# รายงานการวิจัย
# หน้าจอสัมผัสอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินฟราเรด
# Smart Touch Screen using Infrared Technology

ชื่อผู้วิจัย
หัวหน้าโครงการวิจัย นางพนารัตน์ เชิญถนอมวงศ์

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจาปีงบประมาณ 2558
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

# รายงานการวิจัย
# หน้าจอสัมผัสอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินฟราเรด
# Smart Touch Screen using Infrared Technology

ชื่อผู้วิจัย
หัวหน้าโครงการวิจัย นางพนารัตน์ เชิญถนอมวงศ์

RCH
W197H
2558

สขหมู่.....
เลขทะเบียน 142888
รับเดือน.ปี - 6 มิ.ย. 2559

b. 12783420
i.....

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2558
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

หน้า


สารบัญ ..... I

สารบัญตาราง ..... III

สารบัญรูป ..... IV

บทที่ 1 บทนำ ..... 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา ..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย ..... 4

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย ..... 4

1.4 อุปกรณ์ที่ต้องใช้ ..... 4

1.5 แผนการดำเนินงานโครงการวิจัย ..... 5

บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐาน ..... 6

2.1 ส่วนฮาร์ดแวร์ ..... 6

2.1.1 หน้าจอสัมผัสโดยใช้เทคโนโลยีอินฟราเรด ..... 6

2.1.2 กล้องเว็บแคมอินฟราเรด ..... 11

2.1.3 การแสดงผลของหน้าจอสัมผัสแบบอินฟราเรดโดยใช้เครื่องฉายภาพ ..... 12

2.1.4 กฎการสะท้อน ..... 14

2.2 ส่วนซอฟต์แวร์ ..... 15

2.2.1 โปรแกรม Community Core vision (CCV) ..... 15

2.2.2 โปรโตคอล TUIO ..... 17

2.2.3 โปรแกรม Touch injector ..... 18

2.2.4 ภาษาจาวา ..... 19

บทที่ 3 การออกแบบ ..... 21

3.1 อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ ..... 21

3.1.1 กล้องเว็บแคมอินฟราเรด ..... 21

3.1.2 การแสดงผลของหน้าจอสัมผัสแบบอินฟราเรดโดยใช้เครื่องฉายภาพ ..... 23

3.1.3 หลอดแอลอีดีอินฟราเรด ..... 24

3.2 การออกแบบฮาร์ดแวร์ ..... 25

3.2.1 โครงสร้างของโต๊ะหน้าจอสัมผัสอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินฟราเรด ..... 25

3.2.2 หน้าจอสัมผัสเทคโนโลยีอินฟราเรด เทคนิค Rear Diffused Illumination ..... 26



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า


3.2.3 การสะท้อนเครื่องฉายภาพ ..... 27
3.2.4 การสะท้อนกล้องเว็บแคมอินฟราเรด ..... 28
3.2.5 โครงสร้างโดยรวมของฮาร์ดแวร์ ..... 29
3.3 การออกแบบซอฟต์แวร์ ..... 31
3.3.1 การตั้งค่าเพื่อการระบุตำแหน่งการสัมผัสหน้าจอ ..... 31
3.3.2 ซอฟต์แวร์แอพพลิเคชั่นที่สามารถใช้งานร่วมกับ Microsoft Windows 8 ..... 32
3.3.3 ซอฟต์แวร์แอพพลิเคชั่นที่ทำงานร่วมกับภาษาจาวา ..... 33
บทที่ 4 ผลการทดลอง ..... 35
4.1 ผลการทำการปรับเทียบ (Calibration) ..... 35
4.2 ผลการเชื่อมต่อโปรแกรม CCV กับ Touch Injector ..... 36
4.3 ผลการทดลองผลการเชื่อมต่อโปรแกรม CCV กับ แอพพลิเคชั่นที่เขียนด้วยภาษาจาวา ..... 39
4.3.1 ผลการทดลองหน้าเมนูหลัก ..... 40
4.3.2 ผลการทดลองแอพพลิเคชั่นตกแต่งภายในบ้าน ..... 44
4.3.3 ผลการทดลองแอพพลิเคชั่นวาดเขียน ..... 47
บทที่ 5 สรุปและแนวทางการแก้ไข ..... 49
5.1 สรุปผลการทำงาน ..... 49
5.2 ปัญหาระหว่างการดำเนินงาน ..... 49
5.3 แนวทางการแก้ไข ..... 49
5.4 แนวทางการพัฒนาต่อ ..... 50
บรรณานุกรม ..... 51
ภาคผนวก หนังสือรับรองการใช้ประโยชน์ผลงานวิจัย เงินรายได้ปี 2558 ..... 52



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า
1.1 ระยะเวลาการดำเนินงาน ..... 5
2.1 ข้อดีข้อเสียของเทคนิค FTIR ..... 9
2.2 ข้อดีข้อเสียของเทคนิค Rear DI ..... 9
2.3 ข้อดีข้อเสียของเทคนิค Front DI ..... 9
2.4 ข้อดีข้อเสียของเทคนิค LLP ..... 9
2.5 ข้อดีข้อเสียของเทคนิค DSI ..... 10
2.6 ข้อดีข้อเสียของเทคนิค LED-LP ..... 10
2.7 เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของเครื่องฉายภาพแบบ LCD และ DLP ..... 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 การกระจายของแสงอินฟราเรดเมื่อมีการสัมผัสที่หน้าจอและชิ้นส่วนที่จำเป็นสำหรับเทคนิค Rear DI ..... 2
1.2 เทคโนโลยีหน้าจอสัมผัสแบบอินฟราเรดโดยใช้เทคนิคแบบ Rear DI ..... 3
1.3 กล้องอินฟราเรดจับภาพจุดที่มีการสัมผัสเป็นจุดที่มีความเข้มของแสงอินฟราเรดอยู่มากกว่าจุดที่ไม่ได้สัมผัส ... 3
1.4 แอพพลิเคชั่นที่สามารถวาดรูปได้ ..... 4
2.1 รูปที่ได้จากกล้องอินฟราเรดเมื่อมีการสัมผัส ..... 5
2.2 การกระจายของแสงอินฟราเรดเมื่อมีการสัมผัสที่หน้าจอและชิ้นส่วนที่จำเป็นสำหรับเทคนิค FTIR ..... 6
2.3 การกระจายของแสงอินฟราเรดเมื่อมีการสัมผัสที่หน้าจอและชิ้นส่วนที่จำเป็นสำหรับเทคนิค LLP ..... 6
2.4 การกระจายของแสงอินฟราเรดเมื่อมีการสัมผัสที่หน้าจอและชิ้นส่วนที่จำเป็นสำหรับเทคนิค DSI ..... 7
2.5 การกระจายของแสงอินฟราเรดเมื่อมีการสัมผัสที่หน้าจอและชิ้นส่วนที่จำเป็นสำหรับเทคนิค LED – LP ..... 7
2.6 การกระจายของแสงอินฟราเรดเมื่อมีการสัมผัสที่หน้าจอและชิ้นส่วนที่จำเป็นสำหรับเทคนิค Front DI ..... 8
2.7 การกระจายของแสงอินฟราเรดเมื่อมีการสัมผัสที่หน้าจอและชิ้นส่วนที่จำเป็นสำหรับเทคนิค Rear DI ..... 8
2.8 หลักการทำงานของเครื่องฉายภาพแบบ LCD ..... 11
2.9 หลักการทำงานของเครื่องฉายภาพแบบ DLP ..... 12
2.10 การสะท้อนแสงของพื้นที่ผิวเรียบและขรุขระ ..... 13
2.11 การสะท้อนของกระจกเงา ..... 13
2.12 โปรแกรม Community Core Vision (CCV) ..... 14
2.13 หลักการเบื้องต้นของโปรแกรม CCV ..... 14
2.14 การใช้งานโปรแกรม Community Core Vision (CCV) ..... 15
2.15 หลักการทำงานของโปรโตคอล TUIO ..... 16
2.16 โปรแกรม Touch Injector ..... 17
2.17 หลักการทำงานของ Touch Injector ..... 18
2.18 จาวา ..... 18
3.1 กล้อง Logitech C170 ..... 20
3.2 แผ่น Floppy Disk ..... 21
3.3 การนำส่วนที่เป็นฟิลเตอร์กรองแสงอินฟราเรดออกและใส่ฟิลเตอร์ที่กรองเฉพาะแสงอินฟราเรด ( IR-pass filter ) เข้าไปแทนที่ ..... 21
3.4 ภาพที่เกิดจากการรับภาพจากเทคโนโลยีหน้าจอสัมผัสอินฟราเรด เทคนิค Rear DI ..... 22
3.5 เครื่องฉายภาพ EPSON BusinessEB - S02 ..... 22
3.6 คุณสมบัติของหลอดแอลอีดีอินฟราเรดรุ่น TOIR -50b94 bdEa ..... 23
3.7 โครงสร้างของโต๊ะหน้าจอสัมผัสอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินฟราเรด ..... 24

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า


3.8 การกระจายแสงของแอลอีดีอินฟราเรด (ในมุมมองด้านบน (Top view)) 25
3.9 การวางแอลอีดีอินฟราเรด (ในมุมมองด้านบน (Top view)) 26
3.10 ระยะฉายภาพ 26
3.11 การสะท้อนภาพจากเครื่องฉายภาพโดยใช้กระจกเงาเพื่อเป็นการเพิ่มระยะให้สามารถฉายภาพได้ 27
3.12 มุมการสะท้อนเครื่องฉายภาพโดยใช้กระจกเงาเมื่อมองภาพตัดขวาง 27
3.13 การสะท้อนการรับภาพของกล้องเว็บแคมอินฟราเรดเมื่อมองภาพตัดขวาง 28
3.14 แบบโครงสร้างภายในของโต๊ะหน้าจอสัมผัสอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินฟราเรด 28
3.15 โครงสร้างภายในของโต๊ะหน้าจอสัมผัสอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินฟราเรดในมุมมองด้านบน และด้านข้าง 29
3.16 แบบโดยรวมของโต๊ะหน้าจอสัมผัสอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินฟราเรด 29
3.17 การปรับค่าในโปรแกรม ccv เพื่อให้ได้ความแม่นยำในการสัมผัส 30
3.18 การแสดงการปรับค่าที่ได้ความแม่นยำเมื่อมีการสัมผัส 30
3.19 การทำการคาลิเบรชั่นเพื่อให้การสัมผัสตรงกับหน้าจอที่ใช้งานจริง 31
3.20 บล็อคไดอะแกรมการทำงานของซอฟต์แวร์ ที่สามารถใช้งานร่วมกับ Microsoft Windows8 31
3.21 บล็อคไดอะแกรมการทำงานของซอฟต์แวร์ ที่สามารถใช้งานร่วมกับแอพพลิเคชั่นภาษาจาวา 32
3.22 แบบหน้าจออินเตอร์เฟสของแอพพลิเคชั่นออกแบบตกแต่งภายในบ้าน 32
3.23 แอพพลิเคชั่นวาดเขียน 33
3.24 แบบหน้าจอเมนูหลัก 33
4.1 การสัมผัสหน้าจอที่ยังไม่ได้ทำการคาลิเบรชั่น 34
4.2 การสัมผัสหน้าจอที่ทำการคาลิเบรชั่นเรียบร้อย 34
4.3 การใช้โต๊ะหน้าจอสัมผัสอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินฟราเรดร่วมกับ Microsoft Windows8 35
4.4 การแสดงการพิมพ์บนคีย์บอร์ดหน้าจอสัมผัสได้ 35
4.5 การแสดงการใช้งานแทนเม้าส์ โดยใช้งานได้กับทุกโปรแกรมบน Windows 8 36
4.6 การแสดงการใช้งานอินเทอร์เน็ตได้เช่น การเล่นเกมส์ออนไลน์ 36
4.7 การแสดงการใช้งานอินเทอร์เน็ตได้เช่น การใช้งาน Facebook 37
4.8 การแสดงการใช้งานอินเทอร์เน็ตได้เช่น การค้นหาบน Google map 37
4.9 การแสดงการใช้งานอินเทอร์เน็ตได้เช่น การใช้โปรแกรมไลน์ (Line) 38
4.10 การสัมผัสขยายตัวอักษรที่เขียนด้วยภาษาจาวา 38
4.11 การสัมผัสย่อตัวอักษรที่เขียนด้วยภาษาจาวา 39
4.12 การแสดงการเลื่อนซ้ายขวาเพื่อเลือกแอพพลิเคชั่น 39
4.13 การแสดงการเลือกที่ไอคอนแอพพลิเคชั่นนั้นจะแสดงเป็นหน้าต่าง 40



ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.14 หน้าต่างแอพพลิเคชั่นสามารถทำการเคลื่อนย้ายได้ 40
4.15 การแสดงความสามารถย่อขยายหน้าต่างได้ 41
4.16 การแสดงความสามารถเลือกแอพพลิเคชั่นขึ้นมาอีกได้ 41
4.17 การแสดงความสามารถทำงานได้ทุกแอพพลิเคชั่นที่เลือกขึ้นมา 41
4.18 การปิดแอพพลิเคชั่นที่เลือกขึ้นมากดปุ่ม X 42
4.19 การขยายแอพพลิเคชั่นที่เลือกให้เต็มหน้าจอกดปุ่มสี่เหลี่ยม 42
4.20 การปิดโปรแกรมเต็มหน้าจอให้กดตรงมุมขวาแล้วลากมากดปุ่ม X จะกลับสู่หน้าเมนูหลัก 42
4.21 การเลือกรูปแบบบ้าน 43
4.22 การแสดงความสามารถเลือกเฟอร์นิเจอร์โต๊ะทำงาน โซฟา เตียง ตู้ เตาแก๊ส โต๊ะทานข้าว และรถยนต์ 43
4.23 เฟอร์นิเจอร์ต่างๆสามารถลากย้ายที่ได้ 44
4.24 ความสามารถในการย่อขยายเฟอร์นิเจอร์ได้โดยใช้สองนิ้วกดแล้วลากได้ 44
4.25 ต้องการลบเฟอร์นิเจอร์ให้กดที่รูปเฟอร์นิเจอร์ที่ต้องการลบค้างไว้จนวงกลมสีแดงวิ่งเต็มวง 45
4.26 เมื่อกด + จะเปลี่ยนแบบบ้านที่แสดง 45
4.27 การเขียนสามารถเลือกสีของลายเส้นได้ 3 สีด้วยกันคือสีน้ำเงิน สีเขียว และสีแดง 46
4.28 ความสามารถในการเขียนได้หลายคน 46
4.29 การลบทีละจุดเลือกที่ยางลบ แล้วลากไปที่บริเวณที่ต้องการจะลบ 47
4.30 การล้างหน้าจอทั้งหมดให้เลือกแปรง 47
4.31 การใช้ทัชคีย์บอร์ดกับโต๊ะหน้าจอสัมผัสอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินฟราเรด 48
4.32 การใช้โต๊ะหน้าจอสัมผัสอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินฟราเรดในการนำเสนอผลงาน 48
4.33 แอพพลิเคชั่นที่สามารถรองรับการสัมผัสได้มากกว่าหนึ่งจุด 49
4.34 แอพพลิเคชั่นที่สามารถรองรับการสัมผัสได้มากกว่าหนึ่งจุด 49
4.35 แอพพลิเคชั่นที่สามารถรองรับการสัมผัสได้มากกว่าหนึ่งจุด 50
4.36 หน้าจอเมนูหลัก 50
4.37 แอพพลิเคชั่นออกแบบตกแต่งภายในบ้าน 51
4.38 แอพพลิเคชั่นวาดเขียน 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การทำงานโดยทั่วไปในปัจจุบันที่เน้นการใช้เอกสารที่เป็นกระดาษ ทำให้สิ้นเปลืองทรัพยากรเป็นจำนวนมาก และในปัจจุบันเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ รวมถึงหน้าจอต่างๆได้มีการพัฒนามากขึ้น สามารถนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้เพื่อให้การทำงานมีความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้นและช่วยลดการใช้ทรัพยากรได้

ผู้วิจัยจึงได้นำเสนองานวิจัย เรื่องหน้าจอสัมผัสอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินฟราเรด (Smart Touch Screen using Infrared Technology) ได้ออกแบบให้สามารถเป็นหน้าจอสัมผัส (Touch Screen) ของคอมพิวเตอร์ ซึ่งหน้าจอสัมผัสที่ใช้งานในปัจจุบันนั้นมีอยู่ 4 ประเภทคือ เทคโนโลยี Resistive, Capacitive, Surface-acoustic-wave (SAW) และอินฟราเรด (Infrared) ซึ่งเทคโนโลยีแบบ Resistive จะประกอบด้วย เลเยอร์ (Layer) ด้านบนที่ยืดหยุ่น และเลเยอร์ด้านล่างอยู่บนพื้นแข็ง และคั่นระหว่าง 2 เลเยอร์ด้วยเม็ดฉนวนซึ่งทำให้ 2 เลเยอร์นั้นไม่สัมผัสกัน เมื่อสัมผัสจะทำให้เลเยอร์ 2 เลเยอร์นั้นต่อถึงกัน ทำให้สามารถระบุตำแหน่งที่สัมผัสได้ ซึ่งข้อเสียของหน้าจอสัมผัสที่ใช้เทคนิค Resistive คือจะเกิดการเลื่อนของจุดได้ง่าย และ เกิดความเสียหายจากของมีคมได้ง่าย ประเภทที่สองเทคโนโลยี Capacitive นั้นมีคุณสมบัติโดดเด่นทั้งความทนทานและความโปร่งแสงมักเป็นที่นิยมในแอพพลิเคชั่น (Application) ประเภทเกมส์เอทีเอ็ม โดยโครงสร้างของเทคโนโลยีนี้จะประกอบด้วยแผ่นแก้วเคลือบผิวออกไซด์ของโลหะแบบโปร่งแสง เมื่อใช้งานก็จะมีการป้อนแรงดันไฟฟ้าที่มุมทั้งสี่ของหน้าจอสัมผัสเพื่อสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ผู้ใช้ต้องใช้มือเปล่าๆ สัมผัสที่หน้าจอเพื่อดึงกระแส ทำให้สามารถระบุตำแหน่งสัมผัสได้ ซึ่งข้อเสียของเทคโนโลยีนี้คือความไวของอุปกรณ์จะด้อยลงได้เมื่อถูกรบกวนจากสัญญาณอิเล็คทรอนิคส์ ใช้พลังงานมาก และราคาค่อนข้างสูง ประเภทที่สามคือเทคโนโลยี Surface-acoustic-wave (SAW) เป็นเทคโนโลยีที่มีความคมชัดสูง โครงสร้างของเทคโนโลยีนี้จะมีตัวส่งสัญญาณยึดติดกับขอบกระจกเพื่อส่งสัญญาณอัลตราโซนิกส์ (Ultrasonic) ไปทั้งสองระนาบ คลื่นนี้จะสะท้อนผ่านไปทั้งพื้นผิวของกระจกมายังเซ็นเซอร์ (Sensor) อีกด้านหนึ่งเมื่อมีการสัมผัสด้วยปลายนิ้วหรือ Stylus จะมีการดูดซับพลังงานจากคลื่นเสียงทำให้แผงควบคุมสามารถวัดตำแหน่งการสัมผัสได้ ซึ่งทั้งสามประเภทที่กล่าวมานั้นหากนำมาทำเป็นหน้าจอขนาดใหญ่ เช่น หน้าจอสำหรับโต๊ะ จะมีความยุ่งยากในการผลิต และมีราคาที่สูงมาก จากปัญหาดังกล่าวจึงมีแนวคิดที่ใช้เทคโนโลยีอินฟราเรด ซึ่งเป็นเทคโนโลยีหน้าจอสัมผัสที่มีความแม่นยำสูง สามารถใช้กับหน้าจอแสดงผลขนาดใหญ่ และมีราคาที่ต่ำกว่าเทคโนโลยีอื่น จึงนำเทคโนโลยีนี้มาใช้ในการพัฒนาเป็นหน้าจอสัมผัสอัจฉริยะ

หน้าจอสัมผัสโดยใช้เทคโนโลยีอินฟราเรด ทำงานโดยการตรวจจับแสงอินฟราเรด (Infrared) และใช้หลักการกระจายของแสงเพื่อให้สามารถตรวจหาตำแหน่งที่สัมผัสได้ โดยเทคโนโลยีหน้าจอสัมผัสอินฟราเรดนี้มีเทคนิค 6 แบบด้วยกันคือ Frustrated Total Internal Reflection (FTIR), Rear Diffused Illumination (Rear DI), Laser Light Plane (LLP), Diffused Surface Illumination (DSI), LED Light Plane (LED-LP) และ Front Diffused Illumination (Front DI) โดยทางผู้วิจัยได้เลือกใช้เทคโนโลยี

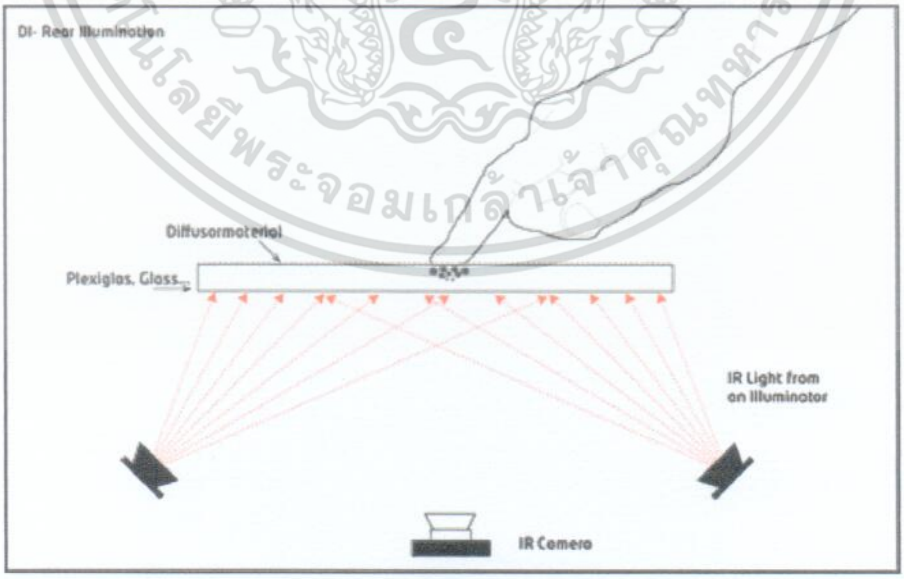
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินฟราเรดเทคนิคแบบ Rear Diffused Illumination (Rear DI) เนื่องจากเป็นเทคนิคที่สามารถทำเป็นหน้าจอสำหรับโต๊ะขนาดใหญ่ได้และประสิทธิภาพสามารถยอมรับได้

ซอฟต์แวร์ (Software) ของหน้าจอสัมผัสอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินฟราเรดสามารถตรวจจับการสัมผัสที่หน้าจอโดยใช้หลักการของการประมวลผลภาพ (Image processing) ซึ่งการตรวจจับการเคลื่อนไหวโดยวิธีนี้จะทำให้สามารถสัมผัสได้หลายๆรูปแบบในเวลาเดียวกัน (Multi-Touch Screen) ทำให้ใช้งานได้หลายรูปแบบ และเพิ่มความสะดวกสบายในการทำงานได้อีกด้วย

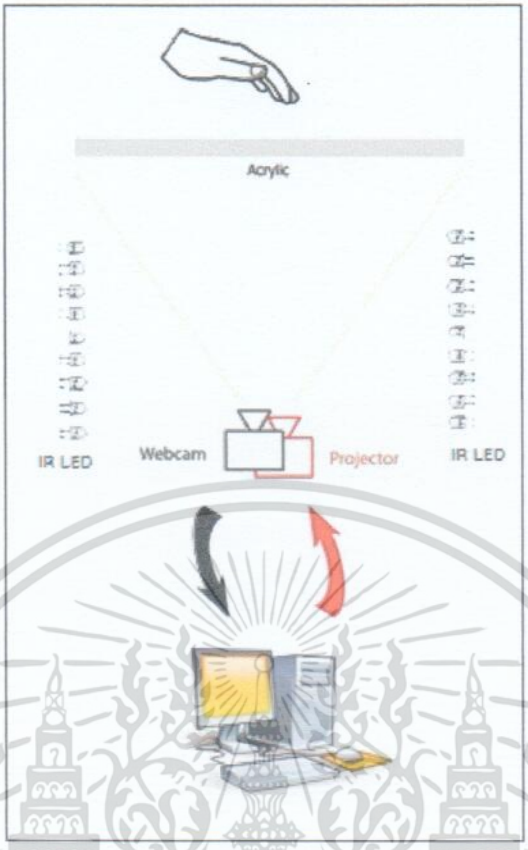
การทำงานโดยรวมของระบบ จะประกอบด้วย 3 ส่วนหลักคือ

1) ส่วนของฮาร์ดแวร์ซึ่งคือส่วนที่เป็นโต๊ะ ที่ใช้เทคโนโลยีหน้าจอสัมผัสแบบอินฟราเรด โดยใช้เทคนิคแบบ Rear Diffused Illumination (Rear DI) โดยหลักการทำงานคือการฉายแสงอินฟราเรดให้กระจายอยู่ทั่วทำให้เมื่อผู้ใช้สัมผัสหน้าจอจะเกิดการกระจายของแสงอินฟราเรดดังรูปที่ 1.1 เมื่อนำกล้องอินฟราเรด (Infrared camera) มาจับภาพจะสามารถระบุตำแหน่งที่สัมผัสได้ และคอมพิวเตอร์จะประมวลผลและส่งออกไปยังเครื่องฉายภาพ ดังรูปที่ 1.2
2) ส่วนของซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่ประมวลผลจากกล้อง เพื่อระบุตำแหน่งของนิ้วมือที่สัมผัสหน้าจอ เมื่อมีการสัมผัสหน้าจอจะเกิดการกระจายของแสงอินฟราเรด เมื่อนำกล้องอินฟราเรดมาจับภาพจะปรากฏจุดที่มีการสัมผัสเป็นจุดที่มีความเข้มของแสงอินฟราเรดอยู่มากกว่าจุดที่ไม่ได้สัมผัส ดังรูปที่ 1.3 เมื่อนำกล้องอินฟราเรดนั้นเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อประมวลผลโดยซอฟต์แวร์ที่เขียนขึ้นจะใช้หลักการของการประมวลผลภาพซึ่งเพื่อหาตำแหน่งที่สัมผัส และสามารถตอบสนองผู้ใช้งานได้




**รูปที่ 1.1** การกระจายของแสงอินฟราเรดเมื่อมีการสัมผัสที่หน้าจอ และชิ้นส่วนที่จำเป็นสำหรับเทคนิค Rear DI [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 1.2** เทคโนโลยีหน้าจอสัมผัสแบบอินฟราเรดโดยใช้เทคนิคแบบ Rear DI

**รูปที่ 1.3** กล้องอินฟราเรดจับภาพจุดที่มีการสัมผัสเป็นจุดที่มีความเข้มของแสงอินฟราเรดอยู่มากกว่าจุดที่ไม่ได้สัมผัส

3) ส่วนของซอฟต์แวร์ที่เป็นแอพพลิเคชั่น ที่สามารถใช้งานกับ Microsoft Windows 8 โดยใช้การสัมผัสเพื่อป้อนอินพุตต่างๆเช่น เม้าส์ (Mouse) และ คีย์บอร์ด (Keyboard) ทำให้มีความสามารถเป็นคอมพิวเตอร์หน้าจอสัมผัสได้ และมีการเขียนแอพพลิเคชั่นอื่นๆที่สามารถทำงานให้สามารถสัมผัสได้หลายๆรูปแบบในเวลาเดียวกัน (Multi-Touch Screen)ได้ เช่น แอพพลิเคชั่นที่สามารถวาดเขียนได้ ดังรูปที่ 1.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 1.4 แอพพลิเคชั่นที่สามารถวาดรูปได้

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อออกแบบและสร้างระบบเทคโนโลยีสารสนเทศในการสนับสนุนการทำงานในปัจจุบันที่เน้นการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

1.2.2 เพื่อศึกษาหลักการทำงานของหน้าจอสัมผัสเทคโนโลยีอินฟราเรดโครงสร้างแบบ Rear Diffused Illumination (Rear DI)

1.2.3 เพื่อศึกษาการเขียนแอพพลิเคชั่นด้วยภาษา Java

1.2.4 เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้หลักการ การประมวลผลภาพ (Image Processing)

## 1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1.3.1 สามารถเป็นหน้าจอสัมผัสของคอมพิวเตอร์

1.3.2 สามารถใช้งานกับ Microsoft Windows 8 โดยใช้การสัมผัสเพื่อป้อนอินพุตต่างๆ ได้

1.3.3 สามารถรองรับผู้ใช้งานได้มากกว่าหนึ่งคน

1.3.4 สามารถใช้งานแอพพลิเคชั่นเพิ่มเติม เช่น แอพพลิเคชั่นที่สามารถวาดรูปได้

## 1.4 อุปกรณ์ที่ต้องใช้

1.4.1 ฮาร์ดแวร์

1) เครื่องฉายภาพ 1 เครื่อง
2) กล้องอินฟราเรด 2 ตัว
3) แผ่นอะคริลิค (Acrylic) 1 แผ่น
4) แผงหลอดแอลอีดี อินฟราเรด 200 หลอด
5) กระดาษไข 1 แผ่น
6) คอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง
7) กระจกเงา 2 บาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.2 ซอฟต์แวร์

1) โปรแกรม Eclip

2) โปรแกรม CCV

1.4.3 ภาษาที่ใช้พัฒนา

1) ภาษา JAVA

## 1.5 แผนการดำเนินงานโครงการวิจัย

**ตารางที่ 1.1** ระยะเวลาการดำเนินงาน

| การดำเนินงาน | ระยะเวลา | | | | | | | | | | | | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ต.ค. | พ.ย. | ธ.ค. | ม.ค. | ก.พ. | มี.ค. | เม.ย. | พ.ค. | มิ.ย. | ก.ค. | ส.ค. | ก.ย. | |
| ศึกษาค้นคว้าและทำความเข้าใจ | ← | — | → | | | | | | | | | | |
| วิเคราะห์ออกแบบองค์ประกอบระบบและจัดซื้ออุปกรณ์ | ← | — | → | | | | | | | | | | |
| จัดทำในส่วนของฮาร์ดแวร์ | ← | — | → | | | | | | | | | | |
| ทดสอบระบบฮาร์ดแวร์ | | ← | — | → | | | | | | | | | |
| จัดทำส่วนของซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่ประมวลในการระบุตำแหน่งการสัมผัส | | | ← | — | → | | | | | | | | |
| ซอฟต์แวร์ที่สามารถใช้งานร่วมกับ Microsoft Windows 8 | | | ← | — | — | → | | | | | | | |
| จัดทำส่วนของซอฟต์แวร์ในส่วนของแอพพลิเคชั่นเพิ่มเติม | | | | | ← | — | — | — | — | — | → | | |
| ทดสอบการใช้งานและปรับปรุงแก้ไข | | | | | | ← | — | — | — | — | → | | |
| นำต้นแบบไปทดลองใช้ในการเรียนการสอน และการนำเสนองานในสถาบันการศึกษา | | | | | | | ← | — | — | — | → | | |
| จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์ | | | | | | | ← | — | — | — | — | → | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2

# ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้

## 2.1 ส่วนฮาร์ดแวร์

### 2.1.1 หน้าจอสัมผัสโดยใช้เทคโนโลยีอินฟราเรด

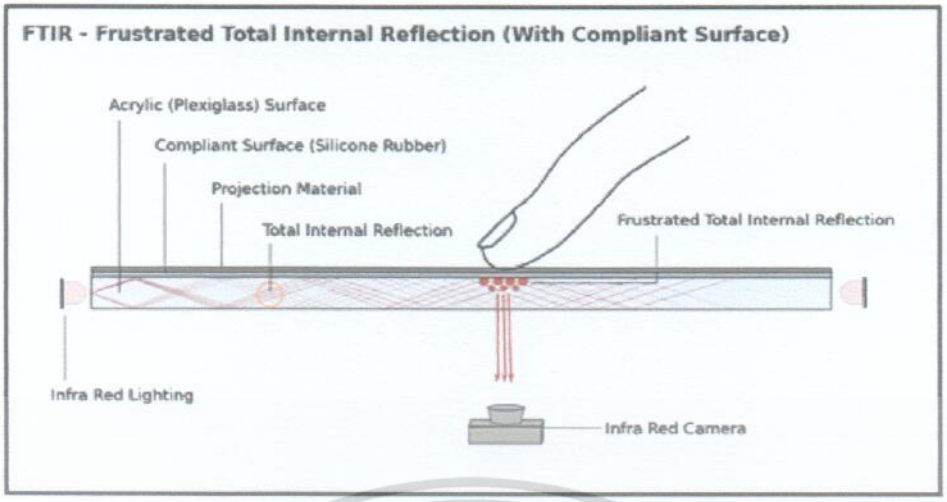
หน้าจอสัมผัสโดยใช้เทคโนโลยีอินฟราเรด เป็นเทคโนโลยีที่ใช้แสงอินฟราเรดเป็นแหล่งกำเนิดแสง เพื่อให้สามารถระบุตำแหน่งของการสัมผัสได้ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีต้นทุนต่ำ และมีความสะดวกในการติดตั้ง ซึ่งเทคโนโลยีอินฟราเรดมี 5 เทคนิคด้วยกัน โดยแต่ละเทคนิคจะใช้กล้องอินฟราเรดเพื่อหาจุดที่สัมผัสได้ ดังรูปที่ 2.1 แต่จะแตกต่างกันในการใช้แหล่งกำเนิดแสงอินฟราเรด ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

**รูปที่ 2.1** รูปที่ได้จากกล้องอินฟราเรดเมื่อมีการสัมผัส [1]

1.) Frustrated Total Internal Reflection (FTIR)

Frustrated Total Internal Reflection เป็นเทคนิคที่ใช้หลักการสะท้อนของแสงภายในวัสดุที่เป็นหน้าจอสัมผัส หลักการคือเมื่อแสงเดินทางภายในวัสดุที่มีค่าดัชนีหักเหของแสงมากๆ จะทำให้มุมหักเหของแสงนั้นมีค่าเท่ากับมุมวิกฤต และหากมีค่าดัชนีหักเหของแสงมากพอก็จะทำให้เกิดการสะท้อนภายในวัสดุนั้น เรียกว่า “Total Internal Reflection” ซึ่งวัสดุที่มีคุณสมบัตินี้คือ อะคริลิค และต้องทำเป็นกรอบแอลอีดี (LED Frame) เพื่อจ่ายแสงเข้าไปในวัสดุ เมื่อมีการสัมผัสบนหน้าจอที่ใช้เทคนิค FTIR จะทำให้เกิดการเปลี่ยนค่าของดัชนีหักเหของแสงทำให้แสงกระจายออกมาตรงจุดที่สัมผัส เมื่อนำกล้องอินฟราเรดมาจับภาพทำให้สามารถระบุตำแหน่งที่สัมผัสหน้าจอได้ แต่หากเกิดจากการสัมผัสจากนิ้วมือที่แห้ง หรือวัสดุที่ทำให้ค่าดัชนีของแสงเปลี่ยนไปไม่มาก จะทำให้ไม่สามารถระบุตำแหน่งได้ เทคนิค FTIR จึงต้องใช้ Compliant Layer ซึ่งส่วนใหญ่ใช้เป็นยางซิลิโคน เพื่อช่วยให้เกิดการกระจายของแสงมากขึ้น ดังรูปที่ 2.2

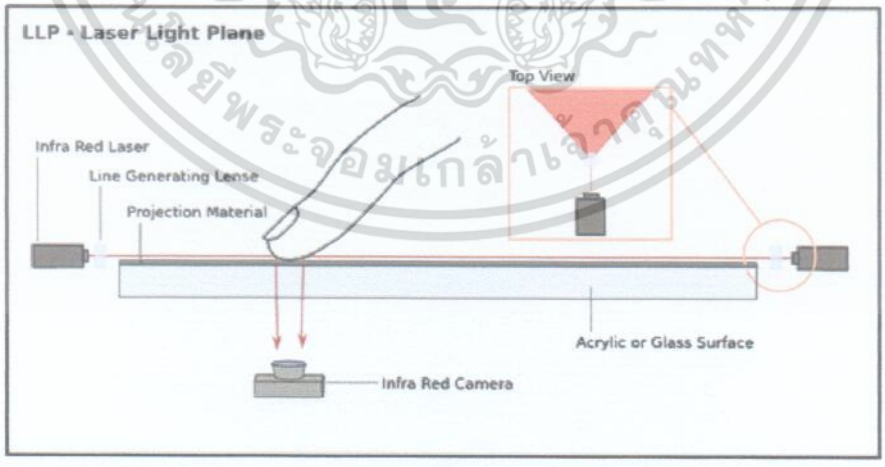
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 2.2** การกระจายของแสงอินฟราเรดเมื่อมีการสัมผัสที่หน้าจอ และชิ้นส่วนที่จำเป็นสำหรับเทคนิค FTIR [1]

2.) Laser Light Plane (LLP)

Laser Light Plane ใช้หลักการกำเนิดแสงอินฟราเรดจากเลเซอร์โดยการฉายแสงไปบนพื้นผิวของหน้าจอ เมื่อสัมผัสจะทำให้เกิดการกระจายของแสงลงมาทำให้กล้องอินฟราเรดสามารถระบุตำแหน่งของการสัมผัสได้ ดังรูปที่ 2.3 โดยเทคนิค LLP นี้จะใช้เลเซอร์ ในช่วงของความยาวเคลื่อน 780 นาโนเมตร (nm) และ 940 นาโนเมตร (nm) โดยสิ่งที่ต้องระมัดระวังคือต้องรู้ว่าลำแสงเลเซอร์นั้นเดินทางอย่างไร เนื่องจากเลเซอร์เป็นอันตรายต่อสายตาและช่วงแสงอินฟราเรดเป็นช่วงแสงที่มนุษย์ไม่สามารถมองเห็นได้

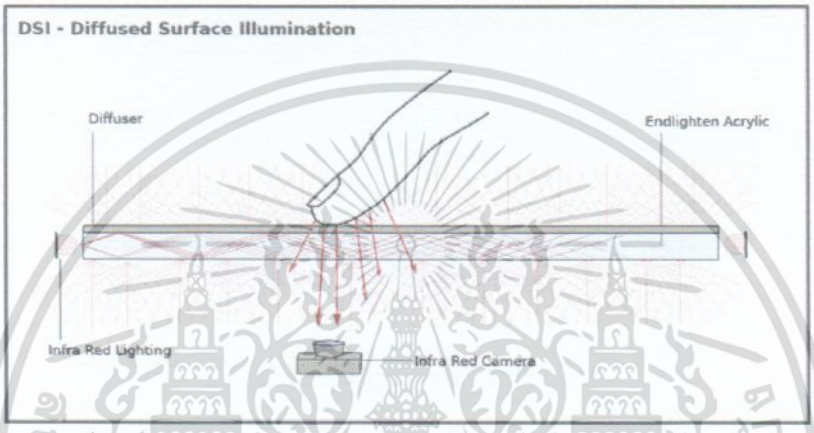



**รูปที่ 2.3** การกระจายของแสงอินฟราเรดเมื่อมีการสัมผัสที่หน้าจอ และชิ้นส่วนที่จำเป็นสำหรับเทคนิค LLP [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.) Diffused Surface Illumination (DSI)

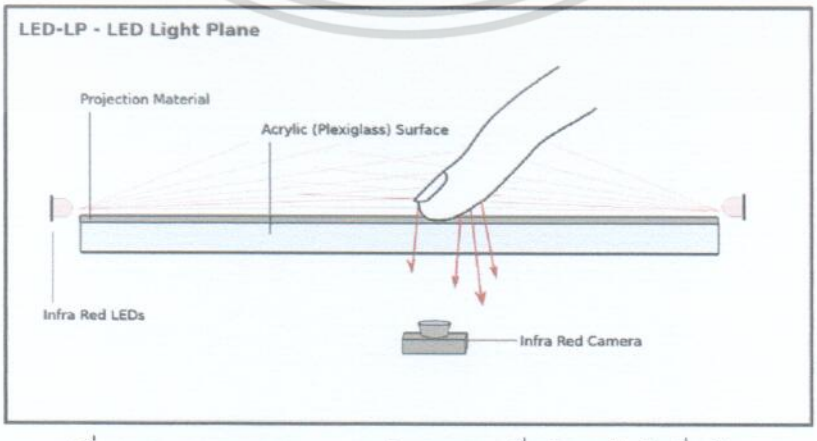
Diffused Surface Illumination ใช้หลักการคล้ายๆกับเทคนิค FTIR โดยการจ่ายแสงไปรอบๆ อะคริลิค แต่แตกต่างคือแบบ DSI ใช้ อะคริลิคที่มีคุณสมบัติในการกระจายแสง (Enlighten Acrylic) ทำให้ไม่ต้องใช้ Compliant Layer เพื่อช่วยในการกระจายแสง เมื่อฉายแสงเข้าไปในอะคริลิคชนิดนี้จะกระจายแสงออกเมื่อมีการสัมผัสจะเกิดการหักเหของแสง ทำให้ระบุตำแหน่งของการสัมผัสได้ ดังรูปที่ 2.4




**รูปที่ 2.4** การกระจายของแสงอินฟราเรดเมื่อมีการสัมผัสที่หน้าจอ และชิ้นส่วนที่จำเป็นสำหรับเทคนิค DSI [1]

4.) LED Light Plane (LED-LP)

LED Light Plane เป็นการใช้แหล่งกำเนิดแสงอินฟราเรดเป็นแบบกรอบแอลอีดี เหมือนเทคนิค FTIR แต่ใช้หลักการฉายแสงด้านบนหน้าจอสัมผัสเหมือนแบบ LLP โดยเมื่อสัมผัสที่หน้าจอสัมผัสจะเกิดการสะท้อน ทำให้สามารถระบุตำแหน่งที่สัมผัสได้เช่นเดียวกับแบบ LLP ดังรูปที่ 2.5



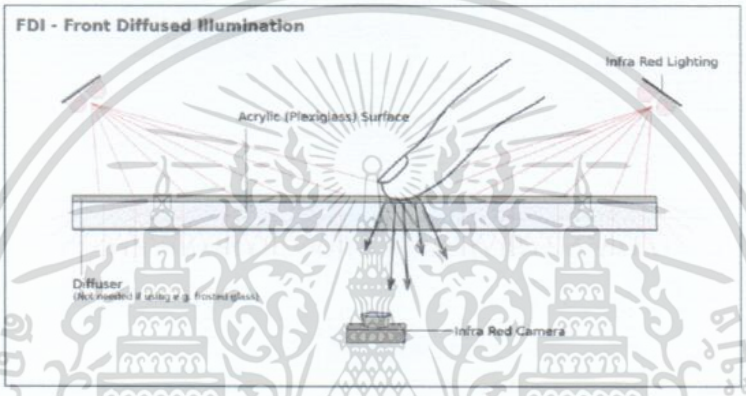

**รูปที่ 2.5** การกระจายของแสงอินฟราเรดเมื่อมีการสัมผัสที่หน้าจอ และชิ้นส่วนที่จำเป็นสำหรับเทคนิค LED – LP [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.) Diffused Illumination (DI)

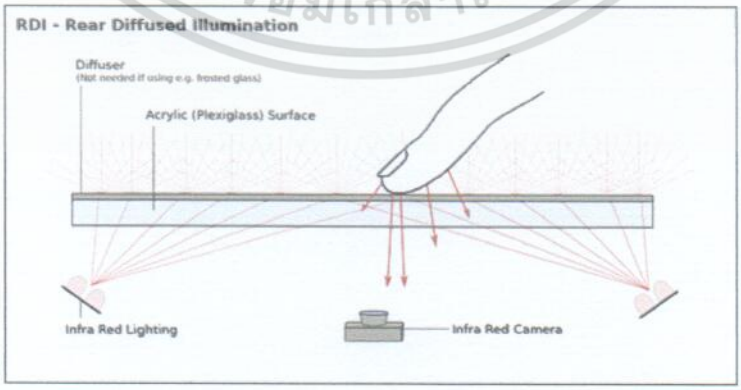
Diffused Illumination มี 2 แบบด้วยกันคือ Front Diffused Illumination และ Rear Diffused Illumination โดยทั้งสองแบบอาศัยหลักการความแตกต่างของพื้นที่ที่มีแสงมากกับพื้นที่ที่ไม่มีแสงหรือมีแสงน้อย (contrast) โดยแสงในที่นี้คือแสงอินฟราเรด ทั้ง 2 เทคนิคมีรูปแบบดังนี้

แบบ Front Diffused Illumination (Front DI) เป็นการให้แสงอินฟราเรดด้านบนของหน้าจอสัมผัสมีมากกว่าอีกด้านของจอสัมผัสโดยใช้โคมไฟขนาดใหญ่ เมื่อสัมผัสจะเกิดความแตกต่างของภาพทำให้สามารถระบุตำแหน่งที่สัมผัสได้ ดังรูปที่ 2.6




**รูปที่ 2.6** การกระจายของแสงอินฟราเรดเมื่อมีการสัมผัสที่หน้าจอและชิ้นส่วนที่จำเป็นสำหรับเทคนิค Front DI [1]

แบบ Rear Diffused Illumination (Rear DI) เป็นการให้แสงอินฟราเรดด้านล่างของหน้าจอสัมผัสมีมากกว่าด้านบน เมื่อมีการสัมผัสจะเกิดความแตกต่างของภาพทำให้สามารถระบุตำแหน่งที่สัมผัสได้ ดังรูปที่ 2.7




**รูปที่ 2.7** การกระจายของแสงอินฟราเรดเมื่อมีการสัมผัสที่หน้าจอและชิ้นส่วนที่จำเป็นสำหรับเทคนิค Rear DI [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก 5 เทคนิคของเทคโนโลยีหน้าจอสัมผัสแบบอินฟราเรด ที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปข้อดีข้อเสียของเทคนิคต่างๆได้ ดังนี้

- Frustrated Total Internal Reflection (FTIR)

**ตารางที่ 2.1** ข้อดีข้อเสียของเทคนิค FTIR

| ข้อดี | ข้อเสีย |
|---|---|
| ไม่ต้องการกล่องปิดเนื่องจากใช้การฉายแสงรอบๆ อะคริลิค | ต้องใช้แหล่งกำเนิดแสงอินฟราเรดแบบกรอบแอลอีดี |
| สามารถหาจุดสัมผัสได้ง่ายมีการกระจายของแสงชัดเจน | ต้องมี Compliant Surface ซึ่งสามารถทำได้ยาก |
| สามารถรองรับการสัมผัสได้จากทุกวัตถุ | |
| สามารถใช้กับการสัมผัสเล็กๆเช่นปากกาได้ | |

- Rear Diffused Illumination (Rear DI)

**ตารางที่ 2.2** ข้อดีข้อเสียของเทคนิค Rear DI

| ข้อดี | ข้อเสีย |
|---|---|
| ไม่จำเป็นต้องใช้ Compliant Surface | ยากที่จะทำให้แสงกระจายอยู่ทั่ว |
| ไม่จำเป็นต้องใช้ แสงอินฟราเรดแบบกรอบแอลอีดี | ต้องใช้กล่องปิด |

- Front Diffused Illumination (Front DI)

**ตารางที่ 2.3** ข้อดีข้อเสียของเทคนิค Front DI

| ข้อดี | ข้อเสีย |
|---|---|
| ไม่ต้องใช้กล่องปิด | จุดสัมผัสผิดพลาดได้ง่าย |
| ติดตั้งได้ง่าย | เกิดการรบกวนจากสิ่งแวดล้อมได้ง่าย ทำให้ไม่มีความน่าเชื่อถือ |

- Laser Light Plane (LLP)

**ตารางที่ 2.4** ข้อดีข้อเสียของเทคนิค LLP

| ข้อดี | ข้อเสีย |
|---|---|
| ไม่จำเป็นต้องใช้ Compliant Surface | มีความแม่นยำต่ำ |
| ไม่ต้องใช้ แสงอินฟราเรดแบบกรอบแอลอีดี | หากสัมผัสจุดที่มีการหักเหของแสงไปแล้วจะไม่สามารถระบุตำแหน่งได้ |
| ติดตั้งได้ง่าย | |

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Diffused Surface Illumination (DSI)

**ตารางที่ 2.5** ข้อดีข้อเสียของเทคนิค DSI

| ข้อดี | ข้อเสีย |
|---|---|
| ไม่จำเป็นต้องใช้ Compliant Surface | ต้องใช้อะคริลิคชนิดพิเศษ (Enlighten Acrylic) ซึ่งมีราคาสูง |
| สามารถปรับเปลี่ยนไปใช้แบบ FTIR ได้ | ความแตกต่างของจุดสัมผัสต่ำกว่าแบบ FTIR |

- LED Light Plane (LED-LP)

**ตารางที่ 2.6** ข้อดีข้อเสียของเทคนิค LED-LP

| ข้อดี | ข้อเสีย |
|---|---|
| ไม่จำเป็นต้องใช้ Compliant Surface | ลำแสงแคบมาสามารถใช้กับหน้าจอขนาดใหญ่ได้ |
| ไม่ต้องใช้กล่องปิด | ความแม่นยำต่ำ |
| | หากสัมผัสจุดที่มีการหักเหของแสงไปแล้วจะไม่สามารถระบุตำแหน่งได้ |

### 2.1.2 กล้องเว็บแคม (Web cameras) อินฟราเรด

จากเทคโนโลยีหน้าจอสัมผัสอินฟราเรดนั้นต้องใช้ กล้องอินฟราเรดในการรับภาพแต่เนื่องจาก กล้องอินฟราเรดนั้นมีต้นทุนที่สูง จึงนำกล้องเว็บแคมที่ใช้งานกันทั่วไปมา ปรับเปลี่ยนให้เป็นกล้องอินฟราเรดได้

โดยปกติกล้องเว็บแคมทั่วไปนั้นจะมีการกำจัดแสงอินฟราเรดโดยมีฟิลเตอร์ (Filter) กรองแสงอินฟราเรดออก จึงต้องปรับเปลี่ยนให้ไปในทางตรงกันข้าม โดยนำฟิลเตอร์กรองอินฟราเรดนี้ออกและใส่ฟิลเตอร์ที่กรองแสงในช่วงของแสงอินฟราเรดแทนที่ แต่หากกล้องเว็บแคมที่ใช้มีราคาแพงก็ไม่สามารถนำมาปรับเปลี่ยนได้เนื่องจากตัวกรองอินฟราเรดจะติดไปกับตัวเลนส์ของกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติหลักของกล้องที่ใช้ได้กับหน้าจอสัมผัสแบบอินฟราเรดมีดังนี้

- ความละเอียดของภาพ

  ความละเอียดของภาพมีผลเป็นอย่างมากในการระบุตำแหน่งสัมผัสสำหรับพื้นที่ผิวสัมผัสขนาดเล็กสามารถใช้ความละเอียดภาพตั้งแต่ 320 x 240 pixels และสำหรับพื้นที่ขนาดใหญ่ความมีความละเอียดตั้งแต่ 640 x 480 pixels ขึ้นไป

- อัตราการรับส่งภาพ

  อัตราการส่งภาพ คือจำนวนภาพที่ส่งใน 1 วินาที ซึ่งมีผลต่อการเคลื่อนที่ของการสัมผัส กล้องที่นำมาใช้ควรมีอัตราการส่งภาพอย่างน้อย 30 เฟรมต่อวินาที (Frames per second : FPS)

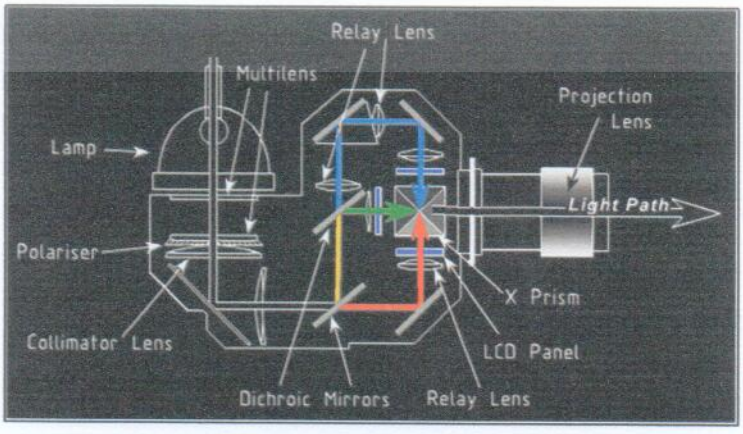
- ระยะการจับภาพของกล้อง (Capture size)

  ระยะการจับภาพของกล้อง ต้องทำให้สามารถจับได้ทุกส่วนของการสัมผัส

### 2.1.3 การแสดงผลของหน้าจอสัมผัสแบบอินฟราเรด โดยใช้เครื่องฉายภาพ

การใช้เครื่องฉายภาพเป็นการแสดงผลที่นิยมในหน้าจอขนาดใหญ่ โดยทั่วไปเครื่องฉายภาพแบ่งออกเป็น 2 แบบ เลือกใช้ตามรูปแบบของการใช้งาน

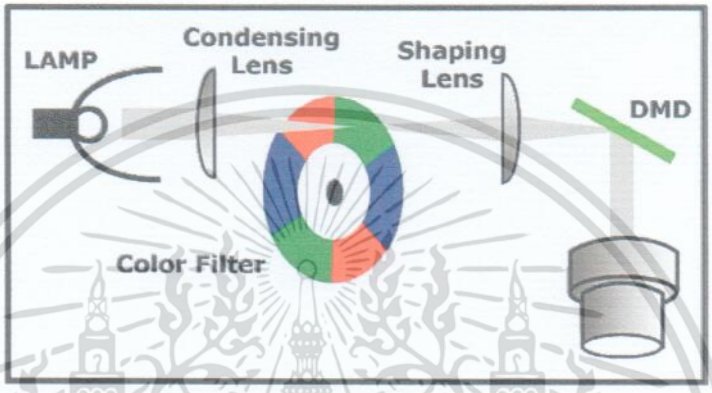
เครื่องฉายภาพแบบ LCD (Liquid Crystal Display) เป็นเทคโนโลยีของเครื่องฉายภาพที่มีการบรรจุแผ่น LCD จำนวน 3 แผ่นไว้ในตัวเครื่องเพื่อใช้ในการสร้างภาพ ซึ่งเปรียบเสมือนแม่สี 3 สี โดยจะมีสีแดง เขียว และน้ำเงิน โดยแสงจะวิ่งผ่านพาเนล LCD นี้ ซึ่งจะเป็นตัวที่เปิดหรือปิดการทำงานของพิกเซลในแต่ละเม็ดสี และเมื่อสร้างภาพเป็นที่เรียบร้อยแล้วก็จะส่งออกไปยังเครื่องและฉายต่อไป ดังรูปที่ 2.8




**รูปที่ 2.8** หลักการทำงานของเครื่องฉายภาพแบบ LCD [2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องฉายภาพแบบ DLP (Digital Light Processing) ใช้หลักการที่แสงวิ่งผ่านจานแม่สี โดยแสงที่วิ่งผ่านจานแม่สีแดง เขียว และน้ำเงินโดยแต่ละสีจะวิ่งผ่านไปที่กระจกขนาดเล็กในแผ่น DMD โดยถ้าเกิดกระแสไฟฟ้า กระจกขนาดเล็กก็จะสะท้อนแสงแม่สีไฟที่จอภาพ เพื่อที่จะผสมสีให้เกิดภาพ โดยจะมีวงจรควบคุมให้แผ่นจานสีหมุนให้ได้จังหวะกับการผลิดเอียงมุมของกระจกขนาดเล็กในแผ่น DMD ดังรูปที่ 2.9 เครื่องฉายภาพแบบ DLP ให้ค่าความสว่างสูง , ความคมชัดที่สูง , ค่า Black level ที่ดีทำให้สีดำสนิท และการเกลี่ยแสง ที่ดีเหมาะสำหรับงาน ที่ต้องการความคมชัดมาก




รูปที่ 2.9 หลักการทำงานของเครื่องฉายภาพแบบ DLP [2]

ตารางที่ 2.7 เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของเครื่องฉายภาพแบบ LCD และ แบบ DLP

| เครื่องฉายภาพแบบ | ข้อดี | ข้อเสีย |
|---|---|---|
| LCD (Liquid Crystal Display) | ให้กำลังแสงได้ดี<br>มีความคมชัดของสีที่ชัด | ขนาดใหญ่เกิดปัญหาในเรื่องของ Dead Pixels ทั้งแบบถาวรและไม่ถาวรได้ และจะส่งผลต่อการแสดงภาพ<br>ตัวจอ LCD สามารถเสียหายได้และมีราคาที่แพงมากกว่า DLP |
| DLP (Digital Light Processing) | มีจุดพิกเซลที่ละเอียด<br>อายุในการใช้งานก็ยาวนานกว่า | ความอิ่มหรือความชุ่มฉ่ำของสีจะด้อยกว่า LCD |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.1.4 กฎการสะท้อน

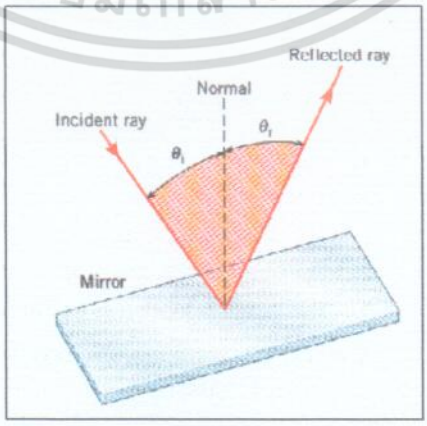
การสะท้อนแสง หมายถึง การที่แสงไปกระทบกับตัวกลางแล้วสะท้อนไปในทิศทางอื่นหรือสะท้อนกลับมาทิศทางเดิม การสะท้อนของแสงนั้นขึ้นอยู่กับพื้นผิวของวัตถุด้วยว่าเรียบหรือหยาบโดยทั่วไปพื้นผิวที่เรียบและมันจะทำให้มุมของแสงที่ตกกระทบมีค่าเท่ากับมุม สะท้อนตำแหน่งที่แสงตกกระทบกับแสงสะท้อนบนพื้นผิวจะเป็นตำแหน่งเดียวกัน ดังรูปที่ 2.10

**รูปที่ 2.10** การสะท้อนแสงของพื้นที่ผิวเรียบและขรุขระ [3]

- มุมตกกระทบคือมุมที่รังสีตกกระทบ (Incident ray) ทำกับเส้นปกติ (Normal) ของผิวสะท้อน
- มุมสะท้อน (Reflected ray) คือมุมที่รังสีสะท้อนทำกับเส้นปกติ

**การสะท้อนของแสงที่มีระเบียบจะได้**

1) มุมตกกระทบมีค่าเท่ากับมุมสะท้อน
2) รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อนและเส้นปกติ จะอยู่ในระนาบเดียวกัน

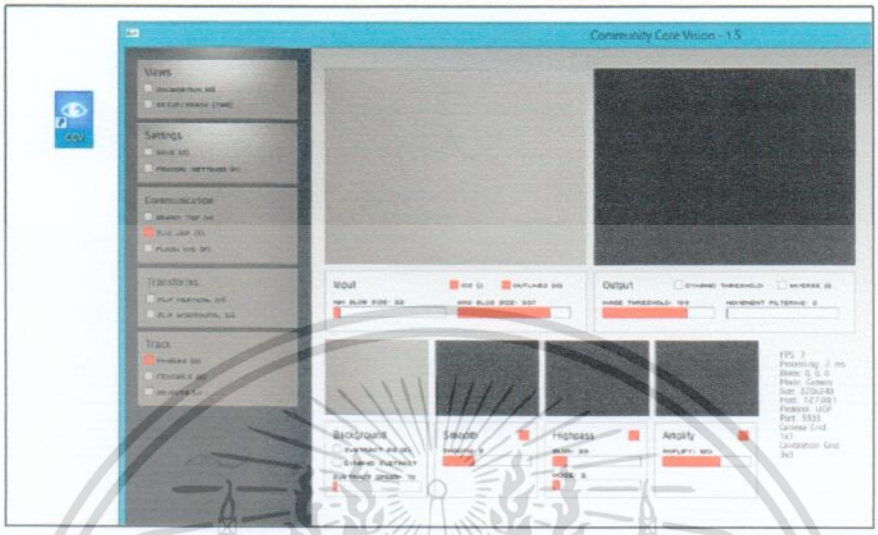



**รูปที่ 2.11** การสะท้อนของกระจกเงา [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

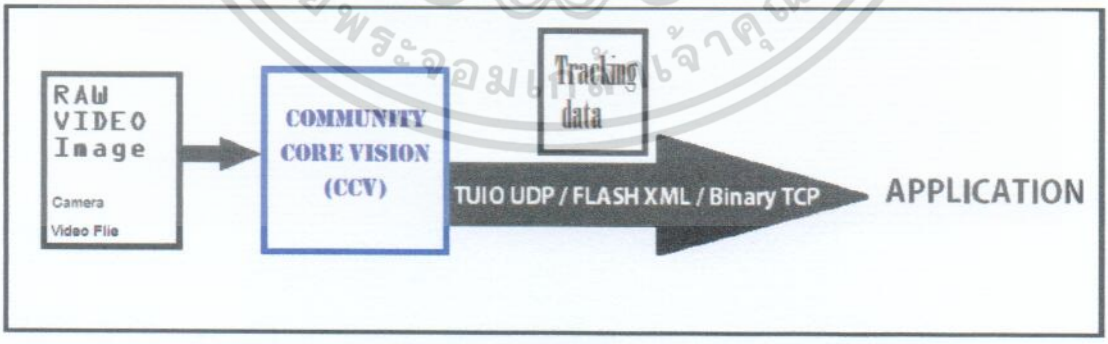
## 2.2 ส่วนซอฟต์แวร์

### 2.2.1 Community Core Vision (CCV)




รูปที่ 2.12 โปรแกรม Community Core Vision (CCV)

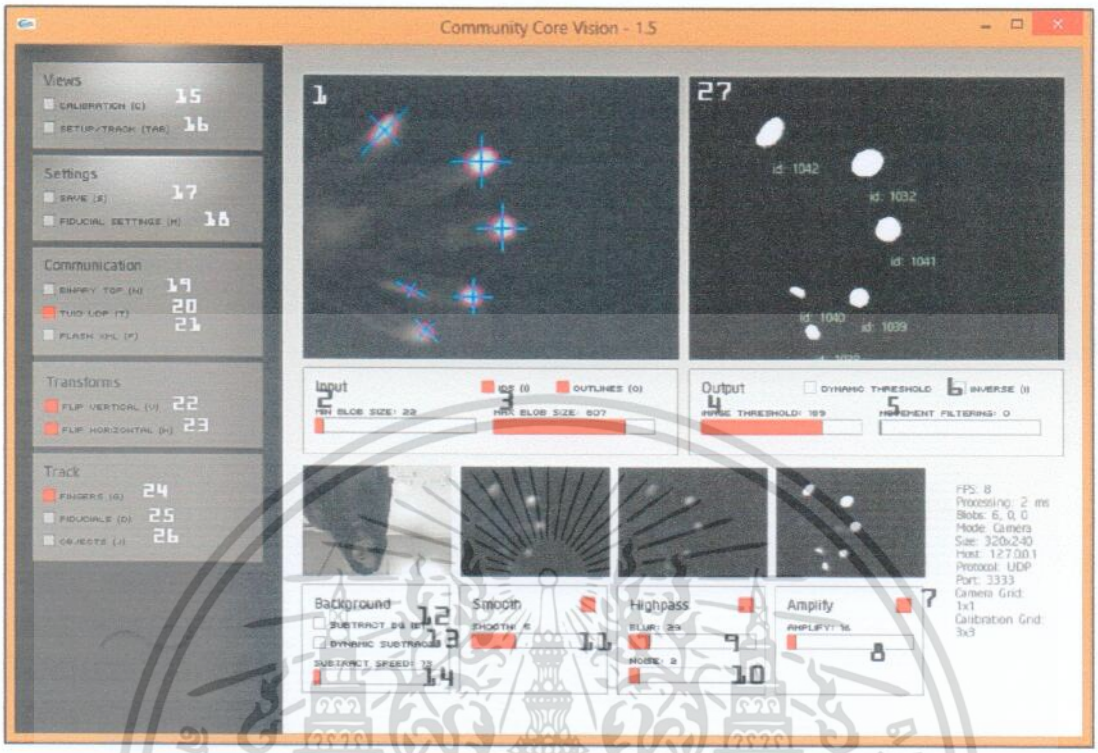
โปรแกรม Community Core Vision (CCV) เป็นโปรแกรมที่มีการรับอินพุตเป็นวีดีโอ และเอาต์พุตเป็นข้อมูลของการระบุตำแหน่ง (เช่น ไอดีระบุตำแหน่งของการสัมผัส ขนาดของจุดสัมผัส (Blob size)) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างแอพพลิเคชั่นของหน้าจอสัมผัสหลายจุด (Multi-touch Application) โปรแกรม CCV สามารถเชื่อมต่อได้หลากหลายโปรโตคอล TUIO / Binary TCP / XML และรองรับเทคโนโลยีหน้าจอสัมผัสแบบอินฟราเรดได้ ดังรูปที่ 2.13




รูปที่ 2.13 หลักการเบื้องต้นของโปรแกรม CCV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานโปรแกรม Community Core Vision (CCV)




รูปที่ 2.14 การใช้งานโปรแกรม Community Core Vision (CCV)

1. Source image – แสดงวีดีโอจากกล้องหรือไฟล์วีดีโอ
2. Min Blob Size – กำหนดจุดสัมผัสที่เล็กที่สุดที่ต้องการ หากมีจุดที่เล็กกว่าที่กำหนดจะไม่ทำการระบุตำแหน่ง (ไม่มีไอดี)
3. Max Blob Size - กำหนดจุดสัมผัสที่ใหญ่ที่สุดที่ต้องการ หากมีจุดที่ใหญ่กว่าที่กำหนดจะไม่ทำการระบุตำแหน่ง (ไม่มีไอดี)
4. Threshold Slider – ปรับระดับของพิกเซลของการระบุตำแหน่งที่สามารถยอมรับได้
5. Movement filtering – ปรับระดับของระยะทาง ก่อนที่จะมีการตรวจพบจุดสัมผัส
6. Inverse – เปลี่ยนจุดสัมผัสสีดำเป็นสีขาว
7. On/off Toggle – เปิด/ปิด การใช้งานตัวกรองต่าง
8. Amplify Slider – ทำให้จุดตำแหน่งสัมผัสที่อ่อน ชัดขึ้น
9. Highpass Blur Slider – นำส่วนที่เบลอออก และนำส่วนที่ชัดให้มีความคมชัดขึ้น
10. Highpass Noise – กรองในส่วนที่เป็น noise ออก
11. Smooth Slider – ปรับความเรียบเนียนของภาพ
12. Remove Background Button – การเก็บภาพที่เป็นพื้นหลังไว้ และนำมาลบออกเมื่อได้ภาพใหม่เพื่อเป็นการลบพื้นหลังที่รบกวนระบบออก

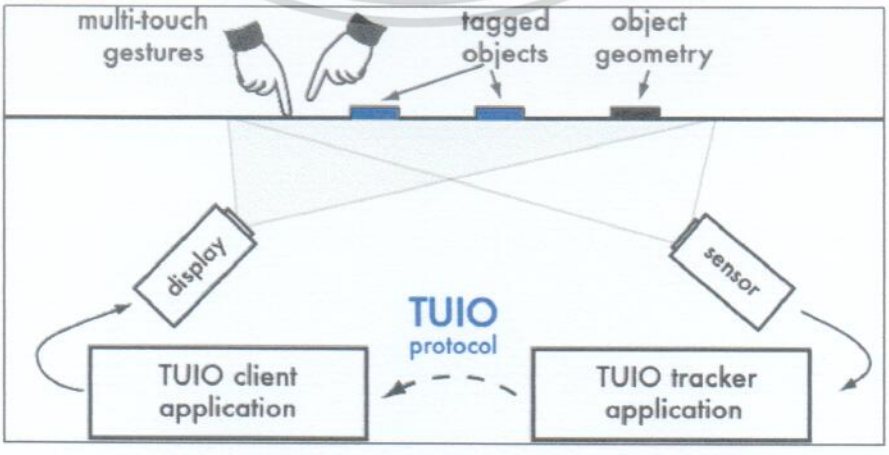
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

13. Dynamic Subtract Toggle – กำหนดการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมที่เป็นพื้นหลัง เพื่อไม่ให้รบกวนระบบ
14. Subtract Speed – ปรับค่าการเปลี่ยนแปลงของพื้นหลังเพื่อไม่ให้รบกวนระบบ
15. Calibration – การปรับตั้งค่าหน้าจอให้ตรงกับหน้าจอที่ใช้งานจริง
16. Setup/Track – การกำหนดอินพุต และการตั้งค่ากล้องที่ใช้
17. Save – บันทึกค่า
18. Fiducial Setting – การตั้งค่าความแม่นยำ
19. Communication by Binary TCP – การส่งข้อมูลโดยใช้ Binary TCP
20. Communication by TUIO UDP - การส่งข้อมูลโดยใช้ TUIO UDP
21. Communication by FLASH XML – การส่งข้อมูลโดยใช้ FLASH XML
22. Flip Vertical – สลับด้านแนวตั้ง
23. Flip Horizontal – สลับด้านแนวนอน
24. Track Fingers – ทำการระบุตำแหน่งนิ้วมือ
25. Track Fiducials – ทำการระบุตำแหน่งที่ต้องการความแม่นยำ
26. Track Objects – ทำการระบุตำแหน่งวัตถุทั่วไป

### 2.2.2 โปรโตคอล TUIO

TUIO เป็นโปรโตคอลพื้นฐานที่ใช้งานกันทั่วไป และเป็น API (Application Program Interface: ทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างแอพพลิเคชันกับระบบปฏิบัติการ) TUIO ทำหน้าที่ส่งรายละเอียดของการระบุตำแหน่ง รวมทั้งการสัมผัสต่างๆจากนิ้วมือหรือวัตถุ ไปสู่แอพพลิเคชั่น โดยจะทำการเข้ารหัสควบคุมข้อมูลจากโปรแกรมระบุตำแหน่ง (tracker application) และส่งไปยังแอพพลิเคชั่นต่างๆที่มีความสามารถในการถอดรหัสโปรโตคอลนี้ ดังรูปที่ 2.15




รูปที่ 2.15 หลักการทำงานของโปรโตคอล TUIO [5]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



142888

- การทำงานของโปรโตคอล TUIO

  การเข้ารหัส : Open sound control

  การส่งข้อมูล : UDP (User Datagram Protocol)

  พอร์ต: 3333

- มี 4 message classes

  1) SET : ใช้ติดต่อข้อมูลระหว่างวัตถุ เช่น ตำแหน่ง การปรับ

  2) ALIVE : ใช้เก็บ session ids ของวัตถุที่แสดงผลอยู่

  3) FSEQ : ใช้เป็น tag เฉพาะที่เก็บการเปลี่ยนแปลงของ frame id

  4) SOURCE : ระบุ TUIO source เพื่อที่จะ multiplex source บนฝั่งของ client ได้ (message เสริม)

- สรุปการทำงานของ message

  1) attribute ของ object จะถูกส่งหลังจากที่ state เปลี่ยนโดยใช้ SET message

  2) client รู้ object ว่ามี object เพิ่มหรือลดจาก SET หรือ ALIVE message

  3) object จะถูกลบเมื่อได้รับ ALIVE message

  4) FSEQ message จะถูกรวมไว้ใน bundle

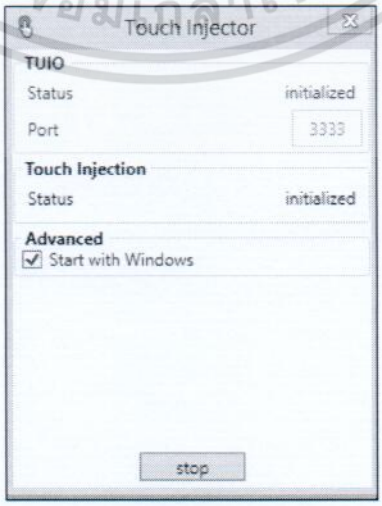
  5) SOURCE message จะระบุ application และ address

- การทำงานของแอพพลิเคชั่นแบ่งได้ 2 ส่วนด้วยกันคือ

  1) ส่วนที่รับค่ามาจากเซ็นเซอร์ (TUIO tracker application)

  2) ส่วนที่แสดงผลออกทางหน้าจอ (TUIO client application)

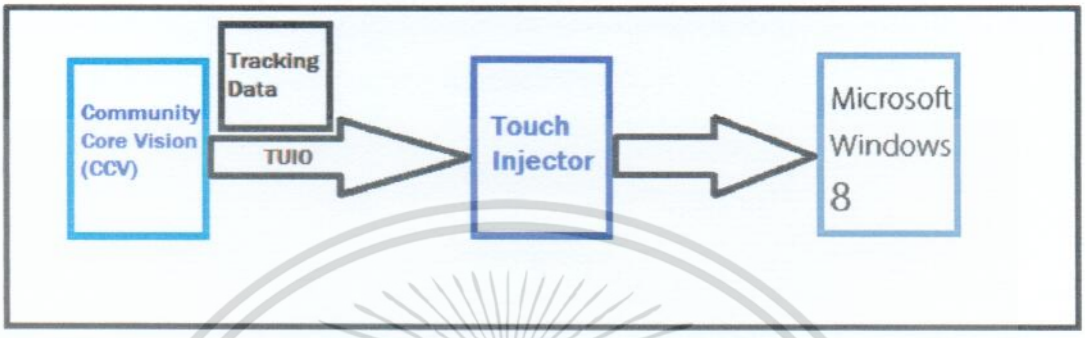
### 2.2.3 โปรแกรม Touch Injector




**รูปที่ 2.16** โปรแกรม Touch Injector

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Touch Injector เป็นโปรแกรมสำหรับ Microsoft Windows 8 ที่มีหน้าที่ทำการสร้างการสัมผัสหน้าจอที่ได้รับมาจากโปรโตคอล TUIO อาจเรียกได้ว่าเป็น touch driver ถึงแม้ว่าจะไม่ใช่ driver เมื่อโปรแกรม CCV (Community Core Vision) ส่งข้อมูลออกมาผ่าน TUIO เป็นตำแหน่งของนิ้วโปรแกรม Touch Injector จะนำข้อมูลนั้นมาส่งต่อให้ Windows 8 ดังรูปที่ 2.17




รูปที่ 2.17 หลักการทำงานของ Touch Injector

2.2.4 ภาษาจาวา

รูปที่ 2.18 จาวา

ภาษาจาวา (JAVA) เป็นภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object-Oriented Programming) และให้สามารถทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีสภาพแวดล้อมต่างกันโดยไม่ต้องทำการคอมไพล์ใหม่ซึ่งเรียกคุณสมบัตินี้ว่า Platform Independent ซึ่งจุดเด่นของภาษาจาวามีดังนี้

- ชุดพัฒนาโปรแกรมสามารถใช้งานได้ฟรี
- เป็นภาษาที่ออกแบบมาให้ใช้งานง่าย สามารถใช้งานโดยนำพื้นฐานของภาษา C มาใช้และตัดความยุ่งยากของภาษา C เช่นพอยเตอร์
- สามารถทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต่างระบบกันได้
- สนันสนุนการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ
- ทำงานบนเว็ปบราวเซอร์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีคลาสต่างๆใช้เรียกใช้จำนวนมาก
- สามารถคำนวณพื้นที่หน่วยความจำได้อัตโนมัติและภาษาจาวาสามารถคืนหน่วยความจำให้กับออบเจ็กต์ที่ไม่มีการใช้โดยอัตโนมัติ

**ไลบรารี่ที่ใช้กับการเขียนแอพพลิเคชั่น**

ไลบรารี่ที่ใช้กับการเขียนแอพพลิเคชั่นเป็นไลบราลี่ของเว็ปไซต์ MT4j – Multitouch for JAVA

- AbstractMTApplication: ใช้สำหรับการสร้างมัลติทัชแอพพลิเคชั่น
- components.TransformSpace: เป็นการดึงค่าพื้นที่ออกมาซึ่งเป็นค่าที่ได้ประกาศ (Enum Tranformspace)
- components.visibleComponents.shapes.MTRoundRectangle: สร้างหน้าต่างสี่เหลี่ยม
- components.visibleComponents.shapes.MTRectangle.PositionAnchor: หาตำแหน่งบนหน้าต่างสี่เหลี่ยม
- components.visibleComponents.widgets.MTBackgroundImage: ใช้ภาพพื้นหลัง
- components.visibleComponents.widgets.MTList: สร้างลิส (List)
- components.visibleComponents.widgets.MTListCell: สร้างเซลล์ให้กับลิส
- components.visibleComponents.widgets.MTSceneTexture: รูปแบบของฉากที่กำหนดขึ้นมา (สามารถกำหนดตำแหน่ง,ความสูงและความกว้าง)
- components.visibleComponents.widgets.MTHandler: ทำการสร้างรูปเมื่อคลิกและทำการลบรูปเมื่อกดค้าง (เขียนขึ้นมาเองเพิ่มเติม)
- components.visibleComponents.widgets.MTTextArea: กำหนดพื้นที่หลังข้อความ ถ้าไม่มีการกำหนดพื้นที่ พื้นที่ที่แสดงจะขยายตามขนาดของข้อความ แต่หากมีการกำหนดพื้นที่จะทำการตัดคำเพื่อให้ได้ตามพื้นที่ที่กำหนด
- input.inputProcessors: การรับอินพุตต่างๆ เช่น การกด การกดค้าง
- sceneManagement: การจัดลำดับต่างๆก่อนที่จะทำขั้นต่อไป
- util.MTColor: การเติมสี
- util.font: ประกาศใช้ตัวอักษรและรูปแบบตัวอักษร
- util.math.Vector3D: กำหนดตำแหน่งโดยใช้หลักแกน x y z
- processing.core.PImage : โหลดข้อมูลที่เป็นรูปภาพ

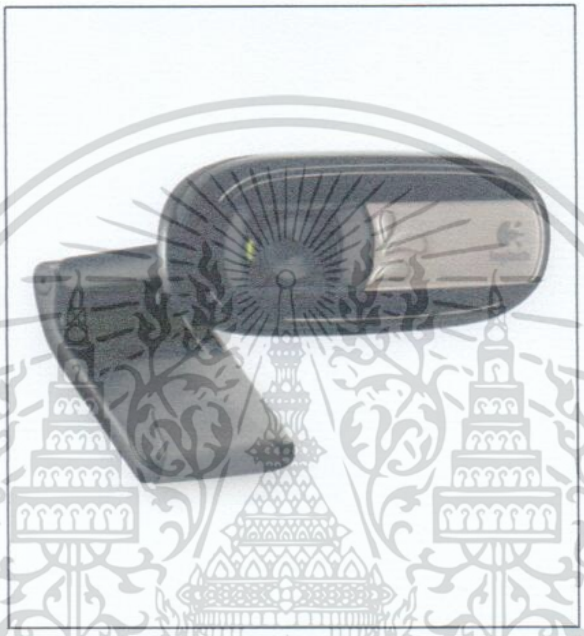
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3

# การออกแบบ

## 3.1 อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์

### 3.1.1 กล้องเว็บแคม (Web cameras) อินฟราเรด



รูปที่ 3.1 กล้อง Logitech C170 [6]

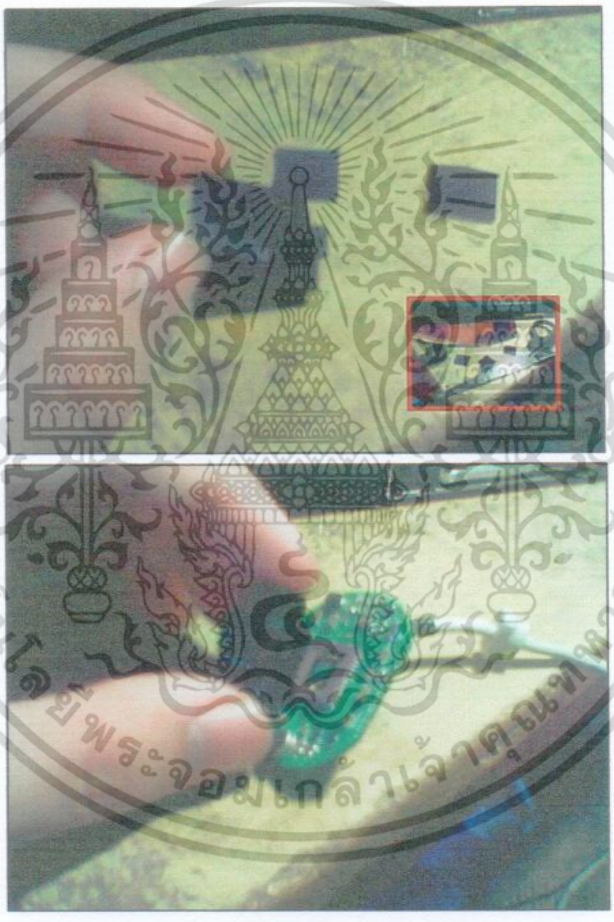
ในโครงงานวิจัยนี้ใช้กล้อง Logitech C170 (แสดงดังรูปที่ 3.1) ซึ่งเป็นกล้องเว็บแคมที่มีคุณสมบัติที่สามารถใช้กับหน้าจอสัมผัสแบบอินฟราเรดได้และมีราคาที่ไม่สูงโดย กล้อง Logitech C107 มีคุณสมบัติดังนี้

- USB Type: 2.0
- Frame rate: 640x480 30 FPS
- Diagonal Field of View (FOV): 58°
- Video Capture (4:3 SD): 320x240, 640x480 And 1024x768

เมื่อนำกล้องเว็บแคมมานำส่วนที่เป็นฟิลเตอร์กรองแสงอินฟราเรดออก และใส่ฟิลเตอร์ที่กรองเฉพาะแสงอินฟราเรด ( IR-pass filter ) เข้าไปแทนที่ โดยในที่นี้ใช้แผ่น Floppy Disk ตัดเป็นชิ้นพอดีกับเลนส์แล้วใส่เข้าไปแทนที่ฟิลเตอร์เดิมที่มีอยู่ ดังรูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

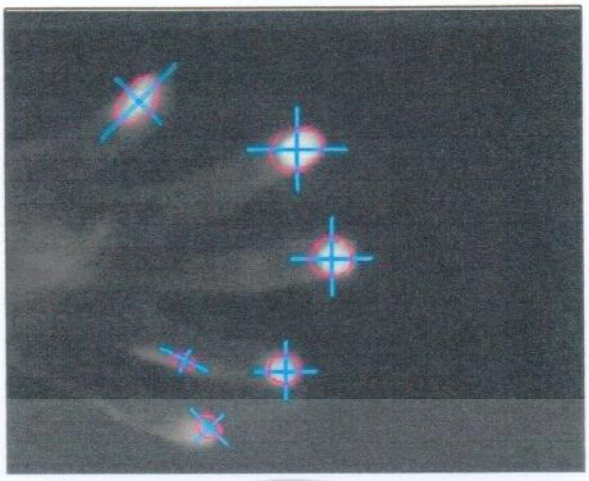
**รูปที่ 3.2** แผ่น Floppy Disk



**รูปที่ 3.3** การนำส่วนที่เป็นฟิลเตอร์กรองแสงอินฟราเรดออก
และใส่ฟิลเตอร์ที่กรองเฉพาะแสงอินฟราเรด ( IR-pass filter ) เข้าไปแทนที่ [7]

เมื่อนำกล้องไปรับภาพจากเทคโนโลยีหน้าจอสัมผัสเทคนิคต่างๆก็จะทำให้สามารถเห็นตำแหน่งที่สัมผัสได้ดังรูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**รูปที่ 3.4** ภาพที่เกิดจากการรับภาพจากเทคโนโลยีหน้าจอสัมผัสอินฟราเรด เทคนิค Rear DI

### 3.1.2 การแสดงผลของหน้าจอสัมผัสแบบอินฟราเรด โดยใช้เครื่องฉายภาพ

เครื่องฉายภาพที่ใช้คือ EPSON BusinessEB - S02 แสดงดังรูปที่ 3.5 ซึ่งสามารถใช้ได้กับเทคโนโลยีหน้าจอสัมผัสอินฟราเรด โดยเครื่องฉายภาพ EPSON BusinessEB - S02 มีคุณสมบัติดังนี้

- ความสว่างสูง 2600 ANSI lumens (standard) และ 2080 ANSI Lumens (Eco)
- เทคโนโลยีการแสดงภาพ แบบ LCD- Poly-silicon TFT Active Matrix ขนาด 0.55 นิ้วx3
- ความละเอียดภาพแบบ SVGA (800x600 pixels)
- อัตราเปรียบต่างของสีขาวและดำ (Contrast Ratio) สูงถึง 3000: 1
- หลอดภาพ แบบ E-TORL 200W แบบ UHE

**รูปที่ 3.5** เครื่องฉายภาพ EPSON BusinessEB - S02 [8]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.3 หลอดแอลอีดีอินฟราเรด (Infrared LED)

หลอดแอลอีดีอินฟราเรดที่ใช้คือรุ่น TOIR -50b94 bdEa ซึ่งมีคุณสมบัติดังรูปที่ 3.6

OASIS

**TAIWAN OASIS LED DATA SHEET (FOR INFRARED)**

PART NO. : TOIR-50b94bCEa

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS AT TA=25°C

| PARAMETER | SYMBOL | DATA | UNIT |
|---|---|---|---|
| Forward Current | $I_{FM}$ | 100 | mA |
| Peak Forward Current (duty=1:100, f=100KHZ) | $I_{FP}$ | 1000 | mA |
| Reverse Voltage | $V_R$ | 6 | V |
| Power Dissipation | $P_D$ | 150 | mW |
| Operating Temperature Range | | −25 to +85 | °C |
| Storage Temperature Range | | −30 to +85 | °C |
| Lead Sold Temperature (1/10 Inch Below Seating Plane) | | 260°C for 3 sec. | |

ELECTRICAL/OPTICAL CHARACTERISTICS AT TA=25°C

| PARAMETER | SYMBOL | DATA | UNIT | TEST CONDITION |
|---|---|---|---|---|
| Radiated Output Power | $P_{O(Typ.)}$ | 12.0 | mW | Distance: 10cm<br>$I_F$=50mA<br>Detector Area: 1cm² |
| Forward Voltage | $V_F$ | TYP: 1.25<br>MAX: 1.45 | V | $I_F$=20mA |
| Wavelength | $\lambda P$ | 940 | nm | $I_F$=20mA |
| Spectrum Width of Half Value | $\Delta\lambda$ | 50 | nm | $I_F$=20mA |
| Reverse Current | $I_R$ | 10 | μA | $V_R$=5V |
| Full Viewing Angle | $2\times\frac{1}{2}\theta$ | 25 | ° | $I_F$=20mA |
| Lens | | Water Clear | | |
| Radiation Material | | GaAs/GaAs | | |

รูปที่ 3.6 คุณสมบัติของหลอดแอลอีดีอินฟราเรดรุ่น TOIR -50b94 bdEa [9]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.2 การออกแบบฮาร์ดแวร์

### 3.2.1 โครงสร้างของโต๊ะหน้าจอสัมผัสหน้าจอสัมผัสอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินฟราเรดโดยใช้เทคโนโลยีอินฟราเรด

ขนาดของโต๊ะออกแบบให้เป็นโต๊ะที่มีขนาดกลางสามารถนำไปใช้งานได้หลากหลายโดยการออกแบบขนาดของหน้าจอคำนึงถึงการฉายภาพของเครื่องฉายภาพซึ่งเครื่องฉายภาพ EPSON BusinessEB - S02 จะฉายภาพได้มีประสิทธิภาพในอัตราส่วน 4:3 ได้ดีกว่าการฉายภาพในอัตราส่วน 16:9 จึงออกแบบขนาดของหน้าจอเป็นขนาด 100 x 75 เซนติเมตรซึ่งหน้าจอนี้ได้ใช้อะคริลิคเนื่องจากมีคุณสมบัติในการหักเหแสงเช่นเดียวกับกระจกแต่มีราคาที่ต่ำกว่าโดยการออกแบบขนาดของส่วนต่างๆของโครงสร้างของโต๊ะหน้าจอสัมผัสอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินฟราเรด สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.7

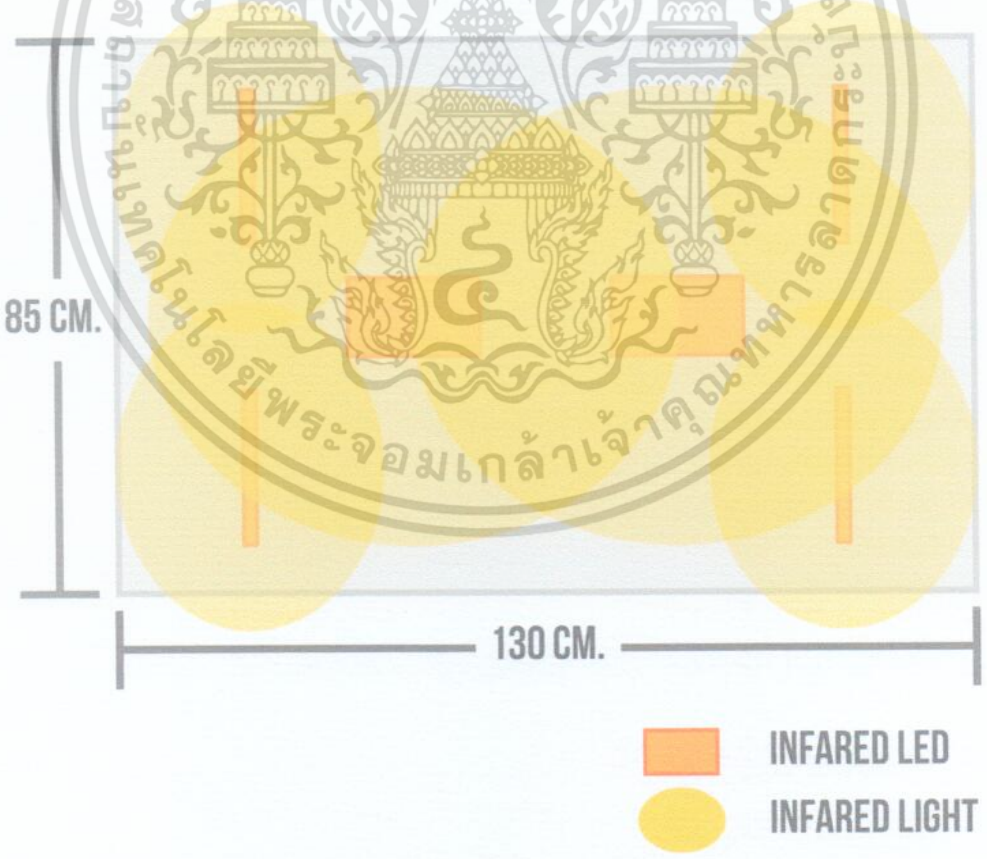
**รูปที่ 3.7** โครงสร้างของโต๊ะหน้าจอสัมผัสอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.2 หน้าจอสัมผัสเทคโนโลยีอินฟราเรดแบบ Rear Diffused Illumination (Rear DI)

โต๊ะหน้าจอสัมผัสอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินฟราเรด ใช้เทคโนโลยีหน้าจอสัมผัสอินฟราเรดด้วยเทคนิค Rear Diffused Illumination (Rear DI) เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสำหรับการทำโต๊ะขนาดใหญ่สามารถหาอุปกรณ์ในการทำได้ง่ายและประสิทธิภาพสามารถยอมรับได้ โดยเทคโนโลยีหน้าจอสัมผัสอินฟราเรด เทคนิค Rear DI นี้ใช้หลักการให้แสงอินฟราเรดด้านล่างของหน้าจอสัมผัสมีมากกว่าด้านบนของหน้าจอสัมผัส ทำให้เมื่อมีการสัมผัสจะเกิดการหักเหและเกิดความต่างของแสงทำให้ภาพที่ได้จากกล้องอินฟราเรดสามารถนำไประบุตำแหน่งของการสัมผัสได้

จากที่กล่าวข้างต้นเทคนิค Rear DI ต้องทำให้แสงอินฟราเรดด้านล่างของหน้าจอสัมผัสมีมากกว่าด้านบนของหน้าจอสัมผัสการออกแบบโต๊ะจึงต้องเป็นโต๊ะปิดเพื่อช่วยให้แสงกระจายอยู่ทั่วด้านล่างของหน้าจอสัมผัส และการวางแอลอีดีอินฟราเรดเนื่องจากหลอดแอลอีดีที่มีอยู่จำกัดจึงออกแบบโดยการวางแอลอีดีเป็นแผงยาวรอบๆและฉายขึ้นไปยังหน้าจอเพื่อให้แสงไปถึงหน้าจอได้ง่ายและใช้กระจกสะท้อนแสงของหลอด LED เพื่อช่วยในการกระจายแสง มีการวางหลอดแอลอีดีเพื่อฉายขึ้นไปยังหน้าจอตรงกลางที่แอลอีดีที่วางรอบๆนั้นส่องไม่ถึง ดังรูปที่ 3.8 และรูปที่ 3.9



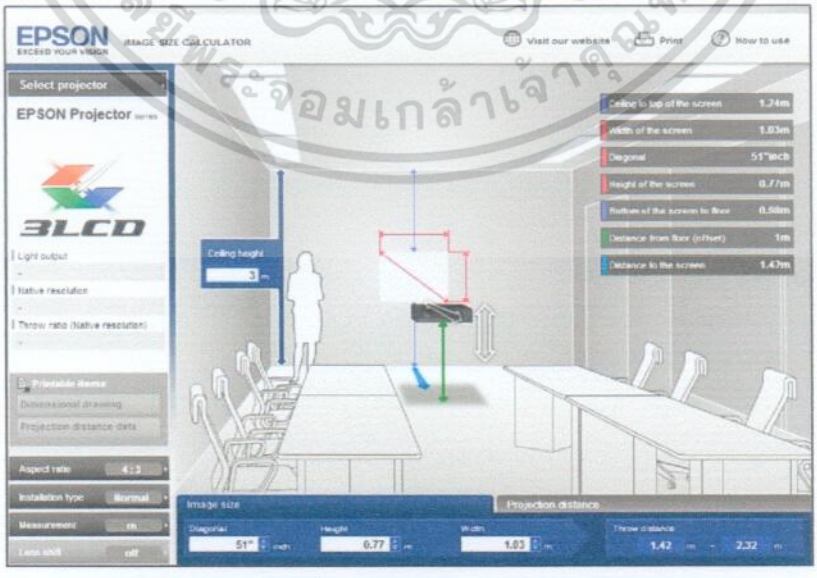

**รูปที่ 3.8** การกระจายแสงของแอลอีดีอินฟราเรด (ในมุมมองด้านบน (Top view))

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 3.9** การวางแอลอีดีอินฟราเรด (ในมุมมองด้านบน (Top view))

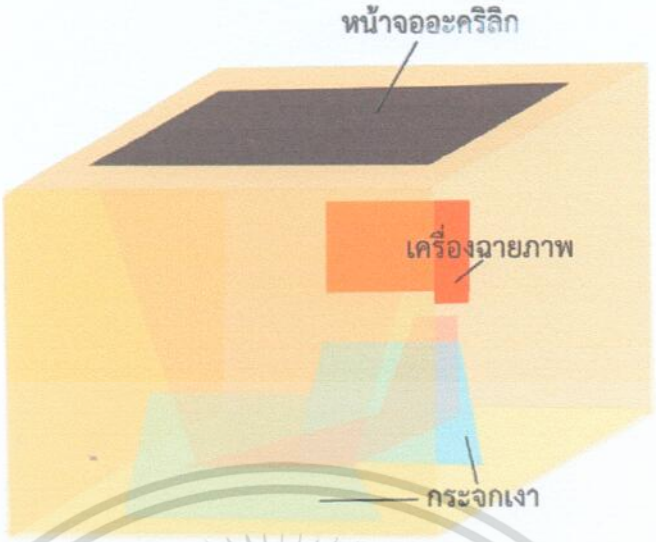
### 3.2.3 การสะท้อนเครื่องฉายภาพ

เนื่องจากเครื่องฉายภาพมีระยะการฉายภาพของแต่ละรุ่นของเครื่องฉายภาพ โดยเครื่องฉายภาพที่ใช้ EPSONBusinessEB-S02 สามารถหาระยะฉายภาพโดยการคำนวณจาก http://www.epson.com/alf_upload/landing/distance-calculator/ ดังรูปที่ 3.10 ซึ่งค่าที่ได้เป็นค่าระยะทางประมาณ 1.4 เมตรถึง 2.3 เมตร ซึ่งความสูงของโต๊ะที่ออกแบบนั้นสูง 80 เซนติเมตร จึงต้องทำการสะท้อนภาพจากเครื่องฉายภาพโดยใช้กระจกเงาเพื่อเป็นการเพิ่มระยะให้สามารถฉายภาพได้ ซึ่งสามารถออกแบบได้ดังรูปที่ 3.11 3.12 และ 3.13

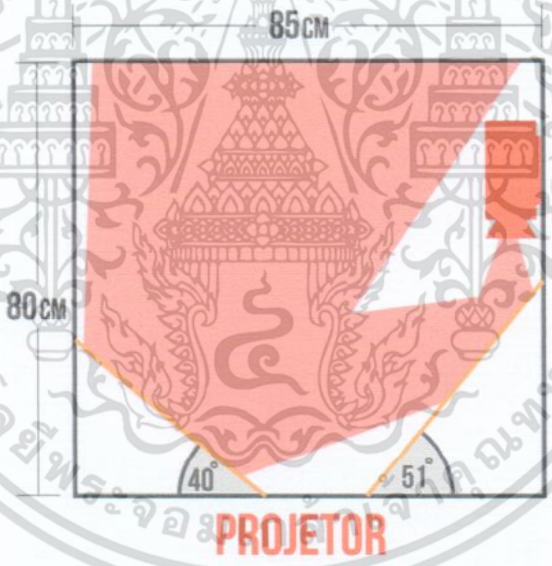



**รูปที่ 3.10** ระยะฉายภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.11** การสะท้อนภาพจากเครื่องฉายภาพโดยใช้กระจกเงาเพื่อเป็นการเพิ่มระยะให้สามารถฉายภาพได้

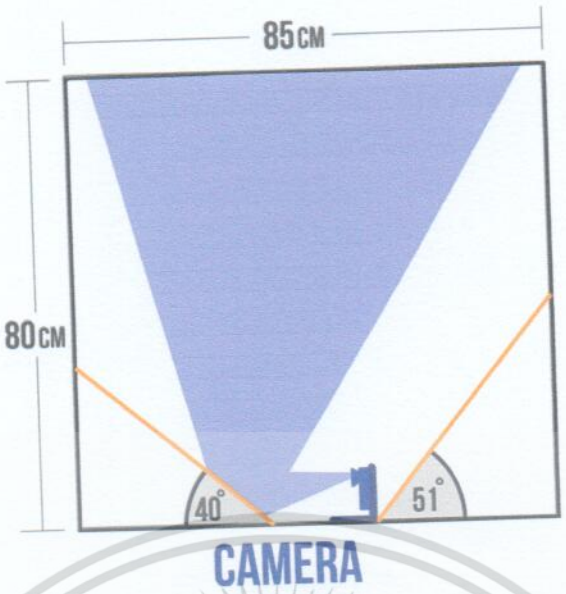



**รูปที่ 3.12** มุมการสะท้อนเครื่องฉายภาพโดยใช้กระจกเงาเมื่อมองภาพตัดขวาง (ในมุมมองด้านข้าง (Side view))

### 3.2.4 การสะท้อนกล้องเว็บแคมอินฟราเรด

เนื่องจากกล้อง Logitech C170 มีความละเอียดภาพที่ค่อนข้างต่ำการรับภาพจากหน้าจอที่มีขนาดใหญ่ด้วยกล้องเพียงตัวเดียวไม่สามารถนำมาใช้กับเทคโนโลยีหน้าจอสัมผัสอินฟราเรดได้ จึงต้องทำการเพิ่มกล้องขึ้นมาอีกหนึ่งด้วย โดยแต่ละตัวทำหน้าที่รับภาพจากครึ่งหนึ่งของหน้าจอ และการจับภาพยังคงจับได้ไม่เต็มหน้าจอ จึงต้องมีการเพิ่มระยะการรับภาพโดยการรับภาพจากกระจกที่เกิดการสะท้อนกลับมา ดังรูปที่ 3.13

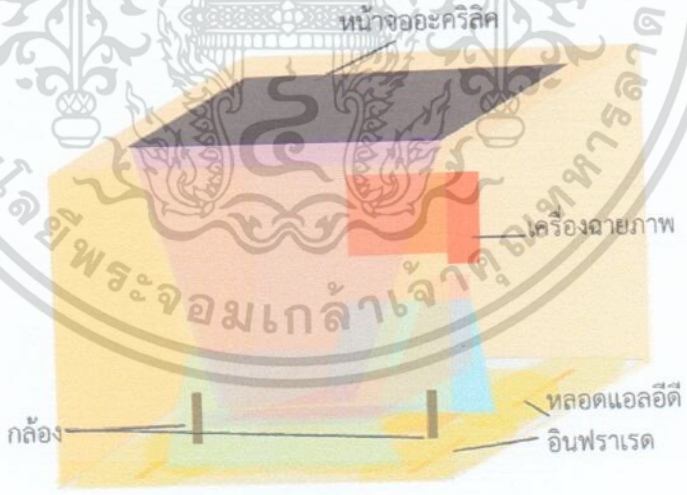
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 3.13 การสะท้อนการรับภาพของกล้องเว็บแคมอินฟราเรดเมื่อมองภาพตัดขวาง (ในมุมมองด้านข้าง (Side view))

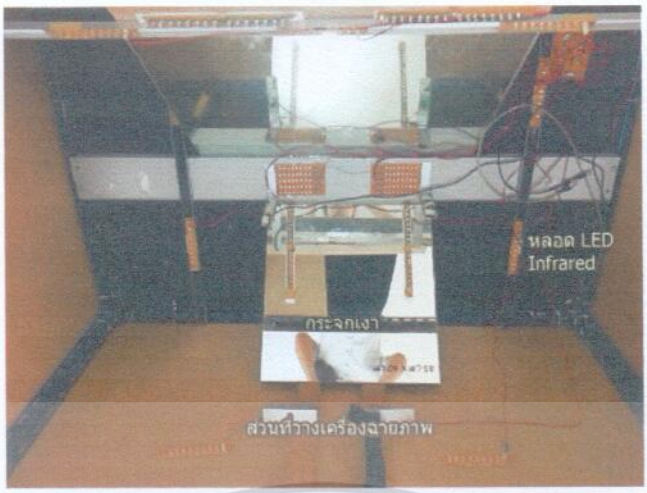
### 3.2.5 โครงสร้างโดยรวมของฮาร์ดแวร์

โครงสร้างโดยรวมของโต๊ะหน้าจอสัมผัสอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินฟราเรด สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.14 รูปที่ 3.15 และรูปที่ 3.16




รูปที่ 3.14 แบบโครงสร้างภายในของโต๊ะหน้าจอสัมผัสอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**รูปที่ 3.15** โครงสร้างภายในของโต๊ะหน้าจอสัมผัสอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินฟราเรด ในมุมมองด้านบน และ ด้านข้าง

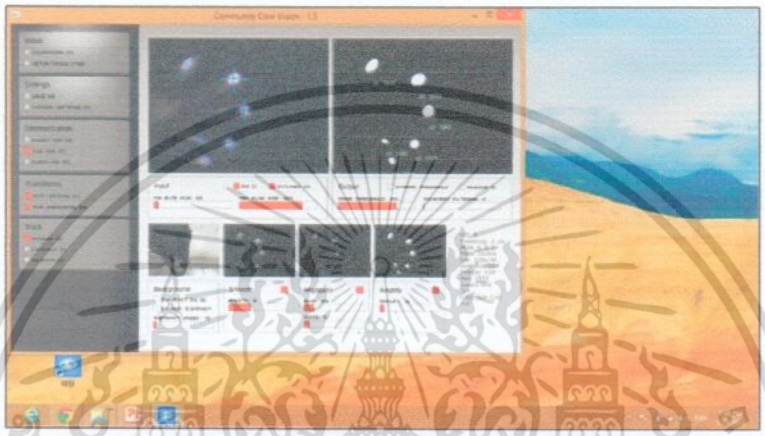
**รูปที่ 3.16** แบบโดยรวมของโต๊ะหน้าจอสัมผัสอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.3 การออกแบบซอฟต์แวร์

### 3.3.1 การตั้งค่าเพื่อการระบุตำแหน่งการสัมผัสหน้าจอ

โปรแกรม Community Core Vision (CCV) ใช้รับอินพุตจากวีดีโอจากกล้องเว็บแคมอินฟราเรด ทำการปรับค่า Amplify, Smooth, Highpass และ Threshold เพื่อให้ได้ความแม่นยำในการสัมผัสดังรูปที่ 3.17

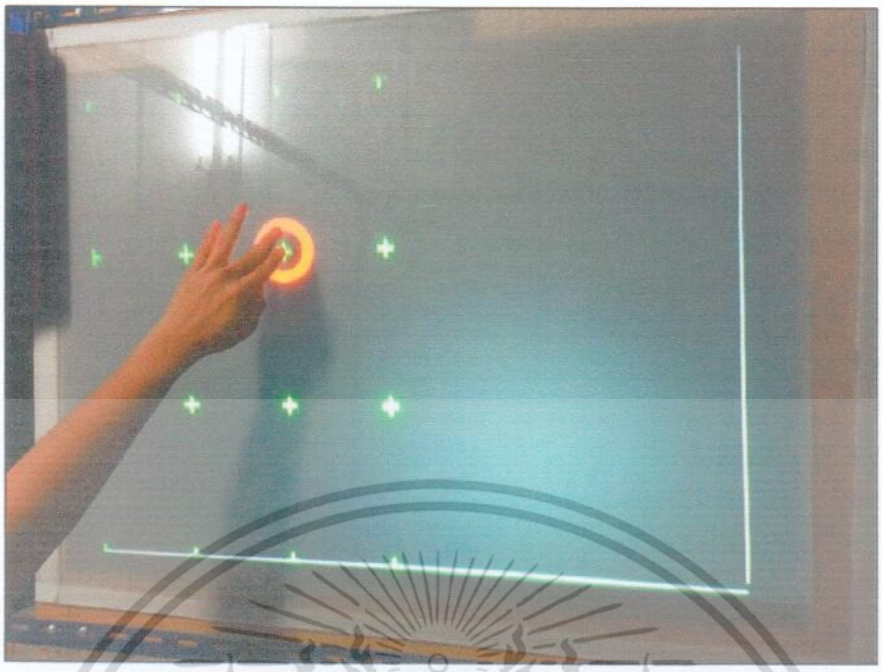


**รูปที่ 3.17** การปรับค่าในโปรแกรม ccv เพื่อให้ได้ความแม่นยำในการสัมผัส

เมื่อทำการปรับค่าที่ได้ความแม่นยำเมื่อมีการสัมผัสแล้วจะทำการปรับเทียบ (Calibration) เพื่อให้การสัมผัสนั้นตรงกับหน้าจอที่ใช้งานจริงดังรูปที่ 3.18 โดยการการปรับเทียบทำได้โดยสัมผัสตรงส่วนที่โปรแกรมขึ้นจุดมาเมื่อรับข้อมูลตำแหน่งโดยเริ่มจากจุดที่มีวงกลมสีแดงและสัมผัสจนกว่าจะเปลี่ยนเป็นวงกลมสีฟ้าทั้งวงดังรูปที่ 3.19

**รูปที่ 3.18** การแสดงการปรับค่าที่ได้ความแม่นยำเมื่อมีการสัมผัส

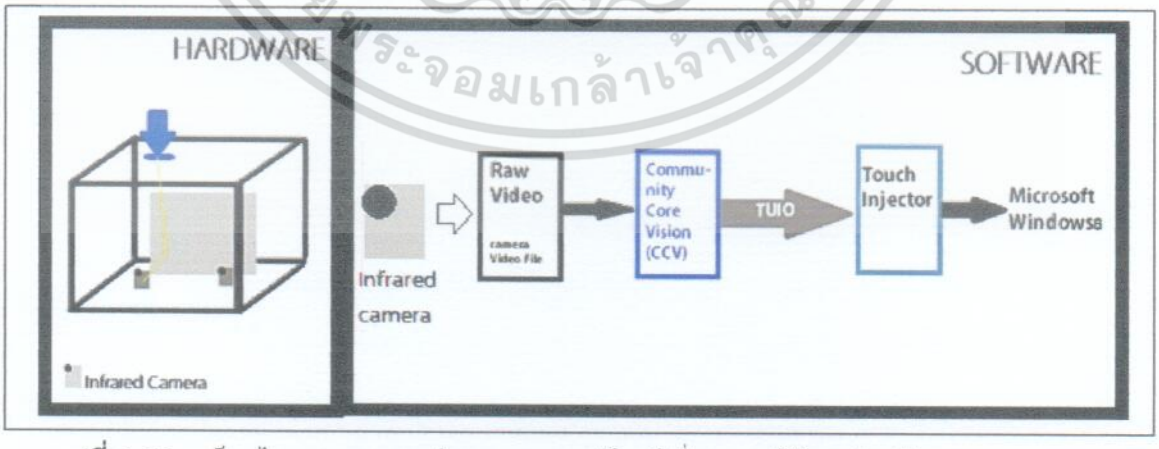
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 การทำการปรับเทียบเพื่อให้การสัมผัสตรงกับหน้าจอที่ใช้งานจริง

### 3.3.2 ซอฟต์แวร์แอพพลิเคชั่นที่สามารถใช้งานร่วมกับ Microsoft Windows 8

เมื่อทำการตั้งค่า และคาลิเบรชั่นเรียบร้อยทำการเลือกให้โปรแกรม Community Core Vision (CCV) ส่งข้อมูลผ่านโปรโตคอล TUIO เพื่อส่งข้อมูลการระบุตำแหน่งไปยังแอพพลิเคชั่น ซึ่งคือโปรแกรม Touch Injector ที่ทำหน้าสร้างการสัมผัสหน้าจอที่ได้รับมาจากโปรโตคอล TUIO สำหรับ Microsoft Windows 8 ทำให้สามารถเป็นคอมพิวเตอร์หน้าจอสัมผัสได้ และเครื่องฉายภาพทำหน้าที่เป็นการแสดงผลของผู้ใช้ อธิบายเป็นบล็อคไดอะแกรม ดังรูปที่ 3.20

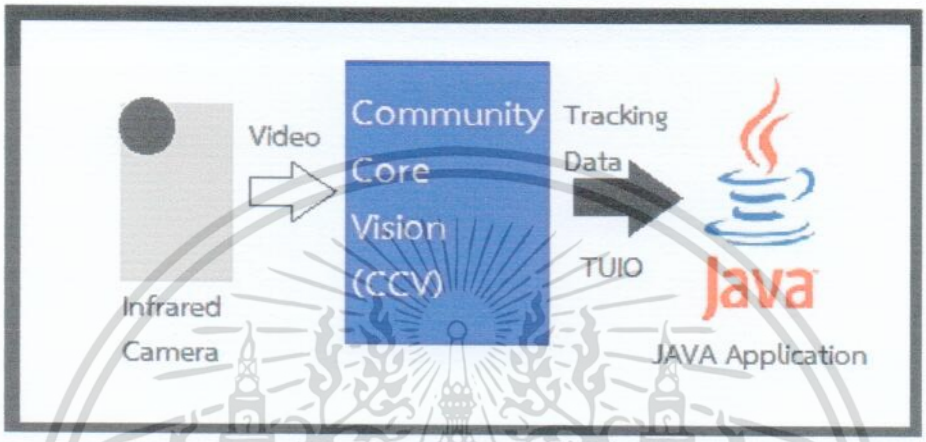



**รูปที่ 3.20** บล็อคไดอะแกรมการทำงานของซอฟต์แวร์ ที่สามารถใช้งานร่วมกับ Microsoft Windows8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.3 ซอฟต์แวร์แอพพลิเคชั่นที่ทำงานร่วมกับภาษาจาวา

การทำงานร่วมกับแอพพลิเคชั่นที่เขียนด้วยภาษาจาวา ทำได้โดยการเขียนแอพพลิเคชั่นรับข้อมูลระบุตำแหน่งโดยใช้โปรโตคอล TUIO โดยใช้โปรแกรม CCV ทำการส่งผ่านข้อมูลการระบุตำแหน่งผ่านโปรโตคอล TUIO โดยพอร์ต 333 และส่งข้อมูลต่อมายังแอพพลิเคชั่นที่เขียนขึ้นสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.21 ซึ่งสามารถรองรับการสัมผัสหลายรูปแบบได้




**รูปที่ 3.21** บล็อกไดอะแกรมการทำงานของซอฟต์แวร์ ที่ใช้งานร่วมกับแอพพลิเคชั่นภาษาจาวา

#### 3.3.3.1 แอพพลิเคชั่นออกแบบตกแต่งภายในบ้าน (Interior Design)

แอพพลิเคชั่นออกแบบตกแต่งภายในบ้าน เป็นแอพพลิเคชันในการนำเสนอการจัดวางเฟอร์นิเจอร์ต่างๆภายในบ้านเพื่อช่วยให้นักออกแบบและลูกค้าสามารถช่วยกันออกแบบการจัดวางเฟอร์นิเจอร์ต่างๆภายในบ้านได้ ดังรูปที่ 3.22

**รูปที่ 3.22** แบบหน้าจออินเตอร์เฟสของแอพพลิเคชั่นออกแบบตกแต่งภายในบ้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

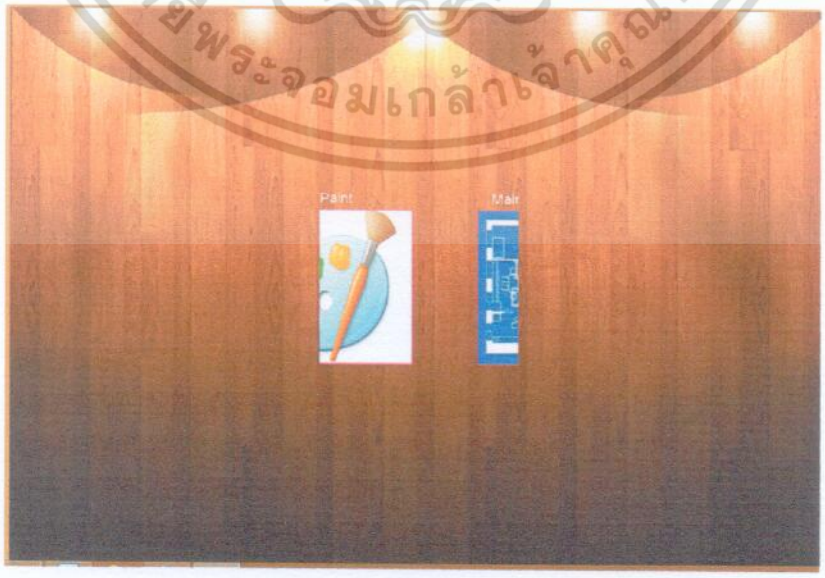
### 3.3.3.2 แอพพลิเคชั่นวาดเขียน (Painting)

แอพพลิเคชั่นวาดเขียนเป็นแอพพลิเคชั่นที่สามารถวาดเขียนและลบได้ โดยการลบนั้นสามารถเลือกลบหรือเลือกล้างหน้าจอทั้งหมดได้ ตัวอย่างแอพพลิเคชั่นวาดเขียนแสดงในรูปที่ 3.23

รูปที่ 3.23 แอพพลิเคชั่นวาดเขียน

### 3.3.3.3 หน้าเมนูหลัก

หน้าจอเมนูหลักทำหน้าที่รวบรวมแอพพลิเคชั่นต่างๆ ทำให้สามารถเข้าแอพพลิเคชั่นต่างๆ ที่เขียนขึ้นได้จากหน้าจอนี้ดังรูปที่ 3.44




**รูปที่ 3.24** แบบหน้าจอเมนูหลัก

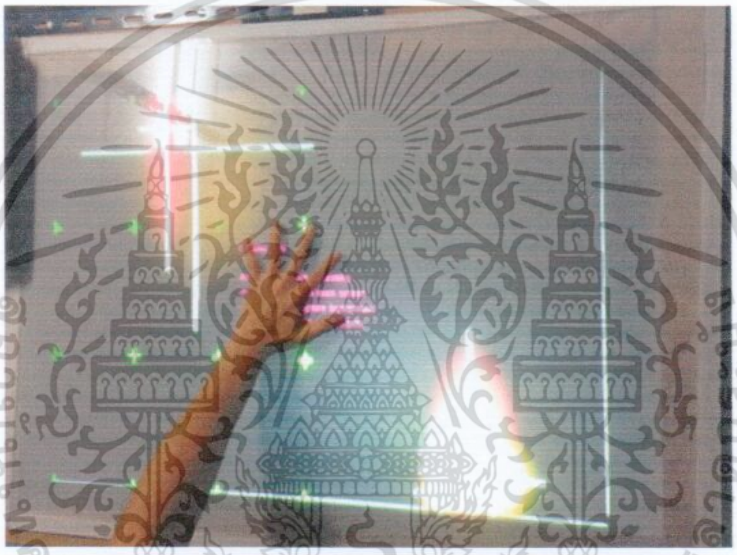
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4

# ผลการทดลอง

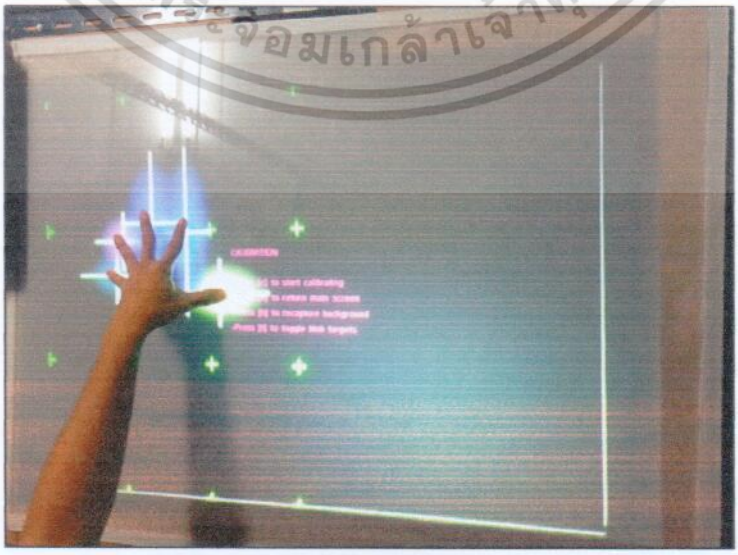
## 4.1 ผลการทำการปรับเทียบ (Calibration)

จากการทำการทดลองเมื่อได้ทำการตั้งค่าในโปรแกรม Community Core Vision (CCV) เรียบร้อยแต่ยังไม่ได้ทำการปรับเทียบ การสัมผัสบนหน้าจอสามารถสัมผัสได้แต่ไม่ตรงตามจุดสัมผัสที่ใช้ดังรูปที่ 4.1



**รูปที่ 4.1** การสัมผัสหน้าจอที่ยังไม่ได้ทำการปรับเทียบ

เมื่อทำการปรับเทียบจะทำให้การสัมผัสบนหน้าจอนั้นได้ตรงตามจุดที่ต้องการดังรูปที่ 4.2



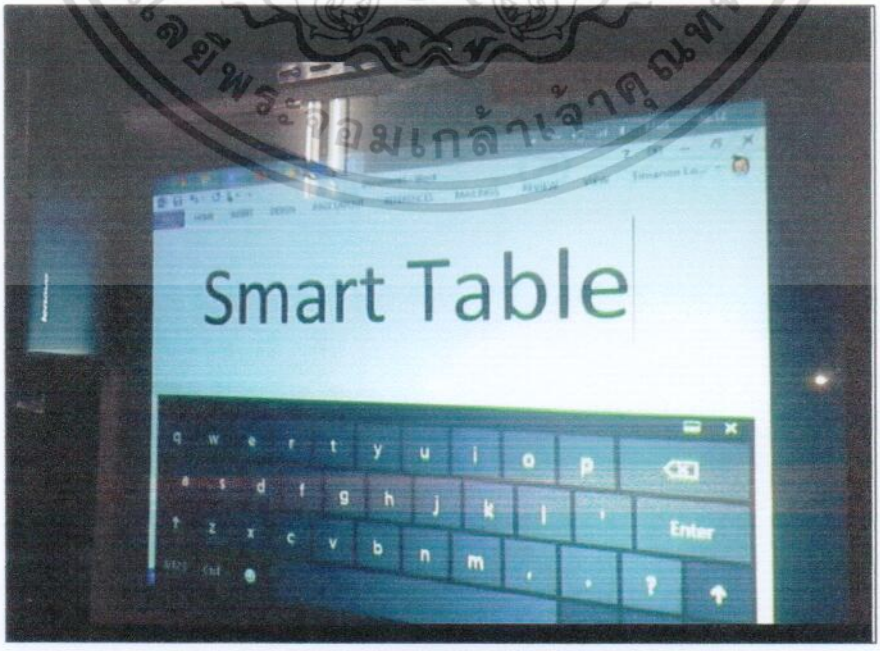
**รูปที่ 4.2** การสัมผัสหน้าจอที่ทำการปรับเทียบเรียบร้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 ผลการเชื่อมต่อโปรแกรม CCV กับ Touch Injector

เมื่อทำการตั้งค่าโปรแกรม CCV ให้ส่งข้อมูลการระบุตำแหน่งโดยโปรโตคอล TUIO ไปยังแอพพลิเคชั่น Touch Injector เพื่อให้โปรแกรม Touch Injector ทำการเชื่อมต่อกับ Microsoft Windows 8 ทำให้สามารถใช้เป็นคอมพิวเตอร์หน้าจอสัมผัสได้ ดังรูปที่ 4.3 – 4.8

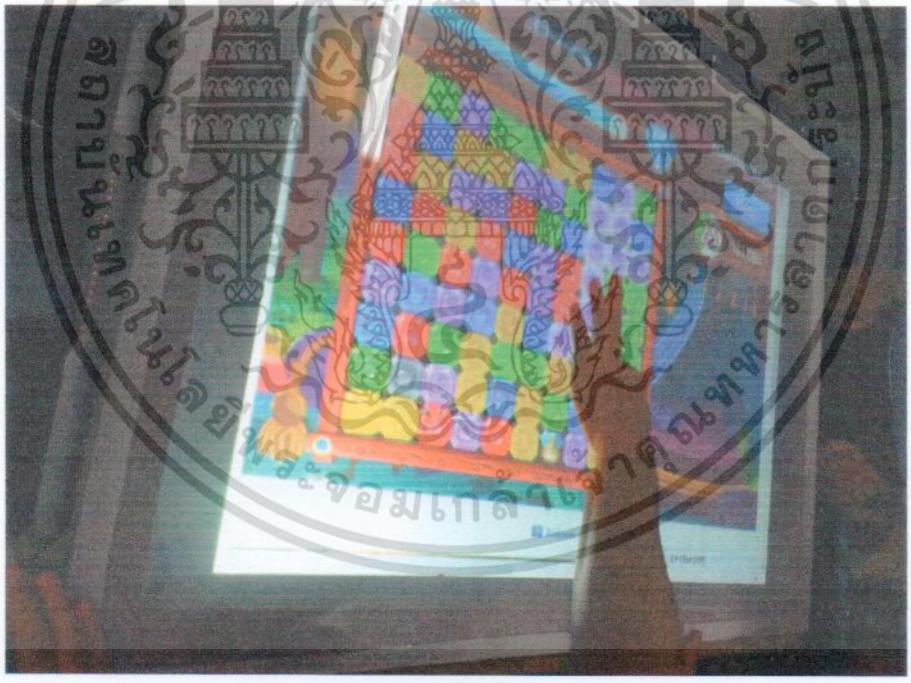
**รูปที่ 4.3** การใช้โต๊ะหน้าจอสัมผัสอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินฟราเรดร่วมกับ Microsoft Windows8




**รูปที่ 4.4** การแสดงการพิมพ์บนคีย์บอร์ดหน้าจอสัมผัสได้

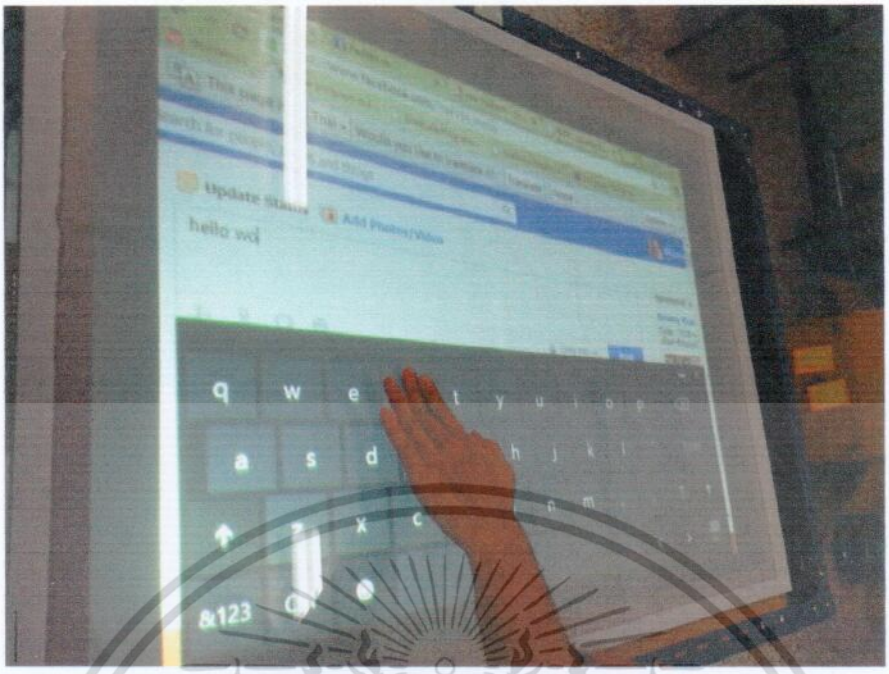
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 4.5** การแสดงการใช้งานแทนเมาส์ โดยใช้งานได้กับทุกโปรแกรมบน Windows 8



**รูปที่ 4.6** การแสดงการใช้งานอินเทอร์เน็ตได้เช่น การเล่นเกมออนไลน์

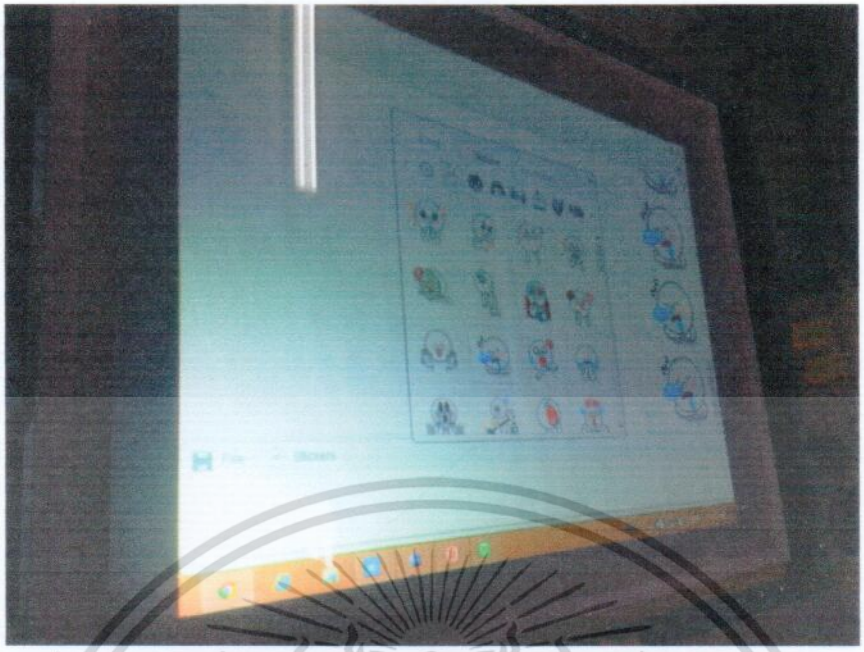
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 4.7 การแสดงการใช้งานอินเทอร์เน็ตได้เช่น การใช้งาน Facebook

รูปที่ 4.8 การแสดงการใช้งานอินเทอร์เน็ตได้เช่น การค้นหาบน Google map

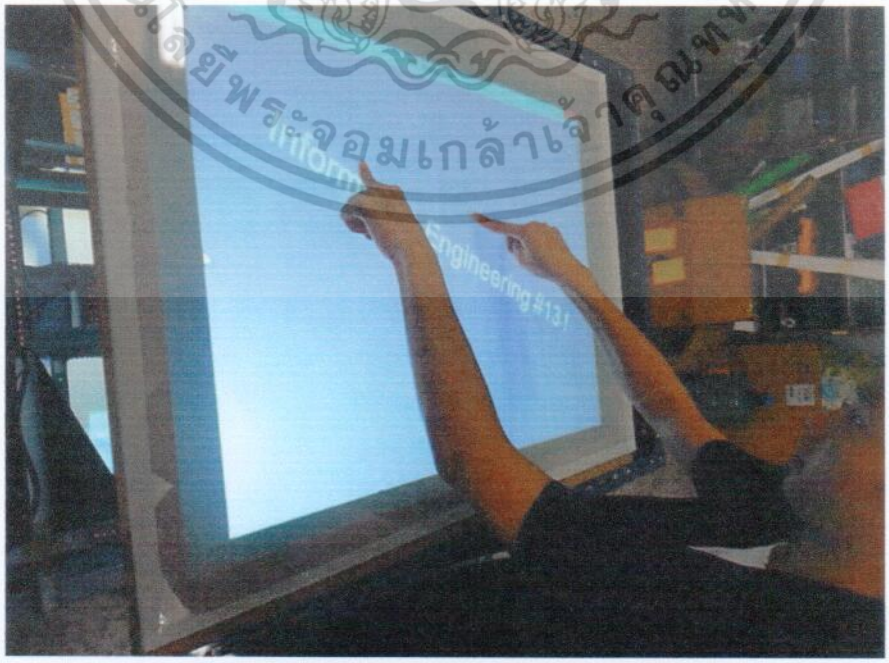
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 การแสดงการใช้งานอินเทอร์เน็ตได้เช่น การใช้โปรแกรมไลน์ (Line)

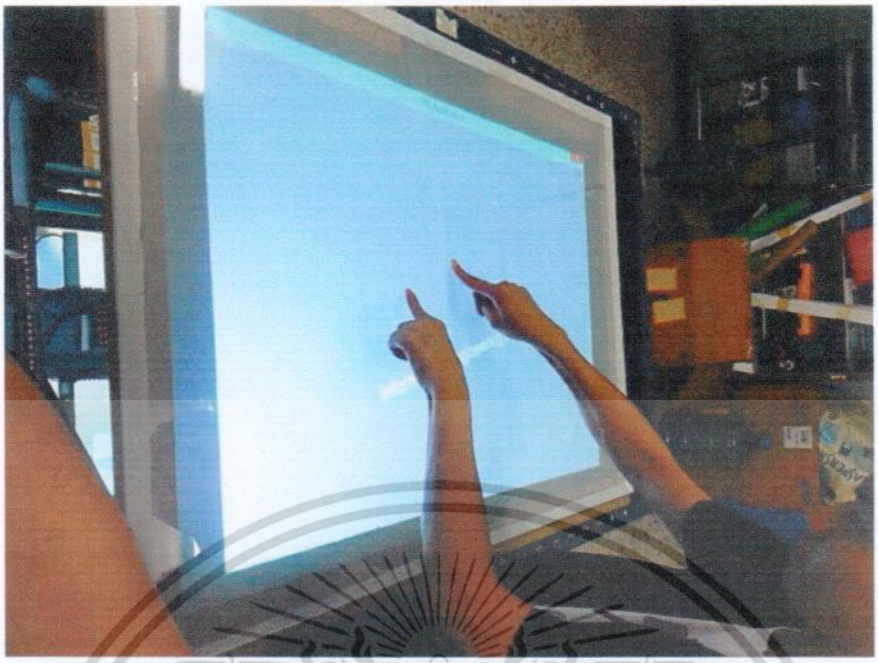
## 4.3 ผลการทดลองการเชื่อมต่อโปรแกรม CCV กับแอพพลิเคชั่นที่เขียนด้วยภาษาจาวา

เมื่อทำการตั้งค่าโปรแกรม CCV ให้ส่งข้อมูลการระบุตำแหน่งโดยโปรโตคอล TUIO ไปยังแอพพลิเคชั่นที่เขียนด้วยภาษาจาวา โดยแอพพลิเคชั่นที่เขียนขึ้นรองรับการสัมผัสมากกว่าหนึ่งจุด เช่น โปรแกรมแสดงตัวอักษรที่สามารถย่อและขยายได้โดยการสัมผัส 2 จุดสัมผัสเพื่อย่อและขยายได้ ดังรูปที่ 4.10 และ 4.11



**รูปที่ 4.10 การแสดงการสัมผัสขยายตัวอักษรที่เขียนด้วยภาษาจาวา**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



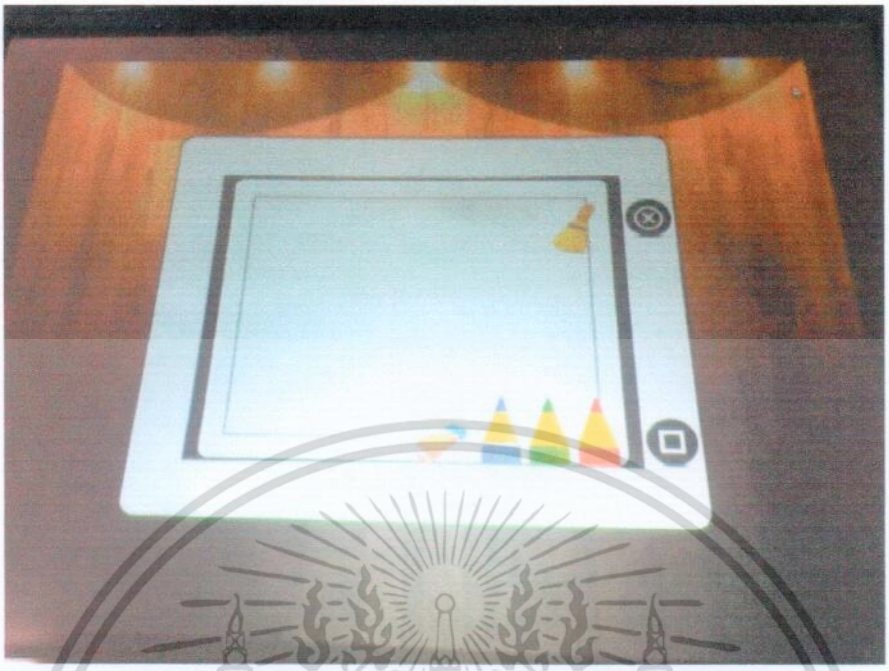
**รูปที่ 4.11** การแสดงการสัมผัสย่อตัวอักษรที่เขียนด้วยภาษาจาวา

### 4.3.1 ผลการทดลองหน้าเมนูหลัก

หน้าจอเมนูหลักจะแสดงแอพพลิเคชั่นที่มีอยู่ (ซึ่งมี 2 แอพพลิเคชั่น) โดยสามารถเลื่อนซ้ายขวาเพื่อเลือกแอพพลิเคชั่นได้ดังรูปที่ 4.12 เมื่อทำการกดเลือกที่ไอคอนแอพพลิเคชั่นนั้นจะแสดงเป็นหน้าต่างเล็กขึ้นมา ดังรูปที่ 4.13

**รูปที่ 4.12** การแสดงการเลื่อนซ้ายขวาเพื่อเลือกแอพพลิเคชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**รูปที่ 4.13** การแสดงการเลือกที่ไอคอนแอพพลิเคชั่นนั้นจะแสดงเป็นหน้าต่าง

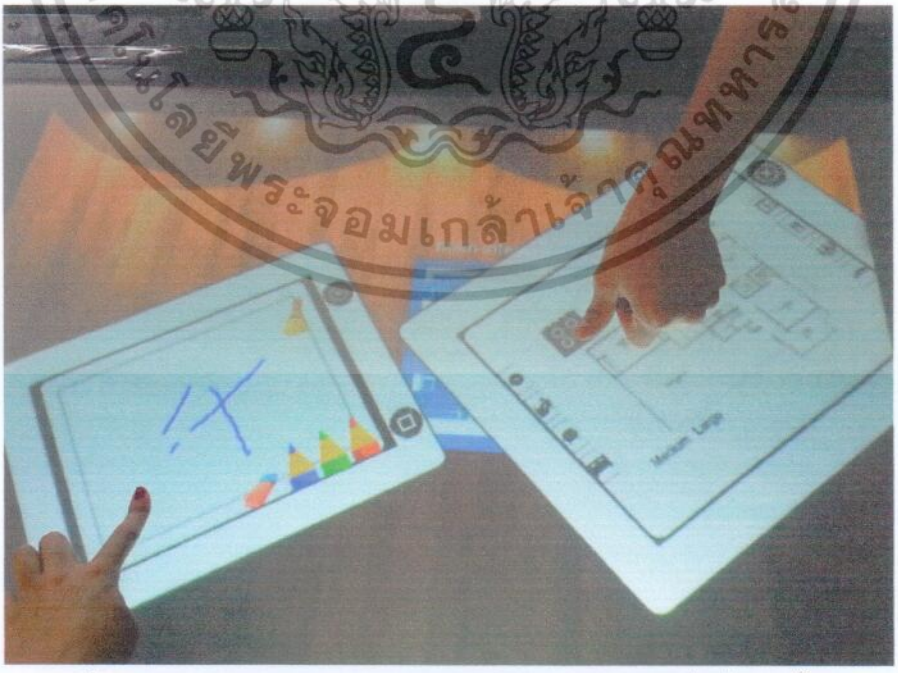
ในส่วนของหน้าต่างแอพพลิเคชั่นสามารถทำการเคลื่อนย้ายและย่อขยายหน้าต่างนี้ได้ ดังรูปที่ 4.14 และ4.15 และสามารถเลือกแอพพลิเคชั่นขึ้นมาอีกได้ดังรูปที่ 4.16 ซึ่งสามารถทำงานได้ทุกแอพพลิเคชั่นที่เลือกขึ้นมา ดังรูปที่ 4.17

**รูปที่ 4.14** หน้าต่างแอพพลิเคชั่นสามารถทำการเคลื่อนย้ายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.15 การแสดงความสามารถย่อขยายหน้าต่างได้

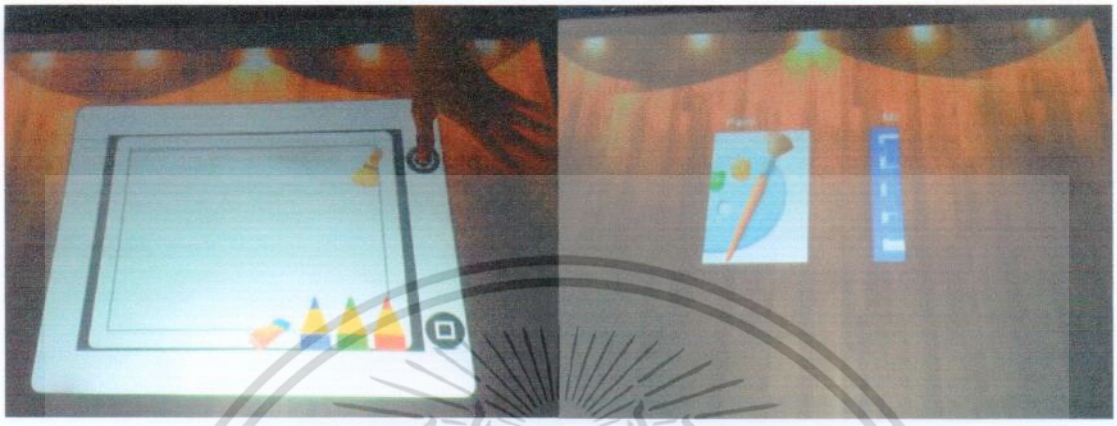
รูปที่ 4.16 การแสดงความสามารถเลือกแอพพลิเคชันขึ้นมาอีกได้



รูปที่ 4.17 การแสดงความสามารถทำงานได้ทุกแอพพลิเคชั่นที่เลือกขึ้นมา

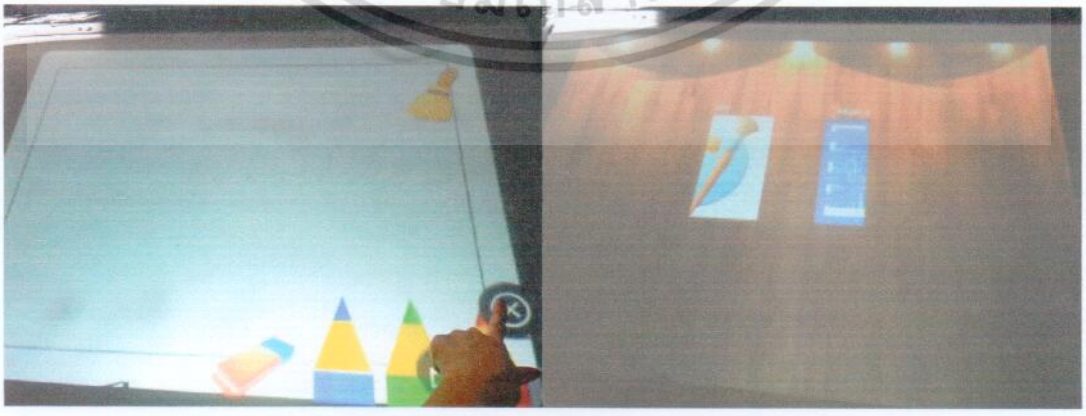
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อต้องการปิดแอพพลิเคชั่นที่เลือกขึ้นมากดปุ่ม X ดังรูปที่ 4.18 หากต้องการขยายแอพพลิเคชั่นที่เลือกให้เต็มหน้าจอกดปุ่มสี่เหลี่ยม ดังรูป 4.19 และหากต้องการปิดโปรแกรมเต็มหน้าจอให้กดตรงมุมขวาแล้วลากมากดปุ่ม X ดังรูปที่ 4.20 จะกลับสู่หน้าเมนูหลัก



**รูปที่ 4.18** การปิดแอพพลิเคชั่นที่เลือกขึ้นมากดปุ่ม X

**รูปที่ 4.19** การขยายแอพพลิเคชั่นที่เลือกให้เต็มหน้าจอกดปุ่มสี่เหลี่ยม

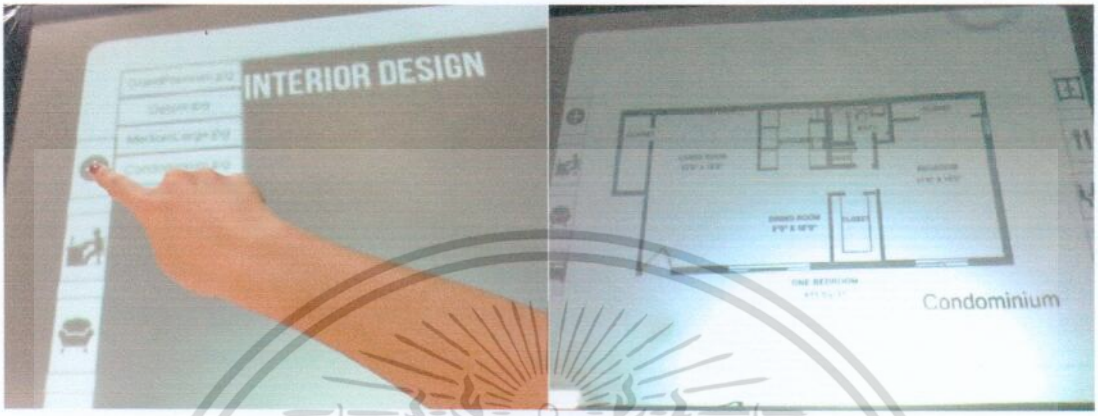


**รูปที่ 4.20** การปิดโปรแกรมเต็มหน้าจอให้กดตรงมุมขวาแล้วลากมากดปุ่ม X จะกลับสู่หน้าเมนูหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

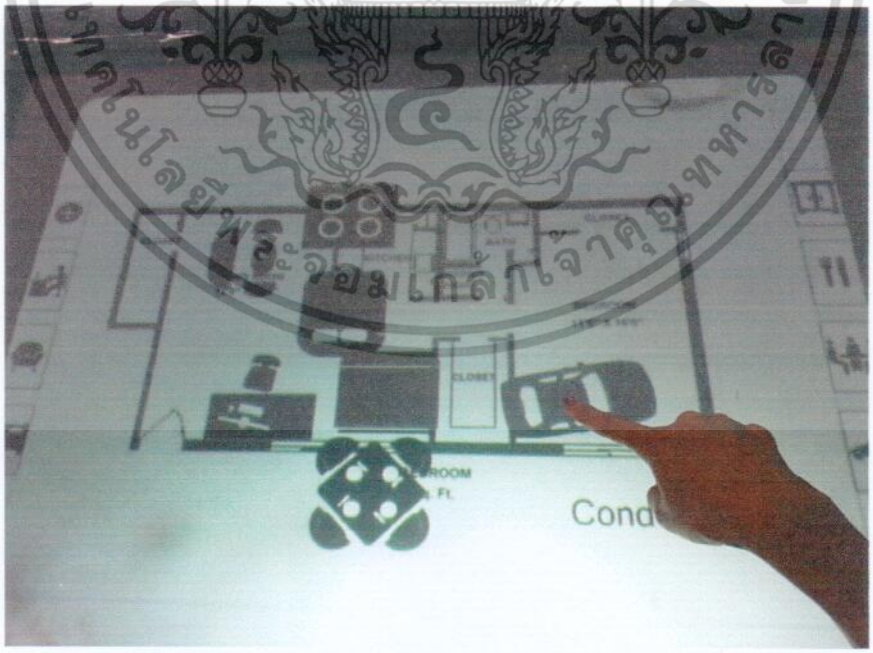
### 4.3.2 ผลการทดลองแอพพลิเคชั่นออกแบบตกแต่งภายในบ้าน

หน้าแอพพลิเคชั่นออกแบบตกแต่งภายในบ้าน สามารถเลือกรูปแบบบ้านดังรูปที่ 4.21



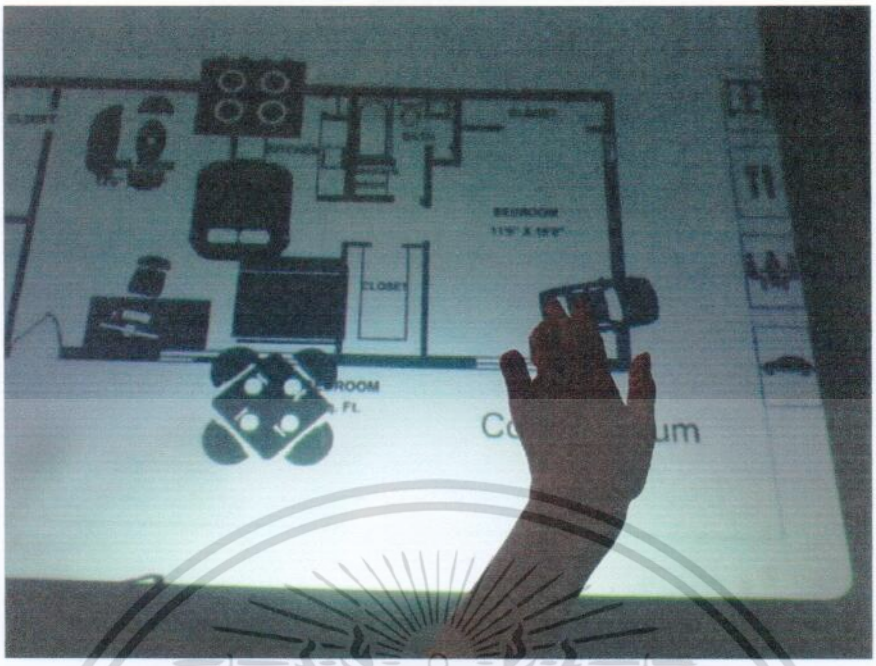

**รูปที่ 4.21** การเลือกรูปแบบบ้าน

สามารถเลือกเฟอร์นิเจอร์โต๊ะทำงาน โซฟา เตียง ตู้ เตาแก๊ส โต๊ะทานข้าว และรถยนต์ ดังรูปที่ 4.22 ซึ่งเฟอร์นิเจอร์ต่างๆสามารถลากย้ายที่และย่อขยายโดยใช้สองนิ้วกดแล้วลากได้ดังรูปที่ 4.23 และ 4.24

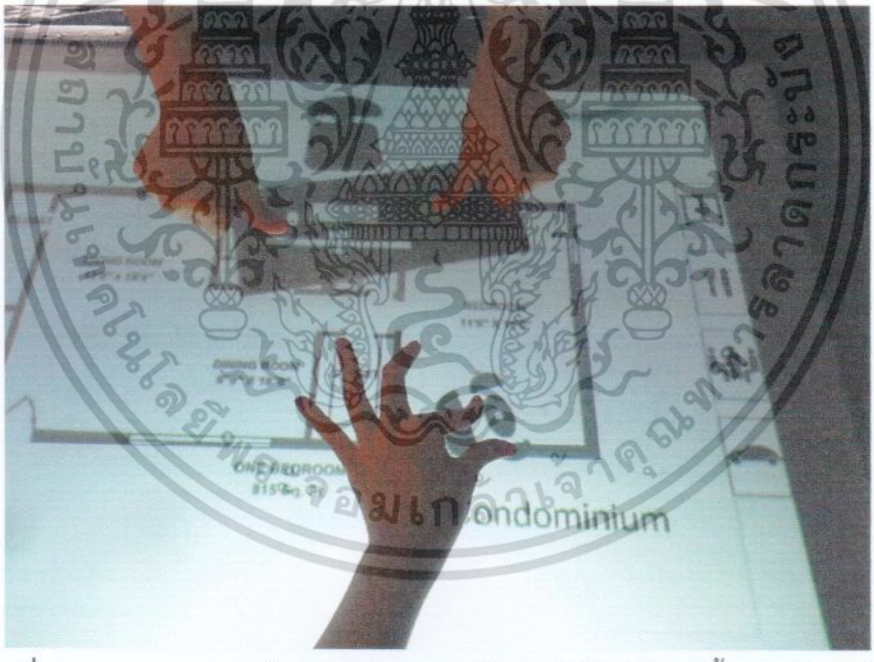


**รูปที่ 4.22** การแสดงความสามารถเลือกเฟอร์นิเจอร์โต๊ะทำงาน โซฟา เตียง ตู้ เตาแก๊ส โต๊ะทานข้าว และรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



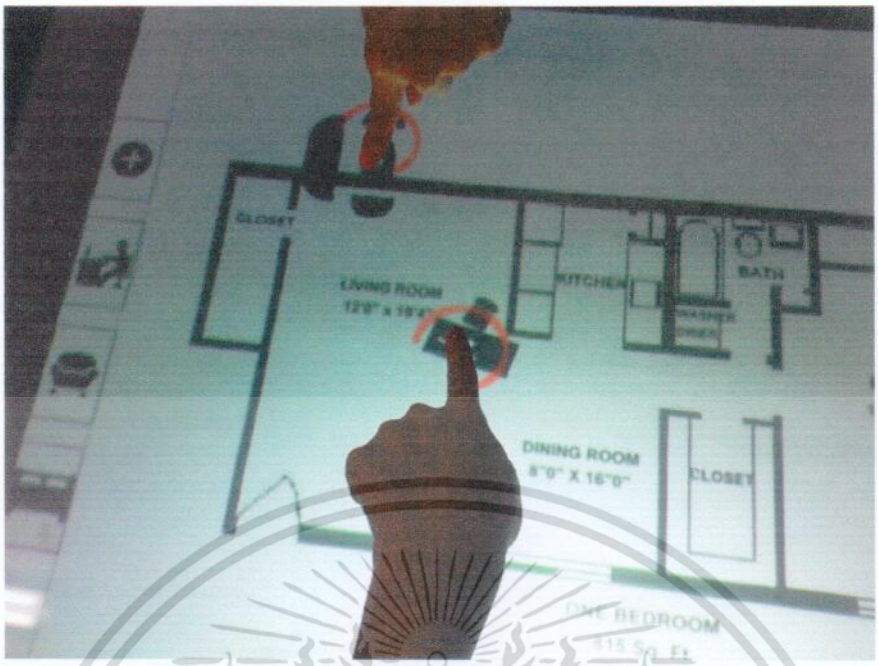
รูปที่ 4.23 เฟอร์นิเจอร์ต่างๆสามารถลากย้ายที่ได้



รูปที่ 4.24 ความสามารถในการย่อขยายเฟอร์นิเจอร์ได้โดยใช้สองนิ้วกดแล้วลากได้

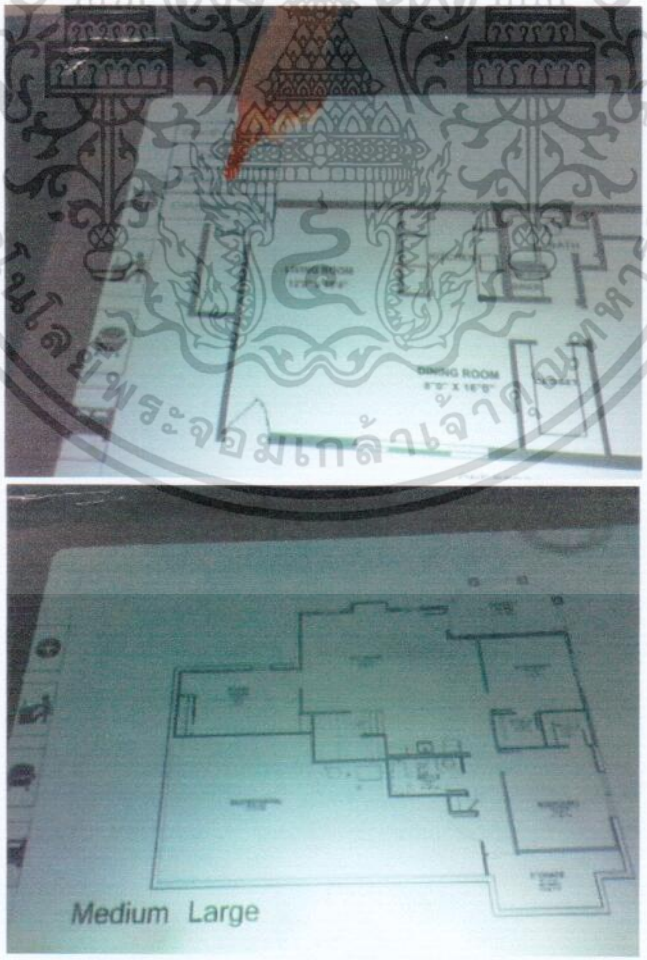
เมื่อต้องการลบเฟอร์นิเจอร์ให้กดที่รูปเฟอร์นิเจอร์ที่ต้องการลบค้างไว้จนวงกลมสีแดงวิ่งเต็มวงแล้วรูปเฟอร์นิเจอร์นั้นจะหายไปดังรูปที่ 4.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.25** การลบเฟอร์นิเจอร์ให้กดที่รูปเฟอร์นิเจอร์ที่ต้องการลบค้างไว้จนวงกลมสีแดงวิ่งเต็มวง

เมื่อต้องการเปลี่ยนรูปแบบบ้าน กด + จะเปลี่ยนแบบบ้านที่แสดงดังรูป 4.26

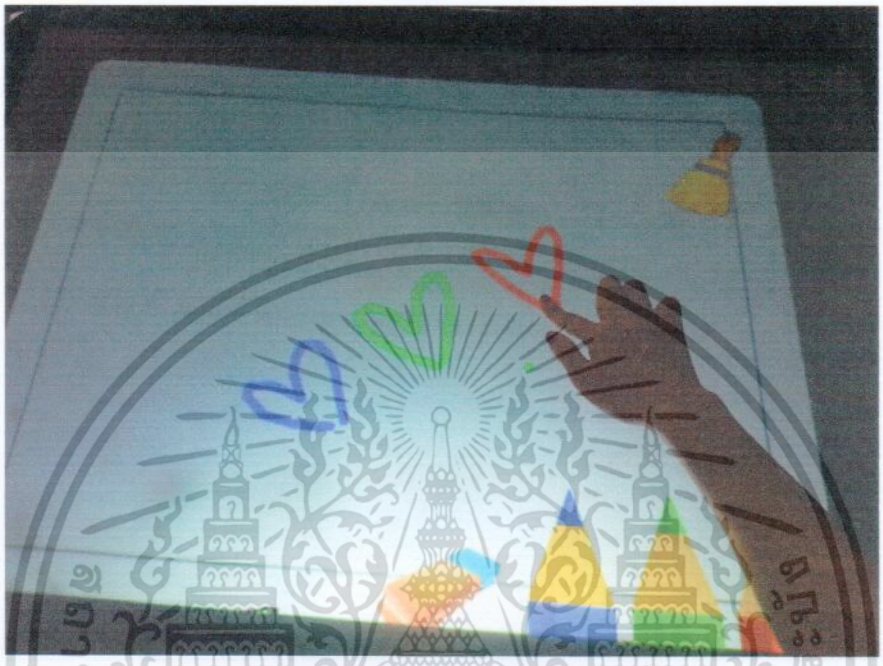



**รูปที่ 4.26** เมื่อกด + จะเปลี่ยนแบบบ้านที่แสดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3.3 ผลการทดลองแอพพลิเคชั่นวาดเขียน

แอพพลิเคชั่นวาดเขียนสามารถเขียนได้ 3 สีด้วยกันคือสีน้ำเงิน สีเขียว และสีแดง ดังรูปที่ 4.27 โดยการเขียนนั้นสามารถเขียนได้หลายคนแต่มีข้อจำกัดคือเลือกได้เพียงสีเดียวดังรูปที่ 4.28

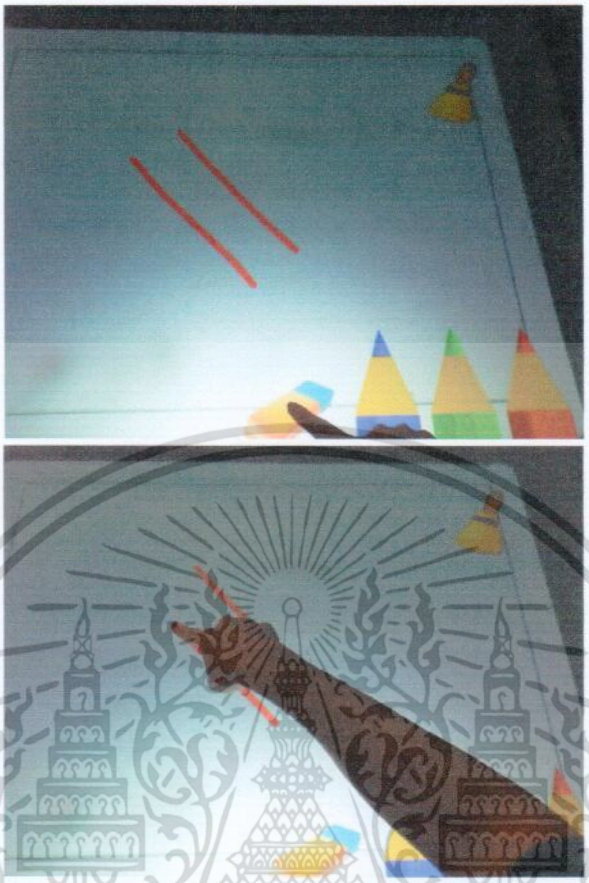


**รูปที่ 4.27** การเขียนสามารถเลือกสีของลายเส้นได้ 3 สีคือสีน้ำเงิน สีเขียว และสีแดง

**รูปที่ 4.28** ความสามารถเขียนในการเขียนได้หลายคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อต้องการลบทีละจุดเลือกที่ยางลบจะเป็นการเขียนด้วยสีขาวดังรูปที่ 4.29



**รูปที่ 4.29** การลบทีละจุดเลือกที่ยางลบ แล้วลากไปที่บริเวณที่ต้องการจะลบ

หากต้องการล้างหน้าจอทั้งหมดให้เลือกที่ไม้กวาดจะทำการล้างหน้าจอที่เขียนไปทั้งหมดดังรูปที่ 4.30

**รูปที่ 4.30** การล้างหน้าจอทั้งหมดให้เลือกแปรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5
# สรุปผล

## 5.1 สรุปผลการทำงาน

จากการศึกษาการทำงานของเทคโนโลยีหน้าจอสัมผัสแบบอินฟราเรด และการศึกษาโปรแกรมของซอฟต์แวร์ที่ที่ใช้ในการทำงาน สามารถสร้างหน้าจอสัมผัสที่สามารถใช้งานที่หลากหลายได้ โดยหน้าจอสัมผัสที่สร้างขึ้นนี้สามารถเป็นหน้าจอสัมผัสของคอมพิวเตอร์ และสามารถใช้งานร่วมกับ Microsoft Windows 8 ได้ และเนื่องจากเทคโนโลยีหน้าจอสัมผัสแบบอินฟราเรดเป็นเทคโนโลยีที่รองรับการสัมผัสได้มากกว่าหนึ่งจุดทำให้สามารถมีผู้ใช้ได้มากกว่าหนึ่งคน แต่ขึ้นอยู่กับการรองรับของแอพพลิเคชั่น และ Microsoft Windows 8 รองรับการสัมผัสเพียงหนึ่งจุด จึงได้เขียนแอพพลิเคชั่นที่รองรับการสัมผัสมากกว่าหนึ่งจุดโดยใช้ภาษาจาวาในการสื่อสารผ่านโปรโตคอล TUIO กับโปรแกรม CCV เพื่อรับจุดสัมผัสโดยตรงทำให้สามารถสัมผัสมากกว่าหนึ่งจุดได้

## 5.2 ปัญหาระหว่างการดำเนินงาน

- แอลอีดีอินฟราเรดมีคุณสมบัติที่มีประสิทธิภาพต่ำกว่าแอลอีดีอินฟราเรดที่ควรใช้ เนื่องจากแอลอีดีอินฟราเรดที่ควรใช้ควรมีองศาการฉายแสงที่ 45 องศา แต่แอลอีดีอินฟราเรดที่มีขายในประเทศไทยนั้นมีองศาเพียง 20 องศา ทำให้การฉายแสงอินฟราเรดนั้นมีประสิทธิภาพที่น้อยกว่า และทำให้ต้องใช้แอดอีดีอินฟราเรดจำนวนมาก

- การจะทำให้แสงอินฟราเรดกระจายเพียงพอต่อการใช้เทคโนโลยีหน้าจอสัมผัสเทคนิค Rear Diffused Illumination ทำได้ยาก

- การสัมผัสหน้าจอหากมีส่วนแขนหรืออุ้งมือสัมผัสหน้าจอจะทำให้เกิดการระบุตำแหน่งของนิ้วมือที่ผิดพลาด ซึ่งสามารถตั้งค่าการระบุตำแหน่งได้ยาก

- เครื่องฉายภาพมีระยะการฉายภาพที่มากกว่าความสูงของโต๊ะอยู่มาก

- กล้องเว็บแคมเพียงตัวเดียวไม่สามารถจับภาพทั้งหน้าจอได้

## 5.3 แนวทางการแก้ไข

- ออกแบบโดยการวางแอลอีดีเป็นแผงยาวรอบๆ และฉายขึ้นไปยังหน้าจอเพื่อให้แสงไปถึงหน้าจอได้ง่าย และมีการวางหลอดแอลอีดีหน้ากระจกเงาเพื่อสะท้อนขึ้นไปยังหน้าจอตรงที่แอลอีดีที่วางรอบๆนั้นส่องไม่ถึง เพื่อให้มีแสงอินฟราเรดที่เพียงพอต่อการใช้งาน

- ทำการตั้งค่าการระบุตำแหน่งโดยกำหนด Min Blob Size และ Max Blob Size เรื่องจากการสัมผัสที่ไม่ใช่นิ้วมือจะมีขนาดของจุดสัมผัสต่างกับจุดสัมผัสที่เกิดจากนิ้วมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทำการสะท้อนภาพที่ได้จากเครื่องฉายภาพโดยใช้กระจกเงา 2 บานสะท้อนขึ้นไปยังหน้าจอ

- ทำการเพิ่มกล้องขึ้นมากอีกหนึ่งตัว โดยจับภาพคนละครึ่งของหน้าจอสัมผัสและทำการสะท้อนหนึ่งครั้งเพื่อให้จับภาพได้เต็มหน้าจอ

## 5.4 แนวทางการพัฒนาต่อ

- พัฒนาแอพพลิเคชั่นเพิ่มเติมทำให้สามารถใช้งานได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น

- เพิ่มประสิทธิภาพในการสัมผัสให้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้นโดยอาจจะเพิ่มแสงอินฟราเรดหรือเพิ่มการสะท้อนแสงอินฟราเรด




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บรรณานุกรม


[1] Wiki.nuigroup. **"Diffused Illumination (DI)."** [Online]. Available: http://wiki.nuigroup.com/Diffused_Illumination. 2009.

[2] AVMaster. **"LCD Projectors."** [Online]. Available: http://www.av.co.th/AV.co.th/LCD_projectors.html. 2010.

[3] บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด. **"แสงและการเกิดภาพ."** [Online]. Available: http://www.maceducation.com/e-knowledge/2432209100/18.htm. 2012.

[4] ภาควิชาฟิสิกส์คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต. **"กฎการสะท้อนของแสง."** [Online]. Available: http://www.rmutphysics.com/physics/oldfront/62/light1/ligh_4.htm.

[5] TUIO.org. **"TUIO protocol."** [Online]. Available: http://www.tuio.org. 2012.

[6] Logitech. **"Logitech Webcam C170."** [Online]. Available: http://www.logitech.com/th-th/product/webcam-c170. 2012

[7] Wiki.nuigroup. **"How to Modify Cam."** [Online]. Available: http://wiki.nuigroup.com/How_to_Modify_Cam. 2009.

[8] Projector MBA. **"Epson Business EB-S02."** [Online]. Available: http://www.projectormba.com/Projector-EPSON/Epson-Smart-Series/Epson-Business-EB-S02.html. 2010.

[9] Taiwan OASIS. **"LED Data Sheet (for Infrared)."** [Online]. Available: https://attachment.fbsbx.com/file_download.php?id=502931946446071.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก

หนังสือรับรองการใช้ประโยชน์ผลงานวิจัย เงินรายได้ปี 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# หนังสือรับรองการใช้ประโยชน์ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์จากหน่วยงานภายนอก ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1. ข้าพเจ้า ผศ. ดร. กฤษฎา ศรีแผ้ว

ตำแหน่ง รองคณบดีฝ่ายวิชาการวิทยาลัยนานาชาติ/ หัวหน้าสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (หลักสูตรนานาชาติ)

ชื่อหน่วยงาน สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (หลักสูตรนานาชาติ) มหาวิทยาลัยรังสิต

สถานที่ตั้ง 52/347 เมืองเอก ถนนพหลโยธิน ตำบลหลักหก อำเภอเมืองปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี 12000

เบอร์ติดต่อ 084-6968560

ขอรับรองว่าได้นำผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์/งานวิชาการ เรื่องหน้าจอสัมผัสอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินฟราเรด

ซึ่งเป็นผลงานของ ผศ. ดร. พนารัตน์ เชิญถนอมวงศ์

สังกัดสาขา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มาใช้ประโยชน์ในองค์กร/หน่วยงาน/กลุ่มของข้าพเจ้า ทางด้านต่อไปนี้ (โปรดเลือกรูปแบบการนำไปใช้ประโยชน์และสามารถเลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) การใช้ประโยชน์เชิงวิชาการ ระบุ.....

โดยเริ่มนำมาใช้ประโยชน์ ตั้งแต่วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

ถึงวันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

( ✓ ) การใช้ประโยชน์ในเชิงสาธารณะ ระบุ ทดลองใช้ในการเรียนการสอน และการนำเสนองานของนักศึกษาในสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

โดยเริ่มนำมาใช้ประโยชน์ ตั้งแต่วันที่ 1 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2558

ถึงวันที่ 31 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2558

( ) การใช้ประโยชน์ในเชิงนโยบาย ระบุ .....

โดยเริ่มนำมาใช้ประโยชน์ ตั้งแต่วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

ถึงวันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

( ) การใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ ระบุ .....

โดยเริ่มนำมาใช้ประโยชน์ ตั้งแต่วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

ถึงวันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

ทั้งนี้ ผลจากการที่องค์กร/หน่วยงาน/กลุ่ม ได้นำผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์/งานวิชาการดังกล่าวมาใช้ประโยชน์ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงในองค์กร/หน่วยงาน/กลุ่ม พอสรุปได้คือ หน้าจอสัมผัสอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินฟราเรด สามารถนำมาใช้แทนหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สะดวกต่อการใช้งานโดยเฉพาะกับงานในการนำเสนอ เพราะผู้นำเสนอสามารถสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับหน้าจอได้เลย อีกทั้งหน้าจอมีขนาดใหญ่ จึงทำให้เห็นเนื้อหาที่ต้องการนำเสนอเด่นชัด ทั้งยังเป็นที่ดึงดูดกับผู้ฟังอีกด้วย

ข้าพเจ้าขอลงนามในหนังสือรับรองการนำไปใช้ประโยชน์ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อเป็นหลักฐานการนำผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ มาใช้ประโยชน์ดังกล่าว

ลงลายมือชื่อ กฤษฎา ศรีแผ้ว

(ผศ. ดร. กฤษฎา ศรีแผ้ว)

ตำแหน่ง รองคณบดีฝ่ายวิชาการวิทยาลัยนานาชาติ/
หัวหน้าสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (หลักสูตรนานาชาติ)

วันที่ 31/08/2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ใบแนบหลักฐานการใช้ประโยชน์ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์จากหน่วยงานภายนอก ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

หลักฐานที่แนบมาพร้อมนี้ เพื่อเป็นการยืนยันการนำผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ไปใช้ประโยชน์ (สามารถเลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ✓ ) ภาพถ่ายกิจกรรม/โครงการ/ผลงานที่ได้พัฒนาจากผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์

( ) เอกสารที่แสดงให้เห็นว่ามีการใช้ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ไปปรับปรุงหรือพัฒนา

( ) ผลงาน ผลิตภัณฑ์ หรือรางวัลที่เกิดขึ้น อันมีผลจากการใช้ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ไปปรับปรุงหรือพัฒนา

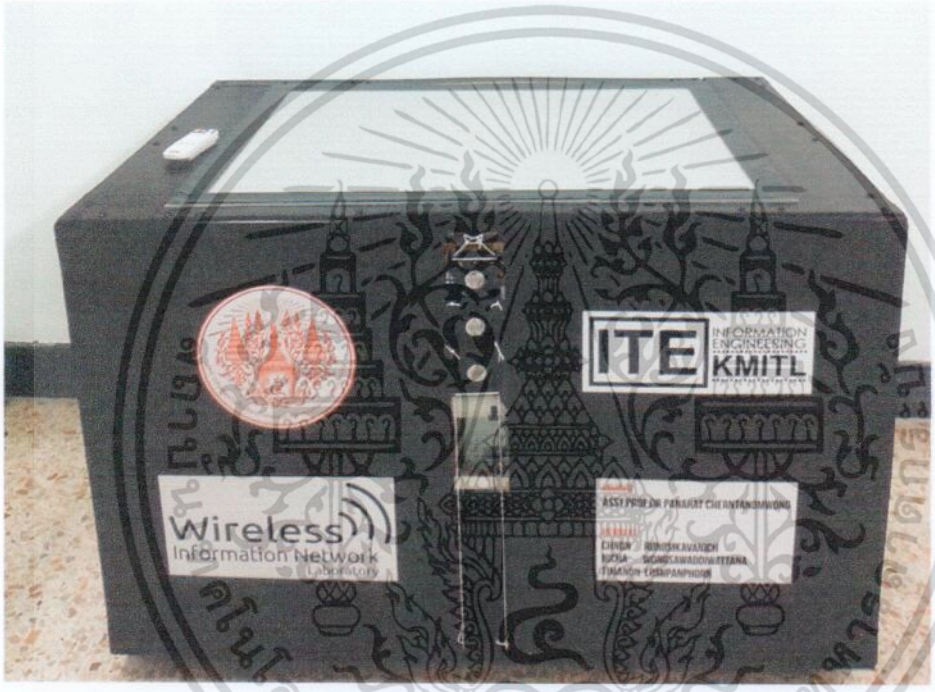
( ) ผลประกอบการขององค์กร/หน่วยงาน/กลุ่ม ด้านบัญชี หรือรายได้ที่แสดงให้เห็นว่าเพิ่มขึ้นจากการได้พัฒนาจากผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์

( ) ผลงานหรือหลักฐานอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการวิจัยเรื่อง หน้าจอสัมผัสอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินฟราเรด นี้จะประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือส่วนของฮาร์ดแวร์ซึ่งคือส่วนที่เป็นหน้าจอสัมผัสอัจฉริยะ และส่วนของของซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่ประมวลผลจากกล้อง เพื่อระบุตำแหน่งของนิ้วมือที่สัมผัสหน้าจอ รวมถึงแอพพลิเคชั่น ที่สามารถใช้งานกับ Microsoft Windows 8 โดยใช้การสัมผัสเพื่อป้อนอินพุตต่างๆ ซึ่งภาพถ่ายของผลงานที่ได้พัฒนาจากผลงานวิจัย และภาพถ่ายของกิจกรรม แสดงได้ดังนี้

**ส่วนของฮาร์ดแวร์ซึ่งคือส่วนที่เป็นหน้าจอสัมผัสอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินฟราเรด** แสดงได้ดังรูปที่ 1




**รูปที่ 1** โต๊ะหน้าจอสัมผัสอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินฟราเรด

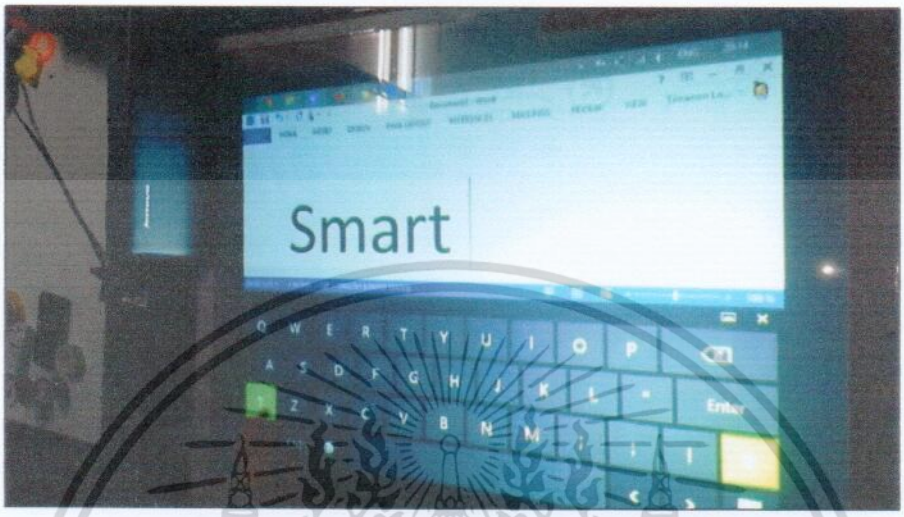
**ส่วนของของซอฟต์แวร์** ซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ 1) ส่วนที่ทำหน้าที่ประมวลผลจากกล้อง เพื่อระบุตำแหน่งของนิ้วมือที่สัมผัสหน้าจอ 2) แอพพลิเคชั่น ที่สามารถใช้งานกับ Microsoft Windows 8 โดยใช้การสัมผัสเพื่อป้อนอินพุตต่างๆ ซึ่งสรุปขอบเขตการใช้งานได้ดังนี้

ขอบเขตที่ 1 สามารถเป็นหน้าจอสัมผัสของคอมพิวเตอร์ได้ โดยการใช้เทคโนโลยีหน้าจอสัมผัสอินฟราเรดเทคนิค Rear Diffused Illumination (Rear DI) ทำให้ผู้ใช้สามารถใช้งานหน้าจอสัมผัสอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินฟราเรดเป็นหน้าจอสัมผัสของคอมพิวเตอร์ได้

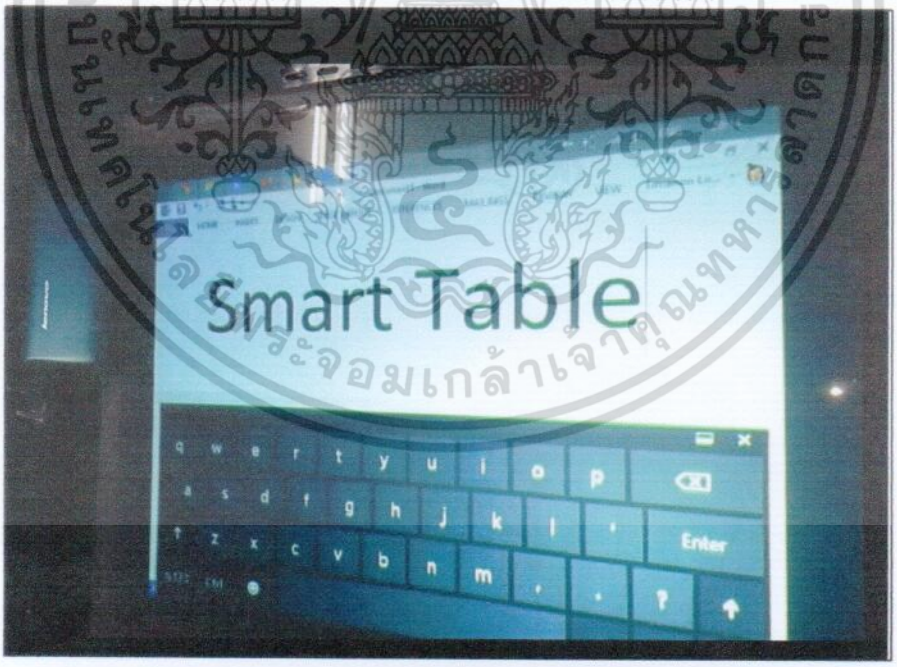
ขอบเขตที่ 2 สามารถใช้งานกับ Microsoft Windows 8 โดยใช้การสัมผัสเพื่อป้อนอินพุตต่างๆ ได้ โดยการใช้โปรแกรม Touch Injector ในการรับค่าการระบุตำแหน่งนิ้วมือและเชื่อมต่อไปยัง Microsoft Windows 8 ทำให้ผู้ใช้สามารถใช้งาน Windows 8 โดยการสัมผัสหน้าจอได้ สามารถใช้โปรแกรม Microsoft Word และใช้คีย์บอร์ดของ Microsoft Windows 8 ได้ ดังรูปที่ 2 และรูปที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 สามารถใช้ร่วมกับโปรมแกรมต่างๆ เช่นโปรแกรมนำเสนอผลงาน Prezi ดังรูปที่ 4 และสามารถใช้งานร่วมกับ Microsoft Windows8 ได้ดังรูปที่ 5 สามารถใช้งานแทนเมาส์ได้กับทุกโปรแกรมบน Windows 8 ดังรูปที่ 6 รวมไปถึงการใช้งานเว็บเบราเซอร์ ดังรูปที่ 7

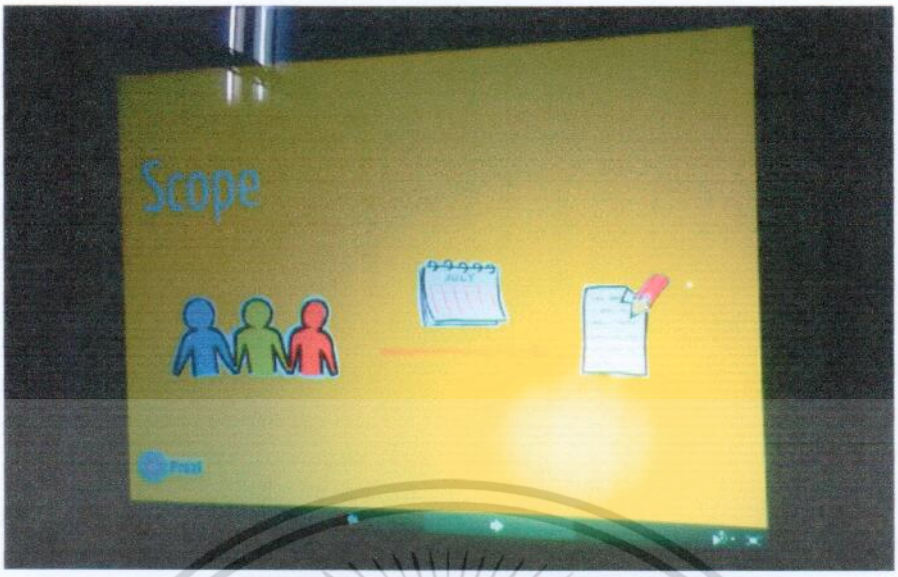



**รูปที่ 2** ตัวอย่างการใช้ทัชคีย์บอร์ดกับหน้าจอสัมผัสอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินฟราเรดในการใช้งานโปรแกรม Microsoft Word และใช้คีย์บอร์ดของ Microsoft Windows 8




**รูปที่ 3** ตัวอย่างการแสดงการพิมพ์บนคีย์บอร์ดหน้าจอสัมผัสได้

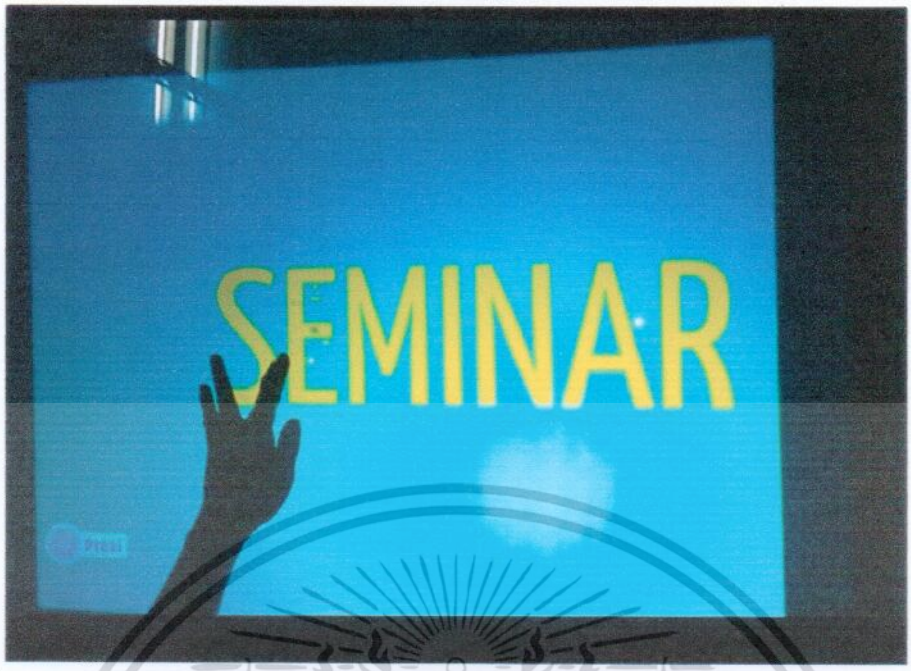
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4** ตัวอย่างการใช้หน้าจอสัมผัสอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินฟราเรดในการนำเสนอผลงาน โดยโปรแกรม Prezi

**รูปที่ 5** ตัวอย่างการใช้หน้าจอสัมผัสอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินฟราเรดร่วมกับ Microsoft Windows8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



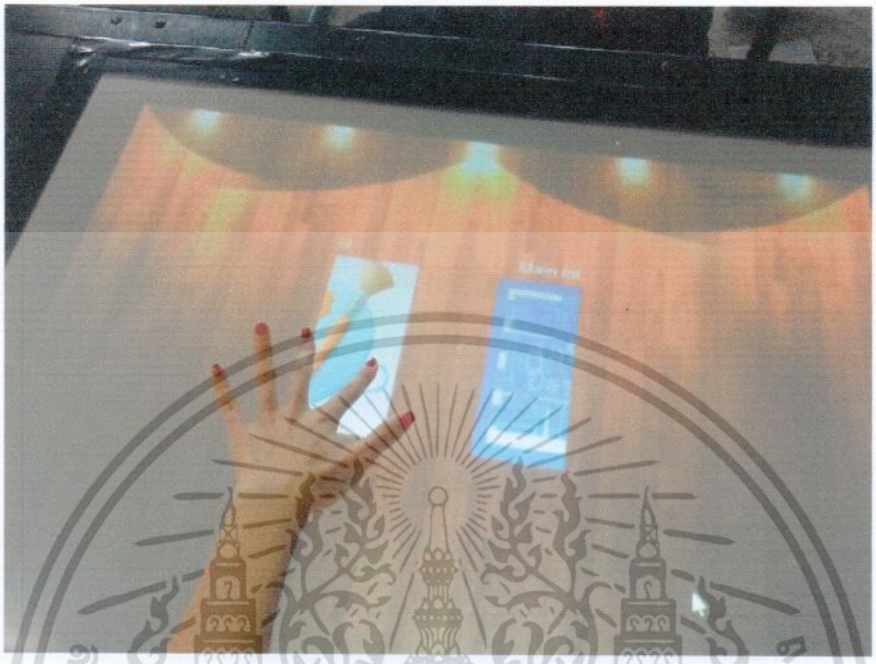

**รูปที่ 6** ตัวอย่างการแสดงการใช้งานแทบเมาส์ โดยใช้งานได้กับทุกโปรแกรมบน Windows 8

**รูปที่ 7** ตัวอย่างการแสดงการใช้งานอินเทอร์เน็ตได้เช่น การค้นหาบน Google map

ขอบเขตที่ 3 สามารถรองรับผู้ใช้งานได้มากกว่าหนึ่งคนเนื่องจากเทคโนโลยีหน้าจอสัมผัสแบบอินฟราเรดเป็นเทคโนโลยีที่รองรับการสัมผัสได้มากกว่าหนึ่งจุดทำให้สามารถมีผู้ใช้ได้มากกว่าหนึ่งคน ซึ่งขึ้นอยู่กับแอพพลิเคชั่นที่เลือกใช้ โดยส่วนของแอพพลิเคชั่นที่สามารถทำงานร่วมกับ Microsoft Windows8 นั้นไม่สามารถรองรับการสัมผัสมากกว่าหนึ่งจุดได้ จึงได้พัฒนาแอพพลิเคชั่นโดยใช้ภาษาจาวาเพื่อรองรับการสัมผัสได้มากกว่าหนึ่งจุด แอพพลิเคชั่นที่ได้พัฒนาขึ้นมามี 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอพพลิเคชั่นคือแอพพลิเคชั่นออกแบบตกแต่งภายในบ้าน และแอพพลิเคชั่นวาดเขียน ซึ่งหน้าจอแสดงเมนูในการเลือกใช้งานแอพพลิเคชั่นแสดงได้ดังรูปที่ 8



**รูปที่** 8 หน้าจอเมนูหลัก ซึ่งมีเมนูแอพพลิเคชั่นให้เลือก 2 แอพพลิเคชั่นคือ แอพพลิเคชั่นออกแบบตกแต่งภายในบ้าน (ขวา) และแอพพลิเคชั่นวาดเขียน (ซ้าย)

แอพพลิเคชั่นออกแบบตกแต่งภายในบ้านแสดงได้ ดังรูปที่ 9 และ แอพพลิเคชั่นวาดเขียนแสดงได้ดังรูปที่ 10 นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานหลายแอพพลิเคชั่นได้พร้อมกันอีกด้วย ดังแสดงได้ดังรูปที่ 11

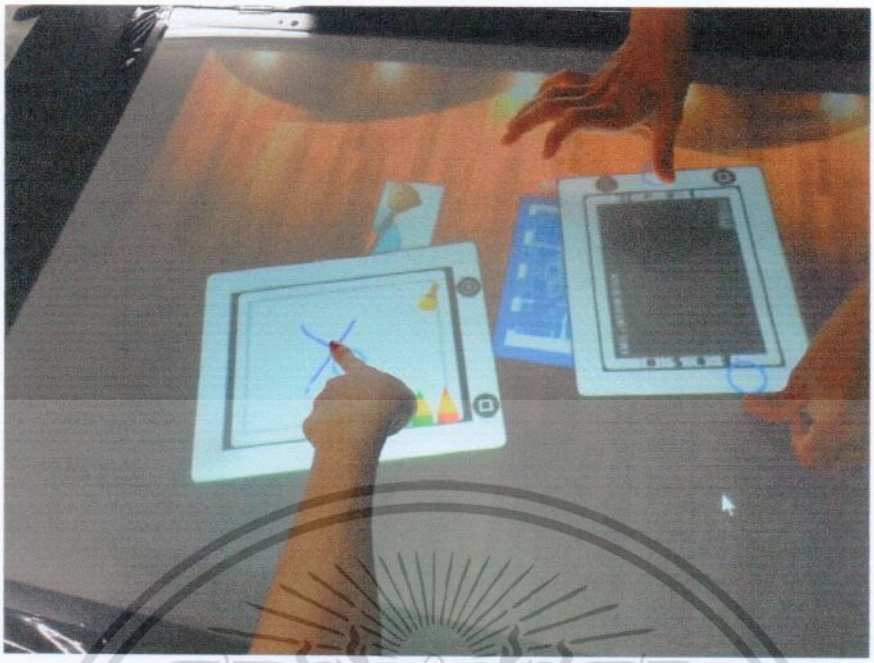
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 9 แอพพลิเคชั่นออกแบบตกแต่งภายในบ้าน

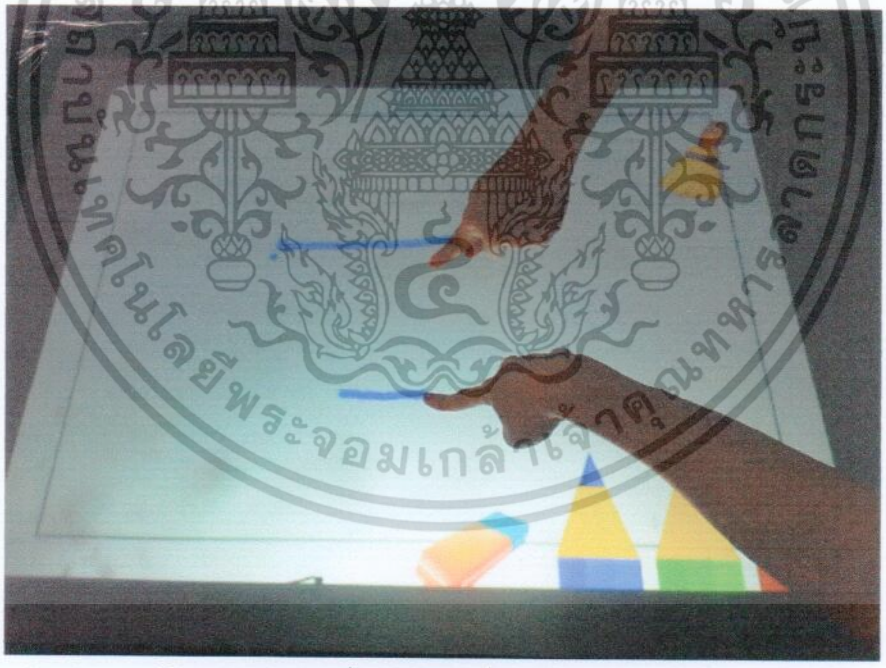
**รูปที่ 10** แอพพลิเคชั่นวาดเขียน

แอพพลิเคชั่นที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถรองรับผู้ใช้งานได้มากกว่าหนึ่งคน โดยตัวอย่างการใช้งานสำหรับผู้ใช้งานมากกว่า 1 คนของแอพพลิเคชั่นวาดเขียนแสดงได้ดังรูปที่ 12 และตัวอย่างการใช้งานสำหรับผู้ใช้งานมากกว่า 1 คนของแอพพลิเคชั่นออกแบบตกแต่งภายในบ้านแสดงได้ดังรูปที่ 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

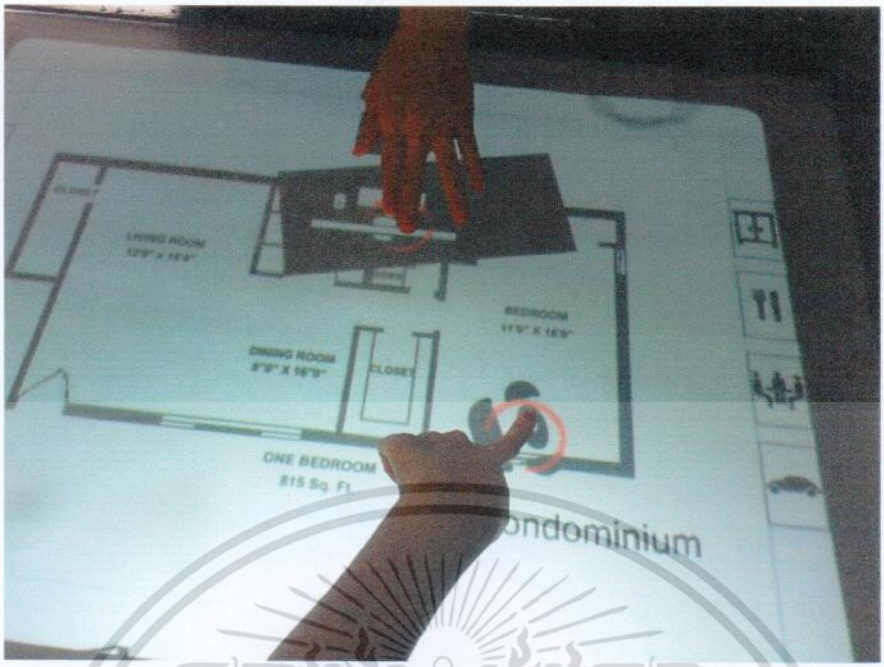


**รูปที่ 11** ตัวอย่างการใช้แอพพลิเคชันได้หลายแอพพลิเคชันพร้อมกัน โดยสามารถรองรับการสัมผัสได้มากกว่าหนึ่งจุด (หรือผู้ใช้งานมากกว่า 1 คน)



**รูปที่ 12** ตัวอย่างการใช้งานแอพพลิเคชั่นวาดเขียนที่สามารถรองรับการสัมผัสได้มากกว่าหนึ่งจุด (หรือผู้ใช้งานมากกว่า 1 คน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 13** ตัวอย่างการใช้งานแอพพลิเคชั่นตกแต่งภายในบ้านที่สามารถรองรับการสัมผัสได้มากกว่าหนึ่งจุด (หรือผู้ใช้งานมากกว่า 1 คน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้