๆ ของสภาพแวดล้อมสามมิติที่ไม่ใช่ไอคอน เป็นการปรับมุมก้มและมุมเงยของกล่อง หรือที่เรียกว่าค่า “pitch” กล่องที่เป็นตัวแทนของการมองเห็นของผู้ใช้นั้นสามารถวางไว้ที่ตำแหน่งใดๆ ของปริภูมิสามมิติก็ได้ ในส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติที่ได้พัฒนาขึ้นหลายๆ แบบนั้น มีบางแบบที่มีสิ่งกีดขวางเช่นผนังที่แบ่งห้อง ต้นไม้ ฯลฯ ซึ่งผู้วิจัยยินยอมให้กล่องสามารถเคลื่อนที่ผ่านวัตถุไปได้โดยไม่ทำการตรวจสอบ เพื่อไปเป็นการลดความเร็วของการเข้าถึงไอคอนต่างๆ ผู้ใช้สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระในปริภูมิ ไม่ว่าจะกล่องจะเงยขึ้นหรือก้มลง ในกรณีที่กล่องเงยขึ้น หากผู้ใช้เคลื่อนที่ไปข้างหน้า จะคล้ายคลึงกับเป็นการบินขึ้นไปเหนือพื้นดินเพื่อให้เกิดการใช้พื้นที่ปริภูมิได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ให้เป็นประโยชน์

1.2 การลากไอคอนและการจัดการไอคอน

การเลือกวิธีการจัดการกับไอคอนโดยเฉพาะการเคลื่อนที่ให้สัมพันธ์กับเมาส์เป็นเรื่องที่ทำนาย (Issacs, et al., 2002) ได้อธิบายถึงวิธีการเคลื่อนย้ายวัตถุในปริภูมิสามมิติว่าสามารถทำได้ 4 รูปแบบได้แก่

- 1) แสดงแกนอ้างอิงแกน x, y, z ให้ผู้ใช้เพื่อเลือกว่าจะให้วัตถุเคลื่อนที่ไปในแนวแกนใด โดยเลือกแกนที่ต้องการเคลื่อนที่ก่อนการลากวัตถุ
- 2) ย้ายวัตถุบนระนาบที่ขนานกับระนาบการมองเห็น
- 3) ใช้ระนาบที่มีอยู่ในจอภาพเพื่อเป็นระนาบอ้างอิงให้วัตถุเคลื่อนที่ขนานกับระนาบต่างๆ
- 4) ใช้วิธี heuristic หรือการคาดเดาอย่างมีระบบโดยอ้างอิงจากทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อเริ่มต้นการย้ายวัตถุ

ผู้วิจัยได้เลือกวิธีที่ 2 เนื่องจากเป็นวิธีการจัดการกับวัตถุที่เป็นธรรมชาติมากที่สุดในการใช้แทนส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสองมิติ ผู้วิจัยได้ใช้สูตรทางคณิตศาสตร์ในบทที่ 2 ในหัวข้อ “พิกัด 3 มิติ และการเคลื่อนที่ของวัตถุใน 3 มิติ” สำหรับการคำนวณตำแหน่งของวัตถุในปริภูมิสามมิติเพื่อให้เห็นการเคลื่อนที่ถูกต้องเสมือนกับการลากวัตถุในระนาบสองมิติที่วัตถุเคลื่อนที่ไปพร้อมกับเมาส์

1.3 การเรียกใช้โปรแกรมอื่นๆ และการจัดการกับโปรแกรมและงานต่างๆ บนเครื่องคอมพิวเตอร์

การเรียกใช้โปรแกรมอื่นๆ ในส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่พัฒนาขึ้นนี้ต้องอาศัยส่วน dll (dynamic-linked library) ต่อขยายหรือ plug-in dll ผู้พัฒนาได้ทำการเขียนคำสั่งการทำงานด้วย c-script ซึ่งเป็นภาษาคอมพิวเตอร์สำหรับเกมเอ็นจินที่เลือกใช้ คำสั่งการทำงานดังกล่าวจะฝังอยู่ในไอคอนต่างๆ ในส่วนติดต่อกับผู้ใช้ ในกรณีที่มีการดับเบิ้ลคลิกที่ไอคอน c-script จะทำการสื่อสารกับโปรแกรมเชื่อมต่อภายนอกเพื่อให้โปรแกรมเชื่อมต่อดังกล่าวเรียกใช้โปรแกรมเป้าหมาย เช่นการดับเบิ้ลคลิกที่ไอคอนของเว็บเบราว์เซอร์ วัตถุจะส่งคำร้องขอการเปิดโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ไปยังโปรแกรมเชื่อมต่อที่พัฒนาขึ้น โปรแกรมเชื่อมต่อนั้นจะทำการเรียกโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ขึ้นทำงานผ่านระบบปฏิบัติการอีกทีหนึ่ง ซึ่งโปรแกรมเชื่อมต่อนี้พัฒนาขึ้นเองด้วยภาษา Delphi โดยเป็นการประยุกต์คลาส ExecuteManager ใน UML Class Diagram ดังรูปที่ 4 [Figure 4.] ไอคอนในส่วนติดต่อกับผู้ใช้ PakPao 3D นั้นถูกสร้างขึ้นอย่างอัตโนมัติ โดยผู้วิจัยได้กำหนดชุดของโปรแกรมที่มีใช้กันโดยทั่วไปเช่น โปรแกรมตระกูลไมโครซอฟท์ หากโปรแกรมดังกล่าวมีการติดตั้งอยู่ภายในเครื่อง ไอคอนจะปรากฏขึ้นในส่วนติดต่อกับผู้ใช้ ซึ่ง IconManager ในแผนภาพที่ 4 [Figure 4.] เป็นผู้จัดการไอคอนดังกล่าว

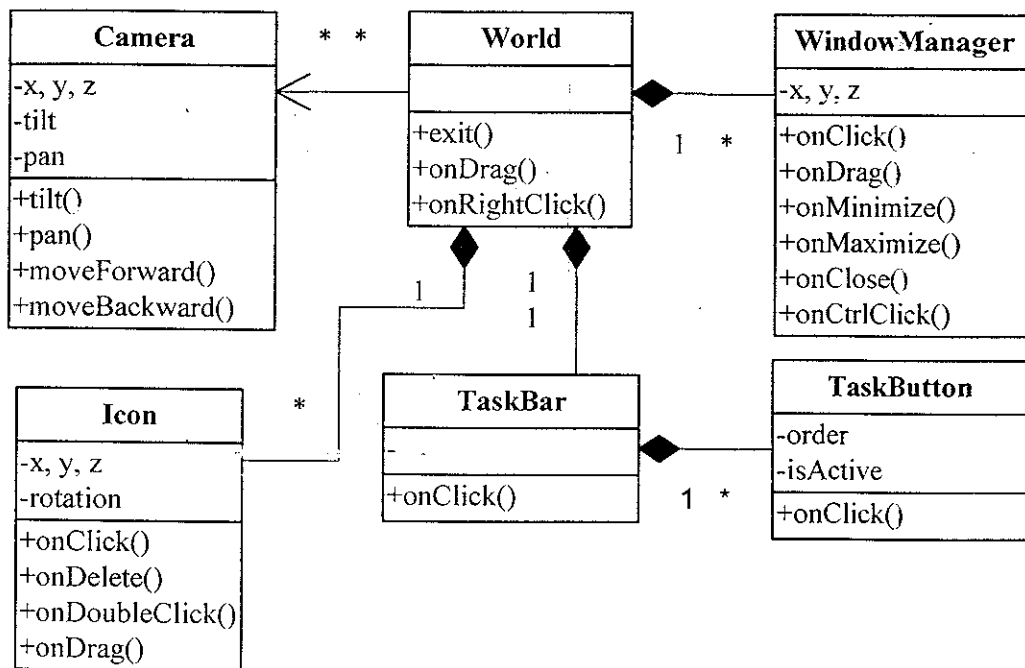
ต้นแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติบางแบบ เช่น (Dantzich, et al., 1999) ได้นำเสนอตัวจัดการหน้าต่างแบบสามมิติของระบบปฏิบัติการแบบสามมิติโดยการวางแขนหน้าต่างไว้บนผนัง แต่เนื่องจาก PakPao 3D นั้น ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ซับซ้อน และหลายแบบไม่มีผนัง จึงไม่เหมาะกับการจัดการแบบสามมิติดังกล่าว ผู้วิจัยจึงให้การจัดการหน้าต่างและโปรแกรมที่เปิดไว้เป็นหน้าที่ของ taskbar ของโปรแกรมวินโดวส์ดั้งเดิม

1.4 การสร้างทางลัด (shortcuts)

ผู้ใช้สามารถสร้าง shortcuts ไปยังโปรแกรมที่ใช้บ่อยๆ ได้โดยการคลิกขวาบนวัตถุที่จัดไว้ และได้ระบุว่าคลิกขวาที่วัตถุนี้เพื่อสร้างทางลัด โดยวัตถุดังกล่าวอาจเป็นแผ่นหรือรูปทรงอื่นๆ ตามแบบที่แตกต่างกันของส่วนติดต่อกับผู้ใช้ โดยเมื่อผู้ใช้คลิกขวาที่วัตถุสร้างทางลัดแล้ว ระบบจะแสดงเมนูสำหรับเลือกสร้างทางลัด การสร้างทางลัดในส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสองมิติผู้ใช้สามารถคลิกขวาที่บริเวณที่ว่างใดๆ ของจอภาพ แต่ในรูปแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิตินั้น การกระทำดังกล่าวระบบจะไม่ทราบว่าผู้ใช้ต้องการวางไอคอนไว้ที่ระดับความลึกที่เท่าใดในจอ ซึ่งจะทำให้เกิดความลำบากในการเคลื่อนย้ายไอคอนทางลัด ผู้วิจัยจึงออกแบบวัตถุสำหรับสร้างทางลัดขึ้นมาเพื่อให้ไอคอนที่เพิ่งสร้างอยู่ใกล้เคียงกับวัตถุสร้างทางลัด รูปที่ 5 [Figure 5.] แสดงการสร้างทางลัดโดยตัวช่วย

2. การออกแบบ

ข้อกำหนดของส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่ได้วิเคราะห์และออกแบบไว้ต้องรองรับด้วยโปรแกรมที่พัฒนาโดยเกมเอ็นจินและส่วนต่อขยาย การออกแบบโปรแกรมเกมและส่วนต่อขยายใช้แผนภาพ UML และสามารถออกแบบได้ดังแสดงต่อไปนี้ ซึ่ง UML แรกแสดงการออกแบบของ Pak Pao 3D ที่มีระบบจัดการหน้าต่างแบบสามมิติที่สามารถหมุนหน้าต่างได้แต่เป็นการจำลองระบบจากหน้าจอที่จับภาพไว้ สำหรับ UML หลังเป็นการออกแบบของระบบ Pak Pao 3D ที่สามารถติดตั้ง ใช้งาน ได้จริง



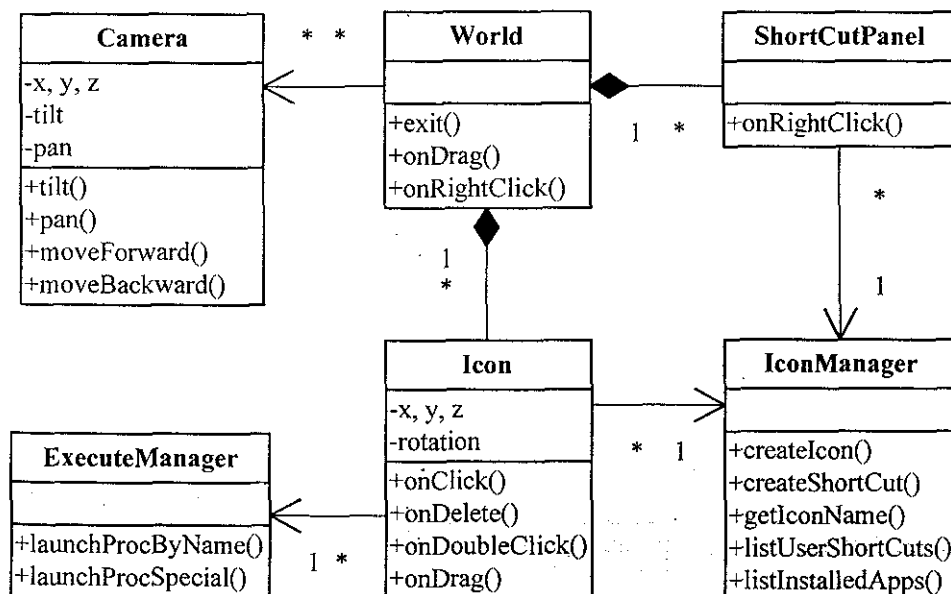
ภาพที่ 4-2 UML Class Diagram โดยสรุปของโปรแกรม Pak Pao 3D ที่สามารถแสดงหน้าต่างได้เป็นสามมิติและหมุนหน้าต่างได้

- Camera คือคลาสของกล้องซึ่งจัดการเกี่ยวกับการควบคุมกล้องและมุมมองของผู้ใช้ คลาสนี้พัฒนาโดย c-script และทำงานบนเกมเอ็นจิน
- World คือคลาสของสภาพแวดล้อมสามมิติหรือปริภูมิสามมิติ ซึ่งจะจัดการเกี่ยวกับเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นเมื่อผู้ใช้ได้ตอบกับพื้นที่ว่างใดๆ ที่ไม่ใช่ไอคอนหรือวัตถุสร้างทางลัด คลาสนี้พัฒนาด้วย c-script และทำงานบนเกมเอ็นจิน
- WindowManager คือคลาสของวัตถุสร้างทางลัด โดยเมธอด onRightClick พัฒนาด้วย c-script ทำงานบนเกมเอ็นจิน ซึ่งเรียกใช้งานคลาส IconManager อีกทีหนึ่ง

- Icon คือคลาสของไอคอนต่างๆ ฝังอยู่ในไอคอน พัฒนาโดย c-script ทำงานบนเกมเอ็นจิน คอยดักฟังเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับไอคอน ซึ่งจะพบว่าการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้นี้เป็นการเขียน โปรแกรมแบบ event-driven
- TaskBar คือคลาสของทาสก์บาร์ที่เลียนแบบ Windows Taskbar จะแสดงอยู่ด้านล่างของจอภาพ เป็นที่เก็บปุ่มงานต่างๆ ที่ได้เปิดขึ้น โดยเป็นการนำภาพของโปรแกรมที่ได้ทำการจับภาพไว้ให้สอดคล้องกับงานที่ใช้ในการทดสอบ
- TaskButton คือคลาสที่ใช้จัดการปุ่มงานต่างๆ ที่ผู้ใช้เรียกใช้ โดยงานต่างๆ คือโปรแกรมประยุกต์หรือเครื่องมือของ Microsoft Windows ปุ่มงานต่างๆ จะวางอยู่บน TaskBar เลียนแบบการทำงานของ Windows Taskbar

การประยุกต์ UML เป็นโปรแกรมส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติทั้งหมดใช้ c-script ฝังตัวอยู่ใน Level ของเกม โดยการประยุกต์คลาสและเมธอดทั้งหมดแสดงในโค้ดของโปรแกรมที่บรรจุแผ่นซีดีรอม

แผนภาพ UML ดังต่อไปนี้แสดงการออกแบบระบบของ Pak Pao 3D ที่สามารถติดตั้งใช้งานได้จริงโดยทำงานร่วมกับ Windows Taskbar



ภาพที่ 4-3 UML Class Diagram โดยสรุปของ โปรแกรม Pak Pao 3D ที่ใช้งานแทน Windows Desktop ได้จริง

- Camera คือคลาสของกล้องซึ่งจัดการเกี่ยวกับการควบคุมกล้องและมุมมองของผู้ใช้ คลาสนี้พัฒนาโดย c-script และทำงานบนเกมเอ็นจิน
- World คือคลาสของสภาพแวดล้อมสามมิติหรือปริภูมิสามมิติ ซึ่งจะจัดการเกี่ยวกับเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นเมื่อผู้ใช้ได้ตอบกับพื้นที่ว่างใดๆ ที่ไม่ใช่ไอคอนหรือวัตถุสร้างทางลัด คลาสนี้พัฒนาด้วย c-script และทำงานบนเกมเอ็นจิน
- ShortCutPanel คือคลาสของวัตถุสร้างทางลัด โดยเมธอด onRightClick พัฒนาด้วย c-script ทำงานบนเกมเอ็นจิน ซึ่งเรียกใช้งานคลาส IconManager อีกทีหนึ่ง
- IconManager คือคลาสรวบรวมและตอบสนองต่อเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับไอคอน ได้แก่การสร้างไอคอน การสร้างทางลัด การแสดงรายการไอคอนที่ต้องสร้างจากโปรแกรมที่ติดตั้งไว้แล้ว IconManager เป็น dll ซึ่งเป็นคลาสที่พัฒนาโดย Delphi เป็นส่วนขยายของส่วนติดต่อกับผู้ใช้ โดยสื่อสารระหว่างส่วนติดต่อกับผู้ใช้ และระบบปฏิบัติการ
- Icon คือคลาสของไอคอนต่างๆ ฝังอยู่ในไอคอน พัฒนาโดย c-script ทำงานบนเกมเอ็นจิน คอยตรวจจับเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับไอคอน ซึ่งจะพบว่าการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้เป็นการเขียน โปรแกรมแบบ event-driven
- ExecuteManager คือคลาสที่เรียกใช้โปรแกรมอื่นๆ โดยจะเปิดโปรแกรมที่ตรงกับไอคอนที่ผู้ใช้เลือก ทั้งนี้คลาสดังกล่าวพัฒนาด้วย Delphi เป็น dll เป็นโปรแกรมเชื่อมระหว่างส่วนติดต่อกับผู้ใช้และระบบปฏิบัติการ

ภาคผนวก

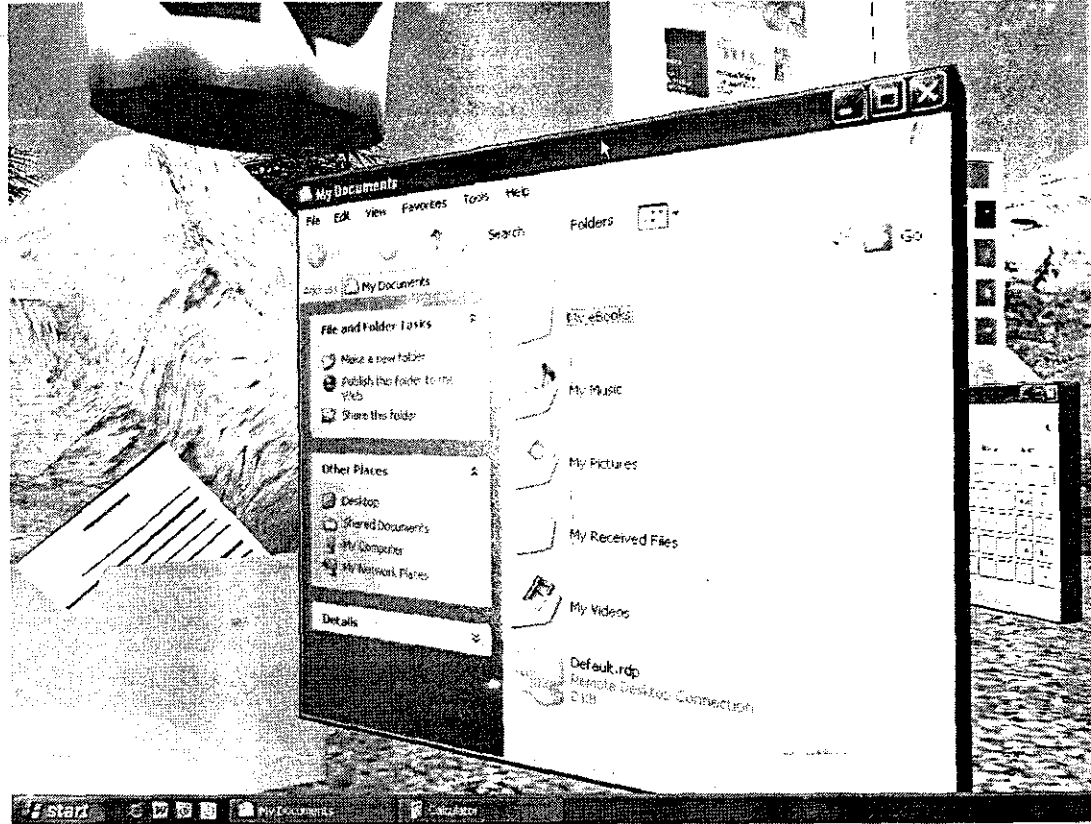
ก

การออกแบบโดยละเอียด แสดงการออกแบบอย่างละเอียด โดยได้อธิบายถึงการทำงานของเมธอดต่างๆ ในคลาส

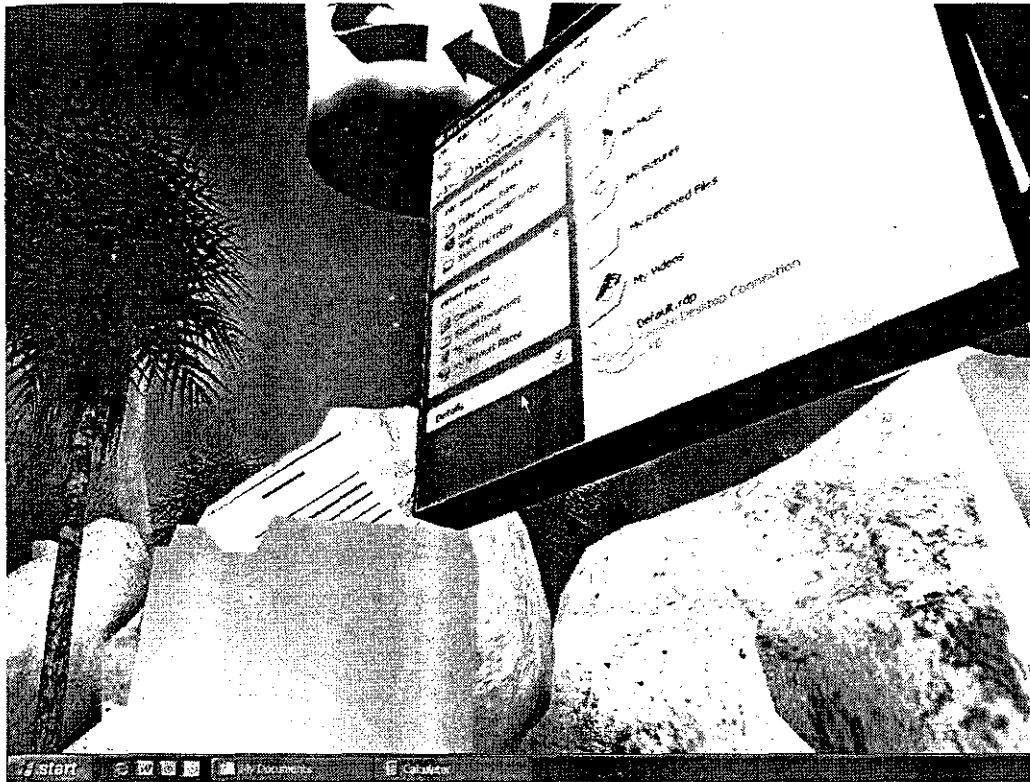
3. ต้นแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ

3.1 ตัวอย่างหน้าจอ

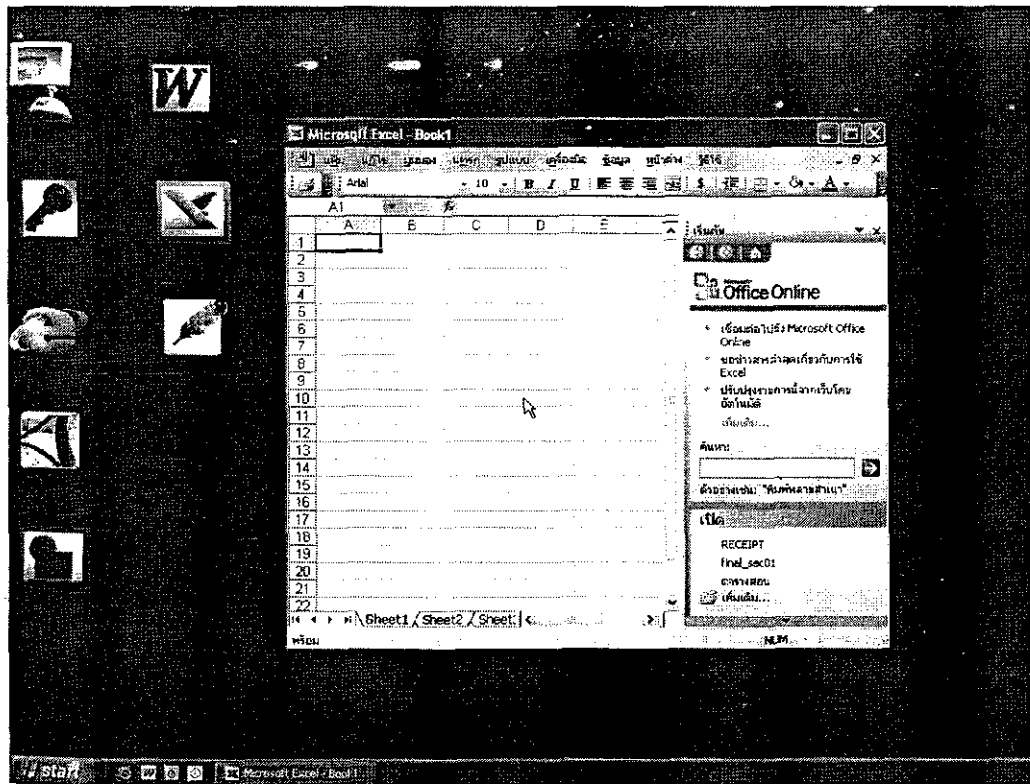
ตัวอย่างหน้าจอของต้นแบบที่ได้พัฒนาขึ้น



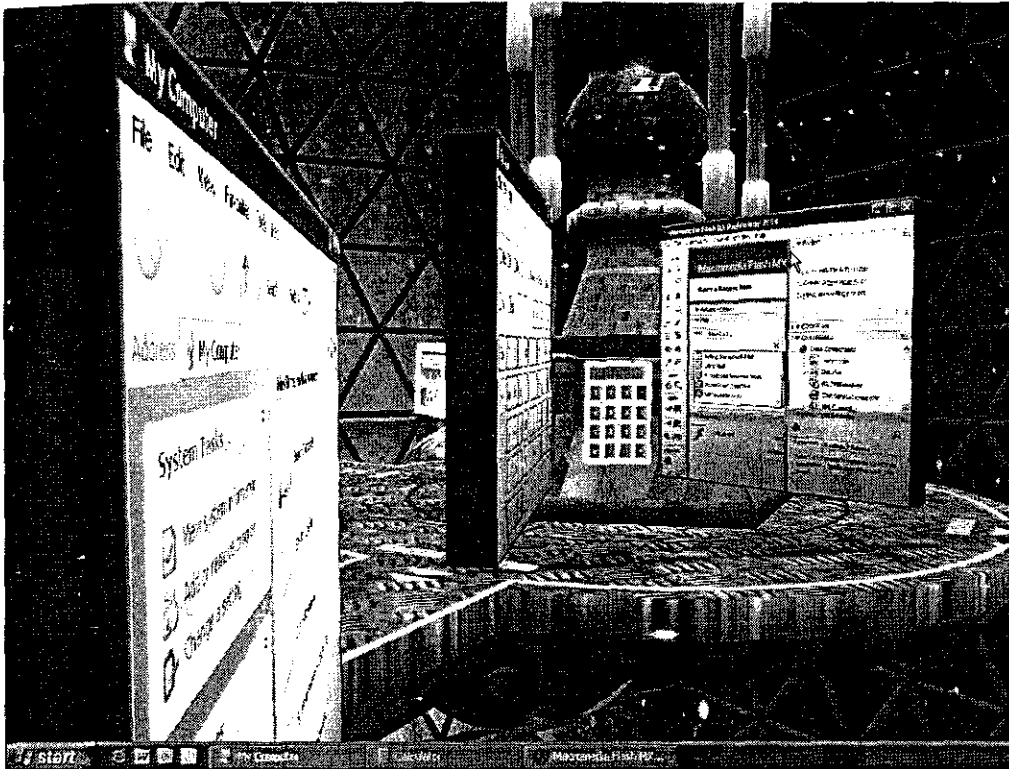
ภาพที่ 4-4 ภาพหน้าจอส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ Beach ซึ่งแสดงหน้าต่างเป็นสามมิติหมุนได้



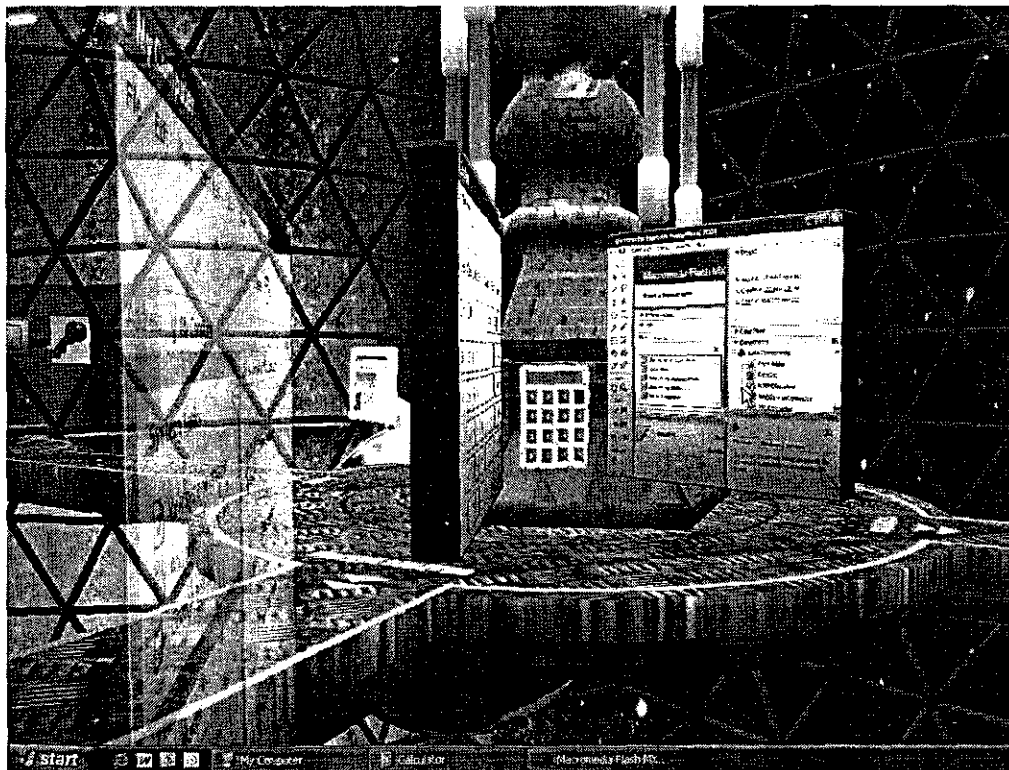
ภาพที่ 4-5 ภาพหน้าจอการขม่อมกล่องของโปรแกรม



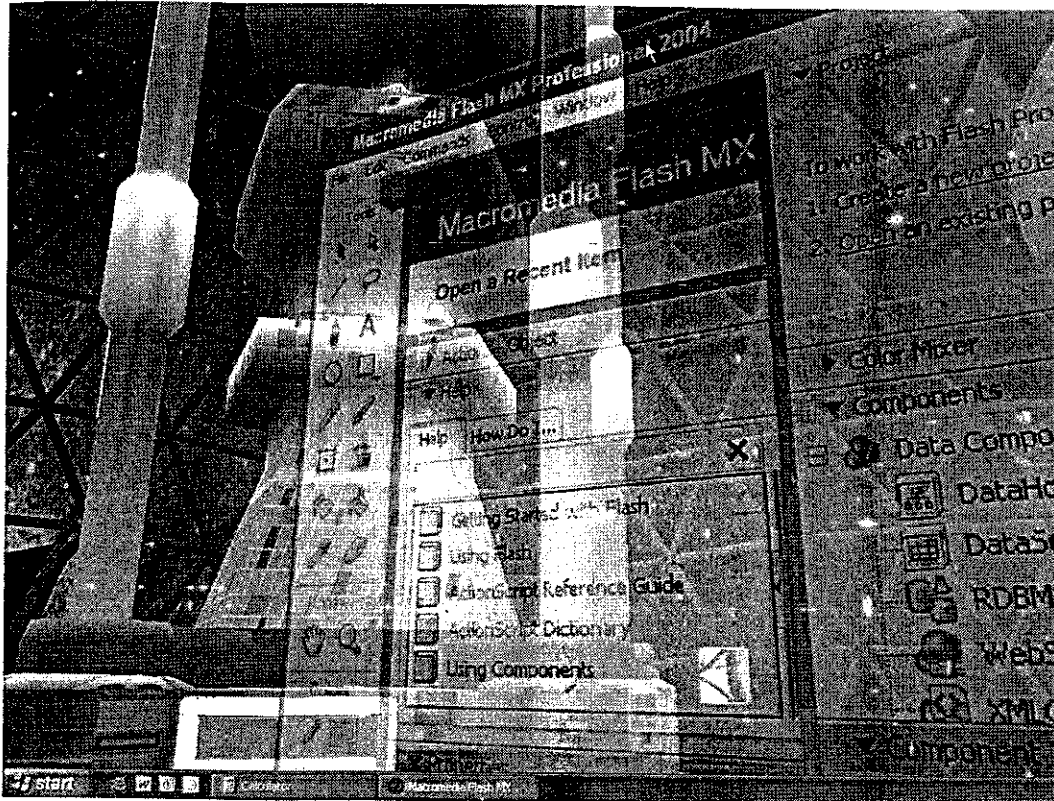
ภาพที่ 4-6 ภาพหน้าจอส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติรูปแบบพื้นฐานสำหรับประเมินความคิดเห็น
ต่อระดับความซับซ้อนของโปรแกรม



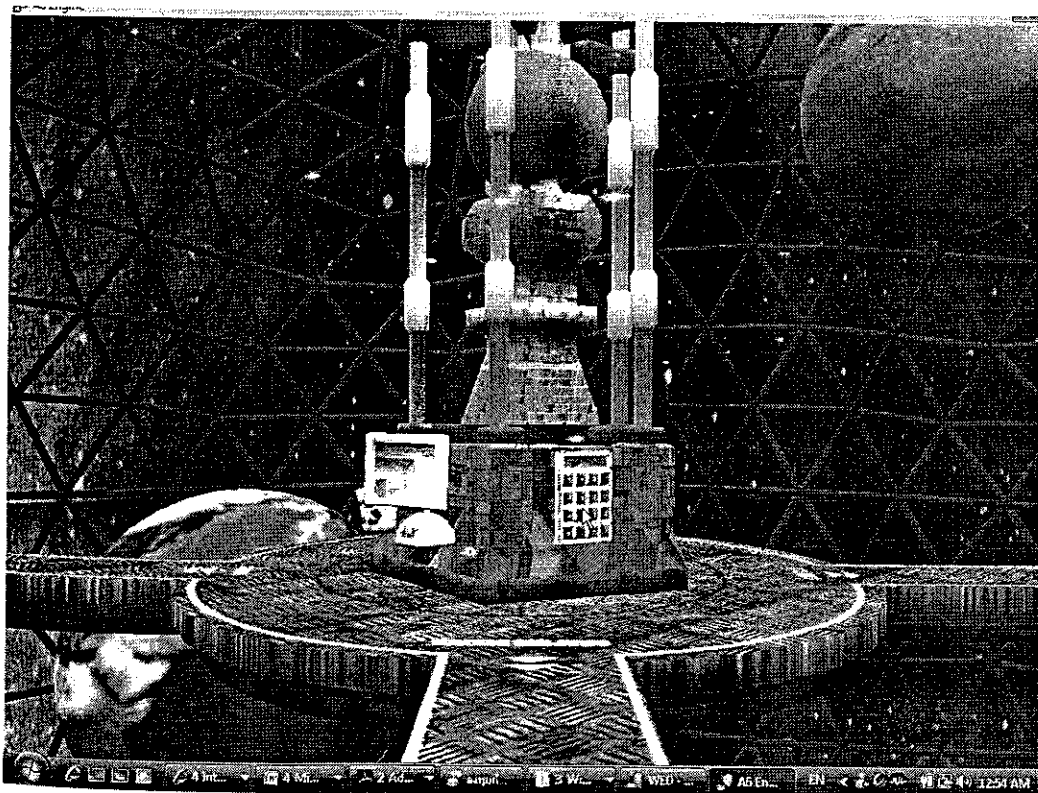
ภาพที่ 4-7 ภาพหน้าจอส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ Space แสดงการหมุนหน้าจอต่างหลายหน้าต่างทำให้หน้าจอต่างไม่ซ้อนทับกันและเห็นว่าโปรแกรมแต่ละโปรแกรมทำงานอะไรอยู่



ภาพที่ 4-8 ภาพหน้าจอส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ Space แสดงความใสของหน้าจอต่างเพื่อที่จะสามารถทราบได้ว่าหลังหน้าต่างมีอะไร ไม่จำเป็นต้องเดินเข้าไปในจอภาพ



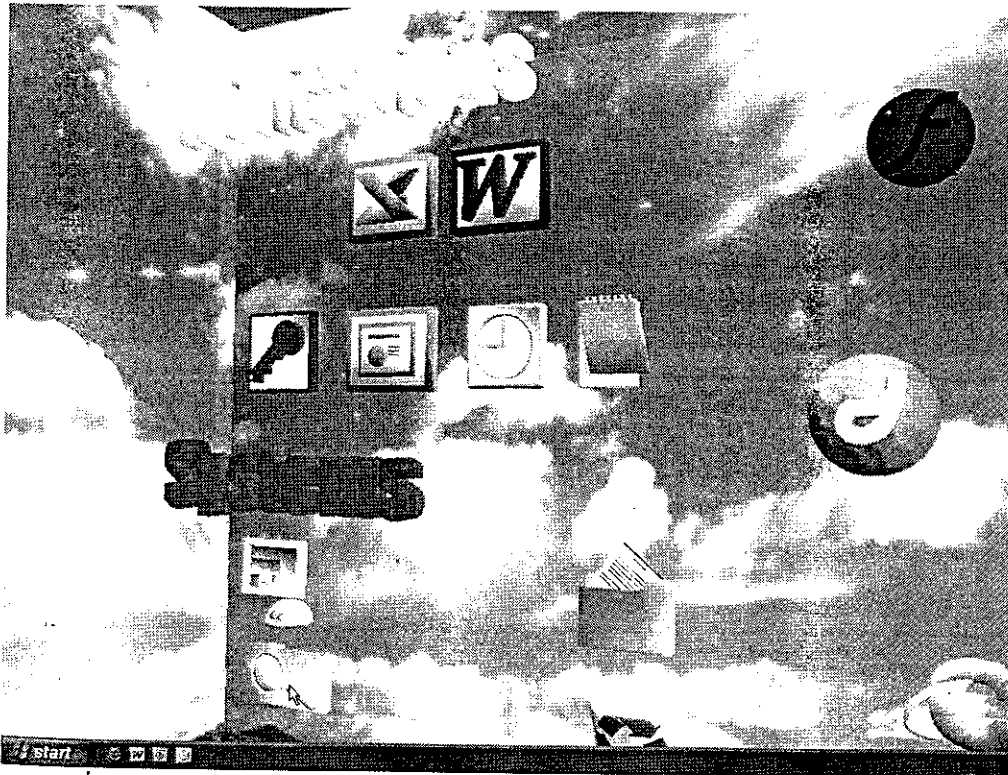
ภาพที่ 4-9 ภาพหน้าจอการเดินเข้าไกล้หน้าต่าง โปรแกรมเป็นอย่างมาก
พบว่ามิประโยชน์ในการขยายหรือซูมจอภาพ



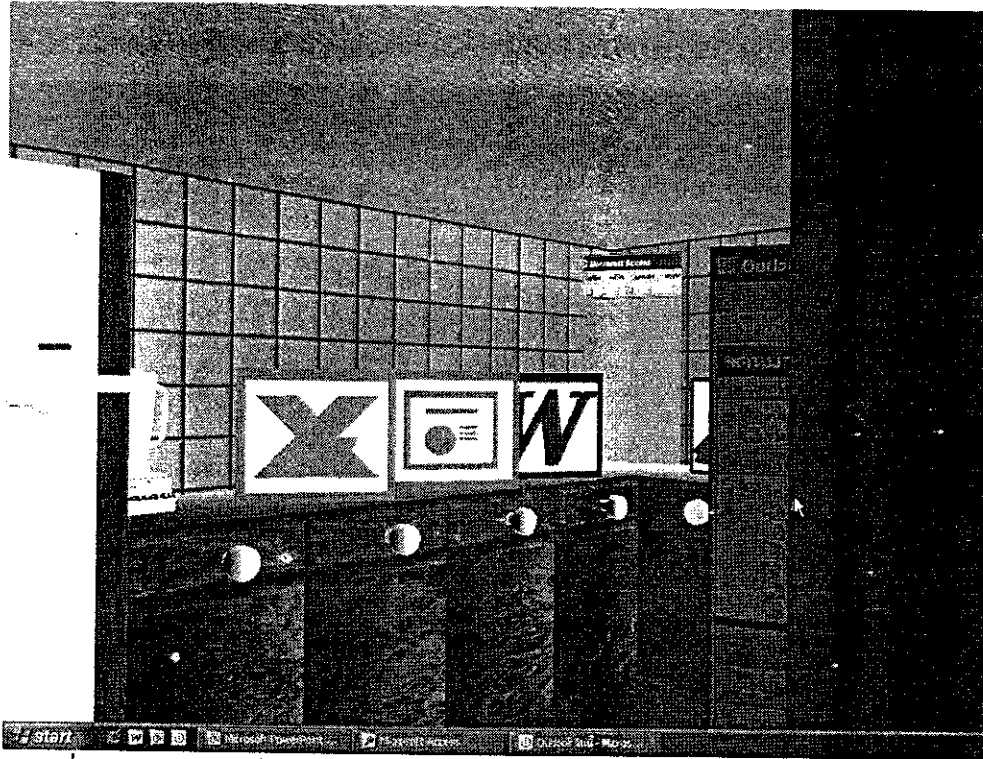
ภาพที่ 4-10 ภาพหน้าจอแสดงการเริ่มต้นของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ Space



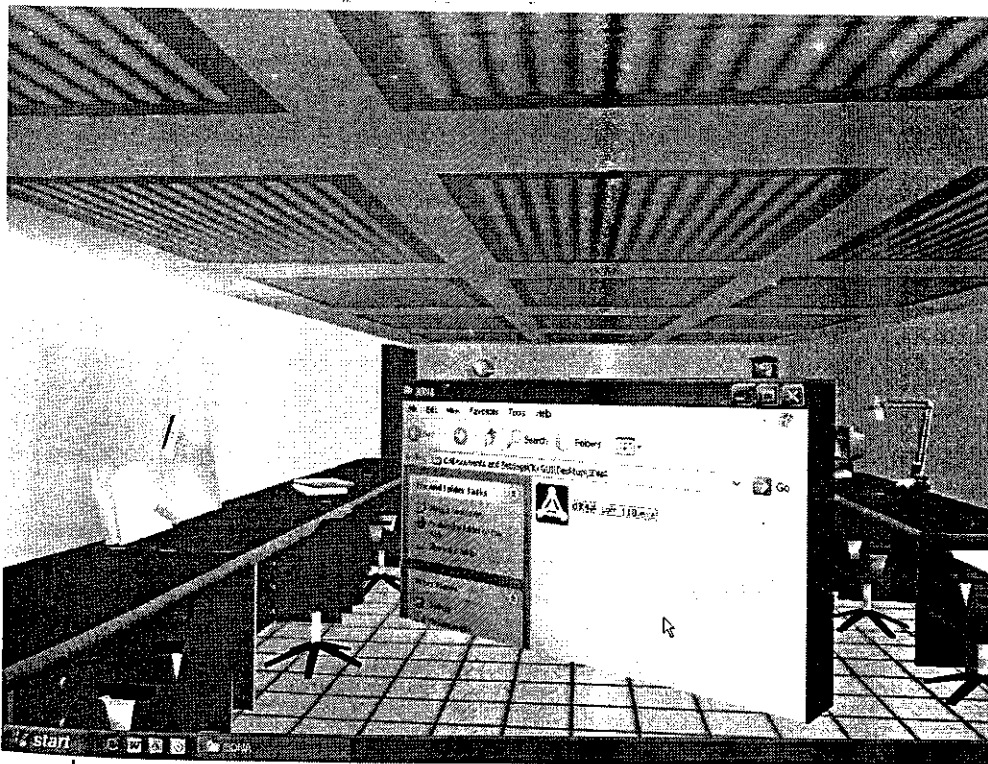
ภาพที่ 4-11 ภาพหน้าจอส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ Beach ในมุมมองกว้าง



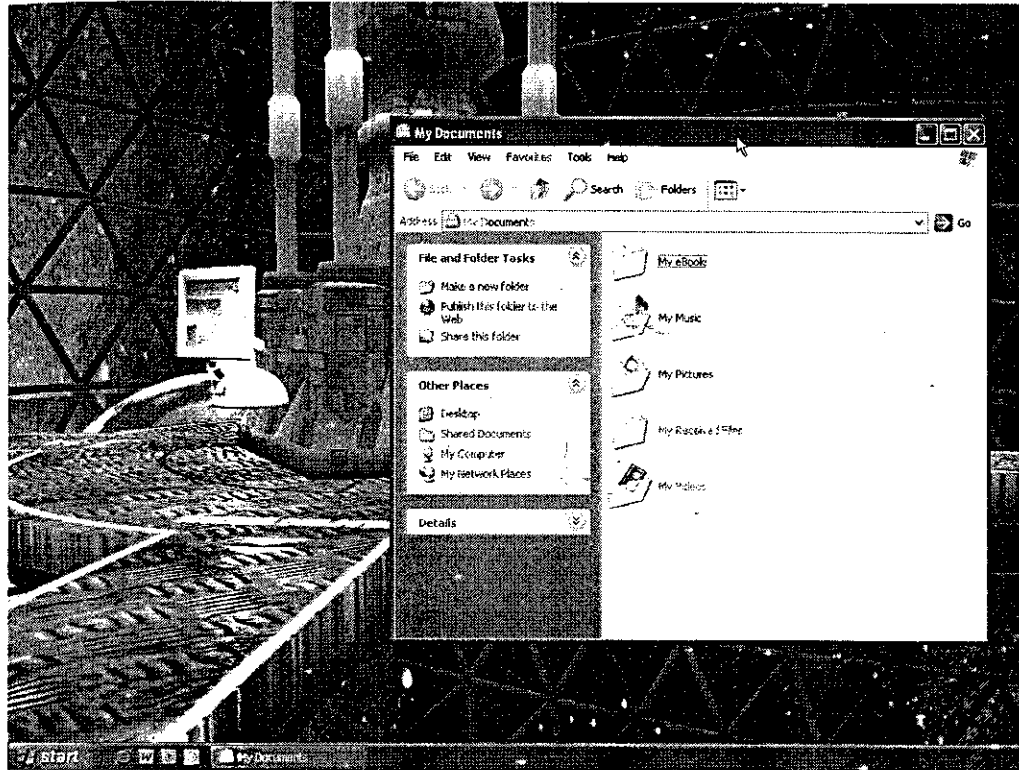
ภาพที่ 4-12 ภาพหน้าจอส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่มีผนังคล้ายกับ Bliss Desktop Background ของ Windows



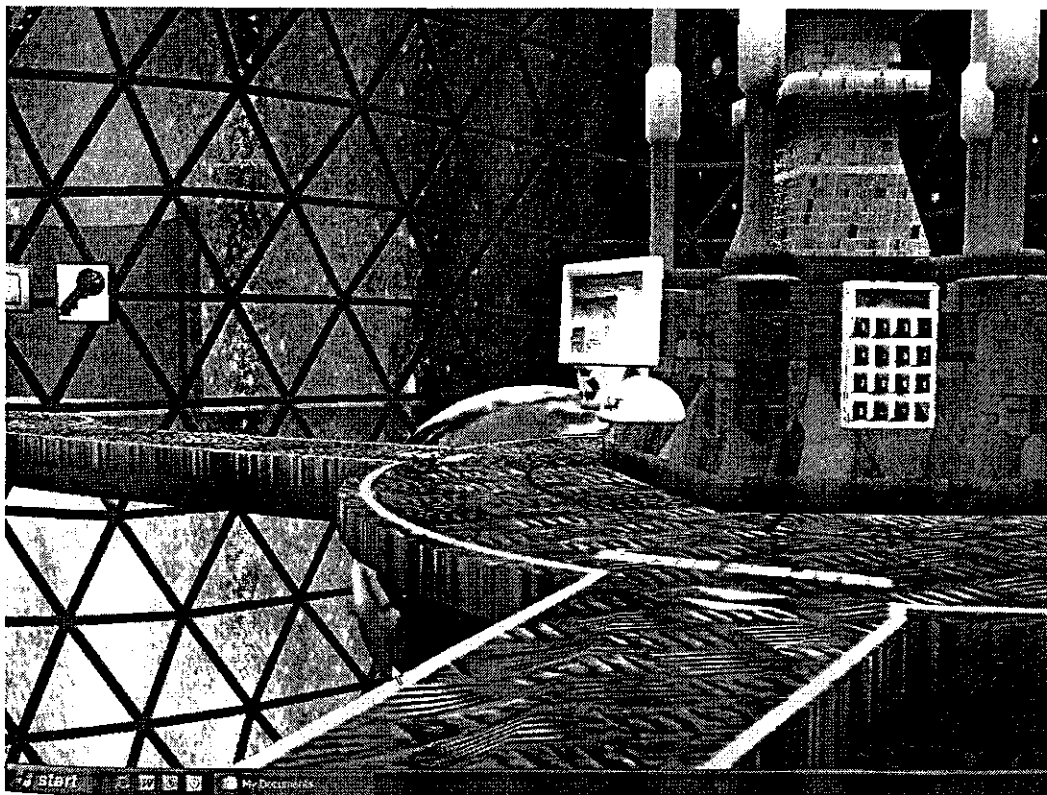
ภาพที่ 4-13 ภาพหน้าจอแสดงการเปิดหน้าต่างสามมิติในที่จำกัด พบปัญหาการบดบังกับองค์ประกอบต่างๆ



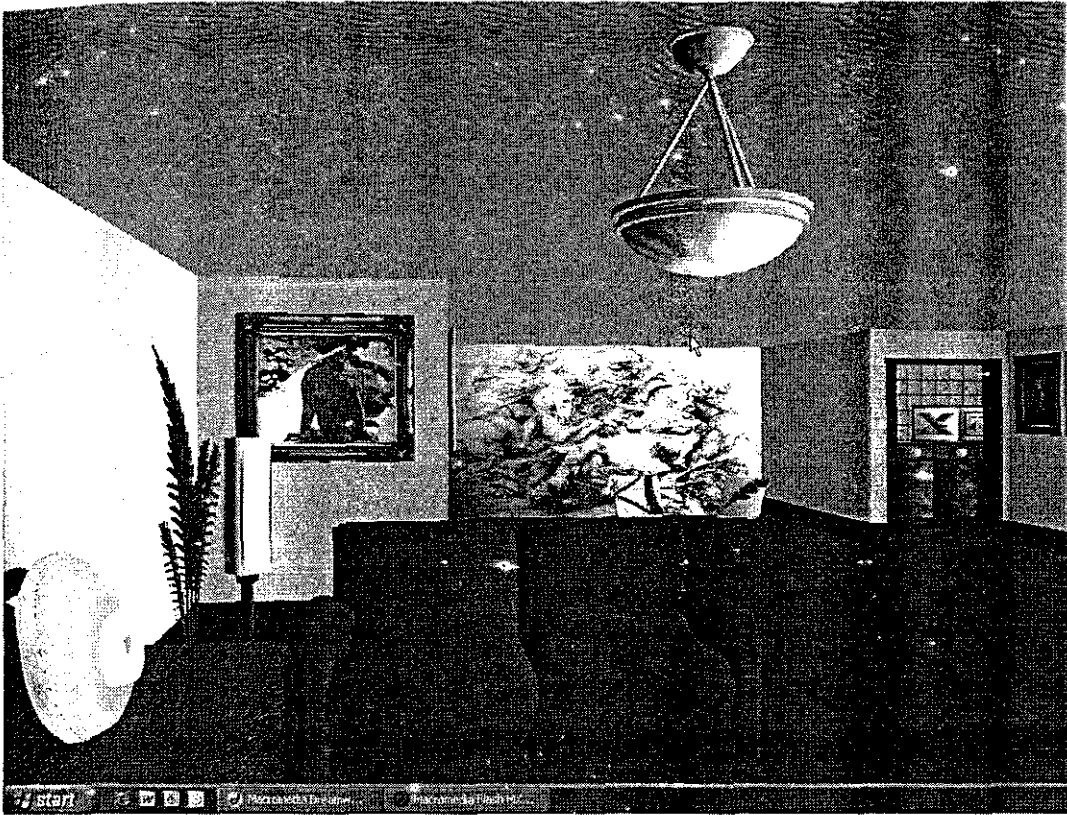
ภาพที่ 4-14 ภาพหน้าจอแสดงการเปิดหน้าต่างสามมิติในที่จำกัด พบปัญหาการบดบังกับองค์ประกอบต่างๆ



ภาพที่ 4-15 ภาพหน้าจอการเปิดหน้าต่าง My Documents



ภาพที่ 4-16 ภาพหน้าจอการ Minimize หน้าต่าง My Documents



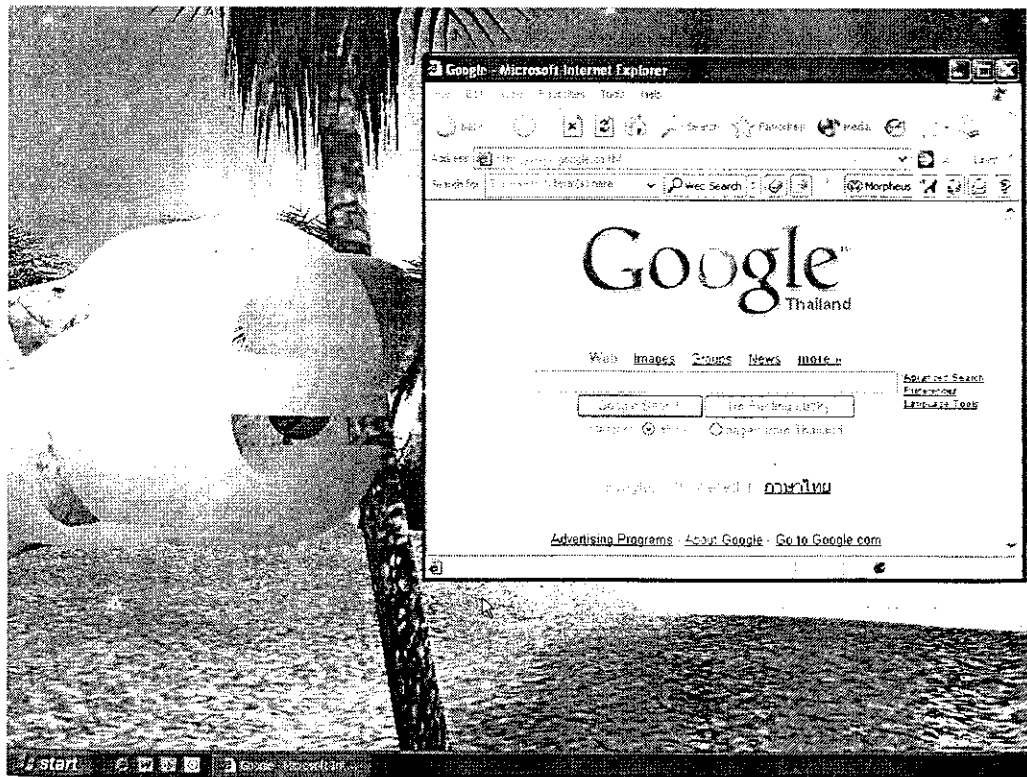
ภาพที่ 4-17 ภาพหน้าจอแสดงส่วนติดต่อกับผู้ใช้ Home แสดงการ Minimize หน้าต่าง 2 หน้าต่าง



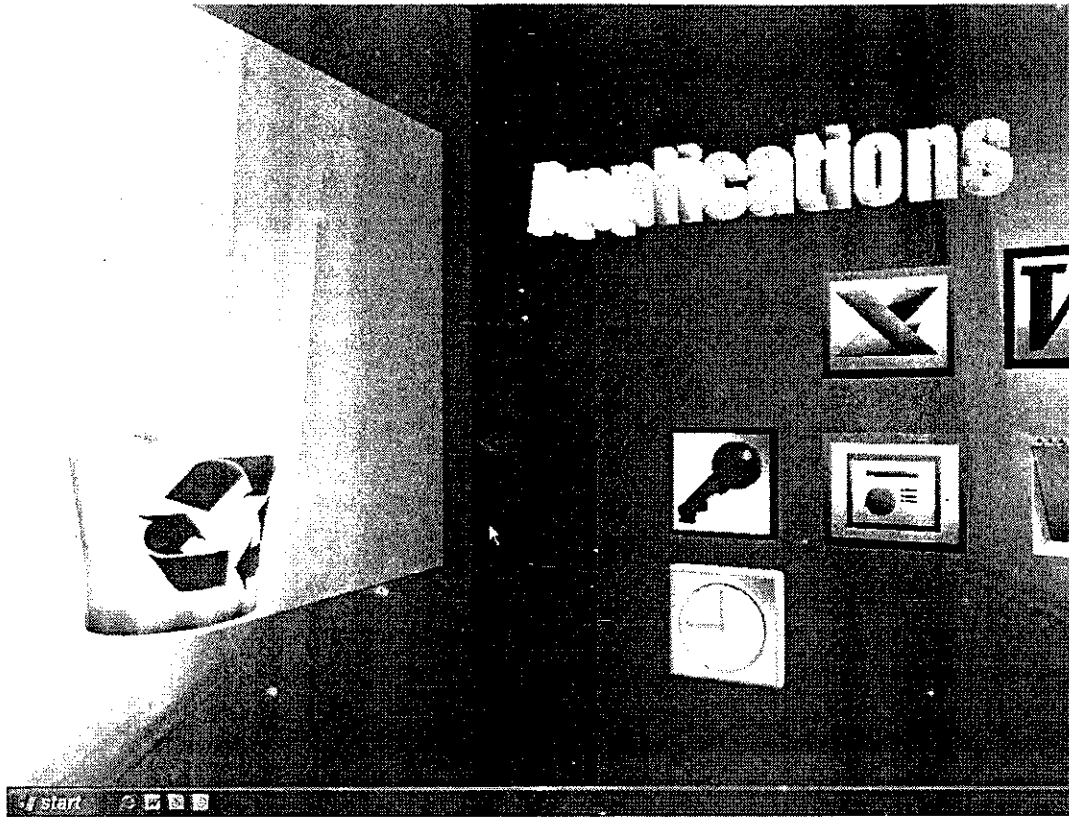
ภาพที่ 4-18 ภาพแสดงส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบ Office



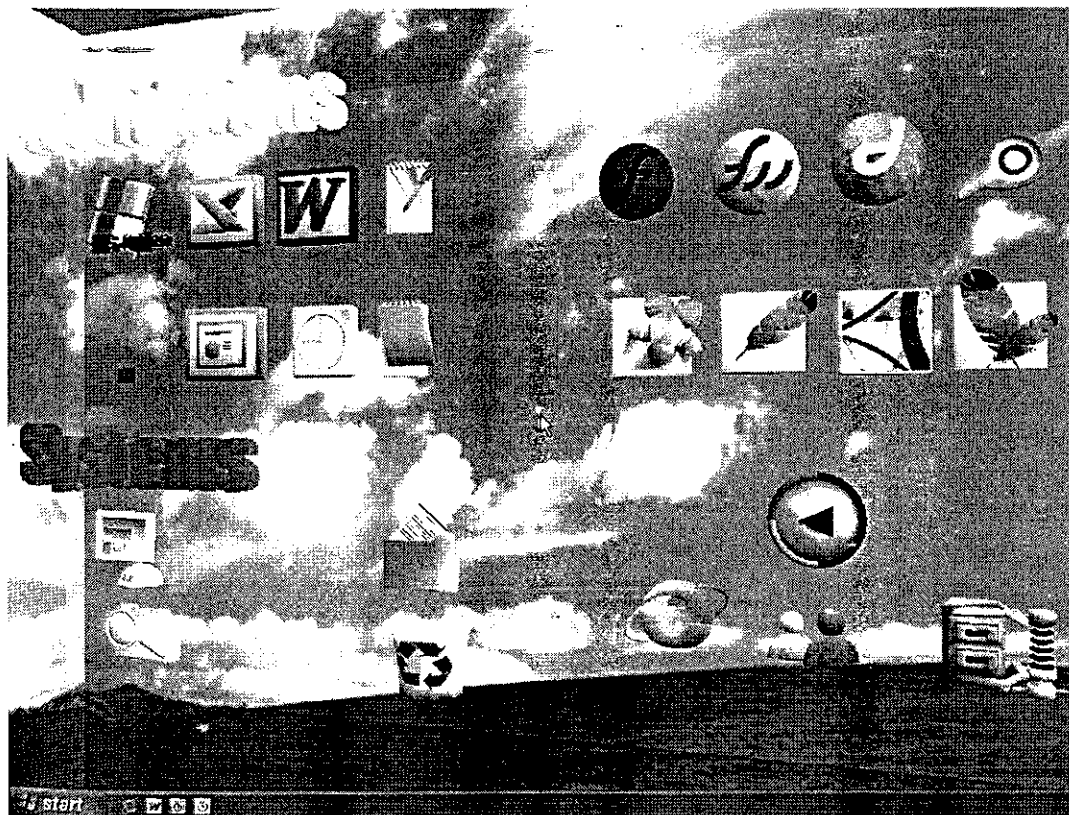
ภาพที่ 4-19 หน้าจอส่วนติดต่อกับผู้ใช้ Beach ในอีกมุมมองหนึ่ง



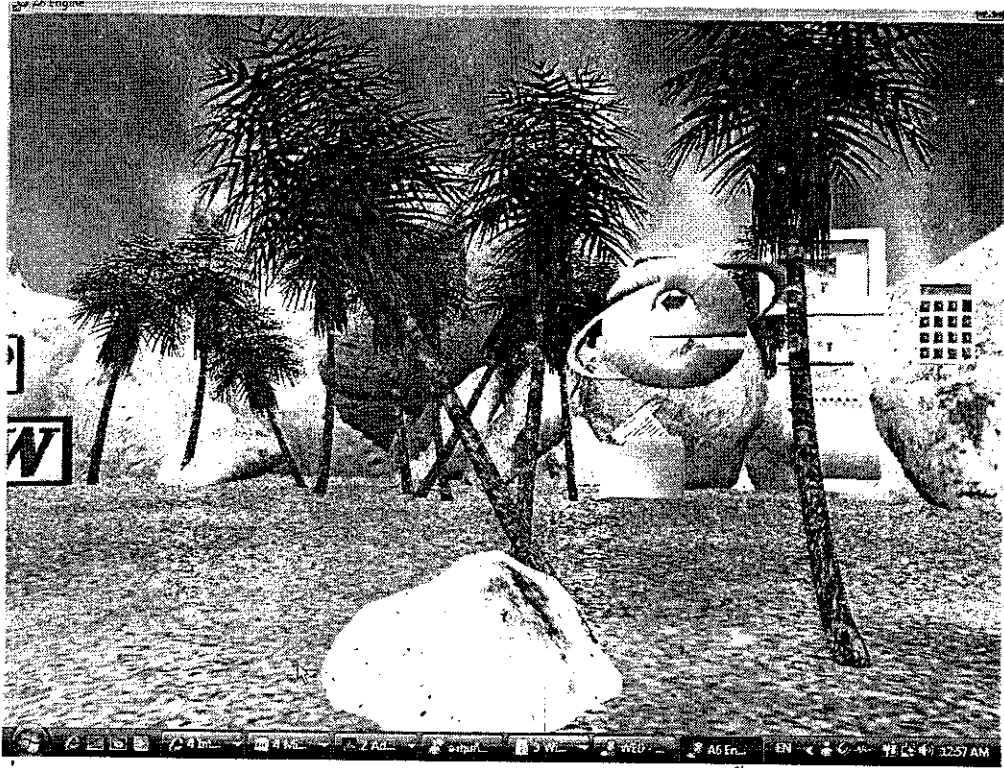
ภาพที่ 4-20 ภาพหน้าจอส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบBeach แสดงการหมุนไอคอนและเปิดหน้าต่าง Web Browser



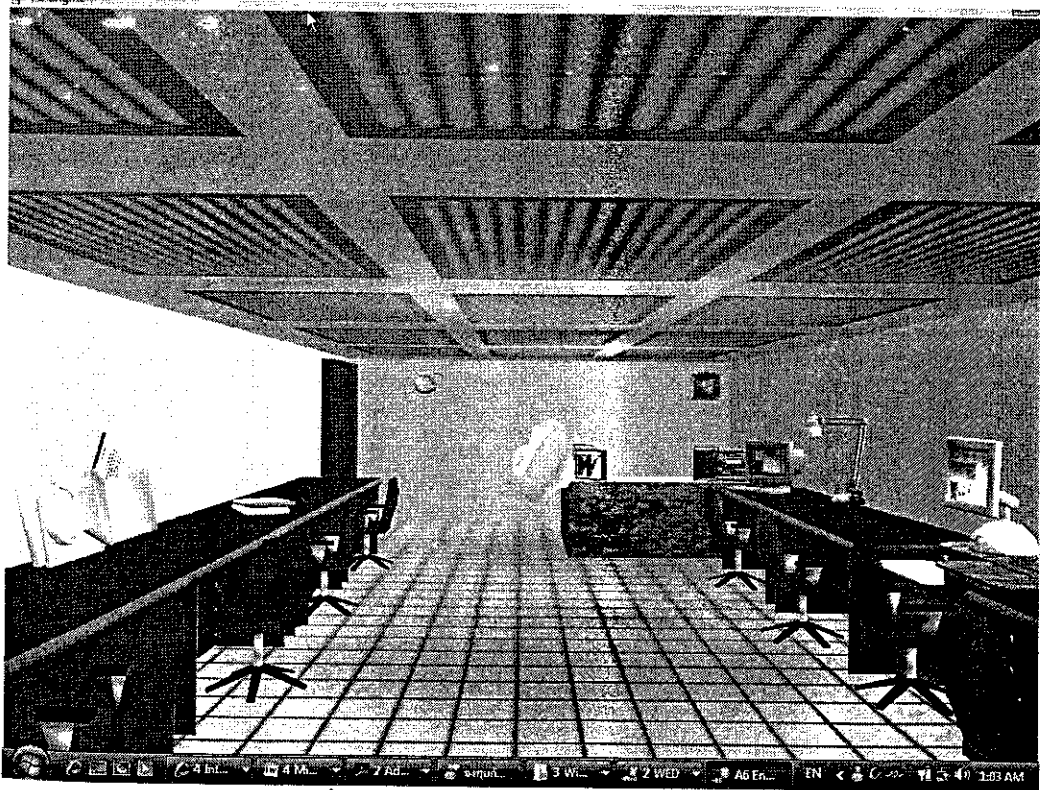
ภาพที่ 4-21 ภาพหน้าจอส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่ใช้ในการฝึกก่อนการประเมินส่วนติดต่อกับผู้ใช้



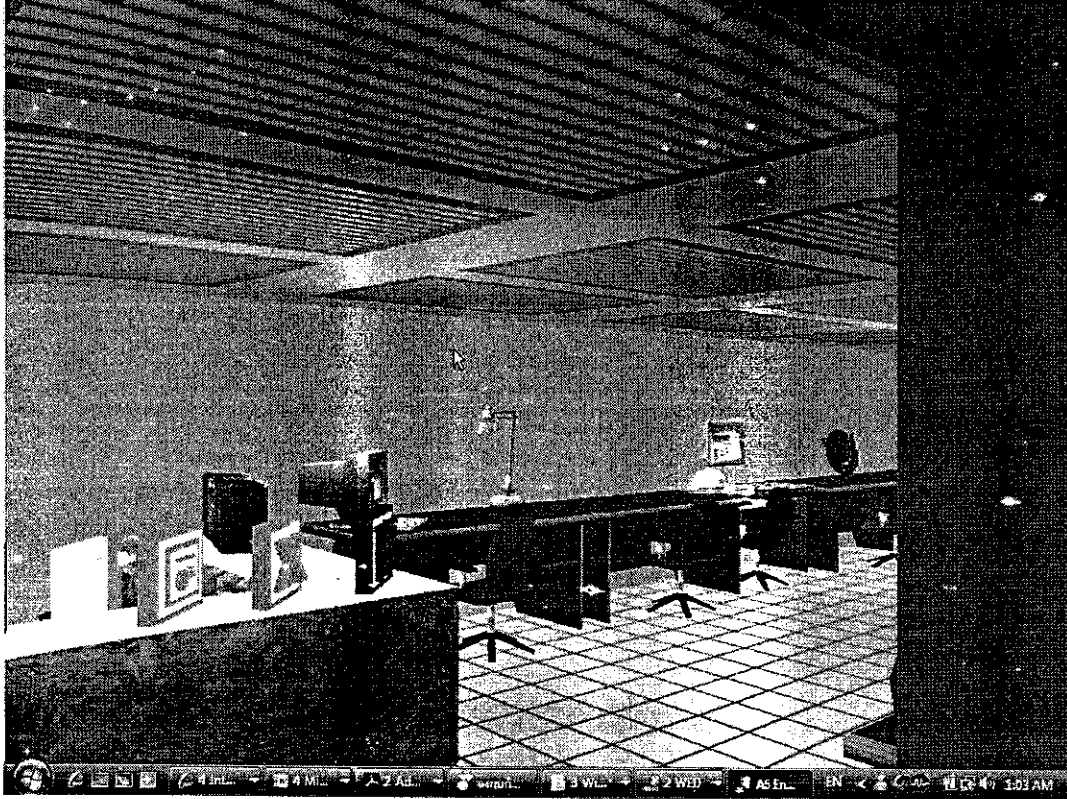
ภาพที่ 4-22 ภาพหน้าจอส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่มีลักษณะคล้าย Windows XP



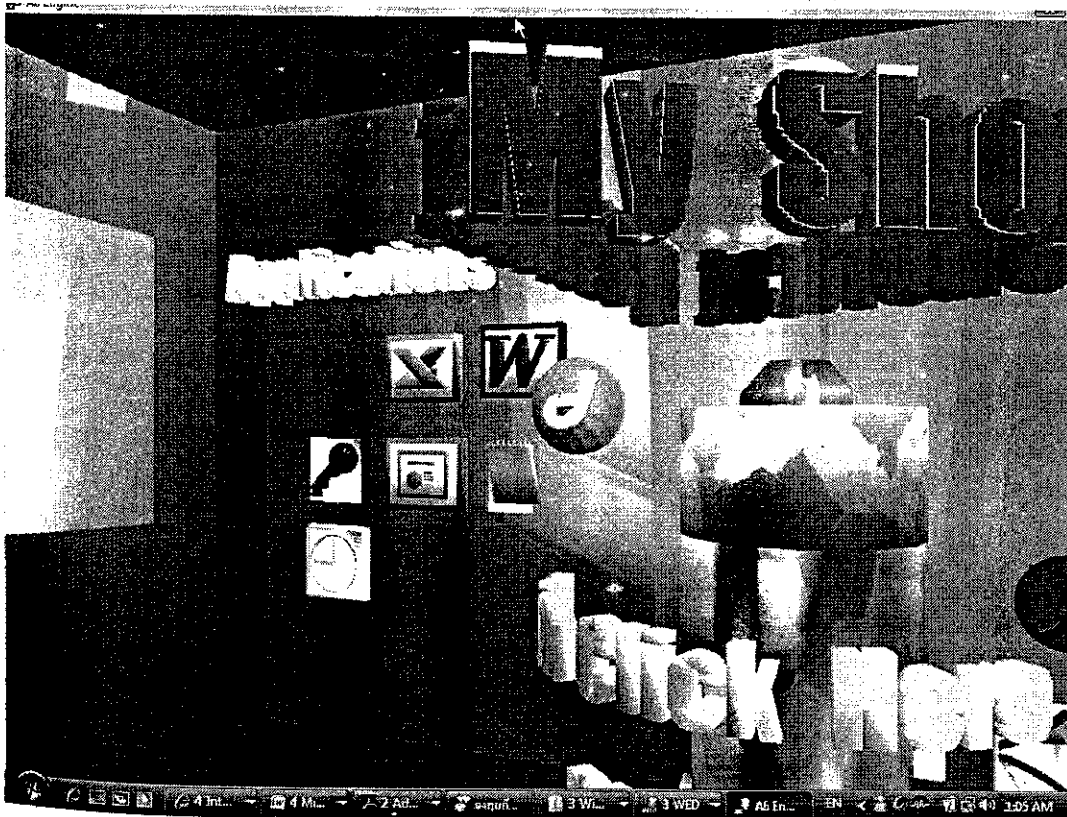
ภาพที่ 4-23 ภาพหน้าจอส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ Space หน้าจอนี้ทำงานร่วมกับ Taskbar และสามารถเรียกโปรแกรมจากไอคอนได้จริง



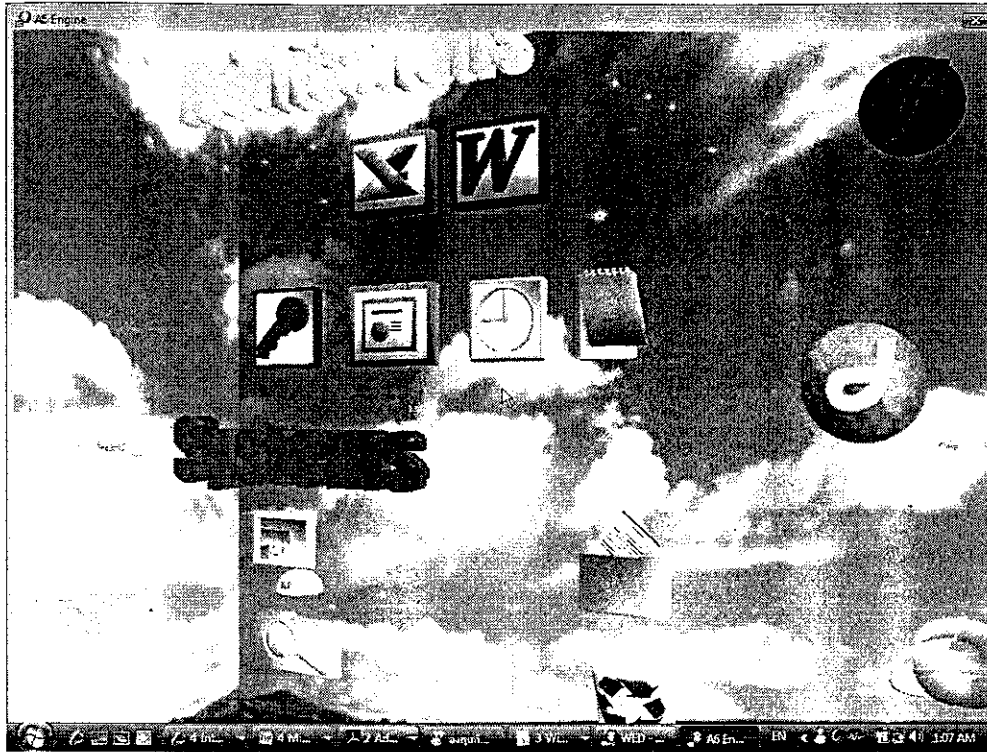
ภาพที่ 4-24 ภาพหน้าจอ Pak Pao 3D – Office



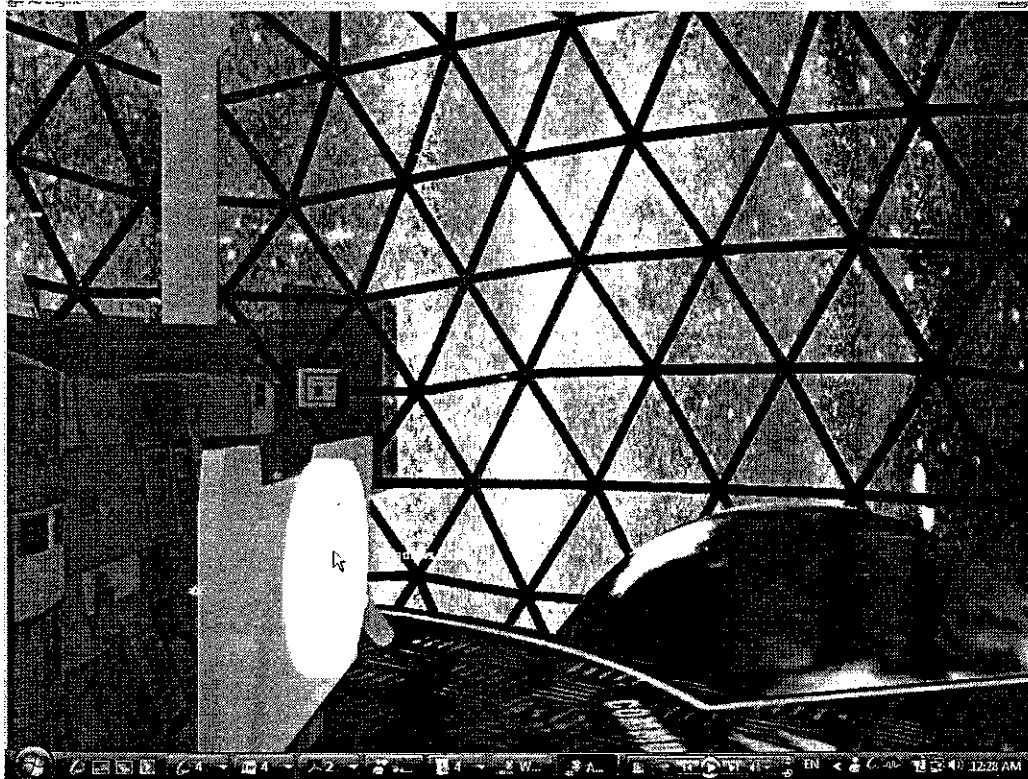
ภาพที่ 4-25 ภาพหน้าจอ Pak Pao 3D – Office อีกมุมหนึ่ง



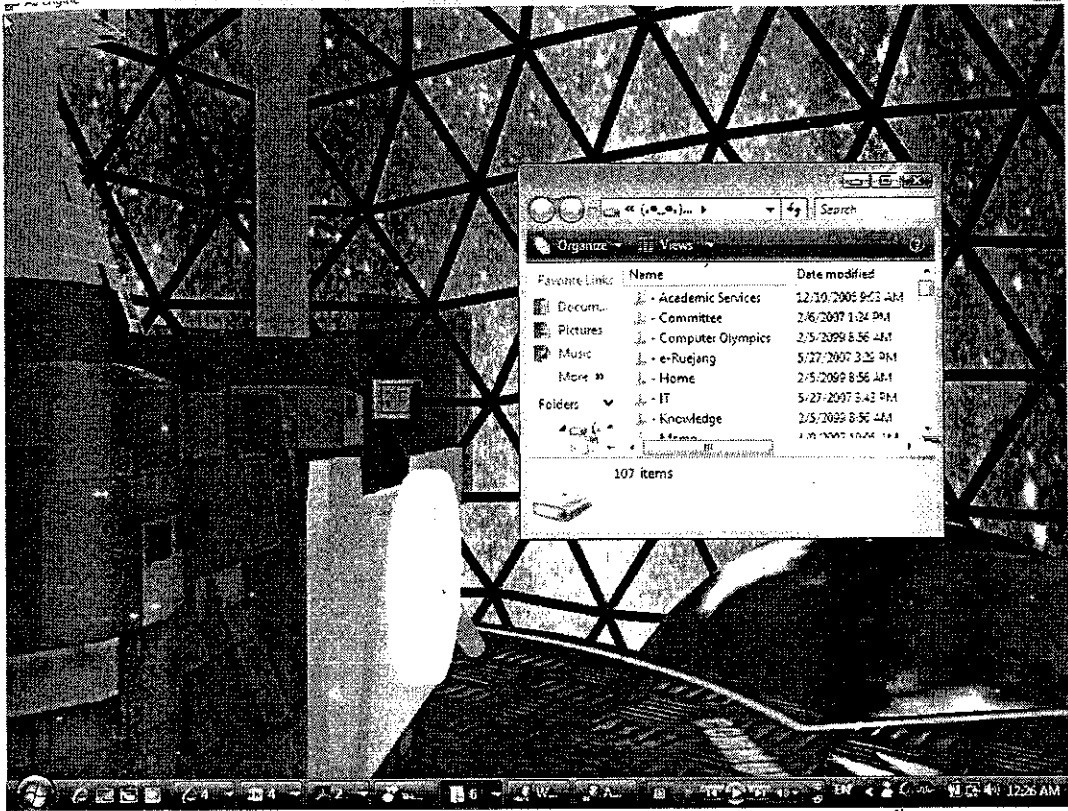
ภาพที่ 4-26 หน้าจอแสดงวัตถุสำหรับคลิกขวาเพื่อการสร้างทางลัดหรือ Shortcut



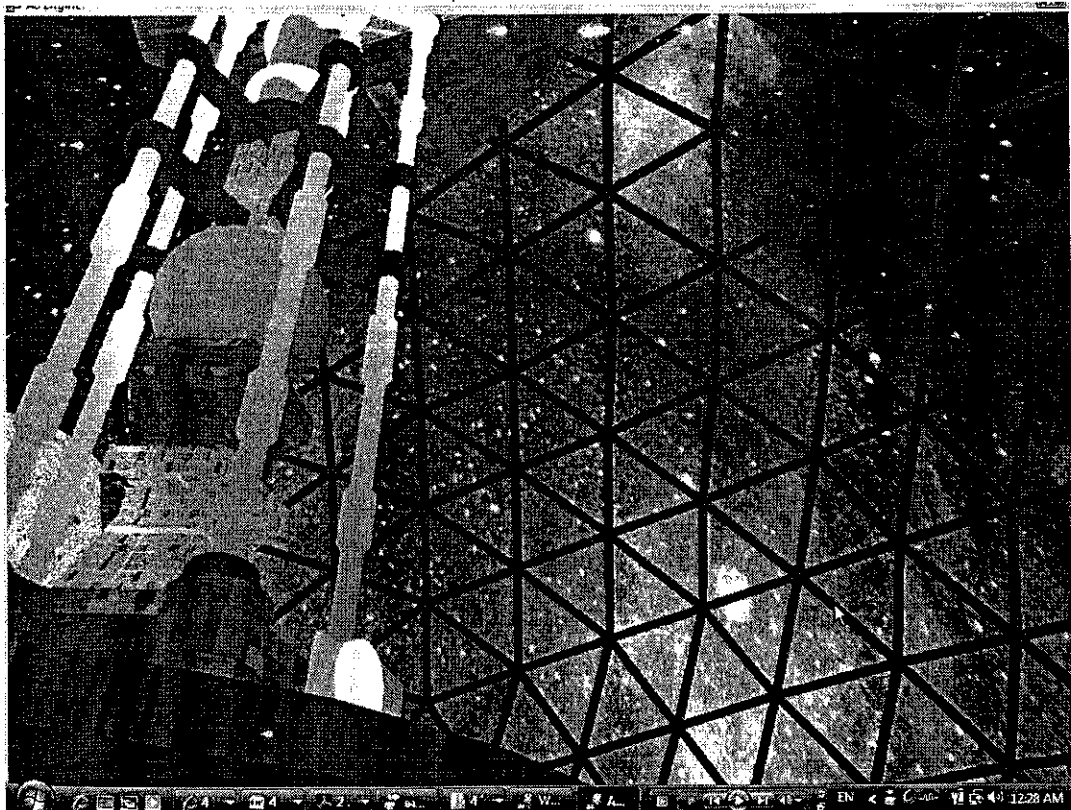
ภาพที่ 4-27 หน้าจอแสดงโปรแกรม Pak Pao 3D คล้าย Windows XP ที่ทำงานแทน Windows Desktop ได้



ภาพที่ 4-28 หน้าจอแสดงชื่อของโปรแกรมเมื่อนำเมาส์ไปวางไว้บนไอคอน



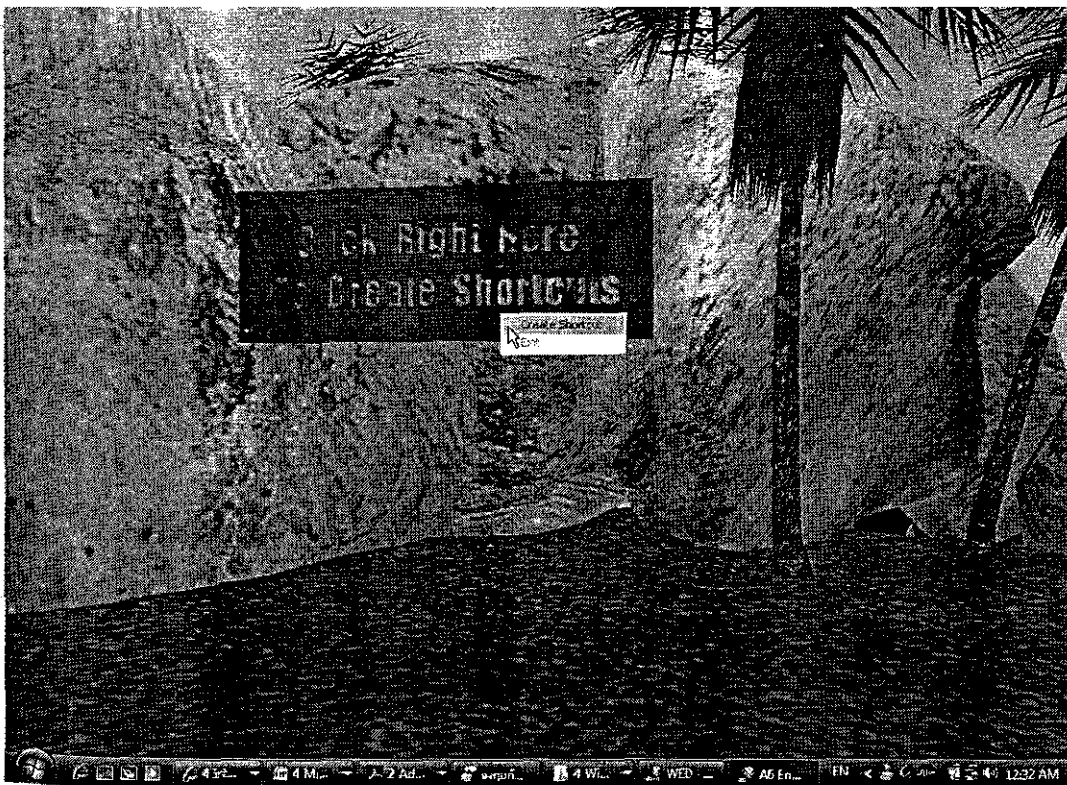
ภาพที่ 4-29 เมื่อทำการดับเบิลคลิกที่โฟลเดอร์ โฟลเดอร์จะถูกเปิดขึ้น



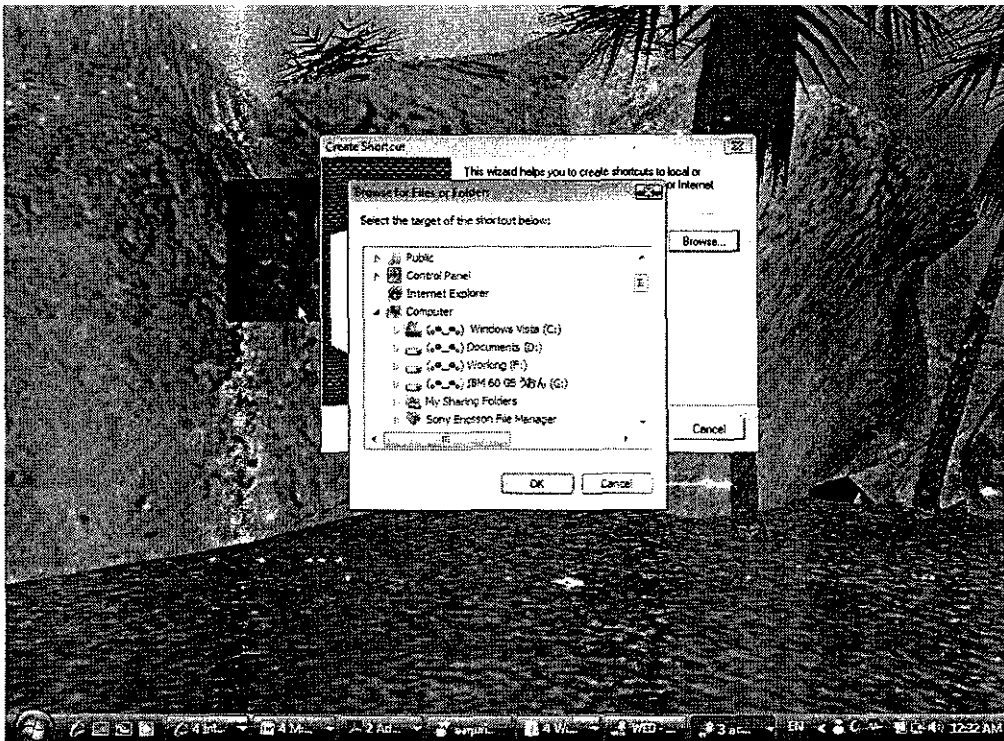
ภาพที่ 4-30 หน้าจอแสดงการแข่งของมุกก๊อง



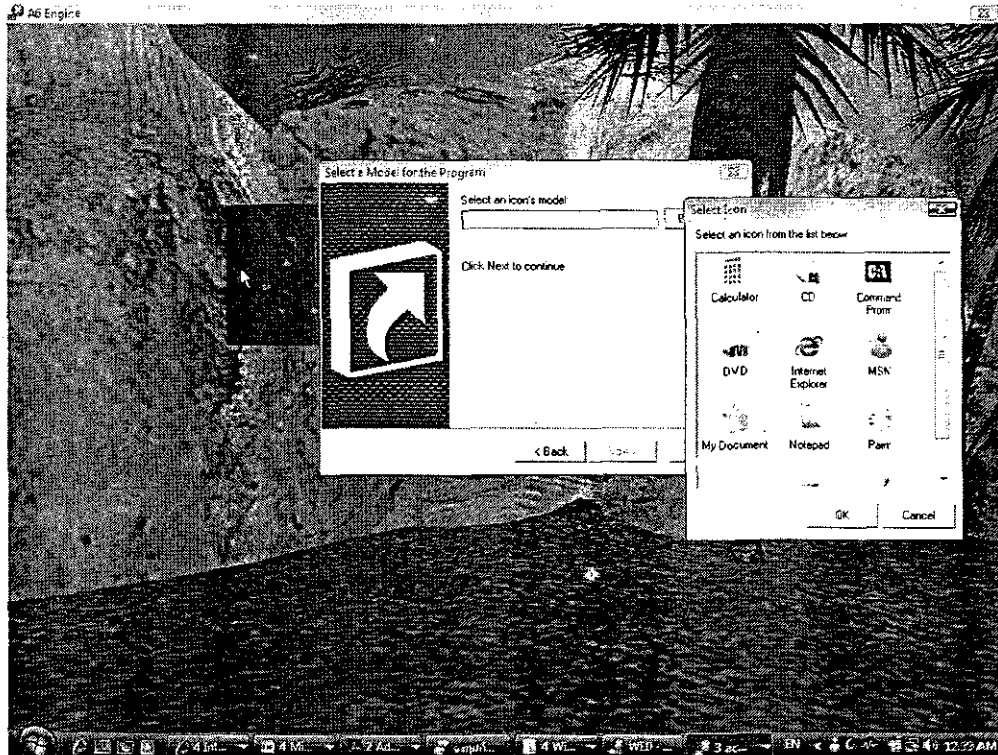
ภาพที่ 4-31 หน้าจอ Pak Pao 3D – Beach แสดงการวางเมาส์บน Windows Media Player



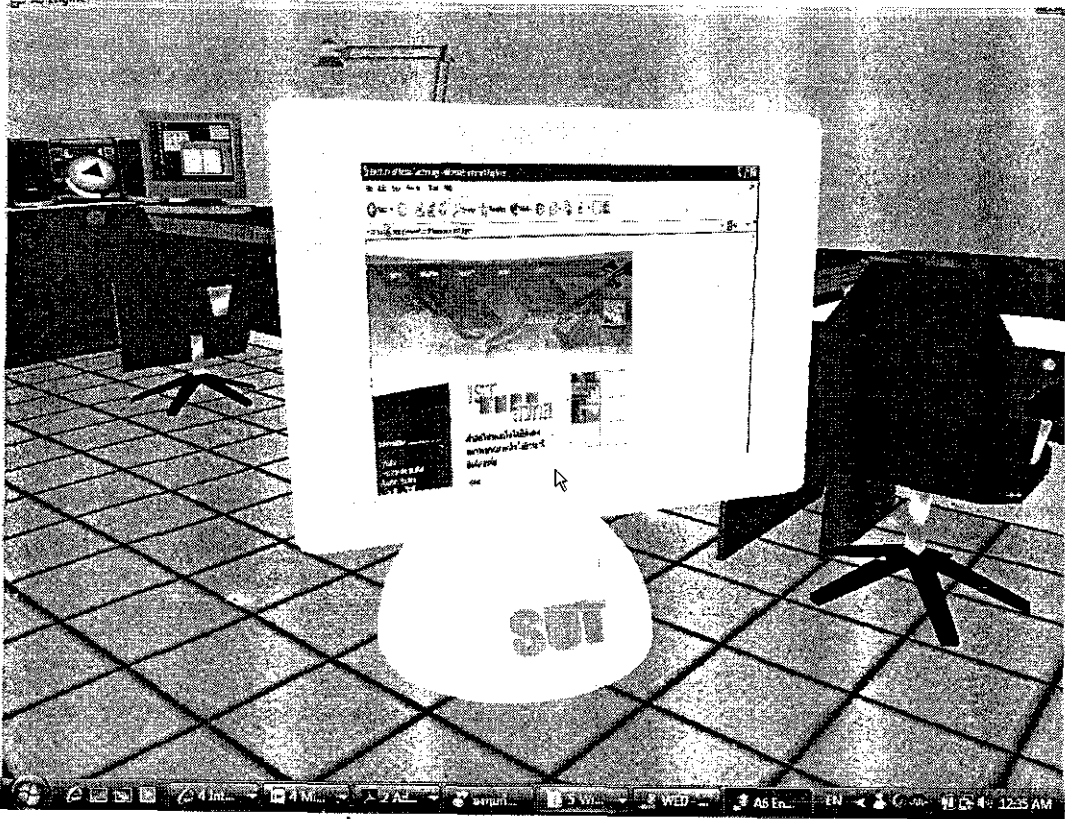
ภาพที่ 4-32 หน้าจอแสดงการสร้างทางลัด โดยผู้ใช้คลิกขวาบริเวณที่ใช้สร้างทางลัด



ภาพที่ 4-33 ระบบจะแสดงตัวช่วยเพื่อสร้างทางลัด
มีรูปแบบเหมือนกับการสร้างทางลัดใน Windows XP



ภาพที่ 4-34 หน้าจอแสดงไอคอนเพื่อให้เลือกใช้ไอคอนที่เป็นสามมิติ



ภาพที่ 4-35 ภาพแสดงการหมุนวัตถุด้วยเมาส์

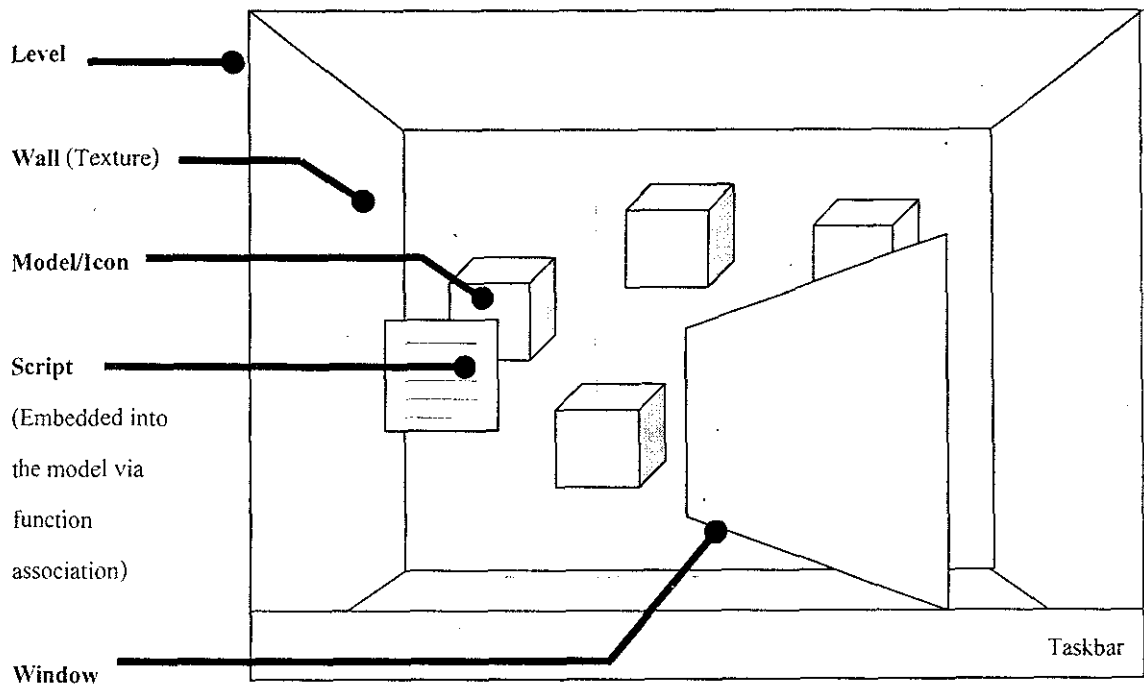


ภาพที่ 4-36 ภาพแสดงมุมมองและวัตถุสำหรับสร้างไอคอน

3.2 ชุดคำสั่ง/โค้ดของโปรแกรม

ชุดคำสั่งโปรแกรมตัวจัดการหน้าต่างแบบสามมิติ

Camera (Users viewing as the first eye view)

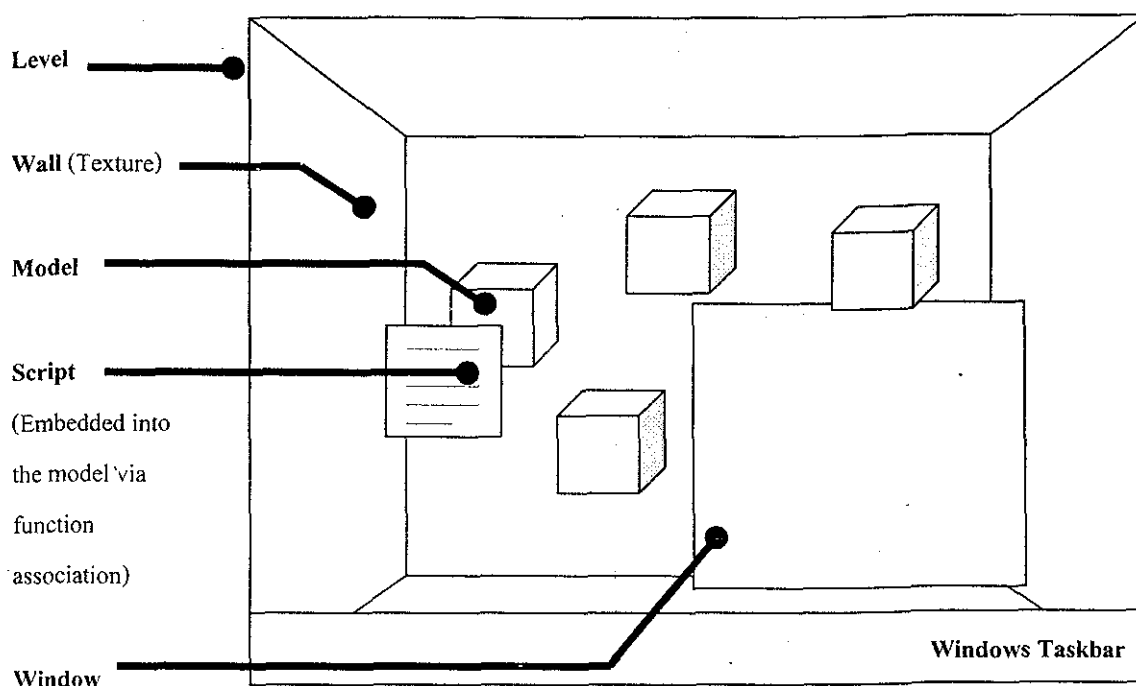


ภาพที่ 4-37 แผนภาพแสดงองค์ประกอบของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ ที่มี
ตัวจัดการหน้าต่างแบบสามมิติหมุนได้ประกอบการออกแบบ โดยละเอียด

โค้ดของโปรแกรมที่พัฒนาจากการออกแบบโดยละเอียดในภาคผนวก

ก

การออกแบบโดยละเอียดนั้น มีความซับซ้อนและมีขนาดใหญ่ และโครงการวิจัยไม่เปิดเผยซอร์สโค้ด อย่างไรก็ตาม โปรแกรมที่ผ่านการคอมไพล์และสามารถติดตั้งใช้ได้จริงได้นำเสนอในรูปแบบไฟล์ติดตั้งในแผ่นซีดีที่มาพร้อมกับรายงานวิจัยนี้



ภาพที่ 4-38 แผนภาพแสดงองค์ประกอบของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ
ประกอบการออกแบบโดยละเอียด

โค้ดของโปรแกรมที่พัฒนาจากการออกแบบโดยละเอียดในภาคผนวก ก นั้นมีความซับซ้อนและมีขนาดใหญ่เช่นกัน ผู้วิจัยจึงนำเสนอโค้ดโดยการจัดเก็บในแผ่นซีดีประกอบรายงานการวิจัยฉบับนี้ สำหรับคำอธิบายไฟล์ โฟลเดอร์และโครงสร้างการจัดเก็บ อยู่ในแผ่นซีดีแล้ว ซึ่งสามารถใช้แผนภาพอธิบายองค์ประกอบของโปรแกรมด้านบนประกอบกับคู่มือผู้ใช้เพื่อเข้าใจถึงการทำงานของซอร์สโค้ด

3.3 ผลการประเมินส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ

ผลการประเมินส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบ่งเป็นสองส่วน ได้แก่ ผลการประเมินกลุ่มทดสอบเข้มข้น ที่ทำการทดสอบระบบจัดการหน้าต่างแบบสามมิติที่สามารถหมุน และมีความเป็นสามมิติโดยสมบูรณ์ ส่วนที่สองคือผลของการประเมินระบบจัดการหน้าต่างแบบสามมิติที่ทำงานร่วมกับ Taskbar และใช้งานได้จริง

ผลการประเมินในส่วนแรกสอบถามระดับความคิดเห็น โดย 5 คือระดับเห็นด้วยมากและ 1 คือมีระดับไม่เห็นด้วย 1) ไม่เห็นด้วยอย่างมาก 2) ไม่เห็นด้วย 3) เฉยๆ 4) เห็นด้วย 5) เห็นด้วยอย่างมาก หากไม่ได้กำหนดเป็นอย่างอื่น โดยหัวข้อที่สอบถามมีดังนี้

1. ท่านจะทำงานในขณะที่หน้าต่างยังเป็น 3 มิติอยู่แม้หน้าต่างจะเอียงเข้าหาท่าน
 2. การ Drag หน้าต่างทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ
 3. การหมุนหน้าต่างทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ
 4. ท่านจะใช้การแสดงหน้าต่างแบบ 3 มิติหรือไม่
 - 1) ไม่ 2) นานๆ ครั้ง 3) ใช้บ้างไม่ใช้บ้าง 4) บ่อยมาก 5) ใช้ตลอดเวลา
- และแบบสอบถามแสดงความคิดเห็นแบบเปิด ตามด้วยการสัมภาษณ์ มีข้อคำถามดังนี้

1. ข้อดีของการแสดงหน้าต่างเป็น 3 มิติ

เช่น ไม่มีข้อดี, ป้องกันการบังของหน้าต่าง แสดงหน้าต่างได้มากขึ้น มีความบันเทิงเพิ่มขึ้น เพิ่มความสวยงาม

กรุณาตอบเท่าที่จะมากได้
2. ข้อเสียของการแสดงหน้าต่างเป็น 3 มิติ

เช่น ไม่มีข้อเสีย, ใช้งานยาก, เสียเวลา, เพิ่มความเครียด, สับสน, มองหน้าต่างและเนื้อหาได้ไม่ชัดเจน
3. ข้อบกพร่อง ข้อควรปรับปรุง ข้อเสนอแนะถ้าจะทำให้การแสดงหน้าต่างแบบ 3 มิติมีประโยชน์

ผลการวิจัยโดยละเอียดได้นำเสนอในรูปแบบตารางในภาคผนวก

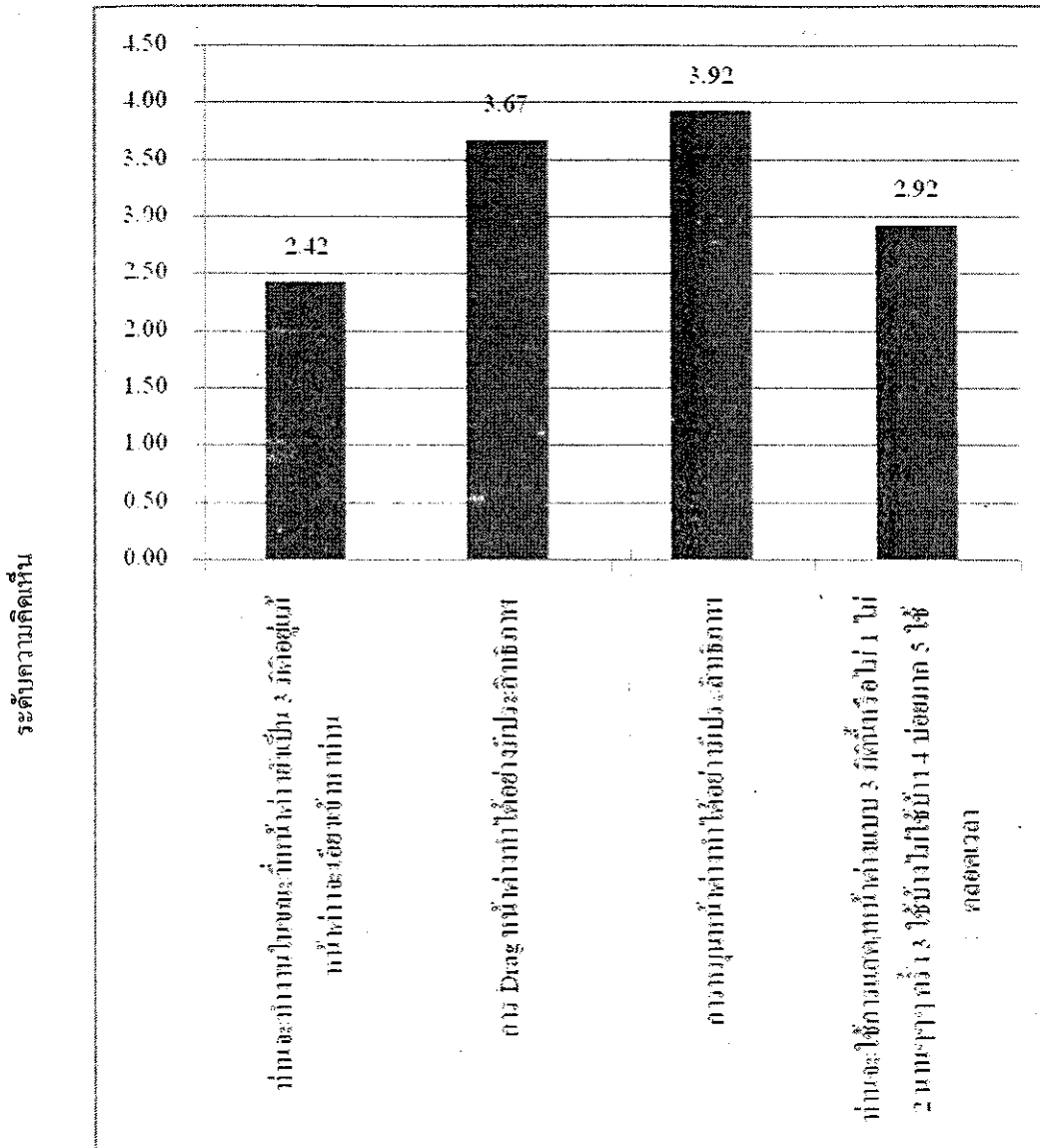
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม

ของผู้ร่วมทดสอบและประเมินตัวจัดการหน้าต่างแบบสามมิติ

และส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติของระบบปฏิบัติการ ได้มีการนำมาประมวลผลและ

นำเสนอในรูปแบบแผนภูมิแท่งเพื่อวิเคราะห์ความคิดเห็นดังที่แสดงต่อไปนี้ การวิเคราะห์

วิจารณ์ผลการประเมินแสดงในบทถัดไป



ภาพที่ 4-39 แผนภูมิแท่งแสดงระดับความคิดเห็นเฉลี่ย ต่อการใช้ตัวจัดการหน้าต่างแบบสามมิติ

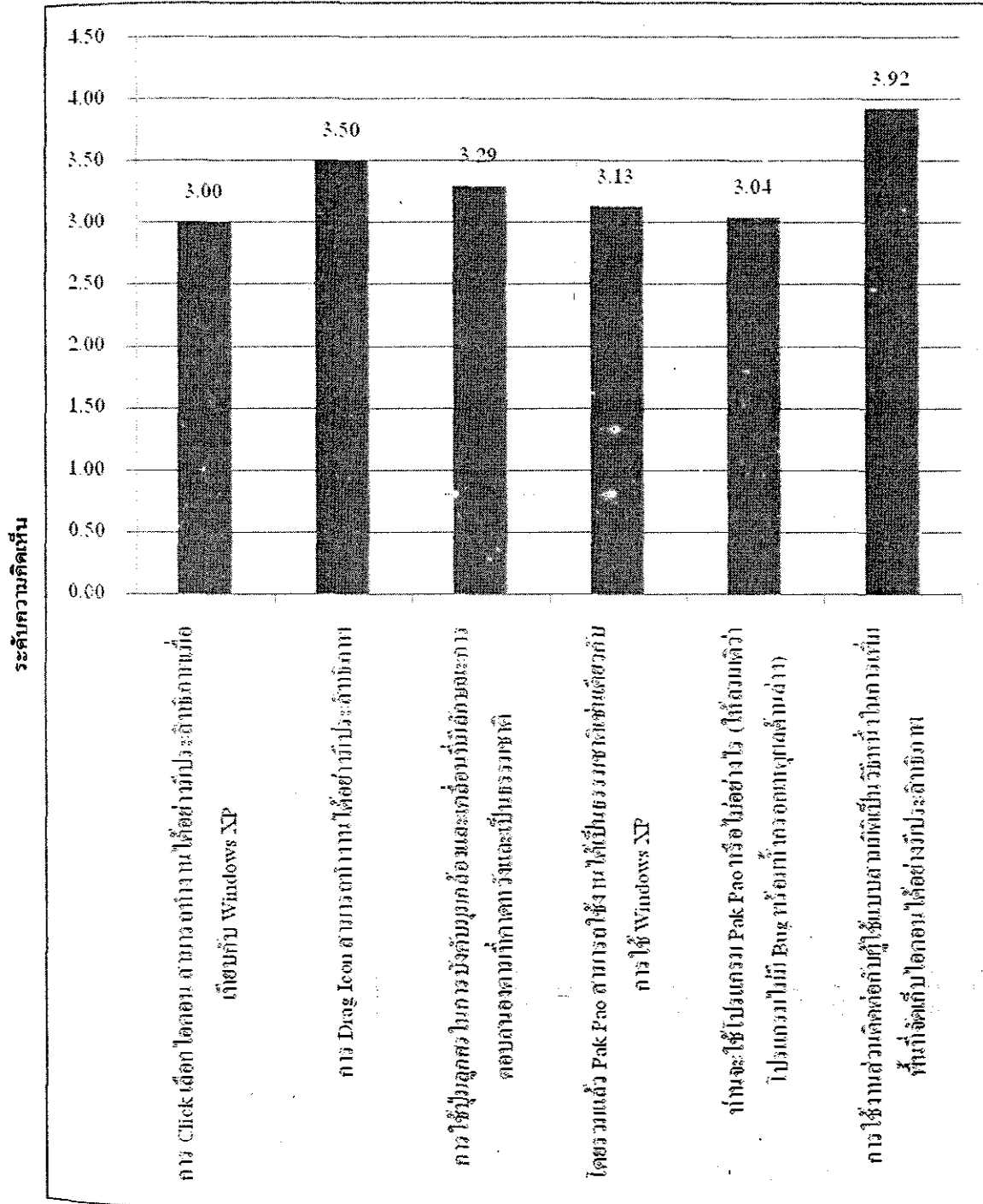
ผลการประเมินในส่วนที่สองประเมินระบบ Pak Pao 3D ที่ใช้งานแทนส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบเดิมของระบบปฏิบัติการ Windows เปรียบเทียบกันในแต่ละแบบและเปรียบเทียบกับ Windows ด้วย ในหัวข้อของความง่ายในการใช้งาน ความสวยงาม ความการเพิ่มความบันเทิง การเพิ่มความเครียดและความสับสน การลากวัตถุในปริภูมิสามมิติ และข้อคิดเห็นอื่นๆ ตลอดจนเก็บสถิติเกี่ยวกับเวลาที่ใช้ในการทำงานแต่ละงานให้เสร็จ

ผลการวิจัยโดยละเอียดได้นำเสนอในรูปแบบตารางในภาคผนวก

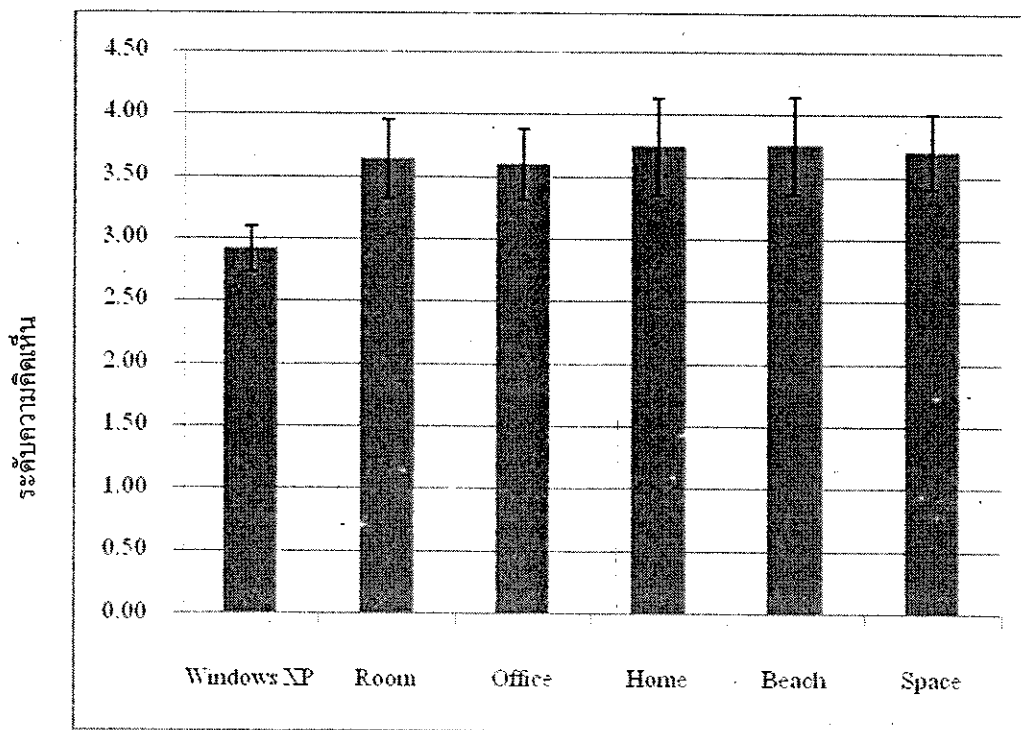
ง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม

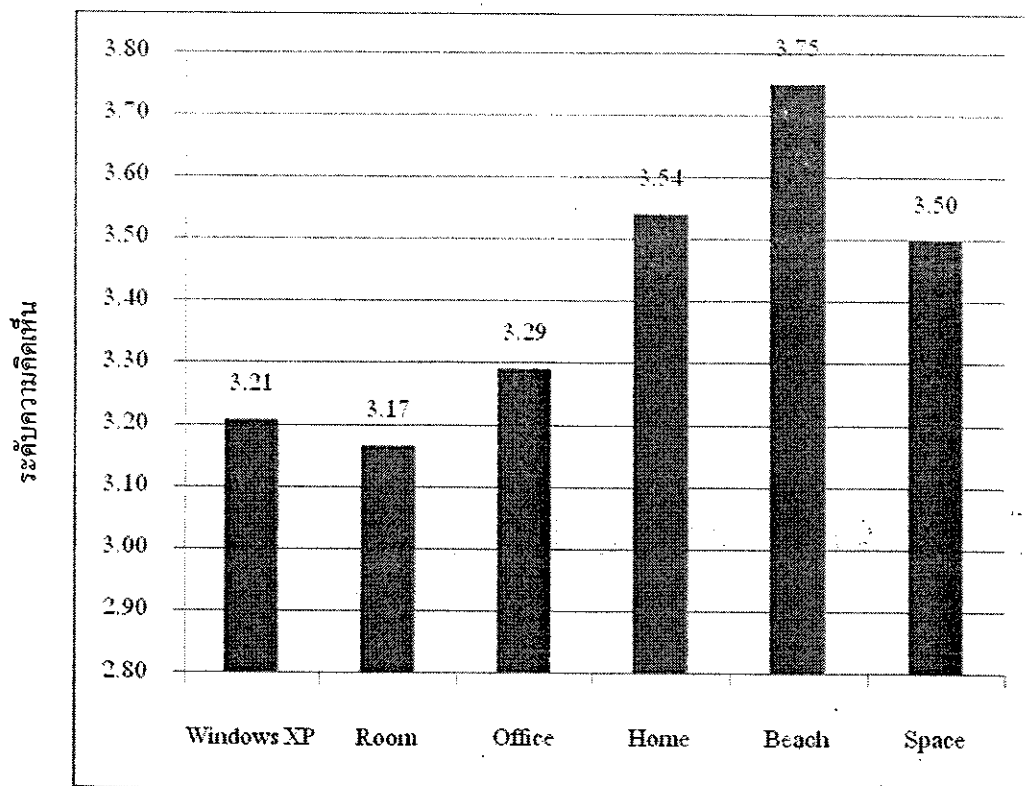
ของผู้ร่วมทดสอบและประเมินตัวจัดการหน้าต่างแบบสามมิติ และส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติของระบบปฏิบัติการ ได้มีการนำมาประมวลผลและนำเสนอในรูปแบบแผนภูมิแท่งเพื่อวิเคราะห์ความคิดเห็นดังที่จะได้แสดงต่อไปนี้ การวิเคราะห์วิจารณ์ผลการประเมินแสดงในบทถัดไป



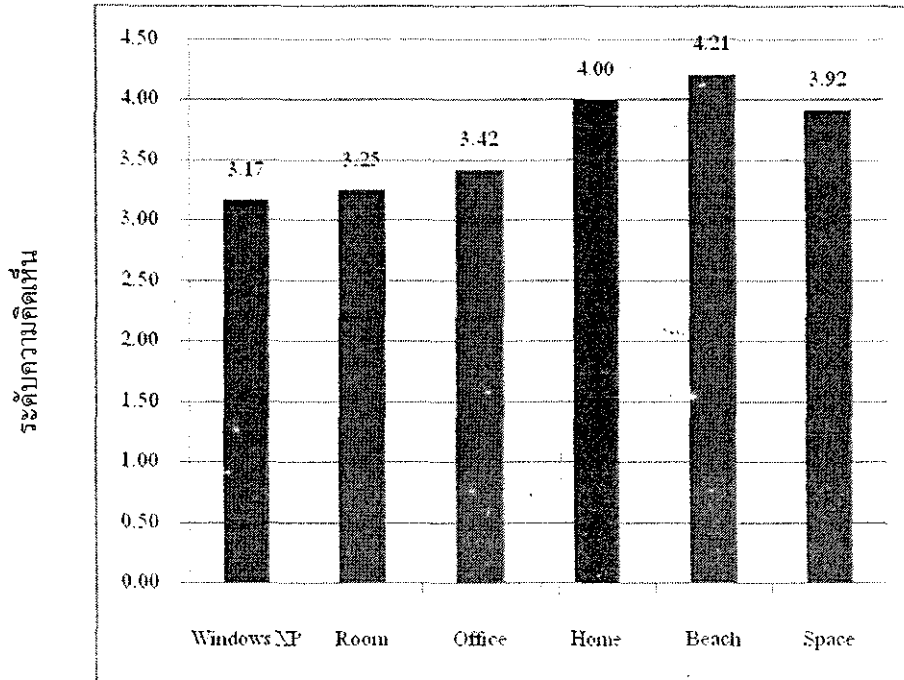
ภาพที่ 4-40 แผนภูมิแท่งแสดงระดับความคิดเห็นเฉลี่ยต่อข้อความ
เกี่ยวกับการใช้งาน Pak Pao 3D โดยภาพรวม



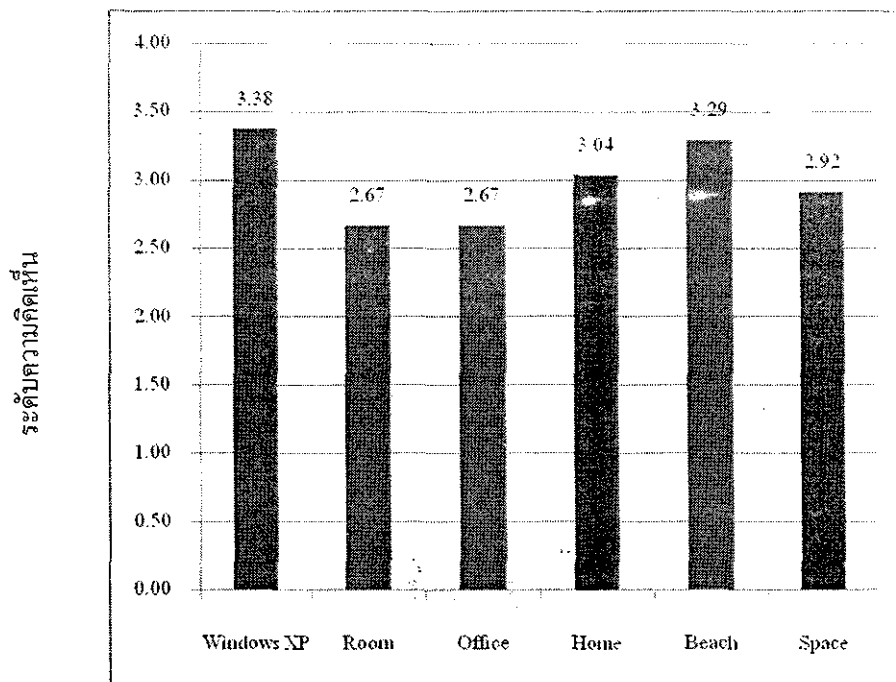
ภาพที่ 4-41 แผนภูมิแท่งแสดงเวลาเฉลี่ยที่ผู้ทดสอบใช้ในการทดสอบตามงานที่มอบหมาย
ของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แต่ละแบบ



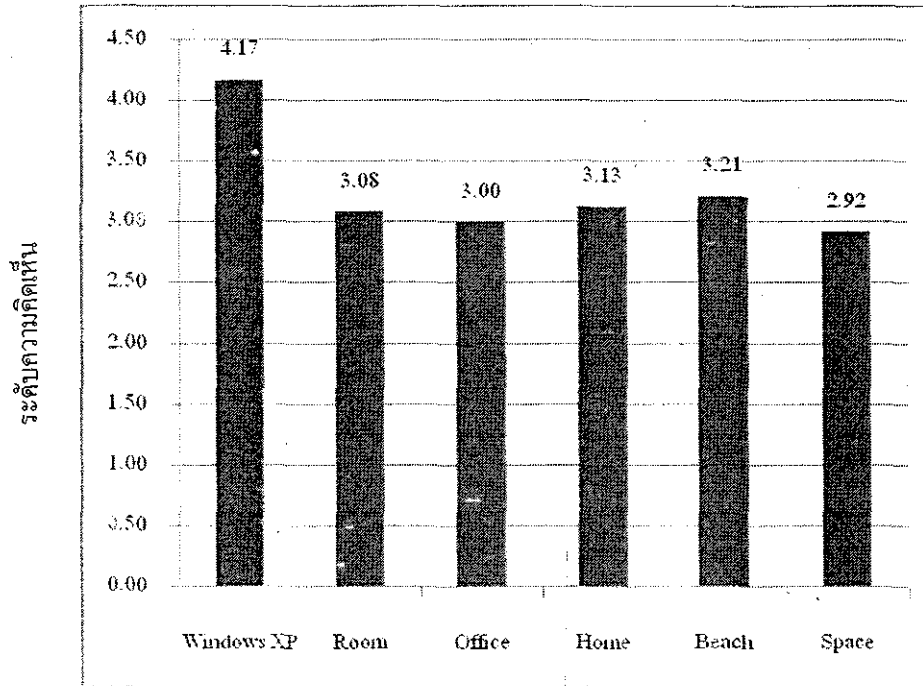
ภาพที่ 4-42 แผนภูมิแท่งแสดงระดับความคิดเห็นเฉลี่ยของผู้ทดสอบต่อคำถาม “ขณะใช้ มีความสนุกสนานกับ Program และมีความบันเทิง” ของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แต่ละแบบ



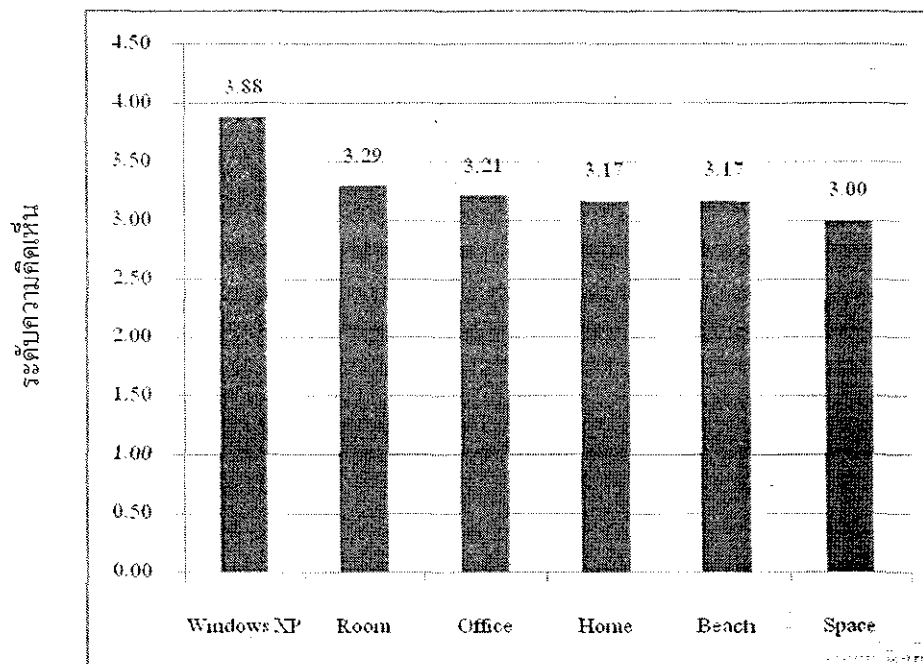
ภาพที่ 4-43 แผนภูมิแท่งแสดงระดับความคิดเห็นเฉลี่ยของผู้ทดสอบต่อคำถาม “ส่วนติดต่อกับผู้ใช้มีความสวยงามน่าใช้” ของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แต่ละแบบ



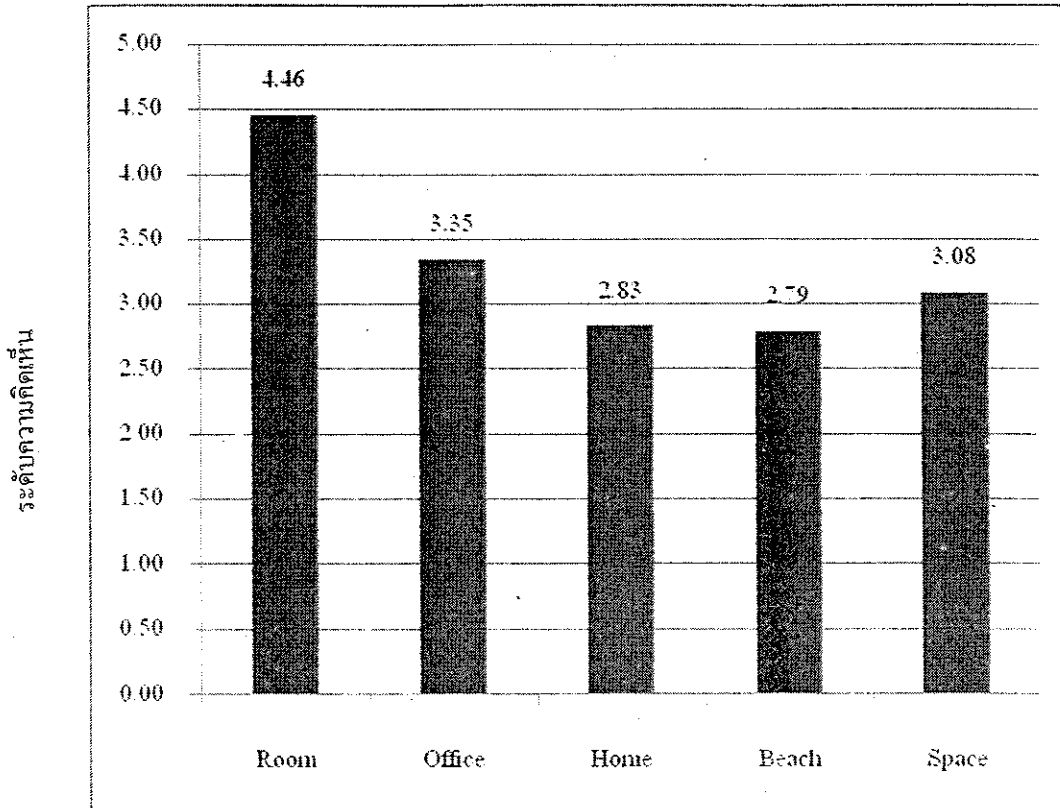
ภาพที่ 4-44 แผนภูมิแท่งแสดงระดับความคิดเห็นเฉลี่ยของผู้ทดสอบต่อคำถาม “ลดความเครียดในการใช้งานคอมพิวเตอร์” ของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แต่ละแบบ



ภาพที่ 4-45 แผนภูมิแท่งแสดงระดับความคิดเห็นเฉลี่ยของผู้ทดสอบต่อคำถาม “ทำให้การทำงานต่างๆ ของคอมพิวเตอร์เป็นไปด้วยความรวดเร็ว” ของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แต่ละแบบ



ภาพที่ 4-46 แผนภูมิแท่งแสดงระดับความคิดเห็นเฉลี่ยของผู้ทดสอบต่อคำถาม “การ Drag-icon สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นธรรมชาติ” ของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แต่ละแบบ



ภาพที่ 4-47 แผนภูมิแท่งแสดงอันดับเฉลี่ยที่ได้จากการจัดอันดับของผู้ใช้ ของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แต่ละแบบของ Pak Pao 3D โดยคะแนนน้อยคือได้เป็นอันดับแรกๆ ที่มีผู้ชื่นชอบ

ตารางที่ 4-2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาที่ผู้ใช้ใช้ในการทำงานสมมติสำหรับการทดสอบของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แต่ละแบบ

Variable	Means (SD)					
	Windows XP	Scene 1 (Room)	Scene 2 (Office)	Scene 3 (Home)	Scene 4 (Beach)	Scene 5 (Space)
Time	2.54 (0.86)	3.42 (1.53)	3.50 (1.38)	3.64 (1.90)	3.71 (1.91)	3.53 (1.47)

ตารางที่ 4-2 สรุปผลระดับความคิดเห็นเฉลี่ยของผู้ใช้ที่มีต่อส่วนติดต่อกับผู้ใช้แต่ละแบบในหัวข้อต่างๆ แสดงโดยมัธยฐานและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อใช้วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วย Friedman Test

Variable	Mean Ranks (SD)					
	Windows XP	Scene 1 (Room)	Scene 2 (Office)	Scene 3 (Home)	Scene 4 (Beach)	Scene 5 (Space)
Enjoyment	3.04 (0.66)	2.90 (0.87)	3.21 (0.86)	3.83 (0.93)	4.21 (0.90)	3.81 (0.93)
Attractiveness	2.32 (0.47)	2.72 (0.84)	2.80 (0.82)	4.32 (0.76)	4.72 (0.76)	4.12 (0.81)
Stress	4.06 (1.01)	2.83 (1.01)	2.79 (0.87)	3.67 (1.16)	4.23 (1.00)	3.42 (0.93)
Ease of Use	4.98 (0.87)	3.29 (0.88)	3.08 (0.78)	3.33 (0.85)	3.44 (0.83)	2.88 (0.65)
Dragging	4.54 (0.90)	3.42 (1.16)	3.42 (1.06)	3.35 (1.13)	3.29 (1.01)	2.98 (0.98)

บทที่ 5

วิเคราะห์ สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

ในบทนี้ผู้วิจัยจะ ได้ทำการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดสอบตัวจัดการหน้าต่างแบบสามมิติ โดยการประเมินจากผู้ร่วมทดสอบ โดยแบ่งการทดสอบออกเป็นสองส่วนของการพัฒนา กล่าวคือในส่วนแรกเป็นการนำเสนอและพัฒนาตัวจัดการหน้าต่างแบบสามมิติซึ่งเป็นรูปแบบของการจำลองสถานการณ์จริงโดยใช้หน้าต่างที่ได้จับจอภาพไว้ เพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์และออกแบบรูปแบบของตัวจัดการหน้าต่างแบบสามมิติของระบบปฏิบัติการเพื่อสร้างรูปแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติในส่วนที่ 2 ของงานวิจัย ซึ่งเป็นการพัฒนาและประเมินส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่ใช้งานได้จริงที่สามารถทดแทน desktop metaphor ได้

1. การวิเคราะห์การประเมินตัวจัดการหน้าต่างแบบสามมิติ

1.1 การประเมินต้นแบบตัวจัดการหน้าต่างแบบสามมิติจำลอง

การประเมินต้นแบบตัวจัดการหน้าต่างแบบสามมิติเป็นการประเมินต้นแบบที่ได้เสนอและพัฒนาขึ้น ซึ่งมีรูปแบบหลักคือการที่หน้าต่างของโปรแกรมต่างๆ มีลักษณะเป็นสามมิติและสามารถพลิกได้อย่างอิสระรอบแกนแนวดิ่ง การวิเคราะห์ที่มีจุดมุ่งหวังที่จะเข้าใจทัศนคติของรูปแบบดังกล่าวต่อการใช้จริงเชิงคุณภาพ และการสัมภาษณ์ การทดสอบนี้จึงใช้กลุ่มตัวอย่างผู้ทดสอบขนาดเล็กจำนวน 12 คน ไม่โดยไม่ได้จัดเก็บข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้

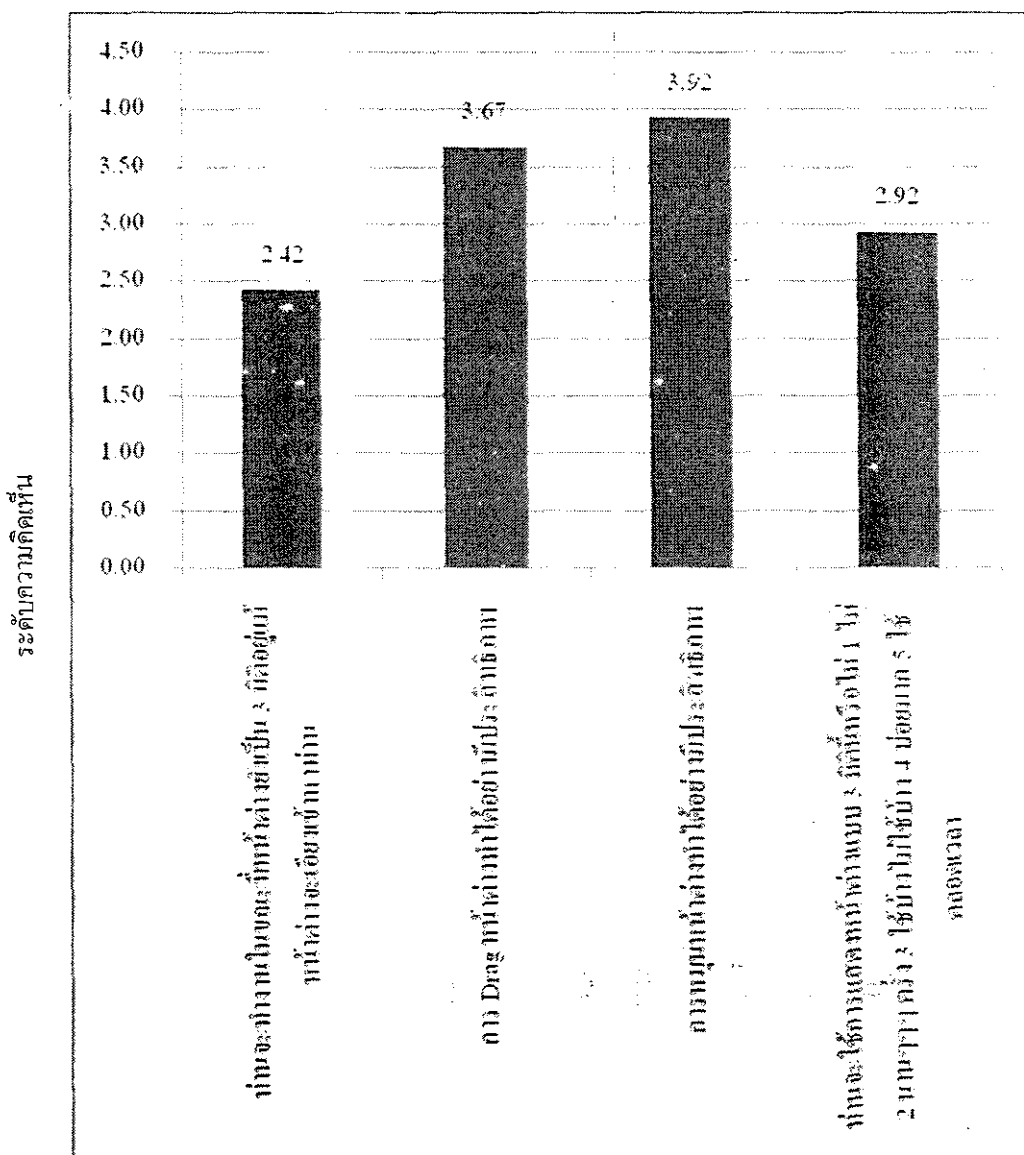
การประเมินและทดสอบต้นแบบตัวจัดการหน้าต่างแบบสามมิติของระบบปฏิบัติการในรูปแบบที่ได้เสนอนี้พบว่าการหมุนหน้าต่างเป็นเรื่องปกติสำหรับผู้ใช้ และทำได้อย่างเป็นธรรมชาติด้วยระดับความคิดเห็น 3.92 เช่นเดียวกับการการ drag หน้าต่างซึ่งทำได้เป็นธรรมชาติด้วยระดับความคิดเห็น 3.67 อย่างไรก็ตาม ผู้ใช้จะไม่ใช้งานหน้าต่างใดๆ ในขณะที่ยังเฝ้ารอหาผู้ใช้ หน้าต่างจะต้องขนานกับผู้ใช้เสียก่อน จากระดับความคิดเห็น 2.42 ต่อคำถามที่ว่าผู้ใช้จะใช้งานหน้าต่างขณะกำลังเฝ้ารอหาผู้ใช้ ผู้ใช้ให้คะแนนความถี่ของการใช้งาน 2.92 คือใช้บ้าง ไม่ใช้บ้าง

ผู้ใช้มีความเห็นว่าการใช้งานดังกล่าวมีข้อดีคือความสวยงาม แปลกใหม่ และสามารถแสดงหน้าต่างได้มากขึ้น ไม่ทับกัน แต่ข้อเสียคือความสับสนที่เกิดขึ้นจากการหมุนหน้าต่างหลายๆ หน้าต่าง

สรุปได้ว่าการออกแบบดังกล่าวสามารถเป็นทางเลือกหนึ่งในการประยุกต์จริงโดยต้องเพิ่มความสามารถในการจัดการหน้าต่างที่หมุนในองศาต่างๆ กันให้เป็นระเบียบได้ หรือการนำข้อดีของ

การเรียงของหน้าต่างมาใช้ในการเพิ่มจำนวนหน้าต่างเพื่อแสดงในหน้าจอ ทั้งนี้บริษัท Microsoft ได้นำมาประยุกต์แล้วในความสามารถ Flip-3D

อย่างไรก็ตาม รูปแบบดังกล่าวไม่ได้ประยุกต์จริงในตัวจัดการหน้าต่างแบบสามมิติของ Pak Pao 3D เนื่องจากวิเคราะห์แล้วพบว่าสภาพแวดล้อมสามมิติมีความซับซ้อนมากในระดับหนึ่งอยู่แล้ว ประกอบกับรูปแบบของสภาพแวดล้อมแบบสามมิติในหลายๆ แบบไม่เอื้ออำนวยให้มีการจัดเรียงหน้าต่างในลักษณะเรียง ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ตัวจัดการหน้าต่างแบบสามมิติในรูปแบบที่หน้าต่างขนานกับการมองเห็นของผู้ใช้ และจัดการโดย TaskBar อย่างไรก็ตามการประยุกต์ตัวจัดการหน้าต่างแบบสามมิติในลักษณะที่นำเสนอในส่วนนี้ควรมีการศึกษาและวิจัยต่อไป



ภาพที่ 5-1 แผนภูมิแท่งแสดงระดับความคิดเห็นเฉลี่ยต่อการใช้ตัวจัดการหน้าต่างแบบสามมิติ

1.2 การประเมินตัวจัดการหน้าต่างแบบสามมิติและส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติที่ใช้งานได้จริง

การวัดความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (repeated measures ANOVA) ใช้วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของศักยภาพการใช้งานของผู้ใช้ในขณะที่ใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติแบบต่างๆ เวลาที่ใช้สำหรับการทำงานตามที่กำหนดของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แต่ละแบบเป็นข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ความแตกต่างดังแสดงในตารางที่ 5-1 สำหรับการวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับความคิดเห็นของผู้ใช้ที่มีต่อส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติแบบต่างๆ นั้นใช้การทดสอบ Wilcoxon เนื่องจากข้อมูลระดับความคิดเห็นกระจายแบบไม่ปกติ ดังผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 5-2 ซึ่งสามารถวิเคราะห์และอภิปรายผลการทดลองได้ดังนี้

ตารางที่ 5-2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาที่ผู้ใช้ๆ ในการทำงานสมมติสำหรับการทดสอบของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แต่ละแบบ

Variable	Means (SD)					Repeated Measures ANOVA			
	Windows XP	Scene 1 (Room)	Scene 2 (Office)	Scene 3 (Home)	Scene 4 (Beach)	Scene 5 (Space)	F	df	Sig.
Time	2.54 (0.86) a ¹	3.42 (1.53) b	3.50 (1.38) b	3.64 (1.90) b	3.71 (1.91) b	3.53 (1.47) b	3.956	5	.013

ค่าเฉลี่ยตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแถวเดียวกันแสดงการไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$).

ตารางที่ 5-2 สรุปผลระดับความคิดเห็นเฉลี่ยของผู้ใช้ที่มีต่อส่วนติดต่อกับผู้ใช้แต่ละแบบในหัวข้อต่างๆ แสดงโดยมัธยฐานและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วย FRIEDMEN TEST

Variable	Mean Ranks (SD)					Test Statistics			
	Windows XP	Scene 1 (Room)	Scene 2 (Office)	Scene 3 (Home)	Scene 4 (Beach)	Scene 5 (Space)	Chi-Sqr.	df	Sig.
Enjoyment	3.04 (0.66) a,b ¹	2.90 (0.87) a	3.21 (0.86) a,b	3.83 (0.93) b,c	4.21 (0.90) c	3.81 (0.93) b,c	14.33	5	.014
Attractiveness	2.32 (0.47) a	2.72 (0.84) a	2.80 (0.82) a	4.32 (0.76) b	4.72 (0.76) b	4.12 (0.81) b	50.85	5	.000
Stress	4.06 (1.01) b	2.83 (1.01) a	2.79 (0.87) a	3.67 (1.16) b	4.23 (1.00) b	3.42 (0.93) a,b	19.016	5	.002
Ease of Use	4.98 (0.87) b	3.29 (0.88) a	3.08 (0.78) a	3.33 (0.85) a	3.44 (0.83) a	2.88 (0.65) a	28.224	5	.000
Dragging	4.54 (0.90) b	3.42 (1.16) a	3.42 (1.06) a	3.35 (1.13) a	3.29 (1.01) a	2.98 (0.98) a	17.183	5	.004

มัธยฐานตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแถวเดียวกันแสดงการไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$).

หมายเหตุ ตารางผลการทดลองมีการแก้ไขจากที่กำลังจะได้นำเสนอ และตีพิมพ์ในงานสัมมนาวิชาการ World Congress on Engineering (Satidchoke, 2007) เนื่องจากการพิมพ์ข้อมูลผิดพลาด

ในช่วงของการทดสอบนั้น ผู้ใช้สามารถเรียนรู้การใช้งานส่วนติดต่อกับผู้ใช้ได้อย่างรวดเร็ว หลังจากการทำความคุ้นเคยกับส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบแรกแล้วประมาณ 10 นาที ความสามารถในการควบคุม และการใช้งานส่วนติดต่อกับผู้ใช้ในส่วนติดต่อกับผู้ใช้ลำดับที่สอง และสามไม่มีความแตกต่างกัน

จากตารางที่ 2 [Table II] ผลการวิเคราะห์ขีดความสามารถของผู้ใช้ (performance) ด้วย repeated measures ANOVA เป็นไปตามที่คาดหมายไว้ กล่าวคือความสามารถของในการทำงานของผู้ใช้จะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($F_{5, 19} = 3.956, p < 0.05$) เนื่องจากจะต้องใช้เวลาในการทำงานที่กำหนดเพิ่มขึ้นสำหรับส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติเปรียบเทียบกับส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสองมิติ

ผู้ใช้จะต้องเสียเวลาในการทำงานเพิ่มขึ้นถึง 40.16% โดยเฉลี่ยในการทำงานเดียวกันเมื่อทำบน PakPao 3D เพิ่มขึ้นจากการกระทำบน Windows XP

แม้ว่าส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบที่ 1 และ 2 จะมีวัตถุซึ่งเป็นอุปสรรคอยู่ในฉาก ได้แก่ผนังของบ้าน และผนังของออฟฟิศ ซึ่งผู้ใช้จะต้องทำการค้นหาเส้นทางไปยังวัตถุที่อยู่คนละห้อง แต่ว่าผลการทดลองทางด้านจิตความสามารถในการใช้งานของผู้ใช้ไม่ได้แตกต่างจากฉากอื่นๆ (ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบที่ 4 และ 5) ที่มีอุปสรรคน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้จากการสังเกตพบว่าการที่ผู้ใช้สามารถเดินผ่านผนังได้โดยไม่จำเป็นต้องผ่านทางประตูเท่านั้น ลดเวลาในการเข้าถึงวัตถุได้ การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบเสมือนจริงจึงควรคำนึงถึงผลจากการสังเกตนี้เป็นสำคัญด้วย

ระดับความคิดเห็นของผู้ใช้ต่อความสนุกสนานและบันเทิงในการใช้งานนั้นหลากหลาย มีการตอบสนองต่อข้อคิดเห็นดังกล่าวทั้งด้านบวก เป็นกลาง และด้านลบ ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในการผลานความบันเทิงขณะที่ผู้ใช้กำลังใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ด้วยสภาพแวดล้อมเสมือนจริงที่สวยงาม โดยในฉากที่ 4 ซึ่งเป็นฉากชายหาดและทะเลนั้น ผู้ใช้มีระดับความคิดเห็นที่ 4.21 (mean rank) แสดงถึงความคิดเห็นที่ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบดังกล่าวมีส่วนช่วยทำให้ผู้ใช้เกิดความเพลิดเพลินในการใช้ ซึ่งมากกว่าการใช้ Windows XP (mean rank 3.04) อย่างมีนัยสำคัญ สำหรับฉากที่ 3 ฉากบ้าน (mean rank 3.83) และฉากที่ 5 ออฟฟิศ (mean rank 3.81) นั้น ก็ได้รับคะแนนสูงเช่นเดียวกันแต่ไม่ได้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจาก Windows XP

อย่างไรก็ตาม การเพิ่มความสามารถด้านสามมิติให้กับส่วนติดต่อกับผู้ใช้ต้องทำอย่างสมบูรณ์และสวยงาม ถ้ามีการเพิ่มความสามารถด้านสามมิติเพียงเล็กน้อยเข้าไปยังส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ ดังเช่นในฉากที่ 1 ฉากห้องว่างที่มีผนังเสมือนกับฉากหลังของ Windows XP นั้น นอกจากจะไม่ทำให้ผู้ใช้เกิดความบันเทิงแล้วยังเป็นการสร้างความรำคาญให้กับผู้ใช้ เนื่องจากความฉากดังกล่าวอนุญาตให้ผู้ใช้เดินไปรอบๆ ห้องเพียงอย่างเดียว ไม่ได้มีความสวยงามอื่นๆ ความซับซ้อนของการควบคุมแบบสามมิติที่เพิ่มขึ้นมาจึงสร้างความรำคาญให้กับผู้ใช้

สำหรับระดับความคิดเห็นทางด้านความสวยงามของส่วนติดต่อกับผู้ใช้ Windows XP รวมทั้งส่วนติดต่อกับผู้ใช้ PakPao 3D แบบที่ 1 และ 2 นั้น ผู้ใช้ในระดับความคิดเห็นในกลุ่มเดียวกันทางสถิติโดยได้คะแนนไม่ถึง 3 ในขณะที่ฉากที่ 3 ฉากที่ 4 และฉากที่ 5 ได้รับคะแนนสูง โดยเฉพาะฉากชายหาดนั้นได้ระดับคะแนนสูงถึง 4.72 สำหรับความสวยงามของทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เนื่องจากผู้ใช้ชื่นชอบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่มีความเสมือนจริงและแปลกตา ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบธรรมดาของ Windows XP รวมถึงส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบที่ 1 ที่เป็นห้องธรรมดา และส่วนติดต่อกับผู้ใช้ในรูปของออฟฟิศที่ดูไม่แปลกตา ไม่สามารถดึงดูดผู้ใช้ได้

ผู้ร่วมประเมินส่วนติดต่อกับผู้ใช้มีความเห็นว่า ฉากที่ 3 4 และ 5 นั้นสามารถลดความเครียดจากการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ได้ ทำให้เห็นได้ว่าสำหรับส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่ไม่มีความสวยงาม และมีสิ่งกีดขวางมาก มีโอกาสเพิ่มความเครียดให้กับผู้ใช้งาน

ผลของระดับความคิดเห็นด้านความง่ายในการใช้งานเป็นไปตามที่คาดไว้ การใช้ Windows XP มีการใช้งานที่เป็นธรรมชาติ ในขณะที่ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติมีความง่ายในการใช้งานน้อยกว่า Windows XP อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) อย่างไรก็ตาม ผู้ใช้ยังคงให้คะแนนส่วนติดต่อกับผู้ใช้ 4 แบบจาก 5 แบบ มีคะแนนในด้านบวก กล่าวคือมากกว่า 3

ผู้ใช้บางคนแสดงอาการหลงทิศทางของการใช้โปรแกรมเมื่อมีการปรับมุมมองหรือมุมมองของกล้อง โดยเฉพาะเมื่อผู้ใช้ปรับมุมมอง และเดินหน้าเข้าไปในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง ทำให้ลอยขึ้นจากพื้น ทำให้การควบคุมสับสน ผลการประเมินในประเด็นนี้ ผู้วิจัยแนะนำว่า ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติไม่ควรให้มีการปรับมุมมองและเงยของกล้องในลักษณะทำให้ผู้ใช้ลอยได้เช่นนี้ หากยังไม่สามารถหาวิธีใดในการจัดการความสับสนที่เกิดขึ้น ทั้งนี้การวิจัยสอดคล้องกับผลวิจัยของ (Haik, et al., 2002) ที่แสดงว่าผู้ใช้เกิดความสับสนเมื่อใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติโดยหลงทิศทางและตำแหน่งของตนเอง จำเป็นต้องมีกรอบอ้างอิง หรือเครื่องมือช่วยในการควบคุมกล้องให้ดีขึ้น

ผู้ใช้รู้สึกแปลกใจเมื่อการย้ายไอคอนไม่สามารถวางยังตำแหน่งเฉพาะเจาะจงในสภาพแวดล้อมแบบสามมิติได้อย่างแม่นยำ ทั้งนี้เกิดจากการเคลื่อนที่ของวัตถุขนานกับจอภาพ ทำให้ไม่สามารถกำหนดความลึกของวัตถุที่จะวางได้ แต่ผู้ใช้หลายคนสามารถที่จะวางวัตถุยังตำแหน่งที่ต้องการได้ในแนวลึก โดยการหมุนกล้องหลายๆ ครั้ง ประกอบการลากวัตถุ ถึงแม้ผู้วิจัยจะไม่สามารถนำเสนอวิธีการเคลื่อนย้ายไอคอนได้เป็นธรรมชาติเท่ากับส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสองมิติ แต่ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติทั้งหมดได้รับระดับความคิดเห็นในเชิงบวก หรือมากกว่า 3 เนื่องจากโดยธรรมชาติของการเคลื่อนย้ายไอคอนของส่วนติดต่อกับผู้ใช้บนระบบปฏิบัติการนั้นไม่ได้ต้องการความเที่ยงตรงสูงนัก เทคนิคในการจัดการการเคลื่อนย้ายไอคอนในส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติเป็นหัวข้อวิจัยที่ผู้วิจัยแนะนำที่จะต้องมีการวิจัยและพัฒนา เทคนิคสามารถใช้ได้ในการใช้งานดังกล่าวที่ผู้วิจัยแนะนำในเบื้องต้นได้แก่การเคลื่อนย้ายวัตถุในปริภูมิสามมิติที่นำเสนอโดย (Bier, 1990)

สำหรับระดับความคิดเห็นโดยภาพรวม ผู้ใช้ได้จัดลำดับความชอบในการที่จะใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ดังนี้ ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบที่ผู้ใช้ชอบมากที่สุดได้แก่แบบที่ 4 อันดับที่ 2 ได้แก่ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบที่ 3 อันดับที่ 3 ได้แก่ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบที่ 5 อันดับที่ 4 ได้แก่ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบที่ 2 และอันดับสุดท้ายได้แก่ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบที่ 1 ในการจัดอันดับระหว่าง PakPao 3D ด้วยกัน ผู้ใช้มีความคิดเห็นว่าตนเองมีความต้องการที่จะใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่มีความเหมือนจริงอย่างมาก

และเก็บรายละเอียดต่างๆ ได้ดี รายละเอียดเหมือนจริงต่างๆ ในส่วนติดต่อกับผู้ใช้ดังกล่าวได้แก่วัตถุ เคลื่อนไหว การให้แสงเงา ความมันวาวและความโปร่งแสงของวัตถุ ผู้ใช้ส่วนใหญ่ชอบ สภาพแวดล้อมเสมือนจริงที่ให้ความรู้สึกผ่อนคลายเช่นในแบบที่ 4 และแบบที่ 3 ผู้ใช้บางส่วนชอบ ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่ดูทันสมัยแปลกตาที่มีในฉากที่ 4 และฉากที่ 5 สำหรับคำถามสำรวจความคิดเห็น ที่ว่าผู้ใช้จะใช้ PakPao 3D ในชีวิตประจำวันแทนโปรแกรม Windows XP ผู้ใช้ให้ระดับคะแนนที่ 3.14 (SD=1.05) และสำหรับคำถามที่ว่าผู้ใช้จะใช้ PakPao 3D บ่อยเพียงใด โดยระดับคะแนน 1 คือ ไม่ใช้เลย และ 5 ใช้ตลอดเวลา ผู้ใช้มีความคิดเห็นโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 3.04 (SD=0.79) หมายถึงใช้บ้างเป็น ครั้งคราว ผู้ใช้เห็นด้วยกับคำกล่าวที่ว่าพื้นที่ว่างที่เพิ่มขึ้นในส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติสามารถที่ จะจัดเก็บไอคอนได้มากขึ้นและมีประสิทธิภาพ โดยมีระดับความคิดเห็นที่ 3.92 (SD=0.91)

จากการสังเกต ผู้ใช้สามารถที่จะจดจำตำแหน่งของไอคอนได้ดีเมื่อวางไอคอนไว้เป็นกลุ่มๆ ตามที่ผู้ใช้แบ่งกลุ่มไว้เอง เช่นกลุ่มของโปรแกรมตระกูลไมโครซอฟท์ โดยวางไว้ใกล้กับวัตถุอ้างอิง เช่นต้นไม้ โขดหิน ฯลฯ ซึ่งลดเวลาในการค้นหาไอคอนเพื่อใช้งานได้ ทั้งนี้ผู้ใช้มีระดับความ คิดเห็น 3.96 (SD=0.84) คือเห็นด้วยว่าการวางไอคอนกับวัตถุอ้างอิงดังกล่าวเพิ่มประสิทธิภาพในการ รู้จำตำแหน่งและค้นหาไอคอน

สภาพแวดล้อมเสมือนดังเช่นในฉากที่ 4 สามารถทำให้ผู้ใช้เวียนศีรษะได้ถ้าผู้ใช้จ้องมอง จอภาพใกล้เกินไป การนำวัตถุเคลื่อนไหวอย่างมากเช่นฉากที่ 4 เช่นคลื่นในทะเลนี้ คือระวังเป็นพิเศษ เนื่องจากในปัจจุบัน จอภาพขนาดใหญ่มีราคาถูกลงเป็นอย่างมาก มีการใช้จอขนาดอย่างแพร่หลาย และเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ มีผู้ใช้มีข้อเสนอแนะว่าการควบคุมและโต้ตอบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ควรที่จะกระทำ ได้โดยการใช้เพียงเมาส์เท่านั้น ไม่จำเป็นต้องใช้คีย์บอร์ดอาจจะสะดวกขึ้น ผู้ใช้โดยทั่วไปพอใจกับ ความสามารถในการสร้างไอคอนทางลัดของส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่พัฒนาขึ้น

2. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติรูปแบบใหม่ที่มีรูปแบบเป็น 3 มิติอย่างแท้จริงทั้งในพื้นที่ทำงานในจอภาพ และวัตถุต่างๆ ในส่วนติดต่อกับผู้ใช้ การพัฒนาส่วน ติดต่อกับผู้ใช้ที่มีความเหมือนจริงอย่างมากใช้โปรแกรมพัฒนาเกม และเกมเอ็นจินในการพัฒนาส่วน ติดต่อกับผู้ใช้ได้อย่างรวดเร็ว ผู้วิจัยสามารถพัฒนาและนำเสนอส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติที่ สามารถนำมาแทนการใช้งานส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบ desktop metaphor ที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไป ของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบกราฟฟิกสองมิติ ผู้วิจัยสามารถสรุปรูปแบบ ที่จะมีประโยชน์ต่อการ ออกแบบ และพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติในอนาคตจากการประเมินส่วนติดต่อกับผู้ใช้โดย ละเอียด ส่วนติดต่อกับผู้ใช้กราฟฟิกแบบสองมิติโดยทั่วไป (desktop metaphor) สามารถให้ผู้ใช้มี

ปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ และควบคุมและคอมพิวเตอร์ได้โดยง่าย การเพิ่มมิติที่สามกับส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติของระบบปฏิบัติการสามารถเพิ่มพื้นที่ใช้สอยและเพิ่มความบันเทิงในการใช้งาน ทั้งนี้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้จะต้องมีความเสมือนจริงและมีองค์ประกอบที่สวยงาม คึงดูผู้ใช้ มิเช่นนั้น การเพิ่มมิติที่สามจะสร้างความรำคาญให้กับผู้ใช้ การเคลื่อนย้ายไอคอนของส่วนติดต่อกับผู้ใช้ควรเป็นการเคลื่อนย้ายแบบขนานกับจอภาพหรือระนาบการมองเห็น ความซับซ้อนที่เพิ่มขึ้นของส่วนติดต่อกับผู้ใช้เปิดโอกาสให้มีการศึกษา วิจัย และพัฒนาการรูปแบบการย้ายวัตถุ ไอคอน และการนำทางของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติของระบบปฏิบัติการ

เพื่อให้ผู้สนใจด้านการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติของระบบปฏิบัติการ โดยใช้โปรแกรมเกมเอ็นจินเป็นเครื่องมือสร้างที่ประสงค์จะประยุกต์ใช้จริงและพัฒนาเพิ่มเติม ผู้วิจัยได้จัดทำคู่มือโปรแกรมเมอร์ดังกล่าว

คู่มือโปรแกรมเมอร์สำหรับการอ้างอิง

บรรณานุกรม

- สถิตย์โชค โพธิ์สอาด และเจษฎา ตัณฑนุช. 2550. การพัฒนาต้นแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติของระบบปฏิบัติการ. รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี: นครราชสีมา
- สุชาดา บวรภิตินวงศ์. 2548. สถิติประยุกต์ทางพฤติกรรมศาสตร์. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: กรุงเทพมหานคร
- 3DNA Corp. 2007, **3DNA Desktop**, [Online] Available: <http://www.3dna.com>.
- Altom, T., Buher, M., Downey, M. and Faiola, A., 2004, **Using 3D landscapes to navigate file systems: the MountainView interface**, in *Proceedings of the 8th International Conference on Information Visualization*, pp. 645-649.
- Andreoli, R., Chiara, R., Erra, U. and Scarano, V., 2005, **Interactive 3D Environments by Using Videogame Engines**, *iv*, pp. 515-520.
- Bowman, D. A., Koller, D. and Hodges, L. F., 1997, **Travel in Immersive Virtual Environments: An Evaluation of Viewpoint Motion Control Techniques**, *vrais*, p.45.
- Bier, E. A., **Snap-dragging in three dimensions**, In *Proceedings of the 1990 Symposium on interactive 3D Graphics*, SI3D '90, 1990, pp. 193-204.
- Bowman, D. A., et al, 2001, **An introduction to 3-D User Interface Design**, *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, vol. 10, no. 1, pp. 96-108.
- Bowman, D., Kruijff, E., LaViola, J. and Poupyrev, I., 2004, **3D User Interfaces: Theory and Practice**, Addison-Wesley Professional, CA.
- Brunstad, S. and Eie, T.F., 2002, **Adding a D to 2D - a better interface?**, IFI, UiB, Bergen, Norway / IHA, Man-Machine Interaction.
- Chao, D., 2001, **Doom as an interface for process management**, In *Proceedings SIGCHI'01*, pp. 152-157.
- Chen, M., Mountford, S. J. and Sellen, A., 1988, **A study in interactive 3-D rotation using 2-D control devices**, In *Proceedings of the 15th Annual Conference on Computer Graphics and interactive Techniques*, SIGGRAPH '88, pp. 121-129.
- Conitec Datasystems, Inc, **3D Game Studio, 2007**, [Online] Available: <http://3dgamestudio.com>.
- Di Verdi, S., Nurmi, D. and Hollerer, T., 2003, **Mixed and Augmented Reality**, in *Proceedings of the Second IEEE and ACM International Symposium*, Oct. 2003, pp. 298- 299.

- Ellis, S., 1995, **Origins and Elements of Virtual Environments**, in **Virtual Environments and Advanced Interface Design**, eds. W. Barfield & T.A. Furness III, Oxford University Press, pp. 14-57
- Haik, E., Barker, T., Sapsford, J. and Trainis, S., 2002, **Investigation into effective navigation in desktop virtual interfaces**, In *Proceedings of 7th Int. Conf. on 3D Web Technology*, Feb. 2002, pp. 59–66.
- Höglund, N., 2004, **3D Graphics in the User Interface of a File System Browser**, Master Thesis, Royal Institute of Technology, Sweden.
- Issacs, P., Shrag, J. and Strauss, P. S., 2002, **The design and implementation of direct manipulation in 3D**, In *Course notes from the SIGGRAPH 2002 conference*, July 2002.
- Knees, P., Schedl, M., Pohle, T. and Widmer, G., 2006, **An innovative three-dimensional user interface for exploring music collections enriched**, In *Proceedings of the 14th Annual ACM international Conference on Multimedia*, Oct. 2006, pp. 17-24.
- Lewis, M. and Jacobson, J., 2002, **Game Engine in Scientific Research: Introduction**. *Commun. ACM* vol. 45, no. 1, Jan. 2002, pp. 27-31.
- Marcus, A. and van Dam, 1991, **A. User interface developments for the nineties**, *IEEE Comput.*, vol. 24, no. 9, Sep. 1991, pp 49-57.
- Monk, A., Hassenzahl, M., Blythe, M. and Reed, D., 2002, **Funology: designing enjoyment**, In *CHI '02 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, pp. 924–925.
- Mummer, T., 1998, **Exploring large graphs in 3D hyperbolic space**, *IEEE Computer Graphics and Applications*, vol. 18, no. 4, July/Aug. 1998, pp. 18-23.
- Regenbrecht, H., Baratoff, G. and Wagner, M., 2001, **A tangible AR desktop environment**, *Computers & Graphics*, Special Issue on “Mixed Realities – Beyond Conventions”.
- Robertson, G., et al, 2000, **The Task Gallery: A 3D Window Manager**, in *Proceedings of CHI 2000*, pp. 494-501.
- Sommerville, I., 2000, **Software Engineering 6th Edition**, Addison Wesley: Massachusetts.
- Satidchoke Phosaard and Jessada Tanthanuch, 2007. “PakPao 3D: The Design and Implementation of a Three-Dimensional User Interface for an Operating System Using a Game Engine,” **Proceedings of the Computer World Congress on Engineering Conference: London**. pp. (publishing).

Sun Microsystems, Inc., 2007, **Project Looking Glass** [Online] Available:
http://www.sun.com/software/looking_glass

van Dantzich, M., Gorokhovsky, V. and Robertson, G., 1999, **Application redirection: hosting Windows applications in 3D**, In *Proceedings of NPIVM' 99*, Nov. 1999, pp. 87-91.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การออกแบบโดยละเอียด

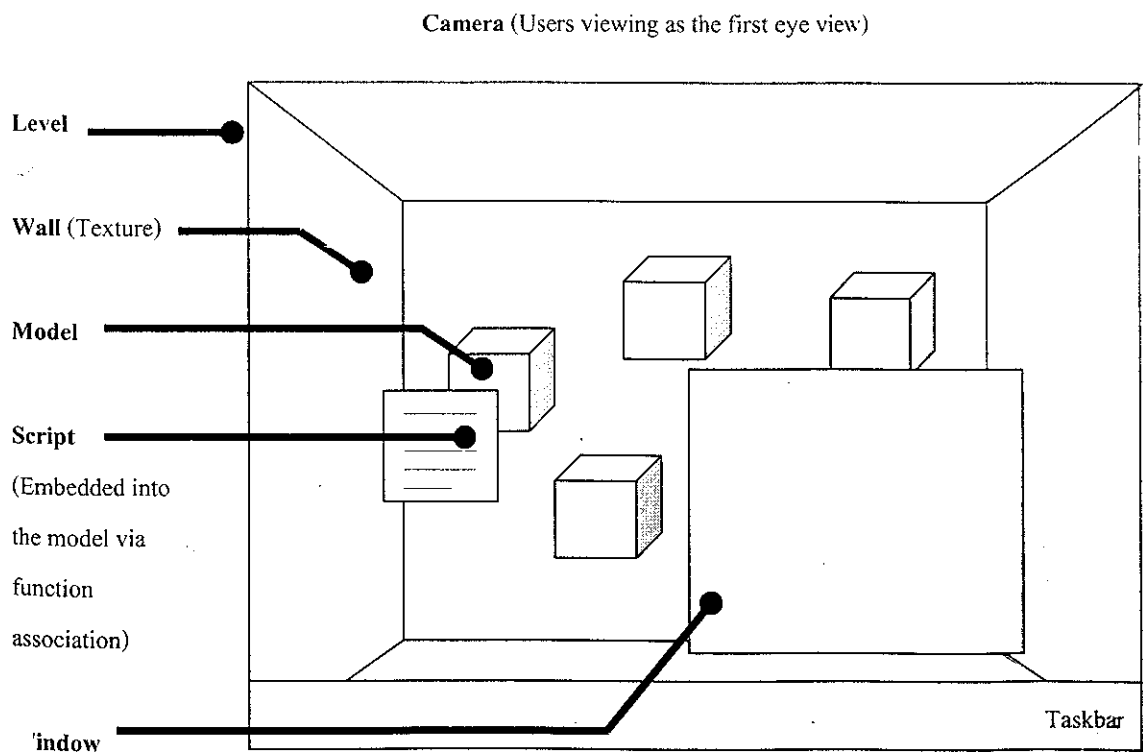
การออกแบบโดยละเอียด

การออกแบบโดยละเอียดคือการออกแบบด้านเทคนิคในการโปรแกรมหรือ Implement ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติด้วยเครื่องมือเกมเอ็นจิน ดังได้อธิบายในบทที่ 2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หัวข้อเกมเอ็นจินได้อธิบายถึงองค์ประกอบของการพัฒนาส่วน
ติดต่อกับผู้ใช้แต่ละแบบ ในภาคผนวก ก

การออกแบบโดยละเอียดนี้ แสดงการออกแบบโดยละเอียดในการ Implement ส่วนติดต่อกับผู้ใช้เป็น
ตัวอย่าง 1 แบบ โดยรายละเอียดเพิ่มเติมในการสร้างสามารถดูได้จากภาคผนวก จ

คู่มือโปรแกรมเมอร์ และคู่มือของโปรแกรม 3DGameStudio จากการติดตั้งโปรแกรมจาก DVD
นอกจากนี้ Pak Pao ยังพัฒนามาจากโปรแกรมต้นแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติใน (สถิตย์โชค,
2550) ที่แสดงถึงรายละเอียดการวิเคราะห์และออกแบบตาม Requirements พื้นฐานของส่วนติดต่อกับ
ผู้ใช้

ตัวอย่างการออกแบบโดยละเอียดระดับเทคนิคของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบ Room



ภาพที่ 1 แผนภาพแสดงองค์ประกอบของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ
ประกอบการออกแบบโดยละเอียด

1. 3D Icon

คือ ไอคอนที่มีลักษณะเป็น 3 มิติ ประกอบไปด้วยความกว้าง ความยาว ความลึก วางอยู่บนผนัง ด้านต่างๆ และพื้น ภายในห้อง

1.1 Requirements

- ผู้ใช้สามารถจัดการกับ 3D Icon ได้ดังนี้
 1. ผู้ใช้สามารถลาก (Drag) 3D Icon โดยการคลิกเมาส์ด้านซ้ายและกด Key Shift ค้างไว้สักระยะหนึ่ง(Left Mouse Click) ผู้ใช้จึงสามารถลาก(Drag) 3D Icon ไปยังทิศทางต่างๆ ภายในห้อง
 2. ผู้ใช้สามารถหมุน(Rotate) 3D Icon ได้ โดยการคลิกเมาส์ด้านซ้ายและกด Key Ctrl ค้างไว้สักระยะหนึ่ง(Left Mouse Click) ผู้ใช้จึงสามารถหมุน 3D Icon ไปทางด้านซ้าย-ขวา ได้ตามที่ต้องการ
 3. เมื่อผู้ใช้สามารถคลิก(Click)โดยการคลิกเมาส์ด้านซ้ายที่ Icon แล้ว Icon จะสว่างขึ้น
 4. ผู้ใช้สามารถดับเบิลคลิกที่ Icon เพื่อทำการเรียก Model/Object Plate ของโปรแกรม(Program)นั้น ๆ มาแสดงบนจอภาพได้
- ผู้ใช้สามารถจัดการกับ Panel ต่างๆ ได้แก่
 1. ผู้ใช้สามารถลาก(Drag) Panel โดยการคลิกเมาส์ด้านซ้าย (Left Mouse Click) ไปยังทิศทางต่างๆ ได้
 2. ผู้ใช้สามารถกด/คลิกที่ปุ่ม (Minimize) เพื่อลดขนาด Panel เพื่อให้ Panel มีขนาดเล็กลงได้
 3. ผู้ใช้สามารถกด/คลิกที่ปุ่ม (Maximize) เพื่อเพิ่มขนาด Panel เพื่อให้ Panel มีขนาดใหญ่ขึ้นเต็มจอภาพได้
 4. ผู้ใช้สามารถกด/คลิกที่ปุ่ม (Close) เพื่อทำการปิด Panel ได้
- ผู้ใช้สามารถ Pan กล้องไปยังมุมต่างๆ ของห้องได้โดยการคลิกเมาส์ด้านขวา (Right Mouse Click)
- เมื่อผู้ใช้ทำการดับเบิลคลิก (Double Click) ที่ Icon ใด Icon หนึ่ง เพื่อเปิด Panel จะมีแถบชื่อ Panel นั้นๆ อยู่บน Taskbar และเมื่อผู้ใช้คลิกที่ปุ่ม Close บน Panel แถบนั้นก็จะหายไป

1.2 Analyze

- Level

 - 3D_Icon.wmb

- Script

 - 3d_maincode.wdl

 - close.wdl

 - cxlist.wdl

 - double_click.wdl

 - maximize.wdl

 - minimize.wdl

 - minimize_windows.wdl

 - panel.wdl

 - restore_down.wdl

 - titlebar_function.wdl

- Model

 - Office Model

 - 1. MS WORD
 - 2. MS EXCEL
 - 3. MS OUTLOOK

 - Popular Model

 - 4. INTERNET EXPLORER
 - 5. ACROBAT READER
 - 6. PHOTO SHOP

 - OS Model

 - 7. MY COMPUTER
 - 8. MY DOCUMENT
 - 9. NOTEPAD

- DLL

cxList - ใช้ในการเก็บค่าตัวแปรต่างๆ ของ Model/Object Plate ที่ประกาศไว้ และเก็บค่า index ของ Model/Object Plate เพื่อนำมาใช้ในการ return ค่าของ Model/Object Plate เพื่อให้สามารถเปิด Model/Object Plate ได้ถูกต้อง

1.3 การปฏิบัติ

- Load Level
- Define Path
- ตั้งค่า Video Mode
- กระทำการต่างๆ ตามเงื่อนไขที่กำหนดกับ 3D Icon อันได้แก่ การลาก การหมุน การคลิก การดับเบิลคลิก
- กระทำการต่าง ๆ ตามที่เงื่อนไขที่กำหนดกับ Panel อันได้แก่ การเปิด ปิด ขยายขนาด (Maximize) ย่อขนาด (Minimize) Restoredown

- Load Level

เมื่อโปรแกรม 3D GUI ถูก execute ผู้ใช้จะได้พบกับเมนูเพื่อให้ผู้ใช้เลือก level ต่าง ๆ ที่ประกอบด้วย 4 Level ดังต่อไปนี้

Please Select Levels of 3D GUI

F1 - 3D_Icon

F2 - Space

F3 - Room_Reference

F4 - Room_Reference_Panel

F5 - Virtual Environment

โดยหากผู้ใช้เลือกเมนู F1 - 3D_Icon ทางระบบจะกระทำการ Load Level ที่มีชื่อว่า 3D Icon ขึ้นมา

- Define Path

ทางระบบจะอ่านค่าของ Path ที่ได้ทำการ Define ไว้ใน Level 3D Icon เพื่อเรียกไฟล์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องหรือจำเป็นต้องใช้ใน Level 3D Icon อันได้แก่ ไฟล์รูปภาพ ไฟล์ Script ไฟล์ Model ต่างๆ ขึ้นมาเพื่อใช้งาน

- ตั้งค่า Video Mode

คือการตั้งค่าความละเอียดของหน้าจอของ Level 3D Icon โดยในที่นี้ กำหนดให้หน้าจอมีความละเอียดเท่ากับ 768 * 1024 pixels

- การทำงานต่างๆ ตามเงื่อนไขกับ 3D Icon

การคลิก 3D Icon

ถ้า คลิกเมาส์ทางด้านซ้าย แล้ว ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ 3D Icon จะมีเงาสีน้ำเงินสว่างขึ้นที่ตัว 3D Icon

การดับเบิลคลิก 3D Icon

ถ้า คลิกเมาส์ซ้ายติดต่อกัน แล้ว ฟังก์ชัน Double_Click จะถูกเรียกขึ้นมาใช้ เพื่อกำหนดสถานะว่าการ คลิกเมาส์ซ้ายติดต่อกันซึ่งอยู่ในช่วงเวลาที่กำหนด นั่นคือการใช้การทำงานดับเบิลคลิก 3D Icon ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ Panel จะถูกเปิดขึ้น

การลาก 3D Icon

ถ้า คลิกเมาส์ซ้ายค้างไว้นานกว่า 2 วินาที และกด key Shift แล้ว ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ เมื่อลากเมาส์ไปยังทิศทางใด 3D Icon ก็จะไปยังทิศทางนั้น ๆ ตามที่กำหนด

การหมุน 3D Icon

ถ้า คลิกเมาส์ซ้ายค้างไว้นานกว่า 2 วินาที และกด key Ctrl ถูกกดค้างไว้แล้ว ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ Icon จะสามารถถูกหมุนไปยังด้านซ้ายได้

ถ้า คลิกเมาส์ซ้ายค้างไว้นานกว่า 2 วินาที และเมาส์เปลี่ยนรูปจาก เป็น และเมาส์อยู่ทางด้านขวาของ 3D Icon และ key Shift ถูกกดค้างไว้แล้ว ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ Icon จะสามารถถูกหมุนไปยังด้านขวาได้

- การทำงานต่างๆ ตามเงื่อนไข Panel

การเปิด Panel

ถ้า คลิกเมาส์ซ้ายติดต่อกันภายในช่วงเวลาที่กำหนดไว้แล้ว การกระทำลักษณะดังกล่าวจะเข้าสู่สถานะ/ขั้นที่เรียกว่า ดับเบิลคลิก ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ

Panel ตามโปรแกรมที่เลือกจะถูกเปิดขึ้น ตาม index ของโปรแกรมที่ได้รับจาก DLL ซึ่งทำให้สามารถเปิด Panel ได้อย่างถูกต้อง

การปิด Panel

ถ้า ปุ่ม Close ที่อยู่ที่ด้านมุมบนขวาของ Panel ถูกคลิกแล้ว ฟังก์ชัน Close Panel จะถูกเรียกขึ้นมาใช้งาน ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ Panel จะหายไป/จะถูกปิด ออกไปจากจอภาพ

การขยายขนาด Panel

ถ้า ปุ่ม Maximize ที่อยู่ที่ด้านมุมบนขวาของ Panel ถูกคลิกแล้วผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ Panel จะถูกขยายขนาดให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเต็มหน้าจอ

การย่อขนาด Panel

ถ้า ปุ่ม Minimize ที่อยู่ที่ด้านมุมบนขวาของ Panel ถูกคลิกแล้วผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ Panel จะถูกย่อขนาดให้มีขนาดเล็กลงตามขนาดที่ได้กำหนดไว้

การ Restoredown Panel

ถ้า ปุ่ม Restore ที่อยู่ที่ด้านมุมบนขวาของ Panel ถูกคลิกแล้ว ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ Panel จะหายไปจากจอภาพ และจะปรากฏแถบชื่อของ Panel ขึ้นที่บริเวณ Taskbar ของหน้าต่างโปรแกรม 3D GUI และเมื่อผู้ใช้คลิกเมาส์ขวาที่บริเวณแถบชื่อของ Panel นั้น Panel จะปรากฏขึ้นอีกครั้งบริเวณหน้าจอ

2. Space

คือ ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่มีสภาพแวดล้อมที่ประกอบไปด้วยไอคอน 3 มิติ ที่มีลักษณะเป็นไอคอนแบนแต่สามารถเห็นทั้งความกว้าง ความยาว ความลึก ที่วางเรียงรายอยู่บนพื้น

2.1 Requirement

- ผู้ใช้สามารถจัดการกับ Icon ต่างๆ ได้ดังนี้
 1. ผู้ใช้สามารถลาก (Drag) 3D Icon โดยการคลิกเมาส์ด้านซ้ายและกด Key Shift ค้างไว้สักระยะหนึ่ง(Left Mouse Click) ผู้ใช้จึงสามารถลาก(Drag) 3D Icon ไปยังทิศทางต่างๆ ภายในห้อง
 2. ผู้ใช้สามารถหมุน(Rotate) 3D Icon ได้ โดยการคลิกเมาส์ด้านซ้ายและกด Key Ctrl ค้างไว้สักระยะหนึ่ง(Left Mouse Click) ผู้ใช้จึงสามารถหมุน 3D Icon ไปทางด้านซ้าย-ขวา ได้ตามที่ต้องการ
 3. ผู้ใช้สามารถดับเบิลคลิกที่ Icon เพื่อทำการเรียก Panel ของภาพ Bitmap นั้นๆ มาแสดงบนจอภาพได้
 4. เมื่อผู้ใช้สามารถคลิก(Click)โดยการคลิกเมาส์ด้านซ้ายที่ Icon แล้ว Icon จะสว่างขึ้น
- ผู้ใช้สามารถจัดการกับ Panel ต่างๆ ได้แก่
 1. ผู้ใช้สามารถลาก(Drag) Panel โดยการคลิกเมาส์ด้านซ้าย (Left Mouse Click) ไปยังทิศทางต่างๆ ได้
 2. ผู้ใช้สามารถกด/คลิกที่ปุ่ม (Minimize) เพื่อลดขนาด Panel เพื่อให้ Panel มีขนาดเล็กลงได้
 3. ผู้ใช้สามารถกด/คลิกที่ปุ่ม (Maximize) เพื่อเพิ่มขนาด Panel เพื่อให้ Panel มีขนาดใหญ่ขึ้นเต็มจอภาพได้
 4. ผู้ใช้สามารถกด/คลิกที่ปุ่ม (Close) เพื่อทำการปิด Panel ได้
- ผู้ใช้เดินอยู่ในห้องระดับพื้นผิวได้โดยการใช้ปุ่มบนแป้นพิมพ์(Keyboard) ดังนี้
 - ปุ่ม Key Up - ใช้ในการเดินหน้า
 - ปุ่ม Key Down - ใช้ในการเดินถอยหลัง
 - ปุ่ม Key Right - ใช้ในการเลี้ยวขวา
 - ปุ่ม Key Left - ใช้ในการเลี้ยวซ้าย

- ผู้ใช้สามารถ Pan กล้องไปยังมุมต่างๆ ของห้องได้โดยการคลิกเมาส์ด้านขวา (Right Mouse Click)
- ผู้ใช้เดินอยู่ในห้องและเดินไปยังห้องอื่นๆ ได้โดยการใช้ปุ่มบนแป้นพิมพ์(Keyboard) ดังนี้
 - ปุ่ม Key Up - ใช้ในการเดินหน้า
 - ปุ่ม Key Down - ใช้ในการเดินถอยหลัง
 - ปุ่ม Key Right - ใช้ในการเลี้ยวขวา
 - ปุ่ม Key Left - ใช้ในการเลี้ยวซ้าย

2.2 Analyze

- Level

Space.wmb

- Script

3d_maincode.wdl

close.wdl

cxlist.wdl

double_click.wdl

maximize.wdl

minimize.wdl

minimize_windows.wdl

panel.wdl

restore_down.wdl

titlebar_function.wdl

- Model

Office Model

1. MS WORD
2. MS OUTLOOK
3. MS ACCESS
4. MS POWRPOINT
5. MS EXCEL

Popular Model

6. INTERNET EXPLORER
7. MACROMEDIA DREAMWEAVER
8. MACROMEDIA FLASH
9. WORD DOCUMENT

OS Model

10. MY COMPUTER
11. MY DOCUMENT

12. RECYCLE BIN

13. CALCULATOR

14. FOLDER

- Dll

cxList - ใช้ในการเก็บค่าตัวแปรต่างๆ ของ Panel ที่ประกาศไว้ และเก็บค่า index ของ Panel เพื่อนำมาใช้ในการ return ค่าของ Panel เพื่อให้สามารถเปิด Panel ได้ถูกต้อง

2.3 การปฏิบัติ

- Load Level

- Define Path

- ตั้งค่า Video Mode

- ภาระการต่างๆ ตามเงื่อนไขที่กำหนดกับ 3D Icon อันได้แก่ การลาก การหมุน การคลิก การดับเบิลคลิก

- ภาระการต่างๆ ตามที่เงื่อนไขที่กำหนดกับ Panel อันได้แก่ การเปิด ปิด ขยายขนาด (Maximize) ย่อขนาด(Minimize) Restoredown

- Load Level

เมื่อโปรแกรม 3D GUI ถูก execute ผู้ใช้จะได้พบกับเมนูเพื่อให้ผู้ใช้เลือก level ต่าง ๆ ที่ประกอบด้วย 4 Level ดังต่อไปนี้

Please Select Levels of 3D GUI

F1 - 3D_Icon

F2 - Space

F3 - Room_Rreference

F4 - Room_Rreference_Panel

F5 - Virtaul Environment

โดยหากผู้ใช้เลือกเมนู F2 - Space ทางระบบจะทำการ Load Level ที่มีชื่อว่า Space ขึ้นมา

- Define Path

ทางระบบจะอ่านค่าของ Path ที่ได้ทำการ Define ไว้ใน Space เพื่อเรียกไฟล์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องหรือจำเป็นต้องใช้ใน Space อันได้แก่ ไฟล์รูปภาพ ไฟล์ Script ไฟล์ Model ต่างๆ ขึ้นมาเพื่อใช้งาน

- ตั้งค่า Video Mode

คือการตั้งค่าความละเอียดของหน้าจอของ Level Space โดยในที่นี้กำหนดให้หน้าจอมีความละเอียดเท่ากับ 768 * 1024 pixels

- การกระทำต่างๆ ตามเงื่อนไขกับ 3D Icon

การคลิก 3D Icon

ถ้า คลิกเมาส์ทางด้านซ้าย แล้ว ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ 3D Icon จะมีเงาสีน้ำเงินสว่างขึ้นที่ตัว 3D Icon

การดับเบิลคลิก 3D Icon

ถ้า คลิกเมาส์ซ้ายติดต่อกัน แล้ว ฟังก์ชัน Double_Click จะถูกเรียกขึ้นมาใช้ เพื่อกำหนดสถานะว่าการ คลิกเมาส์ซ้ายติดต่อกันซึ่งอยู่ในช่วงเวลาที่กำหนดนั้นคือการที่ผู้ใช้กระทำการดับเบิลคลิก 3D Icon ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ Model/Object Plate จะถูกเปิดขึ้น

การลาก 3D Icon

ถ้า คลิกเมาส์ซ้ายค้างไว้นานกว่า 2 วินาที และกด key Shift แล้ว ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ เมื่อลากเมาส์ไปยังทิศทางใด 3D Icon ก็จะไปยังทิศทางนั้นๆ ตามที่กำหนด

การหมุน 3D Icon

ถ้า คลิกเมาส์ซ้ายค้างไว้นานกว่า 2 วินาที และกด key Ctrl ถูกกดค้างไว้แล้ว ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ Icon จะสามารถถูกหมุนไปยังด้านซ้ายได้

ถ้า คลิกเมาส์ซ้ายค้างไว้นานกว่า 2 วินาที และกด key Ctrl ถูกกดค้างไว้ ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ Icon จะสามารถถูกหมุนไปยังด้านขวาได้

- การกระทำต่างๆ ตามเงื่อนไขกับ Panel

การเปิด Panel

ถ้า คลิกเมาส์ซ้ายติดต่อกันภายในช่วงเวลาที่กำหนดไว้ แล้ว การกระทำลักษณะดังกล่าวจะเข้าสู่สถานะ/ขั้นที่เรียกว่า คับเบิลคลิก ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ Panel ตามโปรแกรมที่เลือกจะถูกเปิดขึ้น ตาม index ของโปรแกรมที่ได้รับจาก DLL ซึ่งทำให้สามารถเปิด Panel ได้อย่างถูกต้อง

การปิด Panel

ถ้า ปุ่ม Close ที่อยู่ที่ด้านมุมบนขวาของ Panel ถูกคลิกแล้ว ฟังก์ชัน Close Panel จะถูกเรียกขึ้นมาใช้งาน ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ Panel จะหายไป/จะถูกปิด ออกไปจากจอภาพ

การขยายขนาด Panel

ถ้า ปุ่ม Maximize ที่อยู่ที่ด้านมุมบนขวาของ Panel ถูกคลิกแล้วผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ Panel จะถูกขยายขนาดให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเต็มหน้าจอ

การย่อขนาด Panel

ถ้า ปุ่ม Minimize ที่อยู่ที่ด้านมุมบนขวาของ Panel ถูกคลิกแล้วผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ Panel จะถูกย่อขนาดให้มีขนาดเล็กลงตามขนาดที่ได้กำหนดไว้

การ Restoredown Panel

ถ้า ปุ่ม Restore ที่อยู่ที่ด้านมุมบนขวาของ Panel ถูกคลิกแล้ว ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ Panel จะหายไปจากจอภาพ และจะปรากฏแถบชื่อของ Panel ขึ้นที่บริเวณ Taskbar ของหน้าต่างโปรแกรม 3D GUI และเมื่อผู้ใช้คลิกเมาส์ขวาที่บริเวณแถบชื่อของ Panel นั้น Panel จะปรากฏขึ้นอีกครั้งบริเวณหน้าจอ

3. Room_Reference แบบ Model/Object Plate

คือ ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่มีสภาพแวดล้อมใน

ลักษณะเป็นห้อง 2 ห้องที่มีประตูทะลุผ่านถึงกัน โดยผู้ใช้สามารถเดิน ไปมาภายใน 2 ห้องนี้ได้ ประกอบไปด้วย ไอคอนสามมิติและหน้าต่างสามมิติ

3.1 Requirement

- ผู้ใช้สามารถจัดการกับ Icon ต่างๆ ได้ดังนี้
 1. ผู้ใช้สามารถลาก (Drag) 3D Icon โดยการคลิกเมาส์ด้านซ้ายและกด Key Shift ค้างไว้ สักระยะหนึ่ง(Left Mouse Click) ผู้ใช้จึงสามารถลาก(Drag) 3D Icon ไปยังทิศทางต่างๆ ภายในห้อง
 2. ผู้ใช้สามารถหมุน(Rotate) 3D Icon ได้ โดยการคลิกเมาส์ด้านซ้ายและกด Key Ctrl ค้างไว้ สักระยะหนึ่ง(Left Mouse Click) ผู้ใช้จึงสามารถหมุน 3D Icon ไปทางด้านซ้าย-ขวา ได้ตามที่ต้องการ
 3. ผู้ใช้สามารถดับเบิลคลิกที่ Icon เพื่อทำการเรียก Model/Object Plate ของโปรแกรม (Program) นั้นๆ มาแสดงบนจอภาพได้
 4. เมื่อผู้ใช้สามารถคลิก(Click) โดยการคลิกเมาส์ด้านซ้ายที่ Icon แล้ว Icon จะสว่างขึ้น
- ผู้ใช้เดินอยู่ในห้องและเดินไปยังห้องอื่นๆ ได้โดยการใช้ปุ่มบนแป้นพิมพ์(Keyboard) ดังนี้
 - ปุ่ม Key Up - ใช้ในการเดินหน้า
 - ปุ่ม Key Down - ใช้ในการเดินถอยหลัง
 - ปุ่ม Key Right - ใช้ในการเลี้ยวขวา
 - ปุ่ม Key Left - ใช้ในการเลี้ยวซ้าย
- ผู้ใช้สามารถจัดการกับ Model/Object Plate ต่างๆ ได้ดังนี้
 1. ผู้ใช้สามารถ Minimize Model/Object Plate ของ Icon ที่ผู้ใช้ได้ทำการดับเบิลคลิก (Double Click) เพื่อเปิดโปรแกรม(Program) นั้นๆ ขึ้นมาได้โดยการกด/คลิกที่ปุ่ม (Minimize) ที่อยู่บนมุมขวาด้านบนของ Model/Object Plate
 2. ผู้ใช้สามารถทำให้ Model/Object Plate ของ Icon โปร่งใสได้โดยทำการดับเบิลคลิก (Double Click) เพื่อเปิดโปรแกรม(Program) นั้นๆ ขึ้นมาได้โดยการกด/คลิกที่ปุ่ม (Maximize) ที่อยู่บนมุมขวาด้านบนของ Model/Object Plate
 3. ผู้ใช้สามารถ Close Model/Object Plate ของ Icon ที่ผู้ใช้ได้ทำการดับเบิลคลิก(Double Click) เพื่อเปิดโปรแกรม(Program) นั้นๆ ขึ้นมาได้โดยการกด/คลิกที่ปุ่ม (Close) ที่อยู่บนมุมขวาด้านบนของ Model/Object Plate

4. ผู้ใช้สามารถลาก(Drag) Model/Object Plate โดยการคลิกเมาส์ด้านซ้าย (Left Mouse Click) และกด key Shift ค้างไว้เพื่อลาก Model/Object Plate ไปยังทิศทางต่างๆ ได้
 5. ผู้ใช้สามารถหมุน(Rotate) Model/Object Plate ได้โดยการคลิกเมาส์ด้านซ้าย (Left Mouse Click) และกด key Ctrl ค้างไว้เพื่อหมุน(Rotate) Model/Object Plate ไปยังด้านมุมขวา – ซ้ายได้
- ผู้ใช้สามารถ Pan กล้องไปยังมุมต่างๆ ของห้องได้โดยการคลิกเมาส์ด้านขวา (Right Mouse Click)
 - เมื่อผู้ใช้ทำการดับเบิลคลิก (Double Click) ที่ Icon ใด Icon หนึ่ง เพื่อเปิด Model/Object Plate จะมีแถบชื่อ Model/Object Plate นั้นๆ อยู่บน Taskbar และเมื่อผู้ใช้คลิกที่ปุ่ม Close บน Model/Object Plate แถบนั้นก็หายไป

3.2 Analyze

- Level

Room_Reference.wmb

- Script

3d_maincode.wdl

cxdataset.wdl

cxlist.wdl

double_click.wdl

entity.wdl

panel.wdl

- Model

Office Model

1. MS WORD
2. MS OUTLOOK
3. MS ACCESS
4. MS POWRPOINT
5. MS EXCEL

Popular Model

6. INTERNET EXPLORER
7. MACROMEDIA DREAMWEAVER
8. MACROMEDIA FLASH

9. WORD DOCUMENT

OS Model

10. MY COMPUTER
11. MY DOCUMENT
12. RECYCLE BIN
13. CALCULATOR
14. FOLDER

- DII

cxList - ใช้ในการเก็บค่าตัวแปรต่างๆ ของ Model/Object Plate ที่ประกาศไว้ และเก็บค่า index ของ Model/Object Plate เพื่อนำมาใช้ในการ return ค่าของ Model/Object Plate เพื่อให้สามารถเปิด Model/Object Plate ได้ถูกต้อง

cxDatabase - ใช้ในการเก็บชุดข้อมูลของ Entity ต่างๆ ที่ถูกนำมาใช้ใน Level

3.3 การปฏิบัติ

- Load Level
- Define Path
- ตั้งค่า Video Mode
- กระทำการต่างๆ ตามเงื่อนไขที่กำหนดกับ 3D Icon อันได้แก่ การลาก การหมุน การคลิก การดับเบิลคลิก
- กระทำการต่าง ๆ ตามที่เงื่อนไขที่กำหนดกับ Model/Object Plate อันได้แก่ การเปิด ปิด ขยายขนาด(Maximize) ย่อขนาด(Minimize) Restoredown
- Load Level

เมื่อโปรแกรม 3D GUI ถูก execute ผู้ใช้จะได้พบกับเมนูเพื่อให้ผู้ใช้เลือก level ต่าง ๆ ที่ประกอบด้วย 4 Level ดังต่อไปนี้

Please Select Levels of 3D GUI

F1 - 3D_Icon

F2 - Space

F3 -- Room_Reference

F4 - Room_Reference_Panel

F5 -- Virtual Environment

โดยหากผู้ใช้เลือกเมนู F3 -- Room_Reference ทางระบบจะกระทำการ Load Level ที่มีชื่อว่า Room_Reference ขึ้นมา

- Define Path

ทางระบบจะอ่านค่าของ Path ที่ได้ทำการ Define ไว้ใน Level Room_Reference เพื่อเรียกไฟล์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องหรือจำเป็นต้องใช้ใน Level Room_Reference อันได้แก่ ไฟล์รูปภาพ, ไฟล์ Script, ไฟล์ Model ต่างๆ ขึ้นมาเพื่อใช้งาน

- ตั้งค่า Video Mode

คือการตั้งค่าความละเอียดของหน้าจอของ Level Room_Reference โดยในที่นี้กำหนดให้หน้าจอมีความละเอียดเท่ากับ 768 * 1024 pixels

- การกระทำการต่างๆ ตามเงื่อนไขกับ 3D Icon

การคลิก 3D Icon

ถ้า คลิกเมาส์ทางด้านซ้าย แล้ว ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ 3D Icon จะมีเงาสีน้ำเงินสว่างขึ้นที่ตัว 3D Icon

การดับเบิลคลิก 3D Icon

ถ้า คลิกเมาส์ซ้ายติดต่อกัน แล้ว ฟังก์ชัน Double_Click จะถูกเรียกขึ้นมาใช้ เพื่อกำหนดสถานะว่าการ คลิกเมาส์ซ้ายติดต่อกันซึ่งอยู่ในช่วงเวลาที่กำหนด นั่นคือการที่ผู้ใช้กระทำการดับเบิลคลิก 3D Icon ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ Model/Object Plate จะถูกเปิดขึ้น

การลาก 3D Icon

ถ้า คลิกเมาส์ซ้ายค้างไว้นานกว่า 2 วินาที และกด key Shift แล้ว ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ เมื่อลากเมาส์ไปยังทิศทางใด 3D Icon ก็จะไปยังทิศทางนั้นๆ ตามที่กำหนด

การหมุน 3D Icon

ถ้า คลิกเมาส์ซ้ายค้างไว้นานกว่า 2 วินาที และกด key Ctrl ถูกกดค้างไว้แล้ว ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ Icon จะสามารถถูกหมุนไปยังด้านซ้ายได้

ถ้า คลิกเมาส์ซ้ายค้างไว้นานกว่า 2 วินาที และกด key Ctrl ถูกกดค้างไว้ ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ Icon จะสามารถถูกหมุนไปยังด้านขวาได้

- การกระทำการต่างๆ ตามเงื่อนไขกับ Model/Object Plate

การเปิด Model/Object Plate

ถ้า คลิกเมาส์ซ้ายติดต่อกันภายในช่วงเวลาที่กำหนดไว้ แล้ว การกระทำลักษณะดังกล่าวจะเข้าสู่สถานะ/ขั้นที่เรียกว่า ดับเบิลคลิก ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ Model/Object Plate ตามโปรแกรมที่เลือกจะถูกเปิดขึ้น ตาม index ของโปรแกรมที่ได้รับจาก DLL ซึ่งทำให้สามารถเปิด Model/Object Plate ได้อย่างถูกต้อง

การปิด Model/Object Plate

ถ้า ปุ่ม Close ที่อยู่ที่ด้านมุมบนขวาของ Model/Object Plate ถูกคลิก แล้ว ฟังก์ชัน Close Model/Object Plate จะถูกเรียกขึ้นมาใช้งาน ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ Model/Object Plate จะหายไป/จะถูกปิด ออกไปจากจอภาพ

การขยายขนาด Model/Object Plate

ถ้า ปุ่ม Maximize ที่อยู่ที่ด้านมุมบนขวาของ Model/Object Plate ถูกคลิก แล้วผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ Model/Object Plate จะถูกขยายขนาดให้มีขนาดใหญ่ขึ้น เต็มหน้าจอ

การย่อขนาด Model/Object Plate

ถ้า ปุ่ม Minimize ที่อยู่ที่ด้านมุมบนขวาของ Model/Object Plate ถูกคลิก แล้วผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ Model/Object Plate จะถูกย่อขนาดให้มีขนาดเล็กลงตามขนาดที่ได้กำหนดไว้

การ Restoredown Model/Object Plate

ถ้า ปุ่ม Restore ที่อยู่ที่ด้านมุมบนขวาของ Model/Object Plate ถูกคลิก แล้ว ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ Model/Object Plate จะหายไปจากจอภาพ และจะปรากฏแถบชื่อของ Model/Object Plate ขึ้นที่บริเวณ Taskbar ของหน้าต่างโปรแกรม 3D GUI และเมื่อผู้ใช้คลิกเมาส์ขวาที่บริเวณแถบชื่อของ Model/Object Plate นั้น Model/Object Plate จะปรากฏขึ้นอีกครั้งบริเวณหน้าจอ

4. Virtual Environment

คือ ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ระดับเสมือนจริง space ของพื้นที่ส่วนติดต่อกับผู้ใช้เป็นรูปแบบสามมิติ เช่น บ้าน ที่ทำงาน ชายหาด ป่าเขา

4.1 Requirement

- ผู้ใช้สามารถจัดการกับ Icon ต่างๆ ได้ดังนี้
 1. ผู้ใช้สามารถลาก (Drag) 3D Icon โดยการคลิกเมาส์ด้านซ้ายและกด Key Shift ค้างไว้สักกระยะหนึ่ง(Left Mouse Click) ผู้ใช้จึงสามารถลาก(Drag) 3D Icon ไปยังทิศทางต่างๆ ภายในห้อง
 2. ผู้ใช้สามารถหมุน(Rotate) 3D Icon ได้ โดยการคลิกเมาส์ด้านซ้ายและกด Key Ctrl ค้างไว้สักกระยะหนึ่ง(Left Mouse Click) ผู้ใช้จึงสามารถหมุน 3D Icon ไปทางด้านซ้าย-ขวา ได้ตามที่ต้องการ
 3. ผู้ใช้สามารถดับเบิลคลิกที่ Icon เพื่อทำการเรียก Model/Object Plate ของโปรแกรม(Program)นั้นๆ มาแสดงบนจอภาพได้
 4. เมื่อผู้ใช้สามารถคลิก(Click)โดยการคลิกเมาส์ด้านซ้ายที่ Icon แล้ว Icon จะสว่างขึ้น
- ผู้ใช้เดินอยู่ในห้องและเดินไปยังห้องอื่นๆ ได้โดยการใช้ปุ่มบนแป้นพิมพ์(Keyboard) ดังนี้
 - ปุ่ม Key Up - ใช้ในการเดินหน้า
 - ปุ่ม Key Down - ใช้ในการเดินถอยหลัง
 - ปุ่ม Key Right - ใช้ในการเลี้ยวขวา
 - ปุ่ม Key Left - ใช้ในการเลี้ยวซ้าย
- ผู้ใช้สามารถจัดการกับ Model/Object Plate ต่างๆ ได้ดังนี้
 1. ผู้ใช้สามารถ Minimize Model/Object Plate ของ Icon ที่ผู้ใช้ได้ทำการดับเบิลคลิก(Double Click) เพื่อเปิดโปรแกรม(Program)นั้นๆ ขึ้นมาได้โดยการกด/คลิกที่ปุ่ม (Minimize) ที่อยู่บนมุมขวาด้านบนของ Model/Object Plate
 2. ผู้ใช้สามารถทำให้ Model/Object Plate ของ Icon โปร่งใสได้โดยทำการดับเบิลคลิก(Double Click) เพื่อเปิดโปรแกรม(Program)นั้นๆ ขึ้นมาได้โดยการกด/คลิกที่ปุ่ม (Maximize) ที่อยู่บนมุมขวาด้านบนของ Model/Object Plate
 3. ผู้ใช้สามารถ Close Model/Object Plate ของ Icon ที่ผู้ใช้ได้ทำการดับเบิลคลิก(Double Click) เพื่อเปิดโปรแกรม(Program)นั้นๆ ขึ้นมาได้โดยการกด/คลิกที่ปุ่ม (Close) ที่อยู่บนมุมขวาด้านบนของ Model/Object Plate

4. ผู้ใช้สามารถลาก(Drag) Model/Object Plate โดยการคลิกเมาส์ด้านซ้าย (Left Mouse Click) และกด key Shift ค้างไว้เพื่อลาก Model/Object Plate ไปยังทิศทางต่างๆ ได้
 5. ผู้ใช้สามารถหมุน(Rotate) Model/Object Plate ได้โดยการคลิกเมาส์ด้านซ้าย (Left Mouse Click) และกด key Ctrl ค้างไว้เพื่อหมุน(Rotate) Model/Object Plate ไปยังด้านมุมขวา – ซ้ายได้
- ผู้ใช้สามารถ Pan กล้องไปยังมุมต่างๆ ของห้องได้โดยการคลิกเมาส์ด้านขวา (Right Mouse Click)
 - เมื่อผู้ใช้ทำการดับเบิลคลิก (Double Click) ที่ Icon ใด Icon หนึ่ง เพื่อเปิด Model/Object Plate จะมีแถบชื่อ Model/Object Plate นั้นๆ อยู่บน Taskbar และเมื่อผู้ใช้คลิกที่ปุ่ม Close บน Model/Object Plate แถบนั้นก็หายไ

4.2 Analyze

- Level
 - Home.wmb
 - Office.wmb
 - Beach.wmb
 - Abstract.wmb
- Script
 - 3d_maincode.wdl
 - cxdataset.wdl
 - cxlist.wdl
 - double_click.wdl
 - entity.wdl
 - panel.wdl
- Model

Office Model

1. MS WORD
2. MS OUTLOOK
3. MS ACCESS
4. MS POWRPOINT
5. MS EXCEL

Popular Model

6. INTERNET EXPLORER
7. MACROMEDIA DREAMWEAVER
8. MACROMEDIA FLASH
9. WORD DOCUMENT

OS Model

10. MY COMPUTER
11. MY DOCUMENT
12. RECYCLE BIN
13. CALCULATOR
14. FOLDER

- Dll

cxList - ใช้ในการเก็บค่าตัวแปรต่างๆ ของ Model/Object Plate ที่ประกาศไว้ และเก็บค่า index ของ Model/Object Plate เพื่อนำมาใช้ในการ return ค่าของ Model/Object Plate เพื่อให้สามารถเปิด Model/Object Plate ได้ถูกต้อง

cxDatabase - ใช้ในการเก็บชุดข้อมูลของ Entity ต่างๆ ที่ถูกนำมาใช้ใน Level

4.3 การปฏิบัติ

- Load Level
- Define Path
- ตั้งค่า Video Mode

- ะทำการต่างๆ ตามเงื่อนไขที่กำหนดกับ 3D Icon อันได้แก่ การลาก การหมุน การคลิก การดับเบิลคลิก
- ะทำการต่าง ๆ ตามที่เงื่อนไขที่กำหนดกับ Model/Object Plate อันได้แก่ การเปิด ปิด ขยายขนาด(Maximize) ย่อขนาด(Minimize) Restoredown

โดยการปฏิบัติการจะมีบรรยากาศของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แตกต่างกันไปตามสภาพแวดล้อมที่สร้างขึ้น อันประกอบไปด้วย

- สภาพแวดล้อมแบบบ้าน
- สภาพแวดล้อมแบบออฟฟิศ
- สภาพแวดล้อมแบบทะเล/ชายหาด
- สภาพแวดล้อมแบบป่าเขา ริมธาร ฯลฯ
- Load Level

เมื่อโปรแกรม 3D GUI ถูก execute ผู้ใช้จะได้พบกับเมนูเพื่อให้ผู้ใช้เลือก level Virtual Environment ต่าง ๆ ที่ประกอบด้วย 4 Level ดังต่อไปนี้

Please Select Levels of 3D GUI

F1 - 3D_Icon

F2 - Space

F3 - Room_Reference

F4 - Room_Reference_Panel

F5 - Virtual Environment

โดยหากผู้ใช้เลือกเมนู F3 - Room_Reference ทางระบบจะทำการ Load Level ที่มีชื่อว่า Room_Reference ขึ้นมา

- Define Path

ทางระบบจะอ่านค่าของ Path ที่ได้ทำการ Define ไว้ใน Level Virtual Environment เพื่อเรียกไฟล์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องหรือจำเป็นต้องใช้ใน Level Virtual Environment อันได้แก่ ไฟล์รูปภาพ ไฟล์ Script ไฟล์ Model ต่างๆ ขึ้นมาเพื่อใช้งาน

- ตั้งค่า Video Mode

คือการตั้งค่าความละเอียดของหน้าจอของ Level Virtual Environment โดยในที่นี้กำหนดให้หน้าจอมีความละเอียดเท่ากับ 768 * 1024 pixels

- การกระทำต่างๆ ตามเงื่อนไขกับ 3D Icon

การคลิก 3D Icon

ถ้า คลิกเมาส์ทางด้านซ้าย แล้ว ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ 3D Icon จะมีเงาสีน้ำเงินสว่างขึ้นที่ตัว 3D Icon

การดับเบิลคลิก 3D Icon

ถ้า คลิกเมาส์ซ้ายติดต่อกัน แล้ว ฟังก์ชัน Double_Click จะถูกเรียกขึ้นมาใช้ เพื่อกำหนดสถานะว่าการ คลิกเมาส์ซ้ายติดต่อกันซึ่งอยู่ในช่วงเวลาที่กำหนด นั่นคือการใช้การกระทำการดับเบิลคลิก 3D Icon ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ Model/Object Plate จะถูกเปิดขึ้น

การลาก 3D Icon

ถ้า คลิกเมาส์ซ้ายค้างไว้นานกว่า 2 วินาที และกด key Shift แล้ว ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ เมื่อลากเมาส์ไปยังทิศทางใด 3D Icon ก็จะไปยังทิศทางนั้น ๆ ตามที่กำหนด

การหมุน 3D Icon

ถ้า คลิกเมาส์ซ้ายค้างไว้นานกว่า 2 วินาที และกด key Ctrl ถูกกดค้างไว้แล้ว ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ Icon จะสามารถถูกหมุนไปยังด้านซ้ายได้

ถ้า คลิกเมาส์ซ้ายค้างไว้นานกว่า 2 วินาที และกด key Ctrl ถูกกดค้างไว้แล้ว ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ Icon จะสามารถถูกหมุนไปยังด้านขวาได้

- การกระทำต่างๆ ตามเงื่อนไขกับ Model/Object Plate

การเปิด Model/Object Plate

ถ้า คลิกเมาส์ซ้ายติดต่อกันภายในช่วงเวลาที่กำหนดไว้แล้ว การกระทำลักษณะดังกล่าวจะเข้าสู่สถานะ/ขั้นที่เรียกว่า ดับเบิลคลิก ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ Model/Object Plate ตามโปรแกรมที่เลือกจะถูกเปิดขึ้น ตาม index ของโปรแกรมที่ได้รับจาก DLL ซึ่งทำให้สามารถเปิด Model/Object Plate ได้อย่างถูกต้อง

การปิด Model/Object Plate

ถ้า ปุ่ม Close ที่อยู่ที่ด้านมุมบนขวาของ Model/Object Plate ถูกคลิก แล้ว ฟังก์ชัน Close Model/Object Plate จะถูกเรียกขึ้นมาใช้งาน ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ Model/Object Plate จะหายไป/จะถูกปิด ออกไปจากจอภาพ

การขยายขนาด Model/Object Plate

ถ้า ปุ่ม Maximize ที่อยู่ที่ด้านมุมบนขวาของ Model/Object Plate ถูกคลิก แล้วผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ Model/Object Plate จะถูกขยายขนาดให้มีขนาดใหญ่ขึ้น เต็มหน้าจอ

การย่อขนาด Model/Object Plate

ถ้า ปุ่ม Minimize ที่อยู่ที่ด้านมุมบนขวาของ Model/Object Plate ถูกคลิก แล้วผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ Model/Object Plate จะถูกย่อขนาดให้มีขนาดเล็กลงตามขนาดที่ได้กำหนดไว้

การ Restoredown Model/Object Plate

ถ้า ปุ่ม Restore ที่อยู่ที่ด้านมุมบนขวาของ Model/Object Plate ถูกคลิก แล้ว ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ Model/Object Plate จะหายไปจากจอภาพ และจะปรากฏแถบชื่อของ Model/Object Plate ขึ้นที่บริเวณ Taskbar ของหน้าต่าง โปรแกรม 3D GUI และเมื่อผู้ใช้คลิกเมาส์ขวาที่บริเวณแถบชื่อของ Model/Object Plate นั้น Model/Object Plate จะปรากฏขึ้นอีกครั้งบริเวณหน้าจอ

5. การสร้างไอคอนบน Virtual Environment

5.1 Requirements

คือการสร้างไอคอนของโปรแกรมระบบ โดยผู้วิจัยออกแบบไว้เป็นระนาบ ในตัวอย่างการออกแบบแบบห้อง บนระนาบของโปรแกรมระบบ เช่น My Computer

5.2 Analyze

- Level (สภาพแวดล้อมสามมิติเสมือนจริง)
 - Room.wmb
- Script (C-Script สำหรับกำหนดการตอบสนองของวัตถุในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง)
 - Room.wdl
 - actualaction.wdl
- Bmp (ไฟล์ Texture ที่เกี่ยวข้องสำหรับวัตถุใน Level)
 - whitewall.bmp
- Model (องค์ประกอบสามมิติที่สร้างขึ้นจากโปรแกรม 3D Max หรือโปรแกรมสร้างวัตถุสามมิติอื่นๆ)
 - MyCom.mdl
 - MyNetwork.mdl
 - Mydoc.mdl
 - WindowMedia.mdl
 - Notepad.mdl
 - Command.mdl
 - Wordpad.mdl
 - Explorer.mdl
 - IE.mdl
 - RecycleBin.mdl
 - Msn.mdl
 - Calculator.mdl
 - Paint.mdl
 - Ball.mdl

5.3 การปฏิบัติ

ทั้งนี้ไฟล์ที่เกี่ยวข้องมีรายละเอียดการ Implement เรียบร้อยแล้วใน CD ROM

กำหนด Script Room.wdl สำหรับ Level Room

- กำหนด Path ที่อยู่ของ template

```

////////////////////////////////////
// The PATH keyword gives directories where template files can be found
path "C:\\Program Files\\GStudio6\\template_6"; // Path to A6 templates directory
path "C:\\Program Files\\GStudio6\\template_6\\code"; // Path to A6 template code subdirectory
path "C:\\Program Files\\GStudio6\\template_6\\images"; // Path to A6 template image subdirectory
path "C:\\Program Files\\GStudio6\\template_6\\sounds"; // Path to A6 template sound subdirectory
path "C:\\Program Files\\GStudio6\\template_6\\models"; // Path to A6 template model subdirectory

```

- Load Level เป็นการ โหลด Level Room ขึ้นมาพร้อมทั้งสร้างวัตถุต่างๆ

```

////////////////////////////////////
// Filename of the starting level.
string level_str = <Roomthree.WMB>; // give file names in angular brackets

```

- กำหนด ค่าความเร็วของกล้อง, กำหนด Video Mode เป็นการกำหนดค่าเริ่มต้น ให้กับองค์ประกอบอื่นๆ ของ Level ได้แก่การจัดการกล้องและการมองเห็นตั้งต้น
- Include File actualaction.wdl ไว้ในส่วนหัวของ Script ของ File Roomthree.wdl ผู้กติด C-Script เพิ่มเติมสำหรับการจัดการการตอบสนองต่อผู้ใช้ actualaction.wdl เป็นไฟล์ที่ Implement Method สำหรับวัตถุใน Level
- Map action ให้กับ Model ตามตาราง โดยหลังจากอ้างอิง actualaction.wdl แล้ว action ต่างๆ จะสามารถอ้างอิงถึงได้ ให้ทำการกำหนดการตอบสนองต่างๆ ให้กับวัตถุสามมิติใน Level

ชื่อ Action	Model ที่ต้องทำการ Map Action
on_right_click	Bmp ชื่อ whitewall.bmp
run_calc	Model Calculator.mdl
run_cmd	Model Command.mdl
run_explorer	Model Explorer.mdl
run_ie	Model IE.mdl
run_msn	Model Msn.mdl
run_mycomp	Model MyCom.mdl
run_mydoc	Model Mydoc.mdl
run_mynetwork	Model Mynetwork.mdl
run_notepad	Model Notepad.mdl
run_paint	Model Paint.mdl
run_recycled	Model RecycleBin.mdl
run_wmp	Model WindowMedia.mdl

run_wordpad	Model Wordpad.mdl
player_	Model Ball.mdl

- สร้าง Icon กลุ่ม System ซึ่งเป็น Icon กลุ่มที่ไม่ได้สร้างตอนรันใหม่ หากแต่มีการระบุ code action ไว้เรียบร้อยแล้วดังตารางข้างต้น เช่นเดียวกับพิกัด x, y และ z ที่ได้ระบุไว้แล้วดังนี้ เพื่อความเป็นระเบียบ ไอคอนจะถูกจัดวางอยู่บนระนาบเดียวกันสำหรับส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบ Room นี้

ระนาบที่ 1 แถวที่ 1

1. -704,-602,896 <-- Icon ลำดับที่ 1
2. -464,-602,896 <-- Icon ลำดับที่ 2
3. -240, -602,896 <-- Icon ลำดับที่ 3
4. 0, -602,896 <-- Icon ลำดับที่ 4
5. 256, -602,896 <-- Icon ลำดับที่ 5
6. 480, -602,896 <-- Icon ลำดับที่ 6
7. 704, -602,896 <-- Icon ลำดับที่ 7

ระนาบที่ 1 แถวที่ 2

8. -704,-602,672 <-- Icon ลำดับที่ 8
9. -464, -602,672 <-- Icon ลำดับที่ 9
10. -240, -602,672 <-- Icon ลำดับที่ 10
11. 0, -602,672 <-- Icon ลำดับที่ 11
12. 256, -602,672 <-- Icon ลำดับที่ 12
13. 480, -602,672 <-- Icon ลำดับที่ 13

- เมื่อทำการดับเบิลคลิกที่ Model Action ที่ Map ไว้จะเรียกใช้งาน dll function ชื่อ ExecAppByName โดยทำหน้าที่เปิดโปรแกรมที่ได้กำหนดใน Action เมื่อองค์ประกอบทั้งหมดถูกบรรจุเข้ามายัง Level เรียบร้อยแล้ว ทำการ Compile และโปรแกรมส่วนติดต่อกับผู้ใช้จะทำงานบนเกมเอ็นจิน

6. ตรวจสอบโปรแกรมยอคนิยมเพื่อสร้าง Shortcut

คือการตรวจสอบว่าผู้ใช้ได้ติดตั้งโปรแกรมใดบ้างที่ผู้วิจัยเลือกไว้ โดยเป็นโปรแกรมที่ใช้แพร่หลาย เพื่อการสร้าง Icon โดยอัตโนมัติ ในส่วนติดต่อกับผู้ใช้ตัวอย่างนี้แสดงไว้ในระบบอีกหนึ่งระนาบหนึ่ง

6.1 Requirements

การตรวจสอบโปรแกรมที่เป็นที่นิยมว่าได้ถูกติดตั้งอยู่ในเครื่องผู้ใช้หรือไม่ เพื่อทำการสร้าง Shortcut ไปยังโปรแกรมดังกล่าวให้โดยอัตโนมัติ

สคริปต์จะตรวจสอบโปรแกรมตามรายการที่ได้กำหนดไว้ก่อนแล้ว ได้แก่ Microsoft Word, Excel, PowerPoint, Outlook, Access, Adobe Acrobat Reader, Photoshop, ImageReady, Winzip, Macromedia Dreamweaver, Flash, Firework และ ACDSSee โดยจะตรวจสอบเทียบกับรายการจากโปรแกรมที่ได้ถูกติดตั้งในเครื่องผู้ใช้จากข้อมูลใน Registry จากนั้นจึงทำการสร้าง Shortcut ขึ้นมาอัตโนมัติ เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้

6.2 Analyze

- WDL
 - Actualaction.wdl
 - Mainaction.wdl
- DLL
 - ExecuteManager.dll
 - IconManager.dll

6.3 การปฏิบัติ

- WDL
 - Actualaction.wdl
 - ส่วนของการสร้าง Shortcut (ฟังก์ชัน icon_checker) ในระนาบที่ 2 ซึ่งเป็นระนาบสำหรับ Shortcut ไปยังโปรแกรมที่เป็นที่นิยมซึ่งถูกติดตั้งอยู่ในเครื่องของผู้ใช้เรียบร้อยแล้ว มีการทำงานดังนี้
 - เริ่มต้นตรวจเช็คโปรแกรมตั้งแต่โปรแกรมแรกเป็นต้นไป
 - ตรวจสอบโปรแกรมเพื่อสร้างเป็น Shortcut ตัวที่ 14 (เนื่องจากระนาบแรกสร้างไปแล้ว 13 อัน)
 - วนลูปตรวจสอบโปรแกรมจนครบ 13 โปรแกรมตามรายการ

- เรียกใช้ฟังก์ชัน `AppList` ซึ่งคืนค่ากลับมาเป็นชื่อ Executable ของโปรแกรม โดยส่งพารามิเตอร์ไปด้วยคือลำดับที่ของโปรแกรมที่กำลังตรวจเช็คและตัวแปรที่จะรับค่ากลับมาจากฟังก์ชัน
- เรียกใช้ฟังก์ชัน `chkApps` เพื่อตรวจสอบว่ามีโปรแกรมดังกล่าวติดตั้งอยู่ในเครื่องผู้ใช้หรือไม่ โดยส่งค่าชื่อ Executable ของโปรแกรมไปด้วย
 - หากโปรแกรมที่ถูกส่งเข้ามาตรวจสอบได้ถูกติดตั้งอยู่ในเครื่องผู้ใช้แล้ว
 - เรียกใช้ฟังก์ชัน `get_x_pos` ซึ่งจะคืนค่าเป็นพิกัดของไอคอนในแกน x โดยจะส่งค่าลำดับที่ในขณะนั้นของไอคอนบนหน้าจอไปด้วย
 - เรียกใช้ฟังก์ชัน `get_y_pos` ซึ่งจะคืนค่าเป็นพิกัดของไอคอนในแกน y โดยจะส่งค่าลำดับที่ในขณะนั้นของไอคอนบนหน้าจอไปด้วย
 - เรียกใช้ฟังก์ชัน `get_z_pos` ซึ่งจะคืนค่าเป็นพิกัดของไอคอนในแกน z โดยจะส่งค่าลำดับที่ในขณะนั้นของไอคอนบนหน้าจอไปด้วย
 - เรียกใช้ฟังก์ชัน `ModelList2` ซึ่งจะคืนค่าเป็นชื่อของ Model ที่ถูกกำหนดไว้แล้วสำหรับแต่ละโปรแกรมเพื่อจะนำมาใช้แทนไอคอนโปรแกรมที่จะสร้างขึ้น โดยจะส่งค่าคือลำดับที่ของโปรแกรมที่กำลังตรวจเช็คและตัวแปรที่จะรับค่าชื่อ Model ที่คืนกลับมาจากฟังก์ชัน
 - สร้างไอคอนขึ้นมาใน Level โดยเรียกใช้ฟังก์ชัน `ent_create` และส่งค่าของชื่อของ Model และพิกัดที่จะสร้าง Shortcut ขึ้นมาทั้งแกน x, y และ z ไปพร้อมกับกำหนดฟังก์ชัน `on_check` ให้เป็นฟังก์ชันที่จะจัดการกับไอคอนที่จะสร้างขึ้น
 - กำหนดค่า Index ให้กับไอคอนที่เพิ่งจะสร้างขึ้น
 - กำหนดค่า Index เพื่อใช้แทนชื่อของไอคอนที่ผู้ใช้ตั้งขึ้นให้กับไอคอน

ส่วนของการจัดการกับเกี่ยวกับเหตุการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้นกับ Shortcut ที่ถูกสร้างขึ้นในระนาบที่ 2 มีส่วนจัดการที่เกี่ยวข้อง

ข้อช่วย 2 ส่วนคือ Action on_check และฟังก์ชัน run_customize_event ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- Action on_check มีการทำงานดังนี้
 - กำหนดให้ Shortcut มีการตรวจสอบการคลิกเมาส์ซ้าย
 - กำหนดให้มีการตรวจสอบการวางเมาส์เหนือ Shortcut
 - กำหนดให้มีการตรวจสอบการเคลื่อนเมาส์ออกจาก Shortcut
 - กำหนดให้ฟังก์ชันที่จะจัดการกับเหตุการณ์ดังกล่าวมาแล้วคือฟังก์ชัน run_customize_event

- ฟังก์ชัน run_customize_event มีการทำงานดังนี้
 - ถ้าผู้ใช้คลิกเมาส์ซ้ายที่ Shortcut
 - ถ้าเป็นการ Double Click ที่ Shortcut
 - เพิ่มค่าความสว่างให้กับ Shortcut เพื่อให้เป็นที่สังเกตเห็นว่า Shortcut กำลังจัดการกับเหตุการณ์
 - เรียกใช้ฟังก์ชัน AppList ซึ่งคืนค่าเป็นชื่อ Executable ของโปรแกรม โดยส่งค่า Index ของ Shortcut ปัจจุบันไปพร้อมกับตัวแปรที่จะรับค่ากลับจากฟังก์ชัน
 - เรียกใช้ฟังก์ชัน ExecuteApps เพื่อทำการ Execute โปรแกรมตามชื่อ Executable ของโปรแกรมที่ส่งไปให้
 - ลดค่าความสว่างให้เป็นค่าปกติ (Default)
 - ถ้าผู้ใช้งานวางเมาส์อยู่เหนือ Shortcut
 - เรียกใช้ฟังก์ชัน AppNameList ซึ่งคืนค่าเป็นชื่อของโปรแกรมที่ได้ถูกกำหนดไว้แล้ว โดยส่งค่า Index ของ Shortcut ปัจจุบันไปพร้อมกับตัวแปรที่จะรับค่ากลับจากฟังก์ชัน
 - กำหนดค่าพิกัดในแกน x และ y ของข้อความชื่อโปรแกรมที่จะแสดงขึ้นมา
 - แสดงชื่อของโปรแกรมขึ้นมาใน Level
 - ถ้าผู้ใช้เลื่อนเมาส์ออกจาก Shortcut

- ลบการแสดงชื่อของโปรแกรมที่เกิดขึ้นจากการวางเมาส์เหนือ Shortcut
- Mainaction.wdl

สคริปต์นี้มีไว้เพื่อนำบางส่วนของโปรแกรมไปแทรกไว้ในสคริปต์หลักที่จะทำการสร้างกับ Level ต่อไป โดยเพิ่มโค้ดดังนี้ไว้ในฟังก์ชัน main ภายหลังจากการเช็คความสมบูรณ์ของ shortcut ที่ผู้ใช้สร้างขึ้นแล้ว (ผ่านทางฟังก์ชัน chkIconIntegrity)

 - เริ่มเช็คว่ามีโปรแกรมที่เป็นที่นิยมตามรายการที่ได้กำหนดไว้แล้วว่าถูกติดตั้งไว้ในเครื่องผู้ใช้หรือไม่ โดยเรียกใช้ฟังก์ชัน icon_checker ซึ่งจะตรวจสอบและสร้าง Shortcut ในระนาบที่ 2 ซึ่งเป็นระนาบสำหรับ Shortcut ไปยังโปรแกรมที่เป็นที่นิยมซึ่งถูกติดตั้งอยู่ในเครื่องของผู้ใช้

DLI

- ExecuteManager.dll

ฟังก์ชันที่ใช้สำหรับจัดการเกี่ยวกับการ Execute โปรแกรมในระนาบที่ 2 นี้คือฟังก์ชัน ExecuteApps โดยส่งพารามิเตอร์เป็นชื่อ .exe ของโปรแกรมที่ต้องการเปิดไปด้วย จากนั้นฟังก์ชันจะทำการค้นหาพาร์ธ (Path) ของโปรแกรมที่ต้องการเปิดใน Registry แล้วทำการ Execute ต่อไป
- IconManager.dll

ฟังก์ชันที่ใช้สำหรับจัดการเกี่ยวกับไอคอนในระนาบที่ 2 นี้ประกอบไปด้วย

 - ฟังก์ชัน AppList มีการทำงานดังนี้
 - รับค่า Index ของโปรแกรมที่ต้องการให้คืนค่ากลับไปให้และตัวแปรที่จะรับค่ากลับ
 - คืนค่าชื่อ .exe ของโปรแกรมตาม Index ที่ส่งมาให้
 - ฟังก์ชัน chkApps จะตรวจเช็คชื่อ .exe ของโปรแกรมที่ส่งเข้ามาให้ มีการติดตั้งอยู่หรือไม่
 - ฟังก์ชัน get_x_pos, get_y_pos และ get_z_pos มีหลักการงานแบบเดียวกัน ดังนี้

- รับค่าลำดับที่ของไอคอนที่ถูกส่งมา
- เลือกกำหนดค่าพิกัด x , y หรือ z พร้อมกับคืนค่ากลับไป
- ฟังก์ชัน ModelList2 มีการทำงานดังนี้
 - รับค่า Index ของ โมเดลและตัวแปรที่จะรับค่ากลับไปเข้ามาในฟังก์ชัน
 - เลือกกำหนดค่าชื่อ โมเดลให้กับตัวแปรที่จะรับค่ากลับไป

7. ตรวจสอบการสร้าง Shortcut ทั้งหมดที่ถูกสร้างขึ้นเองโดยผู้ใช้

คือทำการตรวจสอบ Shortcut ที่สร้างโดยผู้ใช้ทั้งหมดเพื่อสร้างให้โดยอัตโนมัติทุกครั้งก่อนเริ่มการใช้งาน ผู้ใช้สร้างจากการคลิกขวาที่ Create Shortcut Panel

7.1 Requirements

ดำเนินการตรวจสอบ Shortcut ที่ถูกสร้างขึ้นโดยผู้ใช้ โดยหากมี Shortcut ดังกล่าว จะเริ่มทำการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับแต่ละ Shortcut จาก Registry ที่ได้บันทึกข้อมูลไว้เพื่อทำการสร้าง Shortcut ดังกล่าวให้กับผู้ใช้เพื่อให้สามารถใช้งานได้ต่อไป

7.2 Analysis

- WDL
 - Actualaction.wdl
 - Mainaction.wdl
- DLL
 - ExecuteManager.dll
 - IconManager.dll

7.3 การปฏิบัติ

- WDL
 - Actualaction.wdl
 - ส่วนของการจัดการกับเกี่ยวกับเหตุการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้นกับ Shortcut ที่ถูกสร้างขึ้นในระนาบที่ 3 มีส่วนจัดการที่เกี่ยวข้อง
 - ข้องด้วย 2 ส่วนคือ Action on_create_new และฟังก์ชัน run_self_create_icon ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้
 - Action on_create_new มีการทำงานดังนี้
 - กำหนดให้ Shortcut มีการตรวจสอบการคลิกเมาส์ซ้าย
 - กำหนดให้มีการตรวจสอบการวางเมาส์เหนือ Shortcut
 - กำหนดให้มีการตรวจสอบการเคลื่อนเมาส์ออกจาก Shortcut
 - กำหนดให้ฟังก์ชันที่จะจัดการกับเหตุการณ์ดังกล่าวมาแล้วคือฟังก์ชัน run_self_create_icon

- ฟังก์ชัน `run_self_create_icon` มีการทำงานดังนี้
 - ถ้าผู้ใช้คลิกเมาส์ซ้ายที่ Shortcut
 - ถ้าเป็นการ Double Click ที่ Shortcut
 - กำหนดค่าสถานะของการคลิกที่ไอคอนให้มีสถานะเป็นไม่ได้คลิกที่ไอคอนใดๆ
 - เรียกใช้ฟังก์ชัน `ExecAppByIndex` เพื่อทำการ Execute โปรแกรม โดยส่ง Index ของโปรแกรมเข้าไปด้วยเพื่อนำ Index นี้ไปเลือกที่จะ Execute โปรแกรมต่อไป
 - ถ้าเป็นการคลิกที่ Shortcut
 - กำหนดค่าสถานะของการคลิกที่ไอคอนให้มีสถานะเป็นถูกคลิก โดยกำหนด Index ของไอคอนที่ถูกคลิกกำกับไว้ด้วยเพื่อจำแนกว่าไอคอนใดถูกคลิก
 - กำหนดค่าความสว่างของไอคอนให้สว่างมากยิ่งขึ้นจนสังเกตเห็นถึงความแตกต่างจากเดิม
 - กำหนด pointer ให้ชี้มายังไอคอนที่ถูกคลิกนี้ เพื่อให้สามารถจัดการกับไอคอนนี้ต่อไปได้
 - ถ้าผู้ใช้วางเมาส์อยู่เหนือ Shortcut
 - เรียกใช้ฟังก์ชัน `GetIconNameByIndex` ซึ่งคืนค่าเป็นชื่อของไอคอนที่ผู้ใช้ตั้งขึ้น โดยส่ง Index ของ Shortcut ที่ต้องการชื่อเข้าไปพร้อมกับตัวแปรที่จะรับค่ากลับ
 - กำหนดค่าพิกัดในแกน x และ y ของข้อความชื่อโปรแกรมที่จะแสดงขึ้นมา
 - แสดงชื่อของโปรแกรมขึ้นมาใน Level
 - ถ้าผู้ใช้เลื่อนเมาส์ออกจาก Shortcut
 - ลบการแสดงชื่อของโปรแกรมที่เกิดขึ้นจากการวางเมาส์เหนือ Shortcut
- `Mainaction.wdl`

สคริปต์นี้มีไว้เพื่อนำบางส่วนของโปรแกรมไปแทรกไว้ในสคริปต์หลักที่จะทำการสร้างกับ Level ต่อไป โดยเพิ่มโค้ดดังนี้ไว้ในฟังก์ชัน `main` ภายหลังจากการ Load level

 - กำหนด handle เพื่อจัดการกับการเรียกใช้ DLL function

- เช็คความสมบูรณ์ของ shortcut ที่ผู้ใช้สร้างขึ้นว่ายังสามารถใช้งาน ได้คืออยู่หรือไม่ โดยเรียกใช้ฟังก์ชัน `chkIconIntegrity`

เพิ่มโค้ดต่อไปนีไว้ในฟังก์ชัน `main` ภายหลังจากการเริ่มเช็คโปรแกรมที่เป็นที่นิยมตามรายการ (หรือหลังจากการสร้าง Shortcut บนระนาบที่ 2)

- Request จำนวนของ shortcut ทั้งหมดที่ผู้ใช้ได้สร้างขึ้นมาเอง
- ถ้ามีการสร้าง Shortcut ขึ้นมาเองอย่างน้อย 1 อัน
 - วนลูปสร้าง Shortcut ที่ตรวจสอบพบที่ละอันจนกว่าจะครบ
 - เรียกใช้ฟังก์ชัน `getIndexAtStartup` ซึ่งจะคืนค่า Index ให้กับ Shortcut ที่กำลังจะสร้างขึ้นมา
 - เรียกใช้ฟังก์ชัน `getModelIndexAtStartup` ซึ่งจะคืนค่า Index ของ Model ที่จะใช้แทน Shortcut ที่จะสร้างขึ้น
 - เรียกใช้ฟังก์ชัน `ModelList` ซึ่งจะคืนค่าเป็นชื่อของ Model ที่ผู้ใช้ได้เลือกไว้แล้วเพื่อใช้แทน Shortcut ที่จะสร้างขึ้น โดยส่งค่า Index ของ Model ที่ได้รับจากขั้นตอนก่อนหน้านี้ไปพร้อมกับตัวแปรที่จะรับค่ากลับจากฟังก์ชัน
 - เรียกใช้ฟังก์ชัน `get_x_pos` ซึ่งจะคืนค่าเป็นพิกัดของไอคอนในแกน x โดยจะส่งค่าลำดับที่ในขณะนั้นของไอคอนบนหน้าจอไปด้วย
 - เรียกใช้ฟังก์ชัน `get_y_pos` ซึ่งจะคืนค่าเป็นพิกัดของไอคอนในแกน y โดยจะส่งค่าลำดับที่ในขณะนั้นของไอคอนบนหน้าจอไปด้วย
 - เรียกใช้ฟังก์ชัน `get_z_pos` ซึ่งจะคืนค่าเป็นพิกัดของไอคอนในแกน z โดยจะส่งค่าลำดับที่ในขณะนั้นของไอคอนบนหน้าจอไปด้วย
 - สร้างไอคอนขึ้นมาใน Level โดยเรียกใช้ฟังก์ชัน `ent_create` และส่งค่าของชื่อของ Model และพิกัดที่จะสร้าง Shortcut ขึ้นมาทั้งแกน x, y และ z ไปพร้อมกับกำหนด Action `on_create_new` ให้เป็นส่วนที่จะจัดการกับไอคอนที่จะสร้างขึ้น
 - กำหนดค่า Index ให้กับไอคอนที่เพิ่งจะสร้างขึ้น
 - กำหนดค่า Index เพื่อใช้แทนชื่อของ ไอคอนที่ผู้ใช้ตั้งขึ้นให้กับ ไอคอน

- DLL

- `ExecuteManager.dll`

ฟังก์ชันที่ใช้สำหรับจัดการเกี่ยวกับการ Execute โปรแกรมในระนาบที่ 3 นี้คือ ฟังก์ชัน ExecAppByIndex โดยส่งพารามิเตอร์เป็น Index ของ Shortcut ที่ต้องการ เปิดไปด้วย จากนั้นฟังก์ชันจะทำการค้นคืนข้อมูลเกี่ยวกับ Shortcut นั้นซึ่งอ้างอิง จาก Index ที่ส่งมาด้วย แล้วทำการ Execute ต่อไป

- IconManager.dll

ฟังก์ชันที่ใช้สำหรับจัดการเกี่ยวกับไอคอนในระนาบที่ 3 นี้ประกอบไปด้วย

- ฟังก์ชัน chkIconIntegrity จะตรวจสอบความสมบูรณ์ของ Shortcut ที่ผู้ใช้ว่า สร้างขึ้นว่าสามารถใช้งานได้ตามปกติหรือไม่ ซึ่งฟังก์ชันจะตรวจสอบข้อมูลเกี่ยวกับพาร์ธ (path) ของ โปรแกรมหรือไฟล์ที่ทำ Shortcut ไปหา รวมทั้งค่าของชื่อ Shortcut และ Index ของไอคอนและ Model ซึ่งหากข้อมูลเหล่านี้ไม่สมบูรณ์ จะทำการลบ Shortcut นั้นทิ้งไปโดยอัตโนมัติ
- ฟังก์ชัน getIndexAtStartup จะคืนค่าสำหรับใช้เป็น Index ของ Shortcut ที่กำลังจะถูกสร้างขึ้น ซึ่งค่า Index ดังกล่าว จะไม่ซ้ำกัน
- ฟังก์ชัน getModelIndexAtStartup จะคืนค่าเป็นชื่อของ Model ที่ผู้ใช้เลือกไว้เพื่อใช้แทน Shortcut ที่จะสร้างขึ้น
- ฟังก์ชัน ModelList มีการทำงานดังนี้
 - รับค่า Index ของโมเดลและตัวแปรที่จะรับค่ากลับไปเข้ามาในฟังก์ชัน
 - เลือกกำหนดค่าชื่อโมเดลให้กับตัวแปรที่จะรับค่ากลับไป
- ฟังก์ชัน get_x_pos, get_y_pos และ get_z_pos มีหลักการทำงานแบบเดียวกัน ดังนี้
 - รับค่าลำดับที่ของไอคอนที่ถูกส่งมา
 - เลือกกำหนดค่าพิกัด x, y หรือ z พร้อมกับคืนค่ากลับไป

8. คลิกเมาส์ขวาในบริเวณที่กำหนดเพื่อสร้าง Shortcut

ผู้ใช้จะสามารถสร้าง Shortcut ไปยังโปรแกรมที่ต้องการเองได้ โดย Shortcut ดังกล่าวจะถูกสร้างขึ้นในระนาบที่ 3

8.1 Requirements

ผู้ใช้สามารถคลิกเมาส์ขวาในบริเวณที่กำหนดไว้ เพื่อเรียก Pop-up menu ขึ้นมา แล้วเรียกเมนูย่อย Create Shortcut เพื่อให้ Wizard ช่วยสร้าง Shortcut ปรากฏขึ้นมา แล้วทำการกรอกข้อมูลในแต่ละขั้นตอนของ Wizard จนเสร็จสมบูรณ์แล้ว จะได้ไอคอนที่ทำหน้าที่เป็น Shortcut ไปยังโปรแกรม หรือ ไฟล์ที่ผู้ใช้ต้องการปรากฏขึ้นมาในระนาบที่ 3

8.2 Analysis

- WDL
 - Actualaction.wdl
 - Mainaction.wdl
- DLL
 - IconManager.dll

8.3 การปฏิบัติ

- WDL
 - Actualaction.wdl
 - ส่วนของการเรียก Pop-up และ Wizard เพื่อสร้าง Shortcut ในระนาบที่ 3 ซึ่งเป็นระนาบสำหรับ Shortcut ที่ผู้ใช้สร้างขึ้นเอง มีส่วนจัดการที่เกี่ยวข้องด้วย 5 ส่วนคือ Action on_right_click, ฟังก์ชัน show_default_menu, ฟังก์ชัน show_exit_menu, ฟังก์ชัน create_new_shortcut และฟังก์ชัน exit_level ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้
 - Action on_right_click มีการทำงานดังนี้
 - กำหนดให้ส่วนที่ถูกกำหนดให้เป็นพื้นที่สำหรับการคลิกขวาเพื่อเรียก Pop-up menu เพื่อสร้าง Shortcut มีการตรวจสอบการคลิกเมาส์ขวา
 - กำหนดให้ฟังก์ชันที่จะจัดการกับเหตุการณ์ดังกล่าวคือฟังก์ชัน show_wizard

- ฟังก์ชัน `show_default_menu` มีการทำงานดังนี้
 - กำหนดพิกัดของ Panel ที่ทำหน้าที่เป็น Pop-up menu ทั้งแกน X และ Y
 - แสดงผล Panel ที่ทำหน้าที่เป็น Pop-up menu ซึ่งประกอบด้วย 2 เมนูย่อย คือ Create Shortcut และ Exit

- ฟังก์ชัน `show_exit_menu` มีการทำงานดังนี้
 - กำหนดพิกัดของ Panel ที่ทำหน้าที่เป็น Pop-up menu ทั้งแกน X และ Y
 - แสดงผล Panel ที่ทำหน้าที่เป็น Pop-up menu ซึ่งมีเมนูย่อยเพียงเมนูเดียวคือ Exit

- ฟังก์ชัน `create_new_shortcut` มีการทำงานดังนี้
 - กำหนดค่าให้ตัวแปรที่จะเป็นตัวบ่งชี้สถานะว่าผู้ใช้ได้คลิกเมนู Create Shortcut แล้ว เพื่อทำการสร้าง Shortcut ต่อไป
 - ถ้าจำนวนไอคอนทั้งหมดใน Level มีจำนวนไม่เกินจำนวนที่ได้กำหนดไว้แล้วคือ 47 ไอคอน
 - เรียกใช้ฟังก์ชัน `show_wizard` เพื่อให้แสดง Wizard สำหรับให้ผู้ใช้สร้าง Shortcut
 - ถ้าจำนวนไอคอนทั้งหมดใน Level มีจำนวนเกินจำนวนที่ได้กำหนดไว้แล้วคือ 47 ไอคอน
 - เรียกใช้ฟังก์ชัน `gsShowMessage` เพื่อแสดงข้อความเป็น Message Dialog ว่า "Limitation of amount of icon on level has reached!"
 - กำหนดค่าให้ตัวแปรที่จะเป็นตัวบ่งชี้สถานะว่าผู้ใช้ไม่ได้คลิกเมนู Create Shortcut

- ฟังก์ชัน `exit_level` มีการทำงานดังนี้
 - เรียกใช้ฟังก์ชัน `exit` เพื่อสิ้นสุดการทำงานของ Level

- ฟังก์ชัน `show_wizard` มีการทำงานดังนี้
 - ถ้าเมาส์ถูกวางอยู่บนบริเวณที่ถูกกำหนดให้เป็นพื้นที่สำหรับคลิกเมาส์ขวาเพื่อเรียก pop-up menu เพื่อสร้าง shortcut

- กำหนดค่าให้กับตัวแปรที่จะเป็นตัวชี้ว่ามีกรคลิกเมาส์ขวาในบริเวณที่ถูกกำหนดไว้สำหรับการเรียก Pop-up menu มีสถานะเป็นถูกคลิก
- ถ้ามีการคลิกเมาส์ขวาที่บริเวณที่ถูกกำหนดให้เป็นพื้นที่สำหรับคลิกเมาส์ขวาเพื่อเรียก pop-up menu เพื่อสร้าง shortcut ซึ่งถูกกำหนดให้ฟังก์ชัน `on_right_click` เป็นตัวจัดการกับเหตุการณ์
 - ถ้าผู้ใช้คลิกที่เมนู Create Shortcut จาก pop-up menu ที่ถูกแสดงออกมา โดยฟังก์ชัน `create_new_shortcut`
 - เรียกใช้ฟังก์ชัน `ShowWizard` เพื่อแสดง Wizard form สำหรับให้ผู้ใช้กรอกรายละเอียดที่จำเป็นสำหรับการสร้าง Shortcut ขึ้นมา
 - เรียกใช้ฟังก์ชัน `getCreateStatus` ซึ่งจะคืนค่ากลับมาว่าผู้ใช้ได้ผ่านกระบวนการสร้าง Shortcut สำเร็จหรือไม่
 - ถ้าผู้ใช้ได้ให้ข้อมูลสำหรับสร้าง Shortcut อย่างสมบูรณ์แล้ว
 - ถ้าจำนวนไอคอนใน Level มีค่าน้อยกว่า 27 ซึ่งเป็นค่าเริ่มต้นสำหรับการสร้างไอคอนในระนาบที่ 3
 - กำหนดค่าของตัวแปรที่นับจำนวนไอคอนใน Level ให้มีค่าเริ่มต้นที่ 27 เพื่อที่จะให้เริ่มสร้างไอคอนที่ระนาบที่ 3 ซึ่งเริ่มต้นเป็นตัวที่ 27 โดย Default
 - เรียกใช้ฟังก์ชัน `getIndexForNewIcon` ซึ่งจะคืนค่า Index ให้กับ Icon ที่กำลังจะสร้างขึ้นมา
 - เรียกใช้ฟังก์ชัน `getModelIndex` ซึ่งจะคืนค่า Index ของ Model ที่จะใช้แทน Shortcut ที่จะสร้างขึ้น
 - เรียกใช้ฟังก์ชัน `ModelList` ซึ่งจะคืนค่าเป็นชื่อของ Model ที่ผู้ใช้ได้เลือกไว้แล้วเพื่อใช้แทน Shortcut ที่จะสร้างขึ้น โดยจะส่งค่าของ Index ของ Model ที่ได้จากฟังก์ชัน `getModelIndex` และส่งตัวแปรที่จะรับค่าชื่อ Model ที่คืนกลับมาจากฟังก์ชัน
 - เรียกใช้ฟังก์ชัน `get_x_pos` ซึ่งจะคืนค่าเป็นพิกัดของไอคอนในแกน x โดยจะส่งค่าลำดับที่ในขณะนั้นของไอคอนบนหน้าจอไปด้วย
 - เรียกใช้ฟังก์ชัน `get_y_pos` ซึ่งจะคืนค่าเป็นพิกัดของไอคอนในแกน y โดยจะส่งค่าลำดับที่ในขณะนั้นของไอคอนบนหน้าจอไปด้วย

- เรียกใช้ฟังก์ชัน `get_z_pos` ซึ่งจะคืนค่าเป็นพิกัดของ ไอคอนในแกน z โดยจะส่งค่าลำดับที่ในขณะนั้นของ ไอคอนบนหน้าจอไปด้วย
 - สร้างไอคอนขึ้นมาใน Level โดยเรียกใช้ฟังก์ชัน `ent_create` และส่งค่าของชื่อของ Model ที่ได้รับกลับมาจากฟังก์ชัน `ModelList` และพิกัดที่จะสร้าง Shortcut ขึ้นมาทั้งแกน x, y และ z ที่ได้จากฟังก์ชัน `get_x_pos`, `get_y_pos` และ `get_z_pos` ตามลำดับไปพร้อมกับกำหนด Action `on_create_new` ให้เป็นส่วนที่จะจัดการกับ ไอคอนที่จะสร้างขึ้น
 - กำหนดค่า Index ให้กับไอคอนที่เพิ่งจะสร้างขึ้นซึ่งได้จากฟังก์ชัน `getIndexForNewIcon`
 - กำหนดค่า Index เพื่อใช้แทนชื่อของไอคอนที่ผู้ใช้ตั้งขึ้นให้กับไอคอนซึ่งได้จากฟังก์ชัน `getIndexForNewIcon`
 - กำหนดค่าให้ตัวแปรที่จะเป็นตัวบ่งชี้สถานะว่าผู้ใช้ได้คลิกเมนู Create Shortcut มีค่าเป็นไม่ได้คลิก
 - กำหนดค่าให้กับตัวแปรที่จะเป็นตัวชี้ว่ามีการคลิกเมาส์ขวาในบริเวณที่ถูกกำหนดไว้สำหรับการเรียก Pop-up menu มีสถานะเป็นไม่ได้คลิก
- Mainaction.wdl

สคริปต์นี้มีไว้เพื่อนำบางส่วนของโปรแกรมไปแทรกไว้ในสคริปต์หลักที่จะทำการสร้างกับ Level ต่อไป โดยเพิ่มโค้ดดังนี้ไว้ในฟังก์ชัน `main` ในส่วนของการตรวจสอบตลอดเวลาเพื่อตรวจจับการคลิกเมาส์ขวา

 - วนลูปตรวจสอบตลอดเวลาเพื่อตรวจสอบการคลิกเมาส์ขวาจากผู้ใช้
 - ถ้าผู้ใช้คลิกเมาส์ขวา
 - ถ้าคลิกเมาส์ขวาภายในบริเวณที่กำหนดไว้สำหรับเรียก Pop-up menu เพื่อเรียกใช้ Wizard สำหรับสร้าง Shortcut
 - เรียกใช้ฟังก์ชัน `show_default_menu` เพื่อแสดง Pop-up menu ที่ประกอบด้วย 2 เมนูคือ Create Shortcut และ Exit
 - ถ้าคลิกเมาส์ขวานอกบริเวณที่กำหนดไว้สำหรับเรียก Pop-up menu เพื่อเรียกใช้ Wizard สำหรับสร้าง Shortcut

- เรียกใช้ฟังก์ชัน `show_exit_menu` เพื่อแสดง แสดง Pop-up menu ที่ประกอบด้วยเมนู Exit

- DLL

- IconManager.dll

ฟังก์ชันที่ใช้สำหรับจัดการเกี่ยวกับการสร้าง Shortcut ในรณานาที่ 3 นี้ประกอบด้วย

- ฟังก์ชัน ShowWizard มีการทำงานดังนี้
 - สร้าง Wizard Form ขึ้นในหน่วยความจำ
 - กำหนดให้ค่าของตัวแปรที่เก็บค่าสถานะการสร้าง shortcut มีค่าเป็นยังสร้างไม่สมบูรณ์
 - กำหนดให้ Wizard Form แสดงผลขึ้นมาให้ผู้ใช้ได้เริ่มใช้งาน
- ฟังก์ชัน getCreateStatus มีการทำงานดังนี้
 - คืนค่าตัวแปรที่เก็บค่าสถานะการสร้าง shortcut กลับออกมาจากฟังก์ชัน
- ฟังก์ชัน getIndexForNewIcon มีการทำงานคือ จะนำ Index ล่าสุดที่ได้ถูกใช้ไปแล้วจากข้อมูลใน Registry มาเพิ่มขึ้นอีก 1 เพื่อนำมาใช้แทน Index ของ Shortcut ที่ถูกเรียกเข้ามาในฟังก์ชัน
- ฟังก์ชัน getModelIndex มีการทำงานดังนี้
 - คืนค่าตัวแปรที่เก็บค่า Index ของ Model ที่ผู้ใช้เลือกกลับออกมาจากฟังก์ชัน
- ฟังก์ชัน ModelList มีการทำงานดังนี้
 - รับค่า Index ของโมเดลและตัวแปรที่จะรับค่ากลับไปเข้ามาในฟังก์ชัน
 - เลือกกำหนดค่าชื่อโมเดลให้กับตัวแปรที่จะรับค่ากลับไป
- ฟังก์ชัน get_x_pos, get_y_pos และ get_z_pos มีหลักการทำงานแบบเดียวกัน ดังนี้
 - รับค่าลำดับที่ของไอคอนที่ถูกส่งมา
 - เลือกกำหนดค่าพิกัด x, y หรือ z พร้อมกับคืนค่ากลับไป
- ฟังก์ชัน gsShowMessage มีหลักการทำงานดังนี้
 - รับข้อความที่ถูกส่งมาเพื่อต้องการให้แสดงผลเพื่อเป็นพารามิเตอร์ให้กับฟังก์ชัน ShowMessage ซึ่งใช้เพื่อแสดงข้อความใน Message Dialog ต่อไป

9. ลบ Shortcut ที่ผู้ใช้สร้างขึ้น

ผู้ใช้จะสามารถลบ Shortcut ที่สร้างขึ้นเองซึ่งปรากฏในระนาบ Short Cuts ได้

9.1 Requirements

ผู้ใช้สามารถคลิกเมาส์เลือกไอคอนที่เป็น Shortcut ไปยังโปรแกรมหรือไฟล์ต่างๆ ซึ่งจะสังเกตเห็นได้ว่าหลังจากคลิกเลือกแล้ว ไอคอนนั้นจะมีความสว่างขึ้นมาจากเดิมจนสังเกตเห็นได้ แล้วทำการกดปุ่ม Delete เพื่อลบไอคอนดังกล่าวออกจาก Level โดยก่อนทำการลบแต่ละครั้งต้องมีการขอคำยืนยันจากผู้ใช้ก่อนทำการลบ และภายหลังจากการลบไอคอนออกจาก Level แล้ว จะทำการลบข้อมูลเกี่ยวกับไอคอนดังกล่าวออกจาก Registry ด้วย

9.2 Analyze

- WDL
 - Actualaction.wdl
- DLL
 - IconManager.dll

9.3 การปฏิบัติ

- WDL
 - Actualaction.wdl
 - ส่วนของการตรวจจับและจัดการลบ Shortcut ในระนาบที่ 3 ซึ่งเป็นระนาบสำหรับ Shortcut ที่ผู้ใช้สร้างขึ้นเอง มีส่วนที่เกี่ยวข้องคือฟังก์ชัน check_for_delete ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้
 - ถ้าค่าของตัวแปรที่ใช้ตรวจสอบการคลิกเลือกที่ไอคอนที่ต้องการจะลบแล้วกดที่ปุ่ม Delete มีค่าไม่เท่ากับ Default ซึ่งบ่งชี้ถึงสถานะของการไม่เลือกไอคอนใดๆ
 - เรียกใช้ฟังก์ชัน DelIconByIndex โดยส่งค่าเข้าไปคือค่า Index ของไอคอนที่ผู้ใช้คลิกเพื่อทำการลบ จากนั้นแสดง Dialog Box เพื่อรอรับยืนยันการลบจากผู้ใช้
 - ถ้าผู้ใช้อนุญาตการลบ Shortcut ที่เลือก

- เรียกใช้ฟังก์ชัน `ent_remove` โดยส่งค่า `Index` ของไอคอนที่จะลบออกจาก `Level` เพื่อทำการลบไอคอนดังกล่าวออกจาก `Level`
- ถ้าผู้ใช้ยกเลิกการลบ Shortcut ที่เลือก
 - กำหนดให้ค่าความสว่างของไอคอนที่ผู้ใช้คลิกเลือกเพื่อทำการลบมีค่าเป็นค่าความสว่างตามปกติ

- DLL

- `IconManager.dll`

ฟังก์ชันที่ใช้สำหรับจัดการเกี่ยวกับการลบ ไอคอนในระนาบที่ 3 นี้ประกอบไปด้วย

- ฟังก์ชัน `DelIconByIndex` มีการทำงานจะทำการลบข้อมูลเกี่ยวกับ Shortcut ที่ผู้ใช้ต้องการออกจาก `Registry` เพื่อป้องกันการสร้าง Shortcut ให้โดยอัตโนมัติใน `Level` ที่ 2 รวมทั้งเพื่อเป็นการจัดระเบียบข้อมูลเกี่ยวกับ Shortcut ใน `Registry` ให้เรียบร้อยด้วย

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างสถานการณ์จำลอง
สำหรับการทดสอบและประเมินส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ

ตัวอย่างงานที่ผู้ใช้ต้องทำเพื่อประเมินทั้งตัวจัดการหน้าต่างแบบสามมิติ

และส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ

ขณะนี้ท่านกำลังทำการใช้โปรแกรม 3 มิติ Pak Pao ซึ่งเป็นส่วนติดต่อกับผู้ใช้ของระบบปฏิบัติการ กรุณาทำตามเหตุการณ์สมมติว่าท่านกำลังใช้เริ่มใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในตอนเช้าเพื่อใช้โปรแกรมต่างๆ ดังนี้ กรุณาจับเวลาขณะเริ่มการใช้โปรแกรมเรียงตามรูปแบบของ GUI ที่ทำเวลาเริ่มต้น (HH:MM:ss)

1. ผู้ใช้จะทำการคลิกที่ icon “My Computer” จากนั้นคลิกที่ปุ่ม Minimize
 2. จากนั้นผู้ใช้ทำการเปิดโปรแกรม “Microsoft Outlook Express” เพื่อ Check E-Mail ประจำวัน จากนั้นคลิกที่ปุ่ม Minimize
 3. ต่อไปผู้ใช้ทำการคลิกที่ icon “Microsoft Excel” เพื่อตรวจเช็คตารางการทำงานประจำวัน
 4. เมื่อผู้ใช้ตรวจเช็คตารางทำงานเรียบร้อยแล้ว ทำให้ผู้ใช้ต้องเปิดโปรแกรม “Microsoft Word” โดยคลิกที่ Icon ของโปรแกรมดังกล่าวเพื่อพิมพ์รายงานส่งหัวหน้า
 5. สมมติว่าผู้ใช้พิมพ์รายงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงปิดโปรแกรม “Microsoft Word” โดยคลิกที่ปุ่ม Close (ทดสอบปุ่ม Close)
 6. สมมติอีกว่าผู้ใช้ Save รายงานผิดชื่อ จึงทำให้ต้องเลือกโปรแกรม “Recycle Bin” ขึ้นมาเพื่อทิ้งเอกสารนั้น
 7. แต่เนื่องจากโปรแกรมที่เปิดอยู่ในปัจจุบันมีจำนวนมาก ผู้ใช้จึงต้องลาก Recycle Bin Windows ไปยังมุมซ้ายบนติดจอภาพ
 8. และเนื่องจากมี icons เป็นจำนวนมาก อยู่ในบริเวณดังกล่าว ผู้ใช้จึงลาก Recycle Bin Windows ไปยังมุมขวาล่าง (สังเกตการ Drag Windows)
 9. จากนั้นคลิกที่ปุ่ม Close ของ โปรแกรม “Recycle Bin”
 10. ขึ้นต่อมาผู้ใช้คลิก icon “Macromedia Dreamweaver” เพื่อเปิดโปรแกรม
 11. แต่จากการที่ Windows ของโปรแกรม มีขนาดเล็ก ผู้ใช้จึงคลิกที่ปุ่ม Maximize เพื่อขยายขนาด Windows
 12. ผู้ใช้กลับมากลิกที่โปรแกรม “Microsoft Outlook Express” อีกครั้งที่ผู้ใช้ Minimize เอาไว้ (สังเกตขนาดของ Windows เพื่อทดสอบความต่อเนื่องของการทำงานของปุ่ม Minimize และ Maximize)
- ผู้ใช้ต้องการปิดโปรแกรม “My Computer” โดยคลิกขวาที่แถบของโปรแกรมบริเวณ Taskbar เลือก Close (กรุณาจดบันทึกเวลา)

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างแบบสอบถามความคิดเห็น
เพื่อประเมินต้นแบบตัวจัดการหน้าตาแบบสามมิติ
และส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติของระบบปฏิบัติการ

แบบสอบถามเพื่อประเมินต้นแบบตัวจัดการหน้าต่างแบบสามมิติ
(แบบสอบถามอิเล็กทรอนิกส์ผ่านทางเว็บไซต์)

วัตถุประสงค์
สำรวจความคิดเห็นของผู้ใช้ที่มีต่อส่วนติดต่อกับผู้ใช้ 3 มิติของระบบปฏิบัติการเพื่อประเมินประสิทธิภาพของ Prototype
กรุณาดาวน์โหลดไฟล์สำหรับการทดสอบ Pak Pao Files I
ตอนที่ 1 ข้อมูลผู้ส่วนตัว
1. ชื่อ - นามสกุล
ตอนที่ 2 แบบสอบถามความคิดเห็นด้านประสิทธิภาพทั่วไป
กรุณาเลือกระดับความคิดเห็นของท่านที่มีต่อหัวข้อต่อไปนี้ โดย 5 คือระดับเห็นด้วยมากและ 1 คือมีระดับไม่เห็นด้วย
1) ไม่เห็นด้วยอย่างมาก 2) ไม่เห็นด้วย 3) เฉยๆ 4) เห็นด้วย 5) เห็นด้วยอย่างมาก
4. ท่านจะทำงานในขณะที่หน้าต่างยังเป็น 3 มิติอยู่แม้หน้าต่างจะเอียงเข้าหาท่าน
5. การ Drag หน้าต่างทำได้โดยมีประสิทธิภาพ
6. การหมุนหน้าต่างทำได้โดยมีประสิทธิภาพ
7. ท่านจะใช้การแสดงผลหน้าต่างแบบ 3 มิติหรือไม่
1) ไม่ 2) นานๆ ครั้ง 3) ใช้บ้างไม่ใช้บ้าง 4) บ่อยมาก 5) ใช้ตลอดเวลา
ตอนที่ 3 อื่นๆ
1. ข้อดีของการแสดงผลหน้าต่างเป็น 3 มิติ เช่น ไม่มีข้อดี, ป้องกันการบังของหน้าต่าง แสดงหน้าต่างได้มากขึ้น มีความบันเทิงเพิ่มขึ้น เพิ่มความสวยงาม กรุณาตอบเท่าที่จะมากได้
2. ข้อเสียของการแสดงผลหน้าต่างเป็น 3 มิติ เช่น ไม่มีข้อเสีย, ใช้งานยาก, เสียเวลา, เพิ่มความเครียด, สับสน, มองหน้าต่างและเนื้อหาได้ไม่ชัดเจน
3. ข้อบกพร่อง ข้อควรปรับปรุง ข้อเสนอแนะถ้าจะทำให้การแสดงผลหน้าต่างแบบ 3 มิติมีประโยชน์

**แบบสอบถามเพื่อประเมินต้นแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ
และตัวจัดการหน้าต่างแบบสามมิติของระบบปฏิบัติการ
(แบบสอบถามอิเล็กทรอนิกส์ผ่านทางเว็บไซต์)**

วัตถุประสงค์
เพื่อสำรวจความคิดเห็นของผู้ใช้ที่มีต่อส่วนติดต่อกับผู้ใช้ 3 มิติของระบบปฏิบัติการเพื่อประเมินประสิทธิภาพของต้นแบบ
กรุณาดาวน์โหลดไฟล์สำหรับการทดสอบ <ul style="list-style-type: none"> ● Pak Pao Files I
ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัว
1. ชื่อ - นามสกุล
2. เพศ <input type="radio"/> ชาย <input type="radio"/> หญิง
3. อายุ _____ ปี
4. ใช้คอมพิวเตอร์มาแล้ว _____ ปี
5. ใช้คอมพิวเตอร์ _____ ชั่วโมง/วัน
6. เล่นเกมคอมพิวเตอร์หรือไม่ <input type="radio"/> ไม่เคยเล่น <input type="radio"/> นานๆ ครั้ง (ต่ำกว่าเดือนละ 1 ครั้ง) <input type="radio"/> เล่นบ้าง ไม่เล่นบ้าง (เดือนละ 1 ครั้งเป็นอย่างต่ำ) <input type="radio"/> เล่นเป็นประจำ (สัปดาห์ละ 1 ครั้งเป็นอย่างต่ำ) <input type="radio"/> เล่นทุกวัน
7. เล่นเกมคอมพิวเตอร์ 3 มิติหรือไม่ <input type="radio"/> ไม่เคยเล่น <input type="radio"/> นานๆ ครั้ง (ต่ำกว่าเดือนละ 1 ครั้ง)

<input type="radio"/> เล่นบ้างไม่เล่นบ้าง (เดือนละ 1 ครั้งเป็นอย่างต่ำ) <input type="radio"/> เล่นเป็นประจำ (สัปดาห์ละ 1 ครั้งเป็นอย่างต่ำ) <input type="radio"/> เล่นทุกวัน
ตอนที่ 2 แบบสอบถามความคิดเห็นด้านประสิทธิภาพทั่วไป
กรุณาเลือกระดับความคิดเห็นของท่านที่มีต่อหัวข้อต่อไปนี้ โดย 5 คือระดับเห็นด้วยมากและ 1 คือมีระดับไม่เห็นด้วย
1) ไม่เห็นด้วยอย่างมาก 2) ไม่เห็นด้วย 3) เฉยๆ 4) เห็นด้วย 5) เห็นด้วยอย่างมาก
1. การ Click เลือกไอคอน สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อเทียบกับ Windows XP
<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> 1 2 3 4 5
2. การ Drag Icon สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> 1 2 3 4 5
3. การใช้ปุ่มลูกศรในการบังคับมุมมองและเคลื่อนที่มีลักษณะการตอบสนองตามที่คาดหวังและเป็นธรรมชาติ
<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> 1 2 3 4 5
4. โดยรวมแล้ว Pak Pao สามารถใช้งานได้เป็นธรรมชาติเช่นเดียวกับการใช้ Windows XP
<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> 1 2 3 4 5
ตอนที่ 3 แบบสอบถามด้านความพึงพอใจในการใช้งาน
กรุณาเลือกระดับความคิดเห็นของท่านที่มีต่อหัวข้อต่อไปนี้ โดย 5 คือระดับเห็นด้วยมากและ 1 คือมีระดับไม่เห็นด้วย แยกเป็นฉากของ PakPao
Windows XP
1) ไม่เห็นด้วยอย่างมาก 2) ไม่เห็นด้วย 3) เฉยๆ 4) เห็นด้วย 5) เห็นด้วยอย่างมาก
1. ขณะใช้ มีความสนุกสนานกับ Program และมีความบันเทิง
<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> 1 2 3 4 5

2. Windows Interface มีความสวยงามน่าใช้				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5
3. Windows XP ลดความเครียดในการใช้งานคอมพิวเตอร์				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5
4. Windows XP มีการใช้งานที่ง่าย				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5
5. Windows XP ทำให้การทำงานต่างๆ ของคอมพิวเตอร์เป็นไปด้วยความรวดเร็ว				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5
6. การ Drag-icon สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นธรรมชาติ				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5
7. การนำวัตถุไปวางยังตำแหน่งต่างๆ บน Desktop ทำให้จำไอคอนได้ง่ายขึ้น				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5
ฉากที่ 1 Room1				
1) ไม่เห็นด้วยอย่างมาก 2) ไม่เห็นด้วย 3) เฉยๆ 4) เห็นด้วย 5) เห็นด้วยอย่างมาก				
1. ขณะใช้ มีความสนุกสนานกับ Program และมีความบันเทิง				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5
2. ฉากมีความสวยงามน่าใช้				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5
3. Pak Pao ลดความเครียดในการใช้งานคอมพิวเตอร์				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

1	2	3	4	5
4. Pak Pao มีการใช้งานที่ง่าย				
๑	๒	๓	๔	๕
1	2	3	4	5
5. Pak Pao ฉากนี้ทำให้การทำงานต่างๆ ของคอมพิวเตอร์เป็นไปด้วยความรวดเร็ว				
๑	๒	๓	๔	๕
1	2	3	4	5
6. การ Drag-icon สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นธรรมชาติ				
๑	๒	๓	๔	๕
1	2	3	4	5
7. การนำวัตถุไปวางยังตำแหน่งต่างใน 3 มิติของฉาก ทำให้จำไอคอนได้ง่ายขึ้น				
๑	๒	๓	๔	๕
1	2	3	4	5
ฉากที่ 2 Room2				
1) ไม่เห็นด้วยอย่างมาก 2) ไม่เห็นด้วย 3) เฉยๆ 4) เห็นด้วย 5) เห็นด้วยอย่างมาก				
1. ขณะใช้ มีความสนุกสนานกับ Program และมีความบันเทิง				
๑	๒	๓	๔	๕
1	2	3	4	5
2. ฉากมีความสวยงามน่าใช้				
๑	๒	๓	๔	๕
1	2	3	4	5
3. Pak Pao ลดความเครียดในการใช้งานคอมพิวเตอร์				
๑	๒	๓	๔	๕
1	2	3	4	5
4. Pak Pao มีการใช้งานที่ง่าย				
๑	๒	๓	๔	๕
1	2	3	4	5
5. Pak Pao ฉากนี้เพิ่มความเร็วในการทำงานต่างๆ บนเครื่องคอมพิวเตอร์				
๑	๒	๓	๔	๕

1	2	3	4	5
6. การ Drag-icon สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นธรรมชาติ				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5
7. การนำวัตถุไปวางยังตำแหน่งต่างใน 3 มิติของฉาก ทำให้จำไอคอนได้ง่ายขึ้น				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5
ฉากที่ 3 Abstract/Space				
1) ไม่เห็นด้วยอย่างมาก 2) ไม่เห็นด้วย 3) เฉยๆ 4) เห็นด้วย 5) เห็นด้วยอย่างมาก				
1. ขณะใช้ มีความสนุกสนานกับ Program และมีความบันเทิง				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5
2. ฉากมีความสวยงามน่าใช้				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5
3. Pak Pao สดความเครียดในการใช้งานคอมพิวเตอร์				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5
4. Pak Pao มีการใช้งานที่ง่าย				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5
5. Pak Pao ฉากนี้ทำให้การทำงานต่างๆ ของคอมพิวเตอร์เป็นไปด้วยความรวดเร็ว				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5
6. การ Drag-icon สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นธรรมชาติ				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5
7. การนำวัตถุไปวางยังตำแหน่งต่างใน 3 มิติของฉาก ทำให้จำไอคอนได้ง่ายขึ้น				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

1	2	3	4	5
ฉากที่ 4 Home				
1) ไม่เห็นด้วยอย่างมาก 2) ไม่เห็นด้วย 3) เฉยๆ 4) เห็นด้วย 5) เห็นด้วยอย่างมาก				
1. ขณะใช้ มีความสนุกสนานกับ Program และมีความบันเทิง				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5
2. ฉากมีความสวยงามน่าใช้				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5
3. Pak Pao ลดความเครียดในก ะใช้งานคอมพิวเตอร์				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5
4. Pak Pao มีการใช้งานที่ง่าย				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5
5. Pak Pao ฉากนี้เพิ่มความเร็วในการทำงานต่างๆ บนเครื่องคอมพิวเตอร์				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5
6. การ Drag-icon สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นธรรมชาติ				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5
7. การนำวัตถุไปวางยังตำแหน่งต่างใน 3 มิติของฉาก ทำให้จำไอคอนได้ง่ายขึ้น				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5
ฉากที่ 5 Beach				
1) ไม่เห็นด้วยอย่างมาก 2) ไม่เห็นด้วย 3) เฉยๆ 4) เห็นด้วย 5) เห็นด้วยอย่างมาก				
1. ขณะใช้ มีความสนุกสนานกับ Program และมีความบันเทิง				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5

2. จากมีความสวยงามน่าใช้				
๑	๒	๓	๔	๕
1	2	3	4	5
3. Pak Pao ลดความเครียดในการใช้งานคอมพิวเตอร์				
๑	๒	๓	๔	๕
1	2	3	4	5
4. Pak Pao มีการใช้งานที่ง่าย				
๑	๒	๓	๔	๕
1	2	3	4	5
5. Pak Pao จากนี้เพิ่มความเร็วในการทำงานต่างๆ บนเครื่องคอมพิวเตอร์				
๑	๒	๓	๔	๕
1	2	3	4	5
6. การ Drag-icon สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นธรรมชาติ				
๑	๒	๓	๔	๕
1	2	3	4	5
7. การนำวัตถุไปวางยังตำแหน่งต่างใน 3 มิติของฉาก ทำให้จำไอคอนได้ง่ายขึ้น				
๑	๒	๓	๔	๕
1	2	3	4	5
ฉากที่ 6 Office				
1) ไม่เห็นด้วยอย่างมาก 2) ไม่เห็นด้วย 3) เฉยๆ 4) เห็นด้วย 5) เห็นด้วยอย่างมาก				
1. ขณะใช้ มีความสนุกสนานกับ Program และมีความบันเทิง				
๑	๒	๓	๔	๕
1	2	3	4	5
2. จากมีความสวยงามน่าใช้				
๑	๒	๓	๔	๕
1	2	3	4	5

3. Pak Pao ลดความเครียดในการใช้งานคอมพิวเตอร์
<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> 1 2 3 4 5
4. Pak Pao มีการใช้งานที่ง่าย
<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> 1 2 3 4 5
5. Pak Pao ฉากนี้เพิ่มความเร็วในการทำงานต่างๆ บนเครื่องคอมพิวเตอร์
<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> 1 2 3 4 5
6. การ Drag-icon สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นธรรมชาติ
<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> 1 2 3 4 5
7. การนำวัตถุไปวางยังตำแหน่งต่างใน 3 มิติของฉาก ทำให้จำไอคอนได้ง่ายขึ้น
<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> 1 2 3 4 5
9. ให้เรียงลำดับโดยกรอกตัวเลข 1 ถึง 5 ว่ารูปแบบใดของ Pak Pao ที่ชอบมากที่สุดเป็นอันดับ 1 2 3 จนถึง 5
Room Office Home Beach Space
10. ท่านใช้เหตุผลใดในการเรียงลำดับดังกล่าว*
11. ท่านคิดว่า Pak Pao มีประโยชน์ในแง่ใดอีกบ้าง** เช่น ดึงดูดการใช้งานคอมพิวเตอร์, เพิ่มทักษะการขับรถ, เพิ่มทักษะการเล่นเกม ฯลฯ
12. ท่านคิดว่า Pak Pao ทำให้เกิดผลเสียอื่นๆ ในการใช้คอมพิวเตอร์อย่างไร** เช่น ทำให้ผู้คนไม่ยอมใช้คอมพิวเตอร์, เสียเวลาทำงาน ฯลฯ
13. ท่านจะใช้โปรแกรม Pak Pao หรือไม่อย่างไร (ให้สมมติว่าโปรแกรมไม่มี Bug พร้อมทั้งกรอกเหตุผลด้านล่าง)
1) ไม่ใช้เลย 2) นานๆ ครั้ง 3) ใช้เรื่อยๆ ไม่บ่อย ไม่น้อย 4) ใช้บ่อยๆ 5) ใช้ตลอดเวลา
14. การใช้งานส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติเป็นวิธีหนึ่งในการเพิ่มพื้นที่จัดเก็บไอคอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ
1) ไม่เห็นด้วยอย่างมาก 2) ไม่เห็นด้วย 3) เฉยๆ 4) เห็นด้วย 5) เห็นด้วยอย่างมาก

ตอนที่ 4 ระยะเวลาที่บันทึกไว้					
กรุณากรอกเวลาที่จัดบันทึกไว้ในรูปแบบ HH:MM:ss					
	Room	Office	Home	Beach	Space
เริ่มต้น	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
สิ้นสุด	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
ตอนที่ 5 อื่นๆ					
1. ข้อผิดพลาดหรือ Bug ที่พบในโปรแกรม					
2. สิ่งที่สามารถปรับปรุงหรือข้อเสนอแนะเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพโปรแกรม					
3. ข้อคิดเห็นอื่นๆ					

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม
ของผู้ร่วมทดสอบและประเมินตัวจัดการหน้าตาแบบสามมิติ
และส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติของระบบปฏิบัติการ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามของผู้ร่วมทดสอบ
และประเมินต้นแบบตัวจัดการหน้าต่างแบบสามมิติ

การจัดการกับหน้าต่างแบบสามมิติ

ส่วน ติดต่อกับ ผู้ใช้	ระดับความคิดเห็น						Mean	SD
	ไม่เห็น ด้วยอย่าง ยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	เฉยๆ	เห็นด้วย	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	รวม		
Click	- (0.00)	2 (16.67)	5 (41.67)	3 (25.00)	2 (16.67)	12 (100.00)	2.42	1.00
Drag	- (0.00)	1 (8.33)	5 (41.67)	3 (25.00)	3 (25.00)	- (0.00)	3.67	.98
Rotate	- (0.00)	- (0.00)	4 (33.33)	5 (41.67)	3 (25.00)	- (0.00)	3.92	.79

ความถี่ในการใช้โปรแกรม

ส่วน ติดต่อกับ ผู้ใช้	ระดับความคิดเห็น						Mean	SD
	1	2	7	1	1	-		
Use	1 (8.33)	2 (16.67)	7 (58.33)	1 (8.33)	1 (8.33)	- (0.00)	2.92	1.00

ข้อดีของการใช้งานหน้าต่างแบบสามมิติ

1. ข้อดีคือเห็นได้รอบด้าน มีปฏิสัมพันธ์กับตัววัตถุทำให้ผู้ใช้เพลิดเพลินในระดับหนึ่ง
2. ป้องกันการบังของหน้าต่าง แสดงหน้าต่างได้มากขึ้น มีความบันเทิงเพิ่มขึ้น เพิ่มความสวยงาม
3. ทำให้มีความหลากหลายในการใช้มากขึ้น ทำให้มีความสุขหากเป็นเด็ก
4. ทำให้รู้สึกเจริญตา อยากใช้งาน ไม่จำเจ แปลกใหม่ สีสันสวยงาม เหมาะกับผู้สนใจในเทคโนโลยีสามมิติ
5. แปลกใหม่ดี
6. เพิ่มความสวยงาม ดึงดูดผู้ใช้ที่เป็นเด็กได้ดี เพิ่มลูกเล่นในการใช้งาน มีการทำให้ส่วนที่เราเลือกนั้นมีแสงสว่างเพิ่มขึ้นจากส่วนอื่นๆ ทำให้มองเห็นเด่นชัดมากยิ่งขึ้น
7. ไม่มีข้อดี
8. แสดงหน้าต่างได้มาก ง่ายและเห็นว่ามียะไรบ้างถ้าหันประมาณ 30 องศา ใช้ในการหาบางที่หาได้ยาก และในการลงโปรแกรมจะช่วยให้ดูอะไรได้มากขึ้น
9. แสดงหน้าต่างได้มากขึ้น มีความบันเทิงเพิ่มขึ้น เพิ่มความสวยงาม
10. สนุกสนาน เพลิดเพลิน คลายความเครียดได้ในบางโอกาส
11. สวยดีค่ะ น่าอึ้งจริงๆ
12. สวยงามดี

ข้อเสียของการใช้หน้าต่างแบบสามมิติ

1. การเข้าถึงไอคอนทำได้ช้ามากๆ
2. ทำให้ปวดหัว ยุ่งยากในการใช้งาน ไม่เหมาะสำหรับผู้ที่มีอายุ
3. เคลื่อนที่ได้ช้า เสียเวลา มีน
4. เปิดมาแล้วหน้าจอใหญ่เลยทำให้งง ควรทำให้พอดีกับหน้าต่าง หรือให้ถอยหลังมาอัตโนมัติ บางครั้งเวลาคลิกก็หายไป แล้วก็ออกมาใหม่
5. ใช้งานยากเนื่องจากไม่สามารถใช้เมาส์แคร์กได้ ไม่เหมาะกับผู้มีปัญหาสายตา เนื่องจากมองนานๆแล้วจะทำให้เครียดและตาลาย
6. ใช้งานยากในช่วงแรก แต่พอชินแล้วก็ใช้งานเอง อาจจะไม่เหมาะกับผู้ใช้รีบเร่ง อีกข้อ คือ การเคลื่อนไหวช้ามาก น่าจะเร็วกว่านี้
7. เสียเวลา สับสน มองหน้าต่างและเนื้อหาได้ไม่ชัดเจน
8. เสียเวลาในการเข้าถึงไอคอน โปรแกรมต่าง ถ้ามีการกระจายกระจายกันมาก ทำให้ผู้ใช้รู้สึกหงุดหงิด
9. หมุน มากเกิดอาการคลื่น
10. สับสน ไม่เคยชินกับแบบของหน้าจอ
11. สับสน ไม่รู้ว่าหน้าจอจะแสดงขึ้นมาตอนไหนและบางครั้งก็ต้องไปหาหน้าจอโดยเลื่อนลูกศรออกไปหาไม่ปรากฏขึ้นมาให้เห็นเหมือนตอนแรก

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

1. การนำโปรแกรมนี้ไปใช้ควรเลือกเฉพาะบางกลุ่มเป้าหมายไม่ควรมีการนำมาใช้กับทุกๆวัย หรือใช้เป็นตัวหลัก เพราะดูแล้วอาจไม่เหมาะแก่คนบางกลุ่ม
2. ควรทำให้มีความเร็วที่มากกว่านี้ ภาพส่วนใหญ่เนียนตาอยู่แล้ว แต่ควรจะมีคำบรรยาย คำแนะนำในการใช้ด้วย ถ้าปรับเรื่องความเร็วจะดีมาก
3. ควรมีแผนผังโปรแกรมหรือ usermanual
4. น่าจะเร็วกว่านี้
5. เพิ่มความเร็วในการตอบสนอง ของการเคลื่อนที่จากผู้ใช้เข้าหาวัตถุ มีเอฟเฟกต์เช่นแสงกับเสียงเพิ่มขึ้น
6. เมื่อเอาเมาส์ไปวางที่เครื่องมืงควรมีตัวหนังสือแสดงด้วยว่าเป็นเครื่องมืออะไร และขณะที่เลื่อนลูกศรควรมีความเร็วมากกว่านี้
7. เวลาคลิกแล้วไอคอนเลื่อน ไปอยู่ที่ตำแหน่งอื่น และหน้าไอคอน Dreamweaver ไม่พบ
8. เวลาเปิดก็เปิดโปรแกรมได้โดยเร็ว และใช้งานบนนี้ได้เลย
9. ไอคอนบางครั้งยังคุ้ดๆ ไม่กลืนกับพื้นหลัง ทำให้ดูแปลกๆ
10. มาตรฐานของภาพ ความสามารถในการนำไปใช้งาน ได้จริง
11. ภาพยังแตก ดูไม่งาม
12. หน้าจอ 3 มิติ ใหญ่เกินไป

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามของผู้ร่วมทดสอบและประเมินต้นแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้
แบบสามมิติและตัวจัดการหน้าต่างแบบสามมิติของระบบปฏิบัติการ

เพศ

เพศ	จำนวน (ราย)	ร้อยละ
ชาย	7	29.17
หญิง	17	70.83
รวม	24	100

อื่นๆ

รายการ	Mean	SD
อายุ (ปี)	20.88	.68
ประสบการณ์ใช้คอมพิวเตอร์ (ปี)	8.63	3.10
การใช้งานคอมพิวเตอร์ในแต่ละวัน (ชั่วโมง)	6.40	2.75

ประสบการณ์ในการเล่นเกม

รายการ	ระดับความคิดเห็น						Mean	SD
	ไม่เห็น ตัวอย่าง ยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	เฉยๆ	เห็นด้วย	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	รวม		
Game ทั่วไป	0 (0.00)	4 (16.67)	10 (41.67)	6 (25.00)	4 (16.67)	24 (100.00)	3.42	0.97
3D Game	2 (8.33)	10 (41.67)	6 (25.00)	4 (16.67)	2 (8.33)	24 (100.00)	2.75	1.11

ความสามารถของส่วนติดต่อกับผู้ใช้ในการรองรับการโต้ตอบ และข้อคิดเห็นอื่นๆ เกี่ยวกับส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติดังนี้

ส่วนติดต่อกับ ผู้ใช้	ระดับความคิดเห็น						Mean	SD
	ไม่เห็น ด้วยอย่าง ยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	เฉยๆ	เห็นด้วย	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	รวม		
Click Icon ได้ เป็นธรรมชาติ	1 (4.17)	7 (29.17)	8 (33.33)	7 (29.17)	1 (4.17)	24 (100.00)	3.00	.98
Drag Icon ได้เป็นธรรมชาติ	0 (0.00)	4 (16.67)	7 (29.17)	10 (41.67)	3 (12.50)	24 (100.00)	3.50	.93
ปรับมุมมอง ได้ง่าย	2 (8.33)	3 (12.50)	8 (33.33)	8 (33.33)	3 (12.50)	24 (100.00)	3.29	1.12
ความง่ายเมื่อ เทียบกับ Windows	2 (8.33)	4 (16.67)	8 (33.33)	9 (37.50)	1 (4.17)	24 (100.00)	3.13	1.03
ความดีในการใช้	0 (0.00)	7 (29.17)	9 (37.50)	8 (33.33)	0 (0.00)	24 (100.00)	3.04	.81
มีพื้นที่เพิ่มขึ้น เพื่อเก็บไอคอน อย่างมี ประสิทธิภาพ	0 (0.00)	2 (8.33)	5 (20.83)	10 (41.67)	7 (29.17)	24 (100.00)	3.92	.93

เวลาที่ผู้ใช้ๆ ในการทำงานสมมติให้เสร็จของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แต่ละแบบ

ส่วน ติดต่อกับ ผู้ใช้	ระดับความคิดเห็น						Mean	SD
	ไม่เห็น ด้วยอย่าง ยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	เฉยๆ	เห็นด้วย	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	รวม		
Windows XP	1 (4.17)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	24 (4.17)	2.92	.86
Room	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	24 (0.00)	3.64	1.53
Office	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	24 (0.00)	3.60	1.38
Home	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	24 (0.00)	3.75	1.90
Beach	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	24 (0.00)	3.75	1.91
Space	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	24 (0.00)	3.70	1.47

ระดับความคิดเห็นเฉลี่ยของผู้ทดสอบต่อคำถาม “ขณะใช้ มีความสนุกสนานกับ Program และมีความบันเทิง” ของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แต่ละแบบ

ส่วน ติดต่อกับ ผู้ใช้	ระดับความคิดเห็น						Mean	SD
	ไม่เห็น ด้วยอย่าง ยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	เฉยๆ	เห็นด้วย	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	รวม		
Windows XP	0 (0.00)	3 (12.50)	13 (54.17)	8 (33.33)	0 (0.00)	24 (100.00)	3.21	.66
Room	1 (4.17)	3 (12.50)	12 (50.00)	7 (29.17)	1 (4.17)	24 (100.00)	3.17	.87
Office	1 (4.17)	1 (4.17)	10 (41.67)	9 (37.50)	3 (12.50)	24 (100.00)	3.50	.93
Home	0 (0.00)	4 (16.67)	6 (25.00)	11 (45.83)	3 (12.50)	24 (100.00)	3.54	.93
Beach	0 (0.00)	2 (8.33)	7 (29.17)	10 (41.67)	5 (20.83)	24 (100.00)	3.75	.90
Space	0 (0.00)	5 (20.83)	8 (33.33)	10 (41.67)	1 (4.17)	24 (100.00)	3.29	.86

ระดับความคิดเห็นเฉลี่ยของผู้ทดสอบต่อคำถาม “ส่วนติดต่อกับผู้ใช้มีความสวยงามน่าใช้” ของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แต่ละแบบ

ส่วน ติดต่อกับ ผู้ใช้	ระดับความคิดเห็น						Mean	SD
	ไม่เห็น ด้วยอย่าง ยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	เฉยๆ	เห็นด้วย	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	รวม		
Windows XP	0 (0.00)	1 (4.17)	18 (75.00)	5 (20.83)	0 (0.00)	24 (100.00)	3.17	.48
Room	0 (0.00)	4 (16.67)	12 (50.00)	6 (25.00)	2 (8.33)	24 (100.00)	3.25	.85
Office	0 (0.00)	1 (4.17)	6 (25.00)	11 (45.83)	6 (25.00)	24 (100.00)	3.92	.83
Home	0 (0.00)	1 (4.17)	4 (16.67)	13 (54.17)	6 (25.00)	24 (100.00)	4.00	.78
Beach	0 (0.00)	1 (4.17)	2 (8.33)	12 (50.00)	9 (37.50)	24 (100.00)	4.21	.78
Space	0 (0.00)	2 (8.33)	13 (54.17)	6 (25.00)	3 (12.50)	24 (100.00)	3.42	.83

ระดับความคิดเห็นเฉลี่ยของผู้ทดสอบต่อคำถาม “ขณะใช้ โปรแกรมลดความเครียดในการทำงานคอมพิวเตอร์” ของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แต่ละแบบ

ส่วน ติดต่อกับ ผู้ใช้	ระดับความคิดเห็น						Mean	SD
	ไม่เห็น ด้วยอย่าง ยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	เฉยๆ	เห็นด้วย	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	รวม		
Windows XP	1 (4.17)	4 (16.67)	6 (25.00)	11 (45.83)	2 (8.33)	24 (100.00)	3.38	1.01
Room	2 (8.33)	10 (41.67)	7 (29.17)	4 (16.67)	1 (4.17)	24 (100.00)	2.67	1.01
Office	1 (4.17)	8 (33.33)	7 (29.17)	8 (33.33)	0 (0.00)	24 (100.00)	2.92	.93
Home	2 (8.33)	6 (25.00)	8 (33.33)	5 (20.83)	3 (12.50)	24 (100.00)	3.04	1.16
Beach	0 (0.00)	6 (25.00)	8 (33.33)	7 (29.17)	3 (12.50)	24 (100.00)	3.29	1.00
Space	0 (0.00)	14 (58.33)	4 (16.67)	6 (25.00)	0 (0.00)	24 (100.00)	2.67	.87

ระดับความคิดเห็นเฉลี่ยของผู้ทดสอบต่อคำถาม “ส่วนติดต่อกับผู้ใช้มีการใช้งานที่ง่าย” ของส่วน
ติดต่อกับผู้ใช้แต่ละแบบ

ส่วน ติดต่อกับ ผู้ใช้	ระดับความคิดเห็น						Mean	SD
	ไม่เห็น ด้วยอย่าง ยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	เฉยๆ	เห็นด้วย	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	รวม		
Windows XP	0 (0.00)	0 (0.00)	7 (29.17)	6 (25.00)	11 (45.83)	24 (100.00)	4.17	.87
Room	0 (0.00)	7 (29.17)	9 (37.50)	7 (29.17)	1 (4.17)	24 (100.00)	3.08	.88
Office	0 (0.00)	6 (25.00)	14 (58.33)	4 (16.67)	0 (0.00)	24 (100.00)	2.92	.65
Home	0 (0.00)	6 (25.00)	10 (41.67)	7 (29.17)	1 (4.17)	24 (100.00)	3.13	.85
Beach	0 (0.00)	6 (25.00)	7 (29.17)	11 (45.83)	0 (0.00)	24 (100.00)	3.21	.83
Space	0 (0.00)	7 (29.17)	10 (41.67)	7 (29.17)	0 (0.00)	24 (100.00)	3.00	.78

ระดับความคิดเห็นเฉลี่ยของผู้ทดสอบต่อคำถาม “การ Drag ใจคอนสามารถทำได้อย่างเป็นธรรมชาติ”
ของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แต่ละแบบ

ส่วน ติดต่อกับ ผู้ใช้	ระดับความคิดเห็น						Mean	SD
	ไม่เห็น ด้วยอย่าง ยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	เฉยๆ	เห็นด้วย	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	รวม		
Windows XP	0 (0.00)	2 (8.33)	5 (20.83)	11 (45.83)	6 (25.00)	24 (100.00)	3.88	.90
Room	1 (4.17)	6 (25.00)	6 (25.00)	7 (29.17)	4 (16.67)	24 (100.00)	3.29	1.16
Office	0 (0.00)	8 (33.33)	11 (45.83)	2 (8.33)	3 (12.50)	24 (100.00)	3.00	.98
Home	1 (4.17)	7 (29.17)	6 (25.00)	7 (29.17)	3 (12.50)	24 (100.00)	3.17	1.13
Beach	0 (0.00)	7 (29.17)	9 (37.50)	5 (20.83)	3 (12.50)	24 (100.00)	3.17	1.01
Space	0 (0.00)	8 (33.33)	6 (25.00)	7 (29.17)	3 (12.50)	24 (100.00)	3.21	1.06

คะแนนรวมการจัดอันดับ และ

ลำดับที่ได้

ส่วน ติดต่อกับ ผู้ใช้	คะแนน รวมที่ได้ จากการ จัดอันดับ	อันดับ
Room	4.46	5
Office	3.35	4
Home	2.83	2
Beach	2.79	1
Space	3.08	3

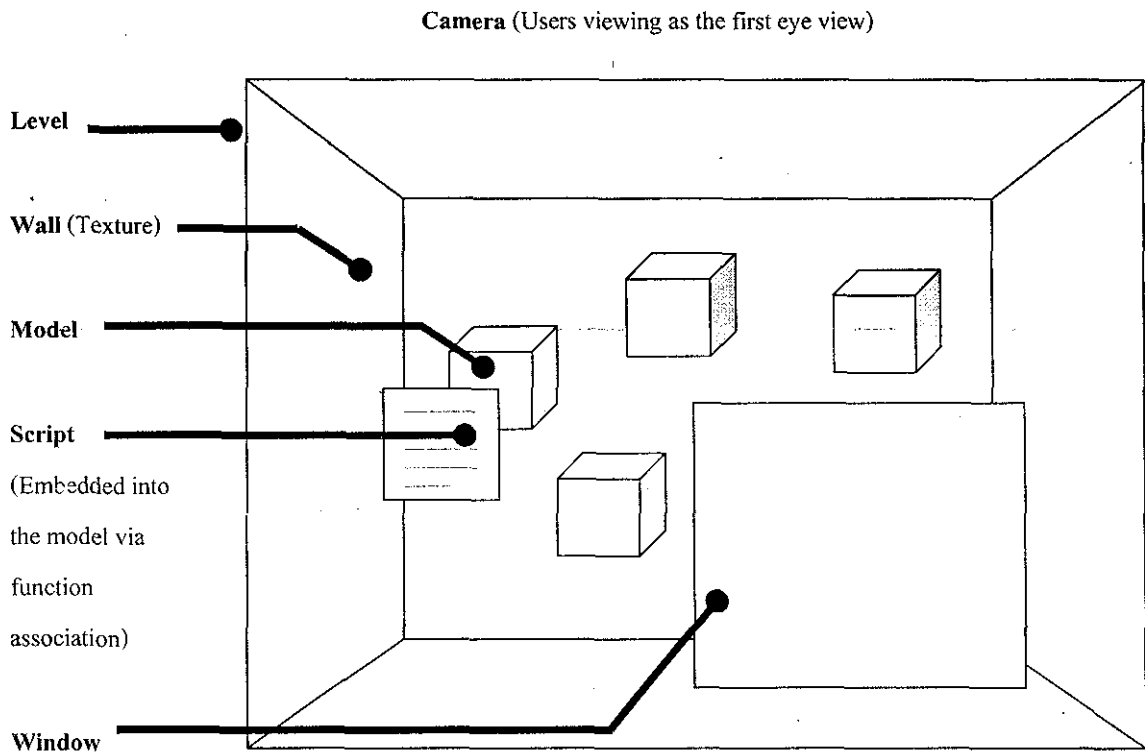
ภาคผนวก จ

คู่มือโปรแกรมเมอร์

คู่มือโปรแกรมเมอร์

ขั้นตอนการสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติด้วยโปรแกรม 3DGameStudio

ขั้นตอนการสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติจากข้อ 1 ที่ข้อ 10 นั้นเป็นการอธิบายแบบ Step-by-Step ซึ่งสามารถทำตามได้โดยติดตั้งโปรแกรม 3D GameStudio เสียก่อน จากนั้นส่วนใดที่มีความจำเป็นต้องเขียนโค้ดของโปรแกรมนั้น ได้มีตัวอย่าง โค้ดมาพร้อมกับแผ่นซีดีด้วย ซึ่งการเขียนโค้ดนั้นต้องอาศัยการศึกษาจากคู่มือ Tutorials ที่มีมาพร้อมกับโปรแกรม ซึ่งสามารถสรุปขั้นตอนที่มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบในส่วนติดต่อกับผู้ใช้ได้ดังนี้



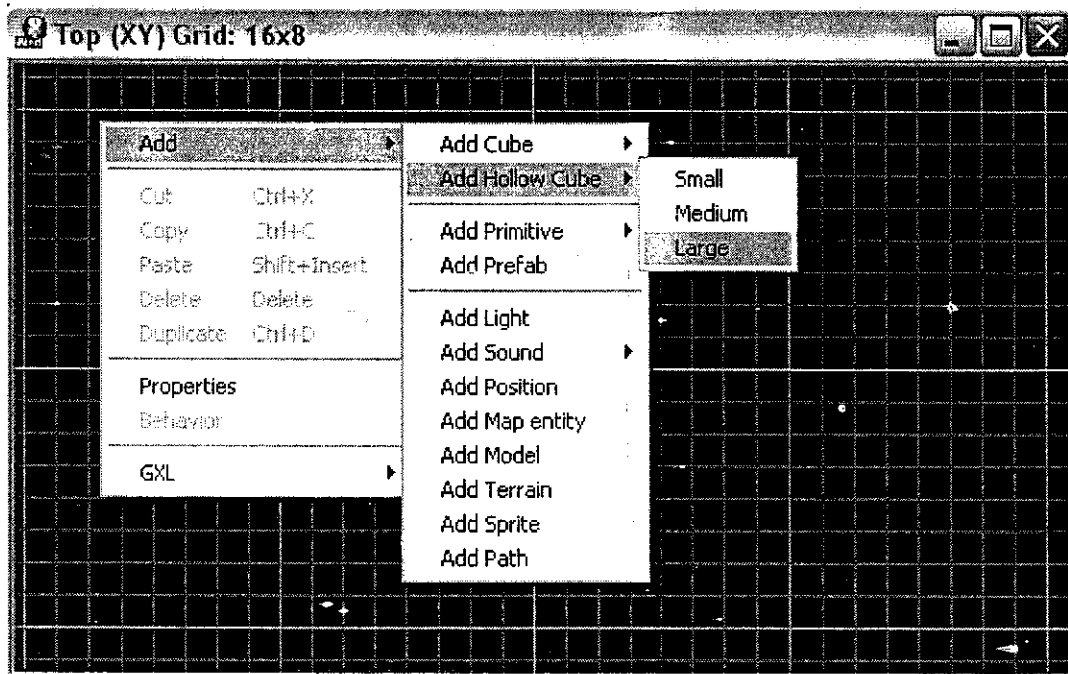
รูปที่ ก แผนภาพแสดงองค์ประกอบของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติ

ประกอบการออกแบบโดยละเอียด

1. วิธีสร้างห้อง

เปิดโปรแกรม 3DGamestudio สำหรับสร้าง Level ขึ้น มา

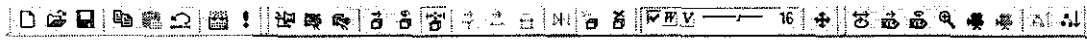
1.1 คลิกขวา ในช่องที่หนึ่งตามรูป เลือก Add → AddHollow Cube → large เพื่อสร้างรูปสี่เหลี่ยม หรือ ห้องขึ้นมา.






รูปที่ 1

2. ตกแต่งและปรับแต่งขนาดของห้อง

หลังจากได้ห้องขึ้นใช้งาน ต้องทำการขยายขนาดของห้องเนื่องจากห้องที่สี่เหลี่ยมที่สร้างมานั้นมีขนาดที่เล็กเกินไป ที่จะใช้เก็บ Model สามารถใช้เครื่องมือในแถบเมนูบาร์ ปรับขนาดและตำแหน่งห้องได้

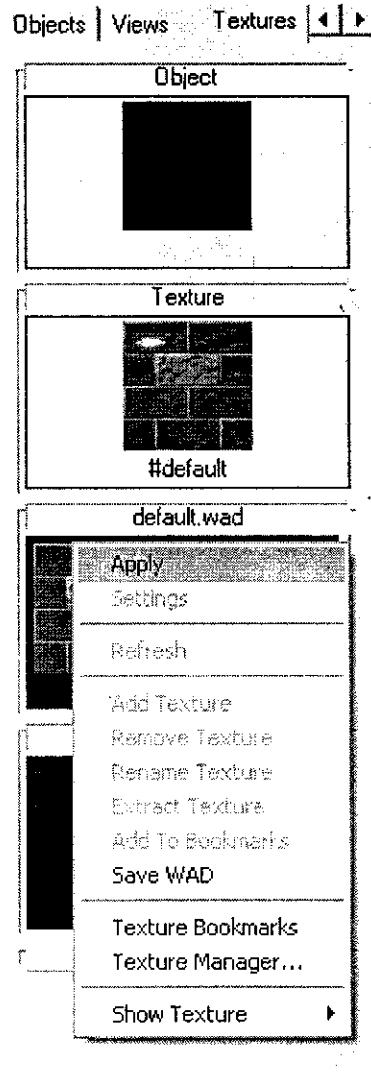


รูปที่ 2

รูป	ชื่อเครื่องมือ	วิธีใช้
2.1 	Scale	ปรับขนาดของ ห้อง และ Model ตามต้องการ
2.2 	Rotate	ปรับทิศทางของห้อง และ Model ตามต้องการ
2.3 	Move	เปลี่ยนตำแหน่งของห้อง และ Model ตามต้องการ

3. ใส่ Textures ให้กับห้อง

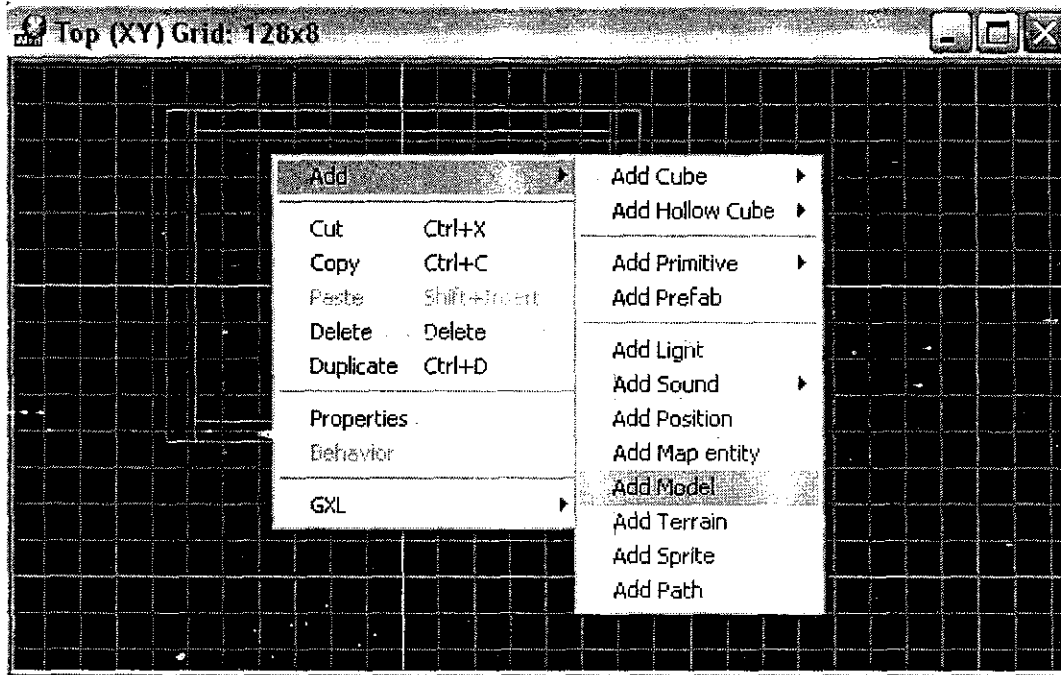
หลังจากปรับขนาดและตำแหน่งของห้องเรียบร้อยแล้ว เลือกที่ AddHollow Cube(ห้องสี่เหลี่ยม) ที่สร้างขึ้น เลือก Tab ที่ชื่อ Textures จากนั้นเลือกรูปที่ต้องการ เมื่อได้รูปตามความต้องการแล้วคลิกขวา เลือก Apply



รูปที่ 3

4. เพิ่ม Model ลงในห้อง

เลือกที่ AddHollow Cube ที่สร้างขึ้นตอนแรก คลิกขวา เลือก Add → Add Model เลือก Model ตามต้องการ



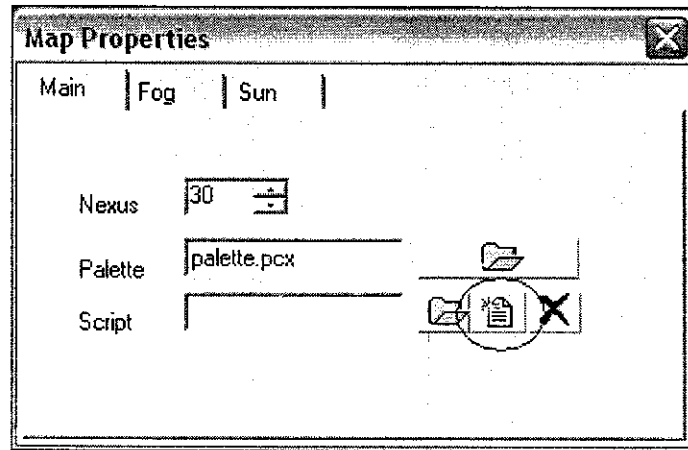
รูปที่ 4

5. Build WMB

หลังจาก ดำเนินการตามขั้นตอนข้างต้น ให้ทำการบันทึก และ Build Level เลือก File → Build WMB

6. Map Properties

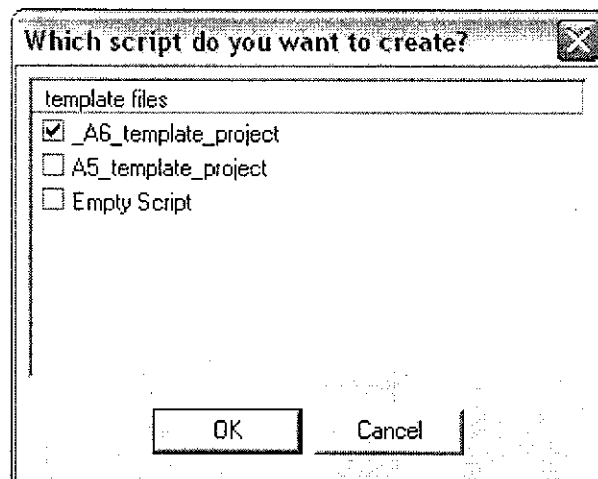
หลังจาก Build WMB แล้ว ต้องทำการ Map Properties เพื่อสร้าง Script ขึ้นมาใช้งาน โดยเลือก File → Map Properties เลือก new script ตามตัวอย่าง



รูปที่ 5

7. สร้าง Script

หลังจากเลือก new script จะปรากฏ หน้า ให้ผู้ใช้เลือก Template ของ script ในส่วนนี้ ไม่ต้องการแก้ไขใดๆ ทั้งสิ้น กด Ok เพื่อให้โปรแกรมทำการสร้าง script หลังจากสร้าง script เรียบร้อยแล้ว ให้ทำการปิดโปรแกรมก่อน



รูปที่ 6

8. ทำการแทรก Script

8.1 เมื่อทำการสร้าง Script ด้วยวิธีขั้นต้นใน ข้อที่ 6 ให้เปิด Script Editor โดยเปิดไฟล์นามสกุล wdl ที่ได้สร้างขึ้น

8.2 ส่วนบนของ Script ที่ถูกสร้างขึ้นตามรูปภาพด้านล่าง ให้คง Script นี้ไว้

```

////////////////////////////////////
// The PATH keyword gives directories where template files can be found.
path "C:\\Program Files\\MSStudio6\\template_6": // Path to A6 templates directory
path "C:\\Program Files\\MSStudio6\\template_6\\code": // Path to A6 template code subdirectory
path "C:\\Program Files\\MSStudio6\\template_6\\images": // Path to A6 template image subdirectory
path "C:\\Program Files\\MSStudio6\\template_6\\sounds": // Path to A6 template sound subdirectory
path "C:\\Program Files\\MSStudio6\\template_6\\models": // Path to A6 template model subdirectory

////////////////////////////////////
// Filename of the starting level.
string level_str = <ex.WMB>; // give file names in angular brackets

```

รูปที่ 7

8.3 ส่วนถัดมาคือ ส่วน Include files ให้ทำการเพิ่ม Script ที่ชื่อ actualaction.wdl เพิ่มตามรูปภาพด้านล่าง

```

////////////////////////////////////
// Included files
include <display00.wdl>; // basic display settings
include <actualaction.wdl>;

```

รูปที่ 8

8.4 หลังจากเพิ่ม Code ส่วน Include files แล้วให้ทำการลบ Script บรรทัดถัดไปทั้งหมด จากนั้นให้เปิด ไฟล์ ชื่อ Includecode.txt แทนที่ Script ที่ถูกลบไป

กด Ctrl ค้างตามด้วย กดเมาส์ เพื่อเปิด File Include code(includecode.txt)

8.5 หลังจากเพิ่ม Script ในไฟล์ ชื่อ Includecode.txt ในส่วนที่ต่อกับ Include files เรียบร้อยแล้วให้ทำการค้นหา Script ที่เหมือนกับรูปตัวอย่างด้านล่าง โดย Script จะ เขียนไว้ดังนี้
String level_wmb = <Room.wmb>; // Level name Script ส่วนนี้เป็นการเรียกใช้ Level ที่ผู้ใช้สร้าง
ดังนั้น ในเครื่องหมาย <...> นั้นให้เปลี่ยนเป็นชื่อที่ทำการบันทึกไว้ตอน Build Level นามสกุล WMB หรือจะดูได้จากข้อที่ 8.2 ในบรรทัดถัดจากข้อความที่ระบุว่า // Filename of the starting level.

```

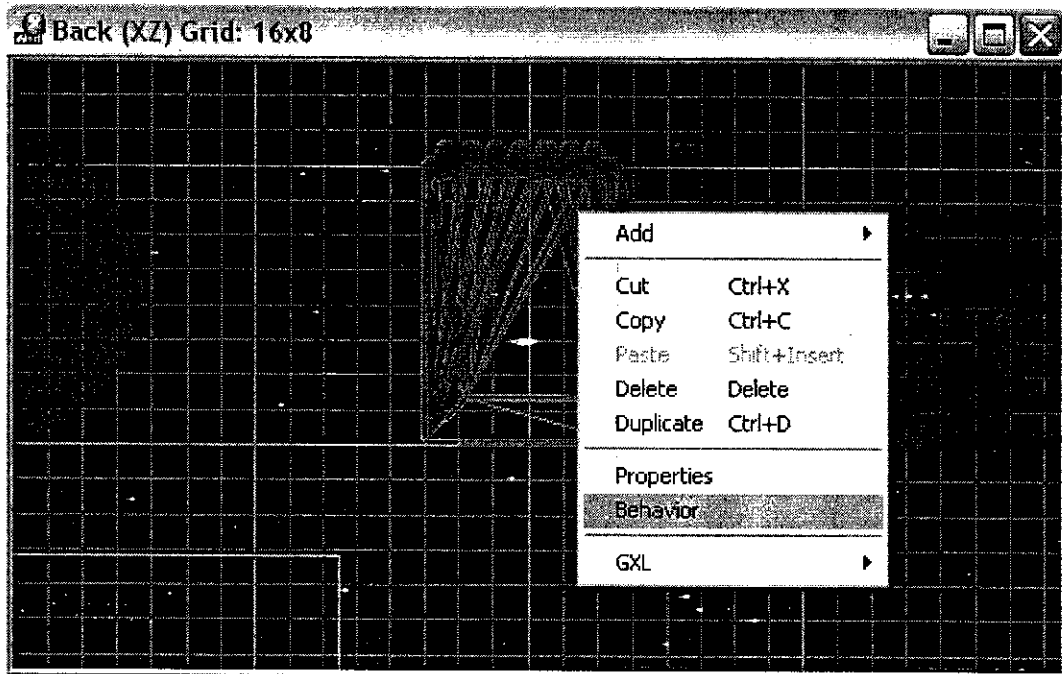
101 // define string that will be used in level
102 string level_wmb = <Roomthree.wmb>; // level name

```

รูปที่ 9

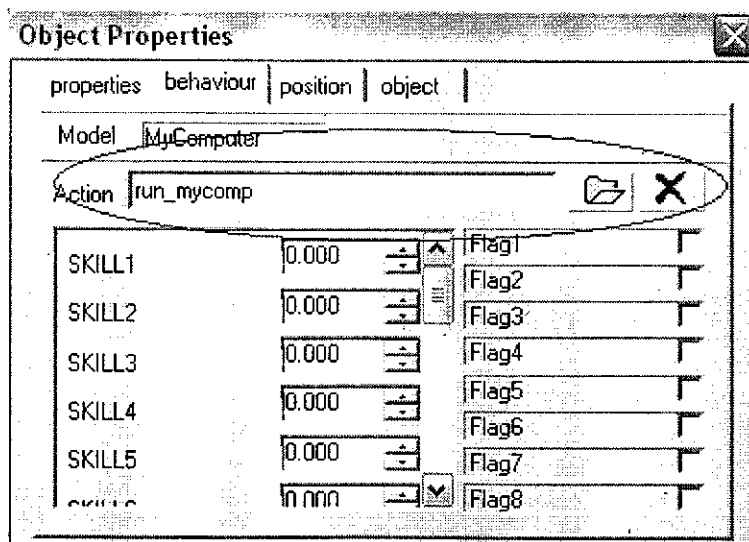
9. กำหนด Action ให้กับ Model

ทำการกำหนด Action ให้กับ Model โดยการเปิดโปรแกรม ในการสร้าง Level ขึ้นมาอีกครั้ง



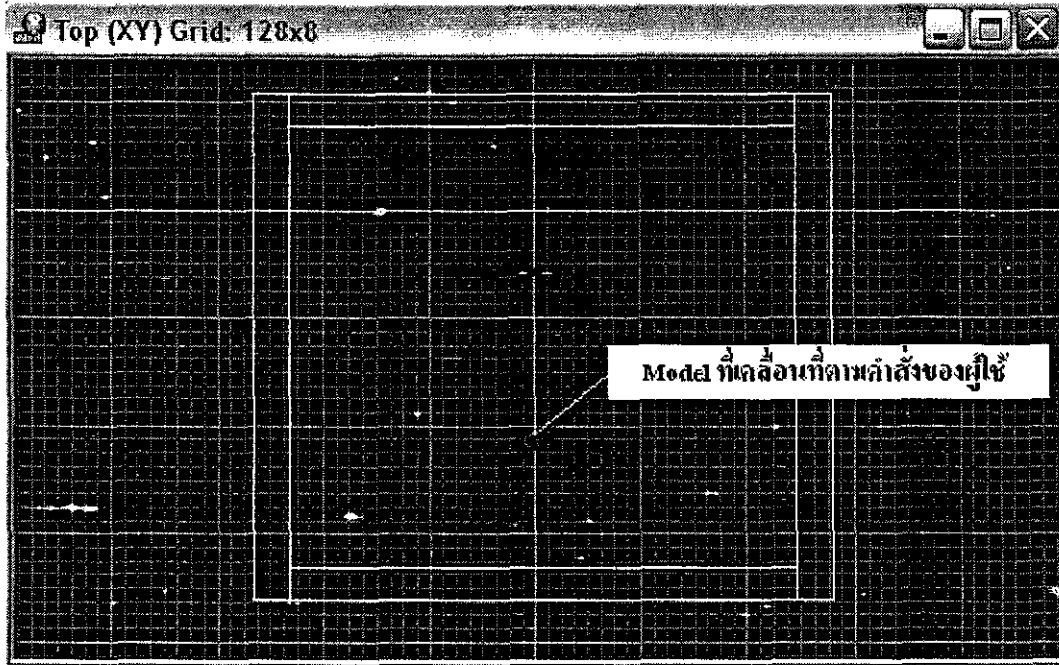
รูปที่ 10

9.1 เลือก Model ที่ต้องการทำ Action เลือก Model ที่ต้องการ ใส่ Action ที่ต้องการ โดย Model ที่ถูกเลือกอยู่นั้นจะเป็นสีแดง จากนั้น คลิกขวาที่ Model เลือก behaviour ในช่อง Action กดเลือก Action ที่ต้องการ ให้กับ model



รูปที่ 11

ชื่อ Action	หน้าที่ของ Action
on_right_click	ใช้สร้าง Icon เมื่อ คลิกขวาที่ Model ที่ใช้ action นี้
run_calc	ใช้เปิด โปรแกรม Calculator ของ ระบบปฏิบัติการ Microsoft Window
run_cmd	ใช้เปิด โปรแกรม Command prompt ของ ระบบปฏิบัติการ Microsoft Window
run_explorer	ใช้เปิด โปรแกรม Window explorer ของ ระบบปฏิบัติการ Microsoft Window
run_ie	ใช้เปิด โปรแกรม Internet explorer
run_msn	ใช้ในการเปิด โปรแกรม MSN
run_mycomp	ใช้ในการเปิด โปรแกรม My computer
run_mydoc	ใช้เปิด โปรแกรม My document
run_mynetwork	ใช้เปิด โปรแกรม My network
run_notepad	ใช้เปิด โปรแกรม Notepad
run_paint	ใช้เปิด โปรแกรม Paint
run_recycled	ใช้เปิด โปรแกรม Recycle Bin
run_wmp	ใช้เปิด โปรแกรม Window media player
run_wordpad	ใช้เปิด โปรแกรม Wordpad
player_	ใช้เป็นตัวแทนผู้ใช้ในการเดินสำรวจภายในห้อง



รูปที่ 12

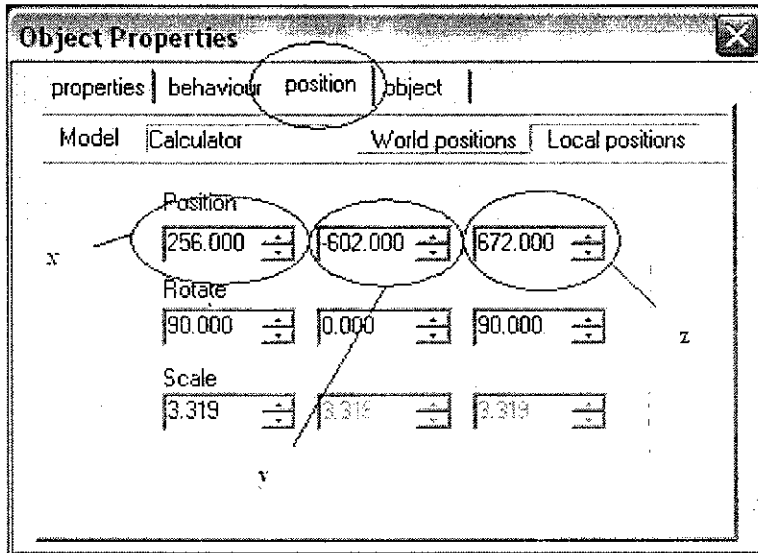
9.2 การสร้าง action player_ นั้น มีความพิเศษกว่า การใส่ action ให้กลับ model อื่นๆ เนื่องจาก model ที่ใส่ action นี้ ต้องทำหน้าที่ แทนผู้ใช้ในการเดินสำรวจภายในห้องโดยสามารถเคลื่อนที่หรือเปลี่ยนมุมมองได้ตามความต้องการ

ทั้งนี้ Action ของไอคอนต่างๆ จะทำการเปิดหน้าต่างที่ Captured ไว้แล้ว

10. กำหนดค่าพิกัดหรือตำแหน่งให้กับ Model

ค่าพิกัดที่ใช้สำหรับการกำหนดตำแหน่งให้กับ Model หรือ Icon ถูกเก็บไว้ใน ไฟล์ชื่อ xyz.txt ซึ่งประกอบไปด้วยจำนวนของค่าพิกัดที่กำหนดให้แต่ละ Icon โดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ แต่ระดับหรือ level จะประกอบไปด้วยแถว ในหนึ่งแถวจะมี Icon หรือ model ได้เจ็ด Model โดยที่ level ที่ 1 ต้องทำการสร้างขึ้นมาจากใช้งานเองโดยวิธีการที่กล่าวมาข้างต้น ส่วน ระดับหรือ level 2 และ 3 ต้องทำการระบุพิกัดหรือตำแหน่งใน Dll File

10.1 คลิกขวาที่ Model เลือกแถบ Position ในช่องได้คำว่า Position จะมีช่องให้กรอกข้อมูล อยู่ 3 ช่อง ในที่นี้แทนให้เป็น x y และ z ตามลำดับตามรูปตัวอย่าง ให้ผู้สร้างนำข้อมูลจาก File xyz.txt มากรอกที่ช่อง x y z ใน Level 1 ให้กรอกครบทุกช่องและ Model



10.2 ความหมายและตัวอย่าง -

ตัวอย่างที่ 1 -704,-602,896 <-- Icon ลำดับที่ 1 จากตัวอย่าง หมายความว่า

x มีค่า -704

y มีค่า -602

z มีค่าเท่ากับ 896

เมื่อกรอกตัวเลขค่าเหล่านี้ต้องทำการกด Enter ด้วยเพื่อเป็นการระบุตำแหน่งให้ Model หากไม่กด ตำแหน่งที่กรอกเข้าไปใหม่จะมีผลเปลี่ยนแปลง

ตัวอย่างที่ 2 -464, ... <-- Icon ลำดับที่ 2 เป็นตัวอย่างต่อเนื่องจาก ตัวอย่างที่ 1

โดยมีความหมายว่า

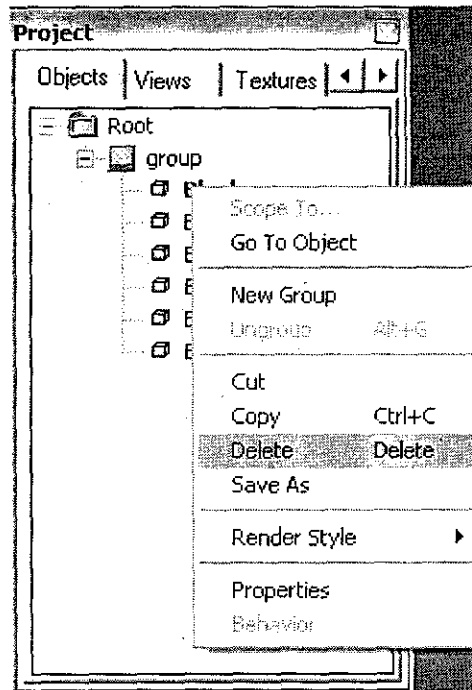
x มีค่า -464

y มีค่า เท่าเดิม คือ -602

z มีค่า เท่าเดิม คือ 896

11. อื่นๆ - การสร้างห้องแบบไม่มีผนัง หรือ ห้องแบบ Space

วิธีการสร้างห้องแบบนี้มีความพิเศษกว่าการสร้างห้องตามตัวอย่างข้างต้น ไม่มากนัก โดยมีส่วนต่างในรายละเอียดในการสร้าง AddHollow Cube หรือ ห้องสี่เหลี่ยม ในขั้นเริ่มต้นโดยผู้สร้างต้องทำการลบ Block ของห้องออกที่ละด้าน โดยการเลือกที่ AddHollow Cube หรือ ห้องสี่เหลี่ยม เลือกที่ Root → group → Block เลือกลบจนกระทั่งเหลือ แต่ส่วนที่เป็นพื้นห้อง จากนั้นให้ดำเนินการ ใส่ Textures เพิ่ม Model และ script ตามตัวอย่างข้างต้น



รูปที่ 13

หมายเหตุ

การลบ Block แต่ละส่วนนั้นหากทำได้ในตัวแรกนั้น ให้ทำการสร้าง AddHollow Cube แล้วทำการบันทึกแล้วปิดโปรแกรม จากนั้น ให้เปิดขึ้นใช้งานอีกครั้ง แล้วทำการลบ อีกครั้ง โดยสังเกตว่าเวลาเลือกที่ AddHollow Cube จากเลือกแบบแยกส่วนได้หรือไม่

ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ (ภาษาไทย) นายสถิตย์โชค โพธิ์สอาด
(ภาษาอังกฤษ) Mr. Satidchoke Phosaard
2. ตำแหน่งปัจจุบัน
อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
3. หน่วยงานที่อยู่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์และโทรสาร
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง
จังหวัดนครราชสีมา 30000
โทรศัพท์ 0-4422-4369 โทรสาร 0-4422-4205
4. ประวัติการศึกษา
2544-2546 Carnegie Mellon University, Pittsburgh, USA
Master of Information System Management (Highest Distinction)
2538-2542 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมคอมพิวเตอร์)
2536-2538 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ จังหวัดกรุงเทพมหานคร
มัธยมศึกษาตอนปลาย
5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
เทคโนโลยีสารสนเทศและนิเทศศาสตร์
6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ : ระบุ
สถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัย
ในแต่ละข้อเสนอโครงการวิจัย เป็นต้น
 - 6.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย :-
 - 6.2 หัวหน้าโครงการวิจัย :
 - 6.2.1 การพัฒนาต้นแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสามมิติของระบบปฏิบัติการ, โดย
ได้รับทุนสนับสนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี,
2547-2550

- 6.2.2 การพัฒนาเกมแอนิเมชันให้ความรู้ด้านความปลอดภัยของอาหาร, โดยได้รับทุนสนับสนุนจากกองทุนนวัตกรรมสมเด็จพระรัตนราชสุตาฯ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2548
- 6.2.3 การพัฒนาต้นแบบตัวจัดการหน้าต่างแบบสามมิติ, โดยได้รับทุนสนับสนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2548-2550
- 6.2.4 การพัฒนาระบบจัดการเรียนออนไลน์ “อีเรื่อ้าง” สำหรับระดับมัธยมศึกษาที่รองรับสื่อประสม, โดยได้รับทุนวิจัยจากสำนักงานส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2548-2550

6.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :

งานวิจัยในข้อ 6.2 แล้วเสร็จทั้งหมด และ

- 6.3.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านฐานข้อมูล: โครงการประเมินโครงการออกแบบและพัฒนาฐานข้อมูลการพัฒนาชุมชนและท้องถิ่นเพื่อการบริหาร, ทบวงมหาวิทยาลัย, 2545-2546
- 6.3.2 ผู้ช่วยนักวิจัย โครงการ JAVELIN: โครงการพัฒนาระบบถามตอบด้วยภาษาธรรมชาติความถูกต้องสูง Carnegie Mellon University, Pittsburgh, USA โครงการยังอยู่ในระหว่างดำเนินการแต่ไม่มีส่วนร่วมในโครงการแล้วเนื่องจากสำเร็จการศึกษา

6.4 งานวิจัยที่กำลังทำ :

7. สิ่งตีพิมพ์

- Manote Sutheerawattananonda, Chanwitaya Kaewkasi, Satidchoke Phosaard, Piyada Thipyapong and Bancherd Chongapiratanakul, (2006). **The Development of Food Safety Software Prototype**. Suranaree J.Sci.Technol. 13(1): 101-111 (in Thai).
- Satidchoke Phosaard and Jessada Tanthanuch, (2007). **Pak Pao 3D: The Design and Implementation of a Three-Dimensional User Interface for an Operating System Using a Game Engine**. Proceedings of International Conference of Computer Science and Engineering, World Congress of Engineering 2007. (Publishing).