โมเดลสามมิติเปลี่ยนรูปร่างได้เพื่อช่วยเหลือการรับรู้ของผู้พิการทางสายตา

Reconfigurable Pinart to help the blinds visualization

กุลพัชร ไชยวัฒน์

Kunlapuch Chaiwat

วรรณชนก รักษาสุระสาร

Wanchanok Raksasurasan

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

โมเดลสามมิติเปลี่ยนรูปร่างได้เพื่อช่วยเหลือการรับรู้ของผู้พิการทางสายตา

Reconfigurable Pinart to help the blinds visualization

กุลพัชร ไชยวัฒน์

Kunlapuch Chaiwat

วรรณชนก รักษาสุระสาร

Wanchanok Raksasurasan

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมเดลสามมิติเปลี่ยนรูปร่างได้เพื่อช่วยเหลือการรับรู้ของผู้พิการทางสายตา

Reconfigurable Pinart to help the blinds visualization

โดย

กุลพัชร ไชยวัฒน์

วรรณชนก รักษาสุระสาร

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.วิบูลย์ ปิยวัฒนเมธา

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2561

สาขาวิชา วิศวกรรมชีวการแพทย์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง โมเดลสามมิติเปลี่ยนรูปร่างได้เพื่อช่วยเหลือการรับรู้ของผู้พิการทางสายตา

Reconfigurable Pinart to help the blinds visualization

ผู้จัดทำ กุลพัชร ไชยวัฒน์ รหัสประจำตัว 58010114

วรรณชนก รักษาสุระสาร รหัสประจำตัว 58011105

รายงานนี้ผ่านการตรวจโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

ลงชื่อ _____

(ดร.วิบูลย์ ปิยวัฒนเมธา)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์	โมเดลสามมิติเปลี่ยนรูปร่างได้เพื่อช่วยเหลือการรับรู้ของผู้พิการทางสายตา
นักศึกษา	นายกุลพัชร ไชยวัฒน์ รหัสประจำตัว 58010114
	นางสาววรรณชนก รักษาสุระสาร รหัสประจำตัว 58011105
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมชีวการแพทย์
ปีการศึกษา	2561
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.วิบูลย์ ปิยวัฒนเมธา

บทคัดย่อ

ปัจจุบันผู้พิการทางสายตามีแนวโน้มที่จะเพิ่มจำนวนขึ้น หากแต่ยังมีสิ่งที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของพวกเขายังไม่หลายหลายเท่าที่ควร ในปัจจุบันมีการเห็นถึงความสำคัญของผู้พิการกลุ่มนี้เพิ่มมากขึ้น จะสังเกตได้ว่าในพิพิธภัณฑ์มีโซนสำหรับผู้พิการทางสายตา โดยจะมีแบบจำลอง 3 มิติ ให้ได้ลองสัมผัส มีอักษรเบลล์ไว้ให้อ่าน มีเสียงพูดบรรยาย แต่แบบจำลองนั้นก็จะมีจำกัด ไม่หลากหลาย มีกระบวนการผลิตที่นาน และราคาค่อนข้างสูง

คณะผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงปัญหาของแบบจำลองสำหรับผู้พิการทางสายตาในปัจจุบัน จึงสร้างแบบจำลองสามมิติที่สามารถเปลี่ยนรูปถ่าย ให้เป็นแบบจำลองค้างไว้เพื่อการสัมผัส โดยจะใช้หลักการของการแปลงภาพสองมิติต้นฉบับเป็นไฟล์จุดภาพที่บ่งบอกรายละเอียดความลึกไม่เท่ากัน ได้ไฟล์ค่าเลขความลึกที่สามารถนำมาใช้ได้จริงในการสร้างแบบจำลอง ทำการสร้างแบบจำลองโดยใช้ระบบนิวเมติกอัดอากาศ อัดอากาศเข้าสู่พิน ควบคุมแรงดันเข้าพินโดยใช้โซลินอยวาล์ว โดยใช้เวลาเปิด-ปิดเป็นตัวแปรในการควบคุมความสูง ซึ่งใช้เวลาน้อยในการสร้างรูปแบบจำลองและสามารถสัมผัสแล้วรับรู้ได้ว่าเป็นภาพของสิ่งใดและหากอยากศึกษารูปภาพหรือสิ่งอื่น ๆ ก็สามารถเริ่มกระบวนการใหม่ได้ โดยยังใช้เครื่องแบบจำลองตัวเดิม เพื่อลดความเหลื่อมล้ำทางการเรียนรู้ระหว่างผู้พิการทางสายตากับบุคคลทั่วไป โดยผลของการประดิษฐ์คือ แบบจำลองสามมิติที่มีความละเอียด 100 พิกเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Reconfigurable Pinart to help the blinds visualization		
Student	Mr. Kunlapuch	Chaiwat	Student ID 58010114
	Miss Wanchanok	Raksasurasan	Student ID 58011105
Degree	Bachelor of Engineering		
Program	Biomedical Engineering		
Year	2018		
Thesis Advisor	Dr.Wibool Piyawattanametha		

Abstracts

Nowadays the numbers of blinds person are increasing continuously. But the problem is a lack of things to promote their learning. At present, there is a greater awareness of the importance of this group. In some museums, we can see the zone that present for blind people. They can see art with their hands. Some have 3d model in that zone, some have sounds that describe the art. But the models are not enough for learning, the production of making is too long and the price art too high.

We developed a reconfigurable pinart model that can transform its topographical surface which is in three-dimension from a stereographic image captured from 2 webcams. The model relies on a pneumatic pump and solenoid valves to excite each pin stroke via our custom multiplex control system. The height of each pin can vary from 0 to 6 cm. The reconfiguration time is less than a few minutes with our demonstration reconfigurable pinart prototype of 10 x 10 pixels.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลือของอาจารย์ที่ปรึกษา ดร.วิบูลย์ ปิยวัฒนเมธา และ รศ.ดร.ชูชาติ ปิณฑวิรุจน์ ซึ่งเป็นผู้ให้คำแนะนำและคำปรึกษาในการทำโครงงานในครั้งนี้ ท่านทั้งสองได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ในการทำโครงงานเป็นอย่างยิ่ง อีกทั้งยังช่วยแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการดำเนินงาน

ขอบคุณคณาจารย์และบุคลากรในภาควิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์ทุกท่านที่ช่วยสนับสนุนอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทำโครงงานนี้

ขอบคุณรุ่นพี่วิศวกรรมชีวการแพทย์ และเพื่อนร่วมรุ่นวิศวกรรมชีวการแพทย์ที่ช่วยให้คำแนะนำและให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือในการทำโครงงานครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมชีวการแพทย์ ที่ได้ให้โอกาสศึกษาหาความรู้ในการจัดทำโครงงานได้อย่างประสบความสำเร็จ

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครองครัว ซึ่งเปิดโอกาสให้ได้รับการศึกษาในภาควิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์แห่งนี้ ตลอดจนคอยช่วยเหลือ สนับสนุนและให้กำลังใจผู้เรียนเสมอมา ส่งผลให้โครงงานนี้ประสบความสำเร็จ บรรลุเป้าหมาย

กุลพัชร ไชยวัฒน์

วรรณชนก รักษาสุระสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญรูป VII

สารบัญตาราง IX

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 3

1.4 แผนการดำเนินงาน 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 ผู้พิการทางสายตา 5

2.1.1 ประเภทของผู้พิการทางสายตา 5

2.1.2 สาเหตุของความบกพร่องจนทำให้เป็นคนตาบอด 6

2.1.3 การรับรู้ของคนตาบอด 7

2.1.4 โรงเรียนสอนคนตาบอด 8

2.2 Pinart 9

2.3 กล้องถ่ายรูปสามมิติ 10

2.4 การเขียนโปรแกรม 11

2.4.1 ภาษาซี (C- Programming Language) 11

2.4.2 ภาษา Python 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 Image Processing 13
2.6 Mechanics System 15
2.6.1 Pneumatics 15
2.6.2 Hydraulics 16
2.6.3 Solenoid Valve 17
2.7 หลักการลดจำนวนพอร์ตเพื่อควบคุมพินจำนวนมาก 17
2.7.1 การควบคุมแบบมัลติเพล็กซ์ 18
2.7.2 ส่วนประกอบในวงจรมัลติเพล็กซ์ 19
2.8 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 23
2.8.1 Arduino Mega 23
2.9 ไมโครโพรเซสเซอร์ 24
2.10 การเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ I^2C 26
2.10.1 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ 26
2.10.2 การเขียน-อ่านข้อมูลกับอุปกรณ์ 26
2.11 การจำสองวัตถุทางพิพิธภัณฑ์สำหรับคนตาบอด 28
บทที่ 3 วิธีดำเนินงาน 29
3.1 การออกแบบระบบประมวลผลภาพ 29
3.1.1 การสร้างแผนที่ความลึกจาก Stereo Images 30
3.2. การสร้างเครื่องต้นแบบของแบบจำลองสามมิติเปลี่ยนรูปร่างได้ 34
3.2.1 การออกแบบโครงสร้าง 35
3.3. การประยุกต์ใช้ระบบไฮดรอลิกและระบบนิวเมติก 37
3.4. การจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ระบบ 37
3.4.1. ตัวประมวลผลการจ่ายกระแสไฟฟ้าและลอจิกไปสู่พิน 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2. การควบคุมพิน 37

บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล 40

4.1. องค์ประกอบในส่วนของฮาร์ดแวร์ 40

4.2 ผลจากการประมวลผลภาพ 44

4.3 ผลของการขึ้นแบบจำลอง 45

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและปัญหาที่เกิด 47

5.1 สรุปผลการทดลอง 47

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางการแก้ไข 47

บรรณานุกรม X

ภาคผนวก ก XIII

ภาคผนวก ข XXV

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ 1 ผู้พิการทางสายตา 5
รูปที่ 2 Pinart 9
รูปที่ 3 กล้องถ่ายรูปแบบสเตอริโอ (Stereo Camera) 10
รูปที่ 4 ภาษา Arduino 12
รูปที่ 5 ภาษา Python 12
รูปที่ 6 หลักกการทำงานของ CT-SCAN 14
รูปที่ 7 พลศาสตร์การไหล 16
รูปที่ 8 ระบบไฮโดรลิก 17
รูปที่ 9 การควบคุม LED 25 ดวง โดยใช้พอร์ต 10 พอร์ต 18
รูปที่ 10 Ideal Transistor Multiplexing Schematic 19
รูปที่ 11 หลักการทำงานของ NPN Trans stor 19
รูปที่ 12 Relay 20
รูปที่ 13 การใช้งานจุดต่อใช้งานมาตรฐาน 21
รูปที่ 14 Arduino MEGA 2560 R3 23
รูปที่ 15 Raspberry Pi B+ 24
รูปที่ 16 รูปแบบการทำงานโดยรวมของ Raspberry Pi 25
รูปที่ 17Broadcom BCM2837B0 25
รูปที่ 18 ลักษณะการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ I2C BUS 26
รูปที่ 19 รูปแบบการเขียน-อ่านข้อมูลกับอุปกรณ์แบบ I ^{2}C BUS 26
รูปที่ 20 I^{2}C BUS START and STOP Conditions 27
รูปที่ 21 บล็อกไดอะแกรมแสดงระบบการทำงานของแบบ 29
รูปที่ 22 กล้องเว็บแคม C270 HD (LOGITECH) 30
รูปที่ 23 ตารางหมากรุก 30
รูปที่ 24 หลักการจำลองตาซ้ายตาขวาจากกล้องเว็บแคม 31
รูปที่ 25 Averaging technique 32
รูปที่ 26 Gaussian Blurring technique 33
รูปที่ 27 Median Blurring technique 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 28 Bilateral Filtering Technique 33
รูปที่ 29 แบบโครงสร้างเครื่องจำลองโมเดลสามมิติ 34
รูปที่ 30 แสดงโครงสร้างจากด้านหน้า 35
รูปที่ 31 แสดงโครงสร้างจากด้านบน 35
รูปที่ 32 โครงสร้างชั้นที่ 1 36
รูปที่ 33 โครงสร้างชั้นที่ 2 36
รูปที่ 34 โครงสร้างชั้นที่ 3 36
รูปที่ 35 การต่อวงจรเพื่อใช้อาดูโนในการควบคุมโซลินอยวาล์ว 37
รูปที่ 36 ระบบมัลติเพล็กซ์ของ LED 25 ตัว 38
รูปที่ 37 แผนผังวงจรมัลติเพล็กซ์ของLED 9 ตัว 39
รูปที่ 38 การต่อวงจรมัลติเพล็กซ์ตามภาพที่ 37 39
รูปที่ 39 โครงสร้างของโมเดลสามมิติเปลี่ยนรูปร่างได้เพื่อช่วยเหลือการรับรู้ของผู้พิการทางสายตา 40
รูปที่ 40 วงจรควบคุมโซลินอยวาล์ว ในส่วนควบคุม 100 พิน 42
รูปที่ 41 วงจรควบคุมโซลินอยวาล์วในส่วนของท่อพักลม 43
รูปที่ 42 ภาพจากกล้องเว็บแคมด้ายซ้ายและกล้องขวา 44
รูปที่ 43 Depth map ความละเอียด 480 x 480 Pixel 44
รูปที่ 44 Depth map ความละเอียด 10 x 10 pixel 44
รูปที่ 45 ค่าตัวเลขแสดง Depth map ของทั้ง 100 จุด 45
รูปที่ 46 ผลของการขึ้นแบบจำลอง 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง 1 แผนการดำเนินงานภาคการศึกษาที่ 1 3
ตาราง 2 แผนการดำเนินงานปิดภาคการศึกษาที่ 1 4
ตาราง 3 แผนการดำเนินงานภาคการศึกษาที่ 2 4
ตาราง 4 ส่วนประกอบหลักของโมเดลสามมิติสายตา 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันผู้พิการทางสายตามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น จากบทความในนิตยสารทางการแพทย์ของอังกฤษ และแลนเซตโกลบอลเฮลท์ (Lancet Global Health) เปิดเผยการเก็บข้อมูลสถิติผู้พิการทั่วโลกมีประมาณ 36 ล้านคน และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 3 เท่า เป็น 115 ล้านคน ภายในปี ค.ศ. 2050 หรือ พ.ศ. 2593 ทั้งจากอุบัติเหตุ ความพิการแต่กำเนิด โรคภัย แม้แต่จากความชราตามวัย และจะได้เห็นว่าเป็นสัดส่วนที่มากพอสมควร หากแต่ยังมีสิ่งอำนวยความสะดวก สิ่งที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของพวกเขายังไม่หลายหลายเท่าที่ควร

จากการคาดประมาณขององค์การอนามัยโลกได้ระบุว่า ในประเทศกำลังพัฒนาจะมีจำนวนผู้พิการทางการเห็นอยู่ราวร้อยละ 1 ของจำนวนประชากรทั้งหมด จึงคาดว่าประเทศไทยมีผู้พิการทางสายตาไม่น้อยกว่า 680,000 คน แต่มีผู้มาจดทะเบียนคนตาบอดเพียง 189,388คน (เดือนกรกฎาคม 2558) คาดว่ามีคนตาบอดไม่ถึงร้อยละ 20 ที่ได้รับโอกาสทางการศึกษา ซึ่งนับได้ว่าเป็นสัดส่วนที่น้อยมากจึงควรมีการส่งเสริมให้มากขึ้น

ผู้พิการทางสายตา แม้จะมองไม่เห็น แต่ประสาทสัมผัสรับรู้อย่างอื่นสามารถทำงานได้ดีกว่าคนปกติทั่วไป สาเหตุจากการใช้บ่อย การมีสมาธิ จดจ่อกับประสาทสัมผัสรับรู้อื่น มากกว่าการใช้ตามองเป็นอันดับแรกแบบคนปกติทั่วไป ประกอบด้วย หู จมูก สัมผัส ปาก สมอง โดยเฉพาะสัมผัส ผู้พิการทางสายตาจะมีประสาทสัมผัสได้รวดเร็ว และสามารถแยกแยะความแตกต่างของผิวสัมผัสได้ละเอียดกว่าคนปกติมาก

หากเป็นผู้พิการทางสายตาแต่กำเนิด จะแสดงว่าไม่เคยรับรู้สิ่งที่อยู่ไกลจากสิ่งรอบตัวได้ เช่นรับรู้ถึงภาพวิว ทิวทัศน์ ภาพสองมิติต่าง ๆ ทำให้ขอบเขตการเรียนรู้ถูกจำกัดไว้ในระดับหนึ่ง ไม่สามารถดึงมาใช้ในการเรียนรู้ได้อย่างเต็มที่ หากแต่เป็นผู้พิการทางสายตาที่เคยสายตาปกติมาก่อน อาจจะเป็นผลกระทบทางจิตใจจากการขาดความสะดวกสบายในชีวิตและไม่สามารถรับรู้ถึงภาพต่าง ๆ รอบตัวได้เหมือนเดิม

ในปัจจุบันมีการเห็นถึงความสำคัญของผู้พิการกลุ่มนี้มากขึ้น จะสังเกตได้ว่าในพิพิธภัณฑ์มีโซนสำหรับผู้พิการทางสายตา โดยจะมีแบบจำลอง 3 มิติ ให้ได้ลองสัมผัส มีอักษรเบรลล์ไว้ให้อ่าน มีเสียงพูด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรยาย ซึ่งแบบจำลองนั้นก็จะมีข้อจำกัดแค่เกี่ยวข้องกับแต่ละพิพิธภัณฑ์เท่านั้นไม่หลากหลาย แบบจำลองมีกระบวนการผลิตที่นาน และราคาค่อนข้างสูง

คณะผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงปัญหาของแบบจำลองสำหรับผู้พิการทางสายตาในปัจจุบัน จึงมีความคิดที่จะสร้างแบบจำลองสามมิติที่สามารถเปลี่ยนรูปถ่าย เปลี่ยนภาพให้เป็นแบบจำลองค้างไว้เพื่อการสัมผัส โดยจะใช้หลักการของการแปลงภาพสองมิติต้นฉบับเป็นไฟล์จุดภาพที่บ่งบอกรายละเอียดความลึกไม่เท่ากัน โดยใช้การประมวลผลภาพมาจากแสง สี และเงาของภาพ นำไฟล์มาเป็นอินพุตในการสร้างแบบจำลอง โดยใช้ระบบนิวเมติก อัดอากาศเข้าสู่พินแต่ละพินตลอดเวลา ควบคุมแรงดันเข้าพินด้วยโซลินอยวาล์ว โดยใช้เวลาเปิด-ปิดเป็นตัวแปรในการควบคุม ซึ่งใช้เวลาในการสร้างรูปแบบจำลองนับตั้งแต่เริ่มกระบวนการนำภาพถ่ายเข้าสู่ระบบ จนถึงได้แบบจำลองออกมา ใช้เวลาที่น้อยมาก และหากอยากศึกษารูปภาพหรือสิ่งอื่น ๆ ก็สามารถเริ่มกระบวนการใหม่ได้ โดยยังใช้เครื่องแบบจำลองตัวเดิม

จะเห็นได้ว่าสามารถลดระยะเวลาในการสร้างแบบจำลองลงได้หลายเท่าตัว และเป็นการเพิ่มความหลากหลายของแบบจำลอง สามารถเรียนรู้สิ่งของจากที่ไกล ๆ อาทิ เช่นต่างประเทศ ต่างจังหวัด ได้ในเวลาอันรวดเร็วเพียงแค่มีภาพส่งมาในเครื่องและเข้าสู่ระบบประมวลผลภาพสร้างแบบจำลองออกมา

ความแตกต่างของความตื้นลึกของพินแต่ละพิน จะส่งผลให้ผู้พิการทางสายตาสามารถรับรู้ด้วยการสัมผัสได้ว่าภาพๆนั้นต้องการสื่อถึงสิ่งใด รายละเอียดเป็นอย่างไร โดยใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ ทั้งในด้านฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ พัฒนาขึ้นมาเพื่อให้มีประโยชน์ต่อผู้พิการทางสายตามากที่สุด

หากเราสามารถเพิ่มการเรียนรู้ในส่วนที่ขาดหายไปส่วนนี้ของผู้พิการทางสายตาได้ จะเป็นการเพิ่มศักยภาพ ความกว้างในการมองโลก แรงบันดาลใจต่าง ๆ ของผู้พิการได้มากขึ้น ส่งผลให้พวกเขาสามารถสร้างประโยชน์ให้แก่สังคม ในแบบที่เขาสามารถทำได้ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อพัฒนาการสร้างแบบจำลองสามมิติจากภาพสองมิติด้วยการใช้การประมวลผลภาพ
2. เพื่อผู้พิการทางสายตาจะสามารถเข้าถึงภาพต่าง ๆ ได้โดยการสัมผัส
3. สามารถลดระยะเวลาการขึ้นรูปแบบจำลองสามมิติ
4. เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตและเพิ่มขีดจำกัดการเรียนรู้ของผู้พิการทางสายตาให้ก้าวหน้าไปอีกระดับหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

โครงการนี้ได้มุ่งเน้นการออกแบบเทคโนโลยีแปลงภาพสองมิติเป็นไฟล์ข้อมูลความลึกของแต่ละจุดภาพด้วยระบบประมวลผลภาพ และนำไปเป็นต้นแบบการสร้างแบบจำลองสามมิติ โดยใช้ระบบนิวเมติกอัดอากาศควบคุมความดันโดยการควบคุมเวลาจากไมโครคอนโทรลเลอร์

โดยเทคโนโลยีนี้จะประกอบด้วย

1. ระบบการประมวลผลภาพสองมิติต้นฉบับเป็นไฟล์ความลึกของแต่ละจุดภาพ โดยการเขียนโปรแกรมประมวลผลจากความแตกต่างในแต่ละจุดระหว่างภาพต้นฉบับ 2 ภาพที่ได้จากการจำลองตาซ้ายตาขวาของคนโดยใช้กล้องเว็บแคม 2 กล้อง ในส่วนนี้ทำให้ได้ไฟล์จุดภาพที่สามารถนำไปควบคุมความสูงของพินแต่ละพินได้อย่างมีคุณภาพ แสดงเป็นแบบจำลองสัมผัสแล้วสามารถรับรูปถึงภาพที่ต้องการถ่ายทอดได้อย่างชัดเจน
2. แบบจำลองสามมิติสำหรับการสัมผัส โดยจะใช้ระบบนิวเมติก อัดอากาศพร้อมกันทุกพิน ควบคุมแรงดันอากาศแต่ละพินโดยใช้โซลินอยวาล์ว โดยมีตัวแปรที่แตกต่างกันคือเวลาในการจ่ายไฟให้โซลินอยวาล์วเพื่อปล่อยลมของแต่ละพิน ใช้การควบคุมเวลาจากการเขียนโปรแกรม Arduino

1.4 แผนการดำเนินงาน

ระยะเวลาโครงการ 1 ปี 0 เดือน

วันที่เริ่มต้น 6 สิงหาคม 2561 วันที่สิ้นสุด 5 สิงหาคม 2562

ตาราง 1 แผนการดำเนินงานภาคการศึกษาที่ 1

การดำเนินงาน	ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.			
ออกแบบระบบ เตรียมระบบและอุปกรณ์คอมพิวเตอร์																				
ออกแบบและพัฒนาระบบซอฟต์แวร์แปลงภาพสองมิติเป็นไฟล์ความลึกของแต่ละจุดภาพ																				
ออกแบบและพัฒนาระบบฮาร์ดแวร์แบบจำลองสามมิติ																				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระบบนิวเมติก ออกแบบท่อลม ระบบปิด - วงจรสำหรับควบคุมพิน - โปรแกรมอาดูโน่ควบคุมความสูงของพิน	
รายงานความก้าวหน้า	

ตาราง 2 แผนการดำเนินงานปิดภาคการศึกษาที่ 1

การดำเนินงาน	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ทำแบบจำลองความละเอียด 5x5 พิน						

ตาราง 3 แผนการดำเนินงานภาคการศึกษาที่ 2

การดำเนินงาน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.
นำผลการทดลองไปปรับปรุงขนาดแบบจำลองให้มีความละเอียด 10 x 10 พิน						
การทดสอบภาคสนาม โดยทดลองกับผู้ทดสอบ						
นำผลการทดลองไปปรับปรุงระบบ						
สรุปผลการทดลอง						
รายงานสมบูรณ์						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้อง

2.1 ผู้พิการทางสายตา

รูปที่ 1 ผู้พิการทางสายตา

[ที่มา https://www.change.org/ให้มีการเสียงบรรยายภาพในสื่อที่หลากหลายเพื่อผู้พิการทางสายตา]

ในทางการแพทย์ คนที่บกพร่องทางการมองเห็น หรือที่เราเรียกโดยทั่วไปว่า คนตาบอด[1] หมายถึงผู้ที่มองไม่เห็น หรือ พอมองเห็นแสง เห็นเลือนราง และต้องมีความบกพร่องทางสายตาทั้งสองข้าง อนึ่งเช่นหากตาซ้ายปกติแล้วตาขวาตาบอดระดับที่ 1 ไม่ถือว่าเป็นคนตาบอด โดยมีความสามารถในการมองเห็นได้ไม่ถึง 10% ในการมองเห็นเมื่อเทียบกับคนสายตาปกติ หรือมีลานสายตา (ระยะกว้างของการมองเห็น)ได้ไม่เกิน 30 องศา

2.1.1 ประเภทของผู้พิการทางสายตา

แบ่งออกเป็น 3 ประเภทตามระดับความรุนแรง [2]

- ระดับที่ 1 หรือ ตาเริ่มบอด หมายถึง มีสายตาเมื่อใช้แว่นธรรมดาแล้วเห็นน้อยกว่า 3/60 ลงไปจนถึง 1/60 หรือมีลานสายตาโดยเฉลี่ยแคบกว่า 10 องศาไปจนถึง 5 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระดับที่ 2 หรือ ตาบอดเกือบสนิท หมายถึงการมีสายตาเมื่อใช้แว่นธรรมดาแล้วเห็นน้อยกว่า 1/60 ลงไปจนถึงเห็นแค่แสงสว่าง หรือ มีลานสายตาโดยเฉลี่ยแคบกว่า 5 องศาลงไปจนเกือบถึง 0 องศา
- ระดับที่ 3 หรือ ตาบอดสนิท หมายความว่า มองไม่เห็นแม้แต่แสงสว่างเลย

2.1.2 สาเหตุของความบกพร่องจนทำให้เป็นคนตาบอด

คนตาบอดล้วนมีสาเหตุของการเกิดความพิการนี้ได้แตกต่างกันออกไปหลายปัจจัย ทั้งจากความผิดปกติแต่กำเนิดหรือแต่เด็ก และความผิดปกติในภายหลังเป็นต้น

- ความผิดปกติแต่กำเนิด[3] มักเกิดจากสองสาเหตุใหญ่ๆ คือ
  - <u>โรคหรือความผิดปกติภายในลูกตา</u>

    ภาวะสายตาสั้นหรือสายตายาวมากผิดปกติ ที่ไม่ได้รับการแก้ไขในช่วงระยะเวลาที่เหมาะสม ซึ่งภาวะนี้อาจเกิดเดี่ยว ๆ หรือเกิดร่วมในกลุ่มอาการต่าง ๆ ได้ ส่วนสาเหตุอื่น ๆ ได้แก่ โรคต้อกระจกแต่กำเนิด ซึ่งอาจเกิดจากการติดเชื้อขณะอยู่ในครรภ์มารดา หรือเป็นโรคทางกรรมพันธุ์ โรคต้อหินแต่กำเนิด ความผิดปกติของกระจกตาทำให้กระจกตาขุ่นขาวบังการมองเห็น ภาวะประสาทตาฝ่อ โรคผิวเผือกซึ่งมีความผิดปกติของจอประสาทตาส่วนที่เป็นศูนย์กลางการมองเห็นร่วมด้วย โรคจอประสาทตาเสื่อม และโรคที่สำคัญมากสำหรับเด็กที่คลอดก่อนกำหนด คือ ความผิดปกติของจอประสาทตาเนื่องจากการได้รับออกซิเจนหลังคลอด เป็นต้น
  - <u>โรคหรือความผิดปกติในสมอง</u>

    เด็กจะสูญเสียการมองเห็น ซึ่งอาจเกิดจากการที่สมองขาดเลือดหรือขาดออกซิเจน สมองได้รับความกระทบกระเทือน การติดเชื้อ หรือความผิดปกติแต่กำเนิดภายในเนื้อสมอง เป็นต้น ซึ่งเด็กที่มีความผิดปกติเช่นนี้มักไม่มีภาวะตาสั่นกระตุก และการตรวจภายในลูกตาจะไม่พบความผิดปกติใด ๆ
- ความผิดปกติในภายหลัง จะแบ่งออกเป็น 2 สาเหตุหลักๆ
  - <u>อุบัติเหตุ</u>

    อุบัติเหตุหรือการบาดเจ็บบริเวณดวงตา[4] เช่น การเล่นกีฬา ถูกของมีคมทิ่มตำ การกระแทกที่ดวงตา อาจทำให้เกิดภาวะเลือดออกในช่องหน้าตา (Hyphemia) จะทำให้มีอาการเจ็บปวด ไวต่อแสง และสูญเสียการมองเห็น หากไม่ได้รับการรักษาที่ถูกต้องสามารถทำให้ตาบอดได้
  - <u>โรคภัย</u>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- จอประสาทตาเสื่อมจากเบาหวาน (diabetic retinopathy)
- แผลบริเวณกระจกตา (Corneal Ulcer)
- การติดเชื้อ

อาจเกิดจากเชื้อแบคทีเรีย (Bacterial Keratitis) หรือเป็นภาวะแทรกซ้อนจากการใช้คอนแทคเลนส์ นอกจากนั้น ยังอาจเกิดจากเชื้อไวรัส เช่น ตาอักเสบจากโรคเริม (Herpes Keratitis) จอตาอักเสบจากไวรัสซีเอ็มวี (Cytomegaloviral Retinitis) ซึ่งมัก

พบในผู้ที่มีเชื้อเอชไอวี เป็นต้น

- ภาวะแทรกซ้อนจากการผ่าตัดตา
- อื่น ๆ

2.1.3 การรับรู้ของคนตาบอด

คนตาบอด แม้จะเสียความสามารถในการมองเห็นไป แต่ประสาทสัมผัสในด้านอื่น ๆ ยังสามารถใช้การได้ดีอยู่ ทั้งในด้านการฟัง การดมกลิ่น การสัมผัส รับรส รวมทั้งทักษะความจำ [5]

<u>ด้านการฟัง</u>

ทำให้คนตาบอดจำแนกสิ่งรอบตัวได้ เช่น แยกแยะบุคคลจากเสียงพูด ช่วยในการทำงาน และเสพสิ่งบันเทิงต่าง ๆ ซึ่งแท้จริงแล้วคนตาบอดไม่ได้หูดีกว่าคนทั่วไป เพียงแค่ต้องใช้หูในชีวิตประจำวันมากกว่าจึงสังเกตสิ่งต่าง ๆ ได้ละเอียดขึ้น และความสามารถพิเศษคือคนตาบอดสามารถทำ Echolocation ได้ คือ เมื่อคนตาบอดต้องการรู้ตำแหน่งของวัตถุที่อยู่ใกล้ ๆ พวกเขาจะทำเสียงด้วยการ เคาะลิ้น ตบมือ หรืออื่น ๆ ตามความถนัด แล้วคอยฟังคลื่นเสียงที่ตกกระทบกับวัตถุ แล้วสะท้อนกลับมายังหูและสมอง เพื่อหาตำแหน่งของสิ่งนั้น ๆ แต่ต้องได้รับการฝึกฝน

<u>ด้านการดมกลิ่น</u>

สามารถช่วยในการแยกแยะสถานที่ วัสดุ สิ่งของอาหาร บุคคลและอื่น ๆ

<u>ด้านการรับรส</u>

สามารถรับรสเพื่อที่จะรู้ได้ว่าเป็นสิ่งใด แต่ไม่ควรใช้เพราะอันตราย มักใช้ในการรับรสอาหาร

<u>ทักษะความจำ</u>

คนตาบอดมีทักษะความจำเหนือชั้นกว่า เพราะ สมองด้านการมองเห็นมีการปรับตัว เนื่องจากคนตาบอดใช้ยุทธศาสตร์ในการจดจำสิ่งของ ดังนั้น ยิ่งฝึกก็ยิ่งเก่ง ทำให้คนตาบอดมีทักษะในการจดจำเหนือกว่างานอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านการสัมผัส

คนตาบอดจำเป็นต้องใช้การสัมผัสอย่างมากในชีวิตประจำวัน เนื่องจากสมองจะมีการปรับตัวเข้ากับการขาดหายไปของการรับรู้ภาพด้วยการเพิ่มความสามารถในการรับรู้การสัมผัสทั้งการเลือกซื้อของจำพวกเสื้อผ้า ผักผลไม้ หรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่มีขนาดและบรรจุภัณฑ์ที่ไม่เหมือนกัน ไปจนถึงแยกแยะจากวัสดุรูปร่างต่าง ๆ

ด้วยทักษะด้านความสัมผัสนี้ ที่ต้องมีการฝึกฝนการอ่านอักษรเบรลล์เพื่อเพิ่มคุณภาพชีวิตของคนตาบอด และลดความเหลื่อมล้ำจากการมองเห็นของสายตาปกติ ซึ่งหากเราเทียบคนสายตาปกติและคนตาบอด เราจะเห็นได้ชัดเจนเลยว่าคนตาบอดสามารถสัมผัสรับรู้อักษรเบรลล์ รูปปั้นและแบบจำลองสามมิติได้เร็วกว่าคนสายตาปกติที่ฝึกฝนมาพร้อมกันหลายเท่า

2.1.4 โรงเรียนสอนคนตาบอด

โรงเรียนสอนคนตาบอด[6] คือโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอน กิจกรรม และสิ่งอำนวยความสะดวกแก่ผู้ที่มีความบกพร่องทางการเห็น เพื่อให้ผู้ที่มีความบกพร่องได้รับความรู้ และทักษะเพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

โดยมากแล้วโรงเรียนสอนคนตาบอดในประเทศไทยจะเป็นสถานศึกษาที่จัดการศึกษาในระบบ ตามหลักสูตรในพระราชบัญญัติการศึกษา โรงเรียนสอนคนตาบอดในประเทศไทย มีทั้งโรงเรียนประจำและไปกลับ หลังจากจบจากชั้นสูงสุดในโรงเรียนสอนคนตาบอดที่สังกัดอยู่แล้ว ทางโรงเรียนจะพิจารณาส่งต่อเด็กในระดับการเรียนที่สูงขึ้นในโรงเรียนปกติ เป็นการเรียนร่วมในโรงเรียนทั่วไป นอกจากจะเป็นการพัฒนาระดับความรู้ทางการเรียนที่สูงขึ้นแล้ว ยังเป็นการช่วยให้เด็กที่มีความบกพร่องได้เรียนรู้การใช้ชีวิตกับคนปกติ ฝึกฝนทักษะการใช้ชีวิตในสังคมจริงอีกด้วย โรงเรียนสอนคนตาบอดแห่งแรกที่จัดตั้งอย่างเป็นทางการในประเทศไทย คือ โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ

เนื่องด้วยคนตาบอดไม่สามารถใช้การเรียนรู้โดยการใช้หนังสือ สื่อการเรียนการสอนต่าง ๆ ได้เหมือนคนปกติทั่วไปจึงต้องมีการเปิดโรงเรียนขึ้นมาเพื่อเพิ่มศักยภาพในตัวของพวกเขาให้เทียบเท่าคนปกติ เช่น หากคนปกติฝึกอ่าน ฝึกสะกด จากการดูหนังสือ การเขียนบนกระดาน จากสื่อการสอนต่าง ๆ ในโรงเรียน คนตาบอดก็จะเป็นการเรียนคล้ายๆกัน แต่จะเปลี่ยนจากการมอง การอ่านตัวอักษรเป็นการฝึกการสัมผัสอักษรเบรลล์แทน ฝึกประสาทการรับรู้ในด้านอื่น ๆ ให้ดีขึ้นและรวดเร็วขึ้นเพื่อให้สามารถช่วยเหลือตัวเอง และทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้เหมือนคนปกติทั่วไป โดยในปัจจุบันประเทศไทยมีโรงเรียนสอนคนตาบอดอยู่มากมายหลายที่ทั่วประเทศ เพื่อลดความเหลื่อมล้ำด้านการเรียนรู้นี้ แต่จากการคาดประมาณขององค์การอนามัยโลกได้ระบุว่า ในประเทศกำลังพัฒนาทั้งหลายจะมีจำนวนผู้พิการทางการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เห็นอยู่ราวร้อยละ 1 ของจำนวนประชากรทั้งประเทศ ประเทศไทยจึงน่าจะมีผู้พิการทางการเห็นไม่น้อยกว่า 680,000 คน ปัจจุบันมีคนตาบอดจดทะเบียนคนพิการแล้วเพียง 186,389 คน (เดือนกรกฎาคม 2558) และจากประมาณการของมูลนิธิคนตาบอดไทยและสมาคมคนตาบอดแห่งประเทศไทย คาดว่ามีคนตาบอดไม่ถึงร้อยละ 20 ที่ได้รับโอกาสทางการศึกษาในระดับใดระดับหนึ่งได้ ซึ่งนับว่าเป็นสัดส่วนที่น้อยมาก จึงควรมีการส่งเสริมให้มากขึ้นต่อไป

2.2 Pinart

รูปที่ 2 Pinart

[ที่มา https://www.telegraph.co.uk/news/picturegalleries/uknews/5879455/Christmas-best-seller-toys-at-Hamleys.html?image=16]

เป็นของเล่นชนิดหนึ่ง ที่มีต้นกำเนิดมาจาก Pinscreen [7] เป็นเทคนิคการทำภาพเคลื่อนไหวในสมัยก่อน โดยเริ่มมีการทำครั้งแรก เมื่อปี 1935

ใช้หน้าจอที่เต็มไปด้วยหมุดที่เคลื่อนที่ได้ ซึ่งสามารถเคลื่อนย้ายเข้าหรือออกจากหน้าจอได้ โดยการกดวัตถุลงบนหน้าจอ หน้าจอสว่างจากด้านข้างทำให้เกิดเงาของหมุดขยับไปมา เทคนิคนี้ถูกนำมาใช้เพื่อสร้างภาพยนต์แอนิเมชันที่มีผลเสียคือยากที่จะใช้ร่วมกับเทคนิคการสร้างภาพเคลื่อนไหวอื่น ๆ

เป็นหน้าจอสีขาวที่เจาะรูหมุดหลายพันตัวในรูเล็ก ๆ โดยแสงจะส่องออกมาจากด้านข้างของหน้าจอ ทำให้ขาของหมุดแต่ละขาเกิดเงาขึ้นมา โดยหมุดแต่ละอันสามารถเลื่อนเข้า-ออกได้ตลอดทั้งรู และหมุดเคลื่อนย้ายได้ไม่ง่ายเพราะจะมีแรงต้านทานการเลื่อนหมุดระดับหนึ่งไว้อยู่ เพื่อหลีกเลี่ยงความคาดเคลื่อนที่ไม่ได้ตั้งใจ ที่อาจส่งผลให้เกิดความผิดพลาดในการแสดงภาพ หน้าจอสีขาวจะมืดลงหมุดจะ

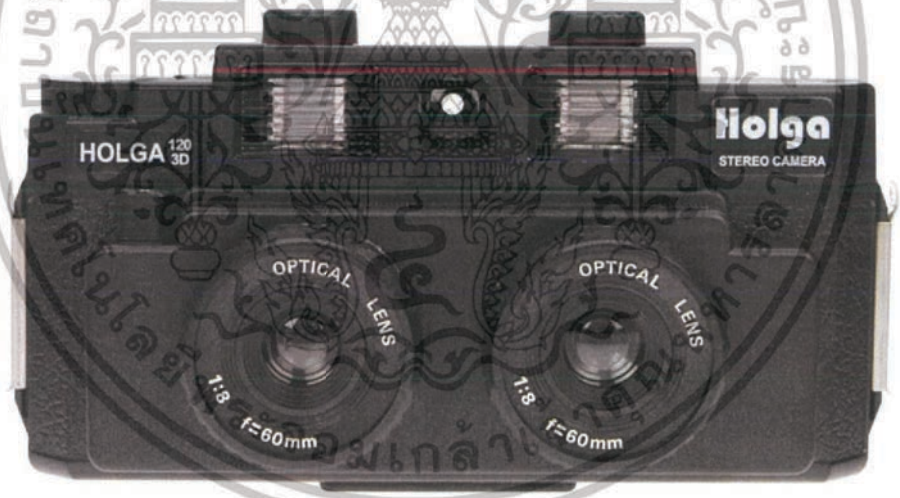
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถูกผลักออกไปยื่นออกมาจากพื้นผิว ยิ่งมีหมุดที่ถูกผลักลงในที่มีเงามืดน้อยลงหน้าจอจะสว่างขึ้นและทำให้เกิดสีเทา และในที่สุดก็จะมีหน้าจอขาวดำอีกครั้ง

ในปัจจุบัน Pinscreen animation ไม่ได้ถูกนำมาใช้แล้ว แต่ได้มีการดึงหมุดของ Pinscreen มาใช้ในการทำของเล่นที่คุณสามารถใช้วัตถุ เช่นใบหน้า เท้า และอื่น ๆ กดลงบนหมุดซึ่งจะสร้างรูปสามมิติที่น่าสนใจ โดยผลที่แสดงออกมาจะยังคงเหมือนต้นฉบับทุกอย่าง และสามารถสร้างและแสดงภาพสามมิตินี้ได้ภายในไม่กี่วินาที นิยมใช้ในการสร้างภาพจินตนาการของเด็ก ที่เรียกว่า “Pinart”

2.3 กล้องถ่ายรูปสามมิติ

กล้องถ่ายรูปแบบสเตอริโอ (Stereo Camera)[8] หรือ กล้องถ่ายรูปสามมิติ (Three Dimension Camera) เป็นกล้องที่พัฒนาให้สามารถถ่ายรูปในลักษณะสามมิติได้ ลักษณะของกล้องจะมีเลนส์ 2 ตัว ประกอบอยู่ในกล้องตัวเดียว เมื่อถ่ายภาพ 1 ครั้ง จะได้ภาพ 2 ภาพ ซึ่งจำลองรูปแบบการมองเห็นของตามนุษย์โดยภาพแรกเป็นภาพที่ตาข้างขวามองเห็น และภาพที่ 2 เป็นภาพที่ตาข้างซ้ายมองเห็น ภาพจะมีการเหลื่อมกันเล็กน้อย



รูปที่ 3 กล้องถ่ายรูปแบบสเตอริโอ (Stereo Camera)

[ที่มา https://shop.lomography.com/en/holga-120-3d-sterecamera?country=th]]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การเขียนโปรแกรม

ในงานวิจัยนี้มีการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมแต่ละส่วนของงานวิจัย ทั้งในส่วนการรับข้อมูล การประมวลผลข้อมูล และการส่งข้อมูล รวมถึงการควบคุมระบบ Multiplex ซึ่งในแต่ละส่วนนั้น ใช้ภาษาในการเขียนโปรแกรมแตกต่างกัน แหล่งอ้างอิงที่ใช้ก็แตกต่างกัน คือ

1. C/C++ ในการควบคุม Arduino
2. Python ในการประมวลผล Image Processing

2.4.1 ภาษาซี (C- Programming Language)

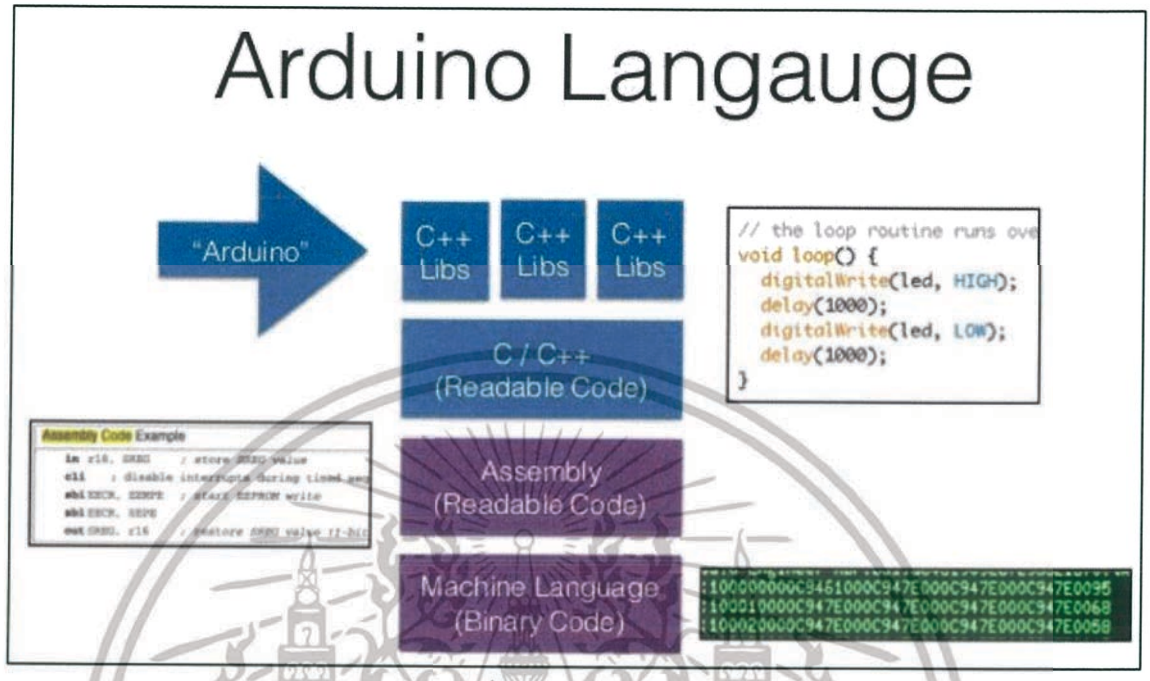
Programming Language C [9] หรือ C Language (ภาษาซี) เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับพัฒนาโปรแกรมกันอย่างแพร่หลาย เริ่มใช้งานตั้งแต่ประมาณปี ค.ศ. 1970 ถูกนำมาใช้เพื่อแทนภาษาแอสเซมบลี (Assembly) ซึ่งถูกนำไปพัฒนาในระบบปฏิบัติการต่าง ๆ จนถูกใช้เป็นภาษาพื้นฐาน เช่น Java, PHP, C#, C++ หรือ Python โดยภาษาซีเป็นภาษาเขียนโปรแกรมเชิงคำสั่ง ตรงไปตรงมาเข้าถึงภาษาเครื่องได้

ข้อดีของภาษาซี

- ใช้ได้บนทุกแพลตฟอร์ม
- ภาษาที่ง่ายต่อการใช้งานแต่ไม่มีฟังก์ชันสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้ภาษา C/C++ เพื่อควบคุม Microcontroller อย่าง Arduino



รูปที่ 4 ภาษา Arduino

[ที่มา http://albertomatus.com/wp-content/uploads/2017/09/alberto-matus-arduino-language.jpg]

2.4.2 ภาษา Python

รูปที่ 5 ภาษา Python

[ที่มา https://www.mor.company/software-article/why-python-rocks]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Python คือภาษาในการเขียนโปรแกรมขั้นสูง ที่สามารถใช้ได้ทั้งในระบบ Unix, Linux, Windows กล่าวคือ Python นั้นไม่ยึดติดกับแพลตฟอร์ม และยังไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการใช้งานพัฒนาโปรแกรม

ประวัติของ Python [10]

Python กำเนิดในปี ค.ศ.1980 แต่เริ่มใช้งานแพร่หลายในช่วงปี ค.ศ.1989 ภายใต้ Centrum Wiskunde& informatica(CWI) ที่ Netherlands

โค้ดของภาษา Python ถูกสร้างขึ้นจากภาษาซี(C) ซึ่งจะประมวลผลทีละบรรทัด และคุณลักษณะเด่นที่สำคัญของ ภาษา Python มีดังนี้ [11]

- เป็น Open Source
- Python สามารถทำงานได้บนหลายระบบปฏิบัติการ
- สนับสนุนเทคโนโลยี COM ของ MS-windows
- Python รวมมาตรฐานการอินเตอร์เฟส Tkinter ซึ่งสนับสนุนบนระบบ X windows, MS-windows และ Macintosh การใช้คำสั่ง Tkinter API ช่วยให้โปรแกรมเมอร์ไม่ต้องแก้ไขโค้ดเมื่อนำไปรันบนระบบปฏิบัติการอื่น ๆ
- ใช้ช่องไฟ หรือ whitespace เป็นตัวแบ่งบรรทัดแทนปีกกา({,})
- เป็น Dynamic Typing คือสามารถเปลี่ยนชนิดข้อมูลได้ง่าย
- มี Build-in Object Types คือ โครงสร้างของข้อมูลที่สามารถใช้ได้ใน Python ประกอบด้วย ลิสต์, ดิกชันนารี, สตริง ที่ง่ายต่อการใช้งานและมีประสิทธิภาพสูง
- มีโมดูลที่สร้างขึ้นจากนักพัฒนาสนับสนุนมากมาย
- อนุญาตให้ฝังชุดคำสั่งของ Python ภายในโค้ดภาษา C/C++
- สามารถประมวลผลทางวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ
- มีไลบรารี่สนับสนุนการสร้างภาพกราฟฟิก หรือแม้แต่ปัญญาประดิษฐ์

โดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้ภาษา Python เพื่อควบคุมกระบวนการ Image Processing

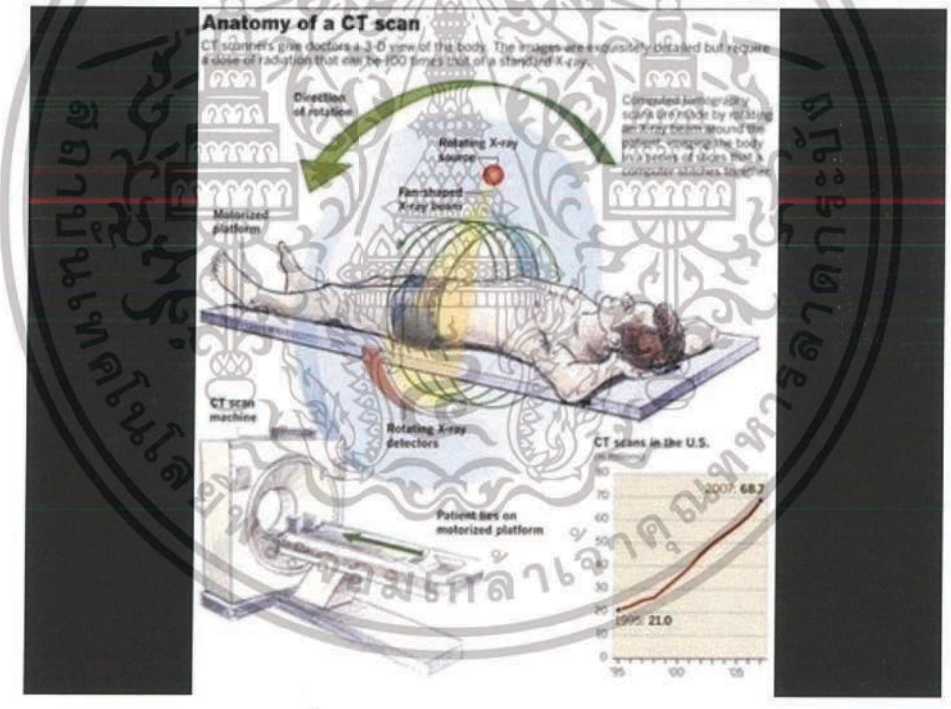
2.5 Image Processing

Image Processing[12] หรือระบบประมวลผลภาพหมายถึงการนำภาพมาประมวลผล หรือคำนวณด้วยระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ต้องการ โดยส่วนสำคัญของระบบนี้คือ การทำให้ภาพคมชัดขึ้น กำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพ และการแบ่งส่วนของวัตถุที่เราสนใจออกมาเพื่อนำภาพวัตถุที่ได้ไปวิเคราะห์หาข้อมูล และสร้างเป็นระบบต่าง ๆ เช่น ระบบเก็บข้อมูลรถเข้าออกอาคารโดยใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพถ่าย หรือระบบตรวจสอบคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์ หรือแม้แต่ในทางการแพทย์ยังใช้งานระบบประมวลผลภาพเช่น MRI, X-ray, CT-scan, Ultrasound หรือแม้แต่ในระบบที่บุคคลทั่วไปเข้าถึงได้อย่างระบบสแกนลายนิ้วมือก็ใช้ระบบประมวลผลภาพเช่นเดียวกัน โดยหลักการของระบบประมวลผลภาพจะมีดังนี้[13]

- การแปลงข้อมูลรูปภาพ (Image Transformation)
- การนิยามภาพ (Image Description)
- การกรองภาพ (Image Filters)
- การคืนภาพ (Image Restoration)
- การปรับปรุงคุณภาพของภาพ (Image Enhancement)
- การแบ่งภาพและการหาขอบภาพในวัตถุ (Image Segmentation and Edge Detection)
- การบีบอัดข้อมูลภาพ (Image Compression)



รูปที่ 6 หลักการทำงานของ CT-SCAN

[ที่มา https://www.youtube.com/watch?v=tqGmqRrxajQ]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 Mechanics System

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ระบบการควบคุมแบบ Hybrid หรือผสมกันระหว่าง ระบบ Pneumatics และระบบ Hydraulics ซึ่งทั้งสองระบบมีส่วนที่คล้ายคลึงและแตกต่างกัน โดยในส่วนแรกจะกล่าวถึงระบบ Pneumatics

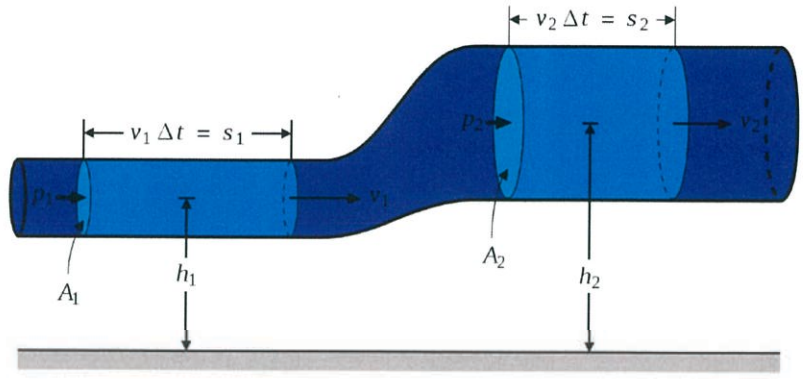
2.6.1 Pneumatics

Pneumatics [14] หรือนิวเมติก เป็นศาสตร์ที่เรียนรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงพลังงานจากพลังงานไฟฟ้าหรือพลังงานอื่น ๆ เป็นพลังงานกลโดยใช้ 'ลม' เป็นตัวกลาง ซึ่งคำว่า Pneumatic มาจากคำว่า pnuema แปลว่าอากาศ

- ฟิสิกส์พื้นฐานของระบบนิวเมติก [15]
  เนื่องจากระบบนิวเมติกเป็นระบบที่ใช้อากาศเป็นตัวกลางในการส่งกำลัง จึงมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับ แรง ความดัน อุณหภูมิ ความชื้น และกฎอื่น ๆ เกี่ยวกับอากาศ

- แรง หมายถึง การกระทำของวัตถุหนึ่งต่ออีกวัตถุหนึ่ง เพื่อให้วัตถุเคลื่อนที่ตามทิศทางของแรง
- ความดัน หมายถึง แรงกดดันของอากาศที่กระทำต่อพื้นที่ 1 ตารางหน่วยโดยในงานวิจัยนี้จะใช้เรื่องความดันค่อนข้างมากเพื่อควบคุมระบบ
  - ความดันบรรยากาศ คือความดันสภาวะบรรยากาศปกติ เท่ากับ 1.013 bar
  - ความดันสัมบูรณ์ คือความดันบรรยากาศตั้งแต่ความดันสุญญากาศถึงความดันเกจ
  - ความดันเกจ คือค่าที่อ่านได้จากเกจวัดความดันของของไหลที่ต่อกับเกจเทียบกับความดันบรรยากาศ จะมีค่าเป็นศูนย์ในสภาวะปกติ
  - ความดันสุญญากาศ คือ ความดันจากความดันศูนย์สัมบูรณ์ไปจนถึงความดันบรรยากาศ
  - ความดันศูนย์สัมบูรณ์ คือความดันที่มีค่าเป็นศูนย์
  - ความชื้น หมายถึง จำนวนไอน้ำที่ผสมในอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7 พลศาสตร์การไหล

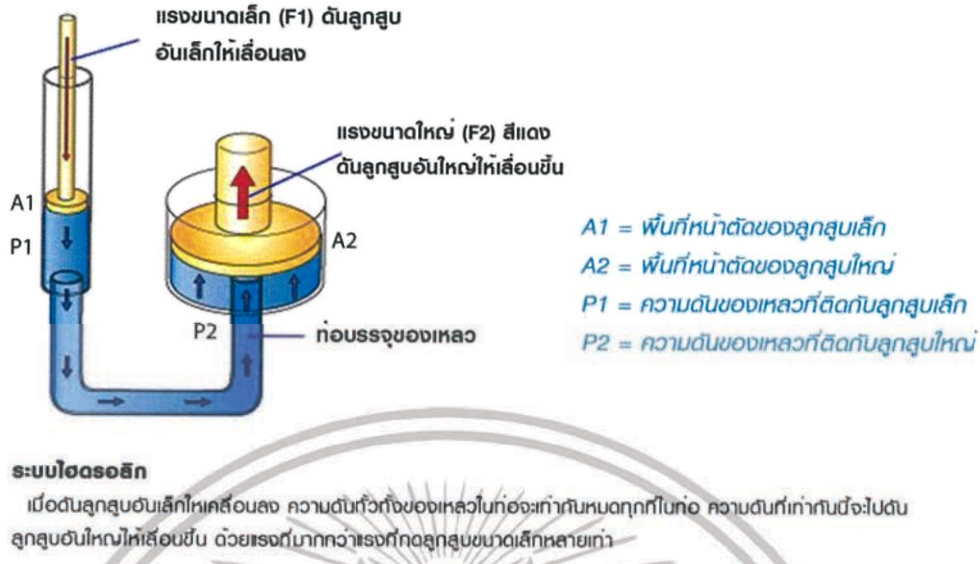
[ที่มา https://th.wikipedia.org/wiki/พลศาสตร์การไหล]

2.6.2 Hydraulics

ระบบไฮดรอลิค[16] หรือ Hydraulic เป็นระบบที่ส่งถ่ายพลังงานผ่านตัวกลางรูปแบบของไหล และเปลี่ยนความดันเป็นพลังงานกล โดยมากจะใช้ตัวกลางเป็นน้ำมันไฮดรอลิค ในการถ่ายพลังงาน เพราะน้ำมันไม่สามารถยุบตัวได้จึงทำให้มีประสิทธิภาพ โดยเบื้องต้นจะมีส่วนสำคัญหลักๆ 3 ส่วนดังนี้

- แหล่งจ่ายพลังงาน
- ระบบควบคุมการทำงาน
  - ควบคุมทิศทางการไหลของน้ำมัน เช่น โซลินอยวาล์ว
  - ควบคุมความดันของน้ำมันไฮดรอลิคในระบบ เช่น รีลีฟวาล์ว
  - ควบคุมปริมาณการไหล
- อุปกรณ์ทำงาน
  - กระบอกสูบ
  - มอเตอร์ไฮดรอลิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8 ระบบไฮโดรลิก

[ที่มา https://www.pneu-hyd.co.th/ไฮโดรลิก]

2.6.3 Solenoid Valve

ในงานวิจัยนี้ใช้ระบบที่ค่อนข้างคล้ายกับระบบไฮดรอลิกแต่ใช้ลมเป็นตัวกลางจึงคล้ายกับระบบนิวเมติกเหมือนกัน แต่ทั้งหมดนั้นถูกควบคุมโดยโซลีนอยวาล์ว ควบคุมความดันในแต่ละพินในระบบ

โซลีนอยวาล์ว[17] คือ วาล์วควบคุมทิศทางลมโดยใช้ไฟฟ้าสั่งการ ภานในประกอบด้วยแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับควบคุมการเปิด-ปิด ซึ่งโซลินอยวาล์วใช้งานในหลากหลายประเภท ทั้งวาล์วน้ำ วาล์วลม โดยโซลินอยวาล์ว แบ่งออกเป็นสองชนิดคือ

- เลื่อนวาล์วด้วยโซลินอยวาล์วกลับด้วยสปริง (Single Solenoid Valve)
- เลื่อนวาล์วด้วยโซลินอยวาล์วกลับด้วยโซลินอยวาล์ว (Double Solenoid Valve)

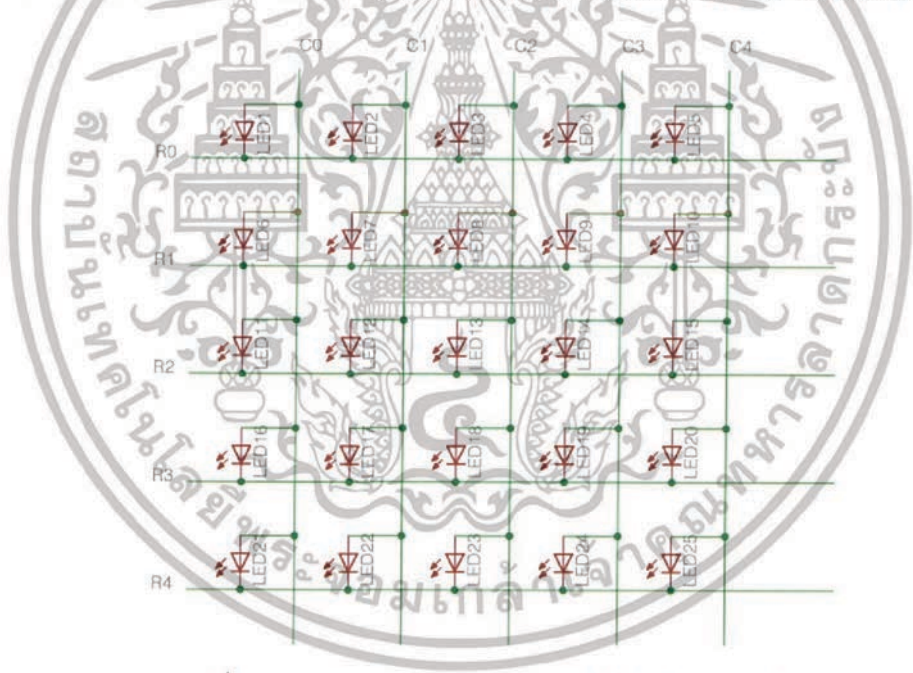
2.7 หลักการลดจำนวนพอร์ตเพื่อควบคุมพินจำนวนมาก

เนื่องจากวิจัยนี้ต้องใช้พินเป็นจำนวนมากเพื่อให้เกิดความละเอียดในด้านการสัมผัสรับรู้ของผู้พิการทางสายตาให้มากที่สุด โดยการควบคุมพินนั้นจะใช้หลักการควบคุมแบบมัลติเพล็กซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1 การควบคุมแบบมัลติเพล็กซ์

ใช้การควบคุมแบบเมทริก[18] โดยการใช้ศูนย์สั่งการ 2 ตัว โดยตัวหนึ่งจะทำหน้าที่ควบคุมลอจิกทางแกน X และอีกตัวหนึ่งจะทำการควบคุมลอจิก ทางแกน Y หากใช้วิธีนี้ การควบคุมจำนวนมาก จากการที่จะต้องใช้ 1 พอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุม 1 พิน หากเราใช้วิธีการแบบควบคุมจากแกน X และแกน Y เราสามารถลดการใช้พอร์ตได้เป็นจำนวนมาก ตัวอย่างเช่น การควบคุม 1200 พิน เราสามารถลดจำนวนพอร์ตที่ใช้จาก 1200 พอร์ตเหลือเพียง 70 พอร์ตเท่านั้น โดยแบ่งเป็น แกน X 40 พอร์ต และแกน Y อีก 30 พอร์ต ยกตัวอย่างจากการควบคุมหลอดไฟ LED ให้ติดจำนวนมากในเวลาเดียวกัน จะจัดเรียงเป็นตารางตามที่แสดงด้านล่าง แต่ละคอลัมน์จะมีแอโนดและแต่ละแถวจะมีแคโทดร่วมกัน เมื่อต้องการให้หลอดไฟ LED แต่ละดวงติด จากรูปให้ LED 8 ติด เราจะเชื่อมต่อคอลัมน์ 3 เข้ากับ 5V และเชื่อมต่อแถว 2 ไว้ที่กราวด์ จากรูปเราจะเห็นว่าการควบคุม LED 25 ดวง เราสามารถใช้พอร์ตควบคุมเพียง 10 พอร์ต แบ่งเป็นแกน X 5 พอร์ต และแกน Y 5 พอร์ต รวม 10 พอร์ตเท่านั้น

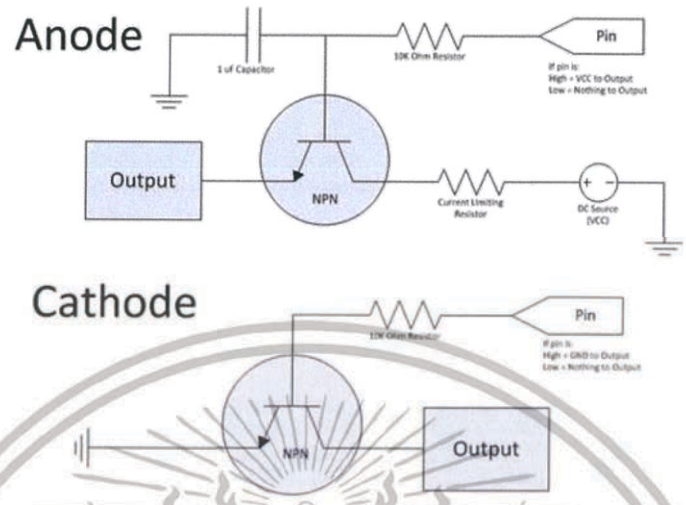


รูปที่ 9 การควบคุม LED 25 ดวง โดยใช้พอร์ต 10 พอร์ต

[ที่มา https://argonblue.wordpress.com/2012/06/30/twistyplexing-a-new-topology-for-led-multiplexing/]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 ส่วนประกอบในวงจรมัลติเพล็กซ์ [19]



รูปที่ 10 Ideal Transistor Multiplexing Schematic

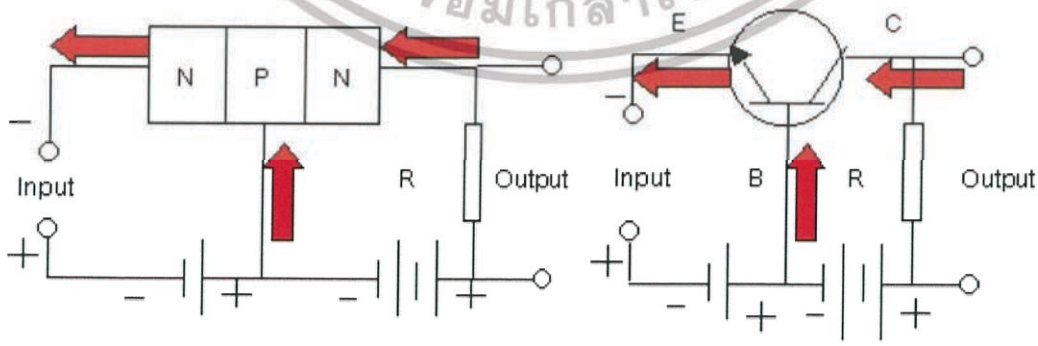
[ที่มา https://www.instructables.com/id/Multiplexing-with-Arduino-Transistors-I-made/]

ประกอบไปด้วย

○ NPN transistors [20]

ทำการป้อนแรงดันไฟฟ้าให้กับทรานซิสเตอร์ชนิด NPN คือ การจ่ายไฟลบให้ขา E เมื่อเทียบกับที่จ่ายให้ขา B และจ่ายไฟบวกให้ขา C

เมื่อเทียบกับไฟลบที่จ่ายให้ขา B มีทั้งไฟบวกและไฟลบ แต่การเทียบศักย์ Forward นั้นจะเทียบระหว่างขา B กับขา E เท่านั้น ทำให้ขา B ซึ่งเป็นสาร P ได้รับแรงไฟ Forward คือเป็นไฟบวกเมื่อเทียบกับขา E เท่านั้น เพื่อควบคุมทิศทางของกระแส และขยายสัญญาณจากภายนอก แสดงดังรูป



รูปที่ 11 หลักการทำงานของ NPN Transistor

[ที่มา http://www.psptech.co.th/]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Resistors [21]

ตัวต้านทาน ทำหน้าที่ลดการไหลของกระแสและในเวลาเดียวกันก็ทำหน้าที่ลดระดับแรงดันไฟฟ้าภายในวงจรทั่วไป

- Diode [22]

ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ชนิดสองขั้วคือขั้ว p และขั้ว n ที่ออกแบบและควบคุมทิศทางการไหลของประจุไฟฟ้า มันจะยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลในทิศทางเดียว และกั้นการไหลในทิศทางตรงกันข้าม

- Relay [23]

รูปที่ 12 Relay

[ที่มา https://www.tinytronics.nl/shop/en/others/relay-5v-250vac-10a]

เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสภาวะ โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเราสามารถนำรีเลย์ไปประยุกต์ใช้ ในการควบคุมวงจรต่าง ๆ ในงานช่างอิเล็กทรอนิกส์มากมาย

ส่วนประกอบหลัก 2 ส่วน

1. ส่วนของขดลวด (coil)

เหนี่ยวนำกระแสต่ำ ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้แกนโลหะไปกระทุ้งให้หน้าสัมผัสต่อกัน ทำงานโดยการรับแรงดันจากภายนอกต่อคร่อมที่ขดลวดเหนี่ยวนำนี้ เมื่อขดลวดได้รับแรงดัน(ค่าแรงดันที่รีเลย์ต้องการขึ้นกับชนิดและรุ่นตามที่ผู้ผลิตกำหนด) จะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้แกนโลหะด้านในไปกระทุ้งให้แผ่นหน้าสัมผัสต่อกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ส่วนของหน้าสัมผัส (contact)

ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์จ่ายกระแสไฟให้กับอุปกรณ์ที่เราต้องการนั่นเอง

จุดต่อใช้งานมาตรฐาน ประกอบด้วย 3 ส่วน

1. จุดต่อ NC

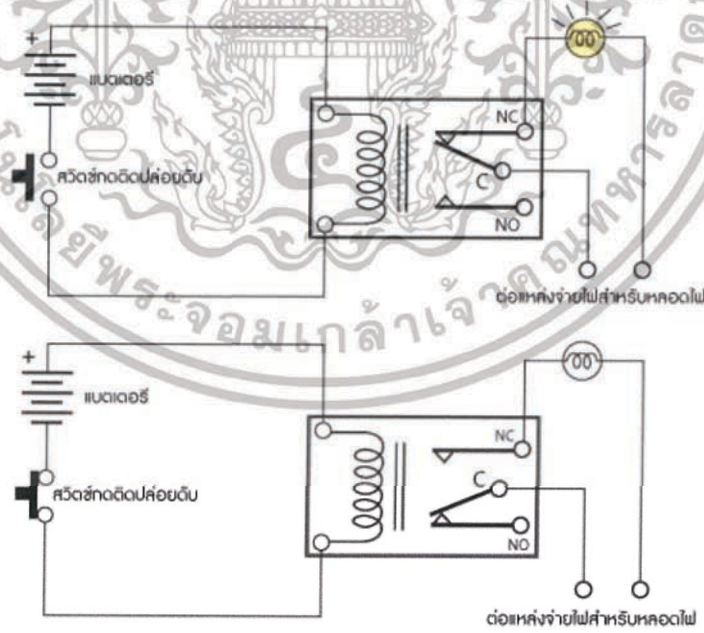
ย่อมาจาก normal close หมายความว่าปกติปิด หรือ หากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะติดกัน โดยทั่วไปเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการให้ทำงานตลอดเวลา

2. จุดต่อ NO

ย่อมาจาก normal open หมายความว่าปกติเปิด หรือหากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะไม่ติดกัน โดยทั่วไปเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุมการเปิดปิด เช่นโคมไฟสนามหน้าบ้าน

3. จุดต่อ C

ย่อมากจาก common คือจุดร่วมที่ต่อมาจากแหล่งจ่ายไฟ



รูปที่ 13 การใช้งานจุดต่อใช้งานมาตรฐาน

[ที่มา http://www.psptech.co.th/รีเลย์relayคืออะไร-15696.page]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อคำนึงถึงในการใช้งานรีเลย์ทั่วไป

- แรงดันใช้งาน หรือแรงดันที่ทำให้รีเลย์ทำงานได้ หากเราดูที่ตัวรีเลย์จะระบุค่าแรงดันใช้งานไว้ (หากใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ ส่วนมากจะใช้แรงดันกระแสตรงในการใช้งาน) เช่น 12VDC คือต้องใช้แรงดันที่ 12 VDC เท่านั้นหากใช้มากกว่านี้ ขดลวดภายในตัวรีเลย์อาจจะขาดได้ หรือหากใช้แรงดันต่ำกว่ามาก รีเลย์จะไม่ทำงาน ส่วนในการต่อวงจรนั้นสามารถต่อขั้วใดก็ได้ เพราะตัวรีเลย์ จะไม่ระบุขั้วต่อไว้ (นอกจากชนิดพิเศษ)
- การใช้งานกระแสผ่านหน้าสัมผัส ซึ่งที่ตัวรีเลย์จะระบุไว้ เช่น 10A 220AC คือหน้าสัมผัสของรีเลย์นั้นสามารถทนกระแสได้ 10 แอมแปร์ที่ 220VAC แต่การใช้ก็ควรจะใช้งานที่ระดับกระแสต่ำกว่านี้จะเป็นการดีกว่า เพราะถ้ากระแสมากหน้าสัมผัส ของรีเลย์จะละลายเสียหายได้
- จำนวนหน้าสัมผัสการใช้งาน ควรดูว่ารีเลย์นั้นมีหน้าสัมผัสให้ใช้งานกี่อัน และมีขั้วคอมมอนด้วยหรือไม่

ประโยชน์ของรีเลย์

- ทำให้ระบบส่งกำลังมีเสถียรภาพ (Stability) สูงโดยรีเลย์จะตัดวงจรเฉพาะส่วนที่เกิดผิดปกติออกเท่านั้น ซึ่งจะเป็นการลดความเสียหายให้แก่ระบบน้อยที่สุด
- ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมส่วนที่เกิดผิดปกติ
- ลดความเสียหายไม่เกิดลุกลามไปยังอุปกรณ์อื่น ๆ
- ทำให้ระบบไฟฟ้าไม่ดับทั้งระบบเมื่อเกิดความผิดพลาดขึ้นในระบบ

คุณสมบัติที่ดีของรีเลย์

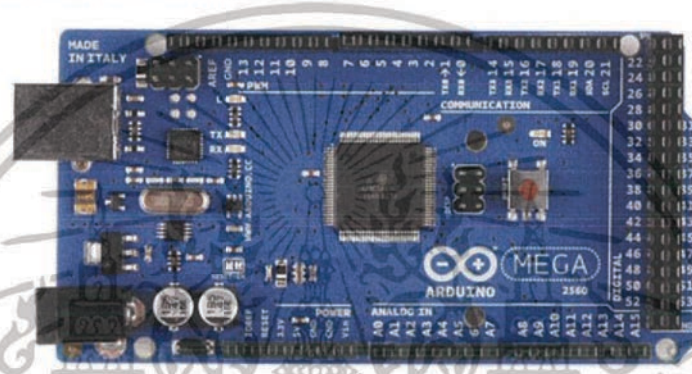
- ต้องมีความไว (Sensitivity) คือมีความสามารถในการตรวจพบสิ่งที่ผิดปกติเพียงเล็กน้อยได้
- มีความเร็วในการทำงาน (Speed) คือความสามารถทำงานได้รวดเร็วทันใจ ไม่ทำให้เกิดความเสียหายแก่อุปกรณ์และไม่กระทบกระเทือนต่อระบบ โดยทั่วไปแล้วเวลา ที่ใช้ในการตัดวงจรจะขึ้นอยู่กับระดับของแรงดันของระบบด้วย
- ระบบ 6-10 กิโลโวลต์ จะต้องตัดวงจรภายในเวลา 1.5-3.0 วินาที
- ระบบ 100-220 กิโลโวลต์จะต้องตัดวงจรภายในเวลา 0.15-0.3 วินาที
- ระบบ 300-500 กิโลโวลต์ จะต้องตัดวงจรภายในเวลา 0.1-0.12 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 ไมโครคอนโทรลเลอร์

2.8.1 Arduino Mega [24]

บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่พัฒนาจาก AT mega2560 มี 54 digital input/output โดยมี 14 ขา สามารถใช้เป็น output แบบ PWM ได้ มี analog inputs 16 ขา มี UARTs(hardware serial ports) 4 ขา ทำงานที่ความถี่ 16 MHz สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ด้วยสายเคเบิล USB หรือใช้ adaptor AC-to-DC เพื่อเริ่มต้นใช้งาน และมีปุ่ม reset สามารถต่อเข้ากับ shields ที่ออกแบบเพื่อใช้งานกับ Arduino Duemilanove หรือ Diecimila



รูปที่ 14 Arduino MEGA 2560 R3

[ที่มา https://www.arduinoall.com/product]

คุณสมบัติ

- Pin ทั่วไป
  - VIN เป็น input voltage ของบอร์ด Arduino โดยใช้แหล่งจ่ายจากภายนอก
  - 5V เป็น output pin ที่ควบคุม 5 V จากบอร์ด
  - 3V3 เป็น 3.3 volt supply ที่สร้างขึ้นจาก regulator บนบอร์ด และให้กระแสได้สูงสุด 50 mA
  - GND เป็น ground pin
  - IOREF เป็น pin ที่ให้ voltage reference กับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อเลือกค่าแรงดันให้กับshield ที่มาเชื่อมต่อกับบอร์ด
- หน่วยความจำ

AT mega2560 มีหน่วยความจำ 256 KB (8 KB ใช้สำหรับ bootloader) นอกจากนี้ยังมีอีก 8 KB สำหรับ SRAM และ 4 KB สำหรับ EEPROM

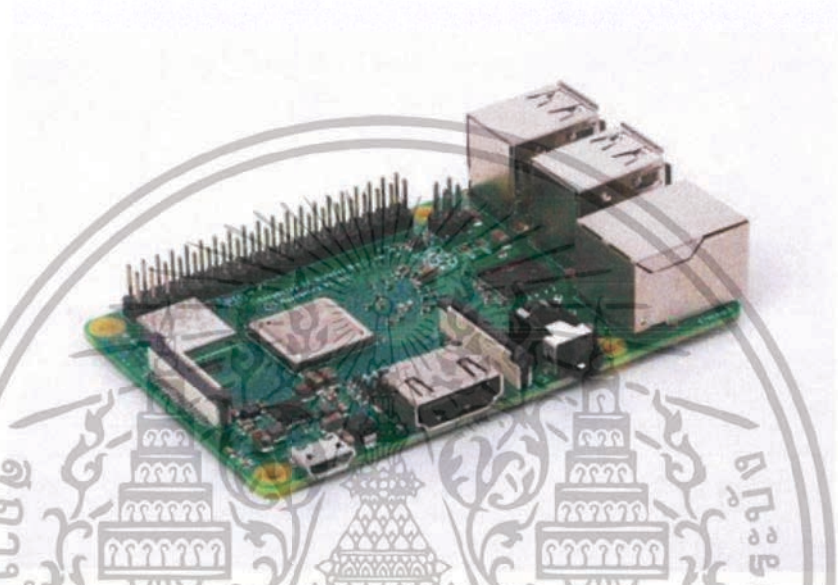
- Input and Output

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในแต่ละ digital pins ทั้ง 54 pins บนบอร์ด Arduino Uno สามารถเป็นได้ทั้ง input และ output โดยจะทำงานที่แรงดัน 5 V และให้กระแสสูงสุด 40 mA

2.9 ไมโครโพรเซสเซอร์

Raspberry Pi B+ [25]



รูปที่ 15 Raspberry Pi B+

(ที่มา https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b-plus/

Raspberry Pi เป็นคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่จัดอยู่ในกลุ่มคอมพิวเตอร์แบบฝังตัว (Embedded Computer) ถูกพัฒนาขึ้นในสหราชอาณาจักร (UK) โดย Raspberry Pi Foundation ในปัจจุบันเป็นที่นิยม โดยมีตลาดเป้าหมายสำหรับการใช้งาน เช่น หุ่นยนต์, Server, Internet of Thing ฯลฯ

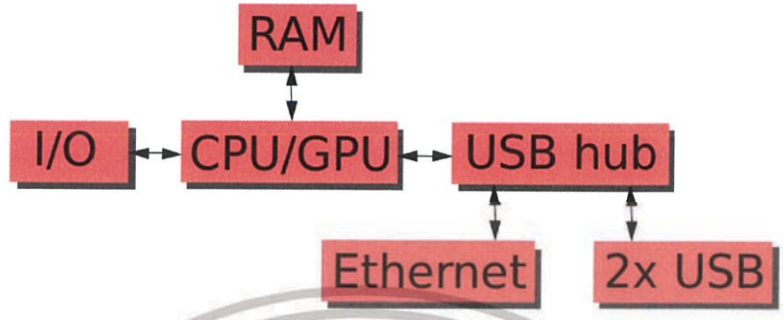
- ภาพรวมของ Raspberry Pi

Raspberry Pi ได้รับการเผยแพร่หลายรุ่นแล้ว ทุกรุ่นมีชิพ Broadcom เป็นหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) และหน่วยประมวลผลกราฟิก (GPU) ในตัว มีความเร็วตั้งแต่ 700MHz ถึง 1.4GHz (1.4GHz สำหรับ Raspberry Pi 3 รุ่น B+ โดยมี RAM ตั้งแต่ 256MB ถึง 1GB มีการ์ด Secure Digital (SD) ใช้เพื่อจัดเก็บระบบปฏิบัติการและหน่วยความจำ ในขนาด SDHC หรือ MicroSDHC บอร์ดมีพอร์ต USB ตั้งแต่ 1 ถึง 4 พอร์ต มีเอาต์พุตวิดีโอ HDMI และวิดีโอคอมโพสิต โดยมีแจ็คขนาด 3.5 มม. สำหรับเอาต์พุตเสียง และ GPIO จำนวนหนึ่งซึ่งสนับสนุนโปรโตคอลทั่วไป เช่น I^2C อีกทั้งในรุ่น B มีพอร์ต Ethernet และ Raspberry Pi Zero W มี Wi-Fi 802.11n และ Bluetooth ที่ติดตั้งอยู่ในตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

○ ฮาร์ดแวร์

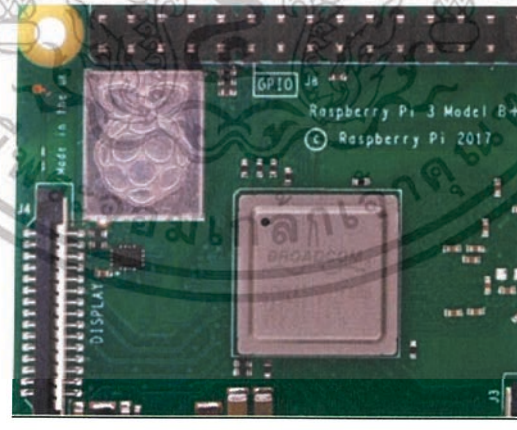
รูปแบบการทำงานโดยรวม



รูปที่ 16 รูปแบบการทำงานโดยรวมของ Raspberry Pi
(https://www.arduinospro.com/article/51/raspberry-pi-tutorial-ep1-raspberry-pi-คืออะไร)

แผนภาพบล็อกนี้อธิบายถึงโมเดล B และ B+ รุ่น A, A+ และ Raspberry Pi Zero ซึ่งมีลักษณะคล้ายกัน แต่ไม่มีส่วนประกอบของ Ethernet และ USB Hub โดย Ethernet เชื่อมต่อภายในกับพอร์ต USB เพิ่มเติม ส่วนในรุ่น A, A+ และ Raspberry Pi Zero พอร์ต USB จะเชื่อมต่อโดยตรงกับระบบบนชิป (SoC) และสำหรับรุ่น Pi 1 รุ่น B+ และรุ่นที่ใหม่กว่ามีชิป USB/Ethernet มี USB Hub อยู่ 5 จุดซึ่งมี 4 พอร์ตในขณะที่ Pi 1 รุ่น B มีให้เฉพาะ 2 จุดเท่านั้น บน Raspberry Pi Zero พอร์ต USB จะเชื่อมต่อโดยตรงกับ SoC แต่จะใช้พอร์ต USB ขนาดเล็ก (OTG)

○ หน่วยประมวลผล



รูปที่ 17 Broadcom BCM2837B0
[ที่มา https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b-plus/]

Raspberry Pi 3+ ใช้ Broadcom BCM2837B0 กับโปรเซสเซอร์ Quad-Core ARM Cortex-A53 ขนาด 64 บิต ความเร็ว 1.4GHz พร้อมแคช L2 ที่ใช้ร่วมกันขนาด 512 กิโลไบต์

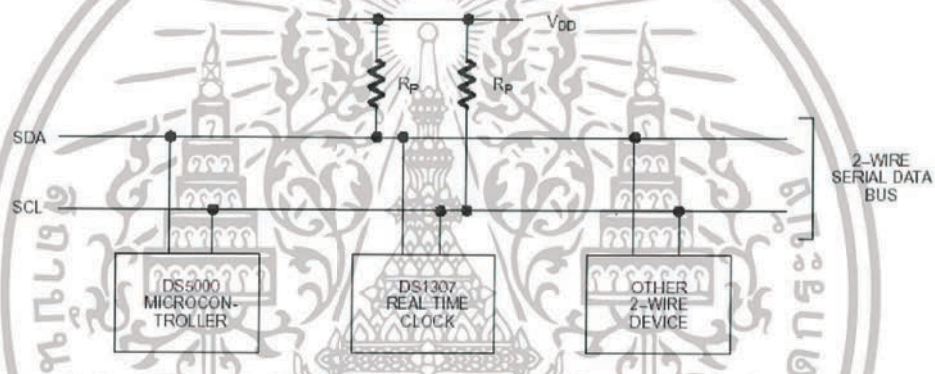
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 การเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ I2C (I^2C)

I^2C= I^2C Bus [26] ย่อมาจาก Inter Integrate Circuit Bus (IIC) นิยมเรียกสั้นๆว่า BUS (ไอ-สะ-แคว-ซี-บัส) เป็นการสื่อสารอนุกรม แบบซิงโครนัส (Synchronous) เพื่อใช้ติดต่อสื่อสาร ระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) กับอุปกรณ์ภายนอก ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัท Philips Semiconductors โดยใช้สายสัญญาณเพียง 2 เส้นเท่านั้น คือ serial data (SDA) และสาย serial clock (SCL) ซึ่งสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ จำนวนหลายๆ ตัว เข้าด้วยกันได้ ทำให้ MCU ใช้พอร์ตเพียง 2 พอร์ตเท่านั้น

2.10.1 การเชื่อมต่ออุปกรณ์

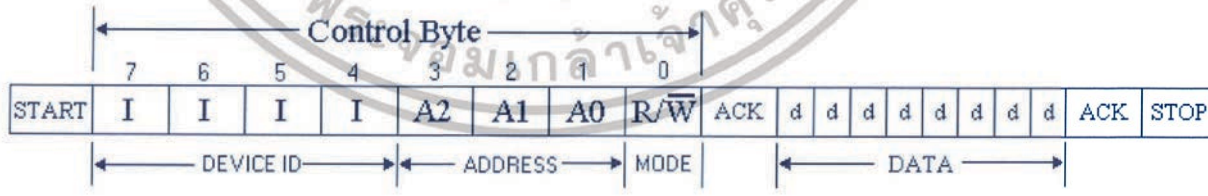
BUS ใช้สายสัญญาณ 2 เส้น คือ SCL, SDA สำหรับติดกับอุปกร์แบบ 2 ทิศทาง โดยที่ขาสัญญาณทั้ง 2 จะต้องต่อกับตัวต้านทานแบบ pull up 2-10K เนื่องจากเอาต์พุตมีลักษณะเป็น แบบ Open Darin หรือเป็นแบบ Open Collector เพื่อให้เอาต์พุตเชื่อมต่อกันได้หลายตัว



รูปที่ 18 ลักษณะการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ I2C BUS

[ที่มา http://www.thaimicrotron.com/CCS-628/Referrence/I2CBUS.html]

2.10.2 การเขียน-อ่านข้อมูลกับอุปกรณ์



รูปที่ 19 รูปแบบการเขียน-อ่านข้อมูลกับอุปกรณ์แบบ I ^{2}C BUS

[ที่มา http://www.thaimicrotron.com/CCS-628/Referrence/I2CBUS.html]

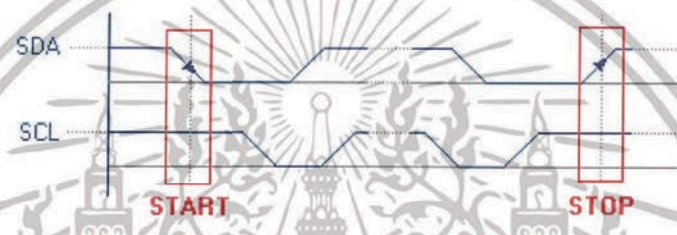
- การรับ-ส่งข้อมูลแบบ BUS MCU จะเริ่มต้นการส่งข้อมูลด้วยการ
  - ส่งสถานะเริ่มต้น (START Conditions) เพื่อแสดงการขอใช้บัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แล้วตามด้วย รหัสควบคุม (Control Byte) ซึ่งประกอบ ด้วยรหัส ประจำตัวอุปกรณ์ Device ID ,Device Address ,และ Mode ในการเขียนหรืออ่านข้อมูล
- เมื่ออุปกรณ์ รับทราบว่า MCU ต้องการ จะติดต่อด้วยก็ต้องส่งสถานะรับรู้ (Acknowledge) หรือแจ้งให้ MCU รับรู้ว่าข้อมูลที่ได้ส่งมามีความถูกต้อง
- และเมื่อสิ้นสุดการส่งข้อมูล MCU จะต้องส่ง สถานะสิ้นสุด (STOP Conditions) เพื่อบอกกับอุปกรณ์ว่า สิ้นสุดการใช้บัส

O สถานะบัสว่าง คือเมื่อบัสไม่ได้ถูกใช้งาน ทั้ง SCL และ SDA จะเป็น 1 ทั้งคู่

O การกำหนดสถานะเริ่มต้นและสถานะสิ้นสุดของ I^2C BUS (START and STOP Conditions)



รูปที่ 20 I^2C BUS START and STOP Conditions

[ที่มา http://www.thaimicrotron.com/CCS-628/Referrence/I2CBUS.html]

- เมื่อต้องการส่งข้อมูล MCU จะต้องส่งสถานะเริ่มต้น (START Conditions) คือให้ SDA เปลี่ยนจาก 1 มาเป็น 0 ในขณะที่ SCL มีค่าเป็น 1
- เมื่อสิ้นสุดการการใช้บัส MCU จะต้องส่งสถานะสิ้นสุด (STOP Conditions) คือให้ SDA เปลี่ยนจาก 0 มาเป็น 1ในขณะที่ SCL มีค่าเป็น 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 การจำลองวัตถุทางพิพิธภัณฑ์สำหรับคนตาบอด

การจำลองวัตถุทางพิพิธภัณฑ์สำหรับคนตาบอด (Replica Reproductions of Museum Objects for the Blind)[27]

- ธีรอาภา บุญจันทร์

(นักศึกษาปริญญาโท สาขาวัฒนธรรมศึกษา แขนงวิชาพิพิธภัณฑ์ศึกษา สถาบันวิจัยภาษาและวัฒนธรรมเอเชียมหาวิทยาลัยมหิดล)

- เสาวภา พรสิริพงษ์

(รองศาสตราจารย์ ดร. สถาบันวิจัยภาษาและวัฒนธรรมเอเชีย มหาวิทยาลัยมหิดล)

- ขวัญจิต ศศิวงศาโรจน์

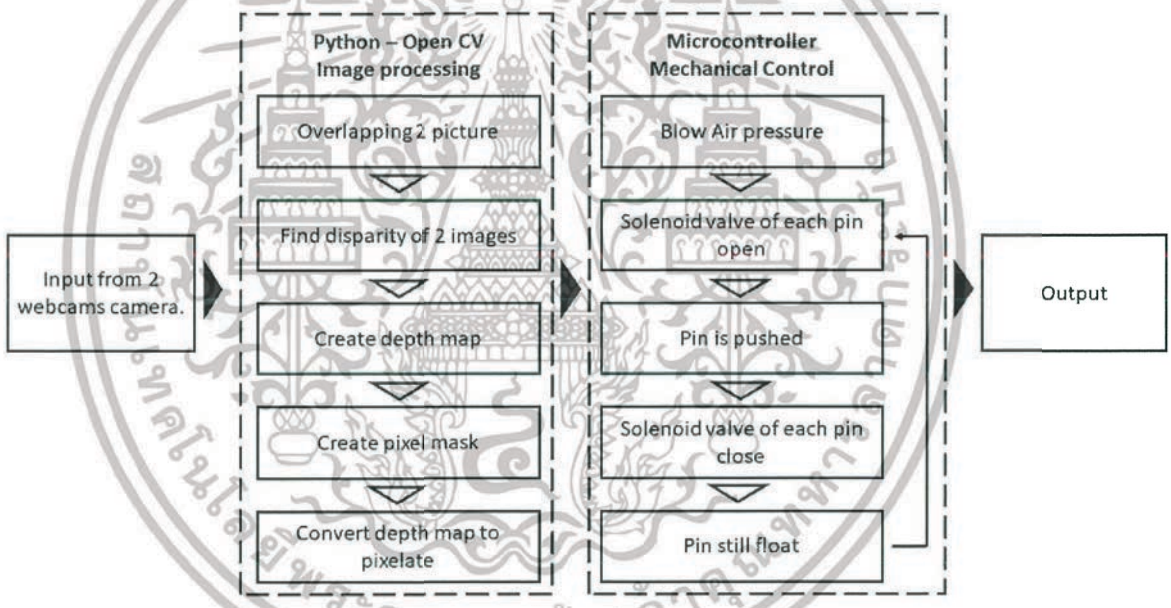
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สถาบันวิจัยภาษาและวัฒนธรรมเอเชีย มหาวิทยาลัยมหิดล)

การศึกษาวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างวัตถุจำลองทางพิพิธภัณฑ์ที่เหมาะสมต่อคนตาบอด เนื่องจากความพิการทางสายตาทำให้คนตาบอดขาดโอกาสทางการรับรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ การสร้างวัตถุจำลองทางพิพิธภัณฑ์ที่สามารถถ่ายทอดความรู้สู่คนตาบอดได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงเป็นอีกช่องทางหนึ่งที่สามารถทำให้เด็กตาบอดได้รับการเรียนรู้จากการสัมผัสด้วยตนเอง กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาประกอบด้วย 3 กลุ่ม คือ นักเรียนที่ตาบอดสนิทของโรงเรียนการศึกษาคนตาบอดธรรมสากลหาดใหญ่ จ. สงขลา จำนวน 12 คน ผู้ปกครองจำนวน 12 คน และครูประจำชั้น จำนวน 3 คน เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วยแบบสัมภาษณ์ผู้ปกครองและครูประจำชั้น แบบทดสอบก่อนและหลังการสร้างวัตถุจำลองสำหรับเด็กตาบอด ในส่วนของเด็กได้ทำการศึกษาการสัมผัสรับรู้ต่อวัตถุที่คนตาบอดใช้ในชีวิตประจำวันนำมาเป็นพื้นฐานในการทดสอบ การสัมผัสรับรู้จากวัตถุที่มีพื้นผิว ขนาดรูปทรง และลักษณะต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการรับรู้ทางการสัมผัสของคนตาบอด อันนำไปสู่การค้นหาลักษณะที่เหมาะสมต่อการสร้างวัตถุจำลองทางพิพิธภัณฑ์ของคนตาบอด ผลการศึกษาพบว่า วัตถุจำลองที่ดีต่อการสัมผัสรับรู้ของคนตาบอดควรมีรูปทรงหรือลักษณะเฉพาะของวัตถุ ขนาดที่เหมาะสม มีลักษณะเสมือนจริง มีความปลอดภัย และคงทน นอกจากนี้ควรมีองค์ประกอบอื่น ๆ ที่สามารถเป็นสื่อในการช่วยเสริมความเข้าใจให้แก่คนตาบอดได้ เช่น อักษรเบลล์และการบอกเล่าเรื่องราวประกอบการสัมผัสรับรู้สามารถช่วยในเด็กตาบอดคาดเดาต่อสิ่งที่สัมผัสซึ่งเป็นการเพิ่มศักยภาพการรับรู้ได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินงาน

วิธีการดำเนินงานวิจัยเพื่อพัฒนาการแปลงภาพสองมิติเป็นไฟล์ความสูงของแต่ละบิตแมป โดยการใช้ระบบประมวลผลภาพ ทำการประมวลผลจากแสง สี เงาของภาพต้นฉบับ และสร้างแบบจำลองด้วยระบบไฮดรอลิค และระบบนิวเมติก อัดแรงดันอากาศเข้าสู่พินแต่ละพิน โดยใช้ตัวแปรเป็นเวลาในการควบคุมความสูงของแต่ละพิน ในเบื้องต้นนั้นได้แบ่งงานวิจัยออกเป็นสองขั้นตอนการดำเนินงานดังรูปที่ 21



รูปที่ 21 บล็อกไดอะแกรมแสดงระบบการทำงานของแบบจำลองสามมิติเปลี่ยนรูปร่างได้เพื่อช่วยเหลือการรับรู้ของผู้พิการทางสายตา

3.1 การออกแบบระบบประมวลผลภาพ

ระบบประมวลผลภาพในงานวิจัยนี้ถูกใช้เพื่อแปลงภาพจากสองมิติเป็นภาพสามมิติโดยเฉพาะ ทางคณะวิจัยได้ศึกษาระบบประมวลผลภาพและเลือกใช้เทคนิค Stereo Graph มาใช้ในการสร้าง Depth Map หรือแผนที่ความลึกเพื่อใช้เป็นต้นแบบในการขึ้นรูปแบบจำลอง นอกจากนี้ยังมีการใช้เทคนิคอื่นร่วมด้วย เช่น การเบลอ, การตัดภาพ, การปรับขนาดภาพ หรือการเปลี่ยนจากรูปภาพให้เป็นตัวเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 การสร้างแผนที่ความลึกจาก Stereo Images

เทคนิคการทำ Stereo Images โดยหลักการจะใช้ กล้องจำนวน 2 กล้องโดยผู้จัดทำได้เลือกใช้กล้องเว็บแคม C270 HD WEBCAM(LOGITECH) ดังรูปที่ 22 ทั้งสองกล้องเพื่อให้ภาพที่ได้จากกล้องทั้งสองมีความใกล้เคียงกันมากที่สุด

รูปที่ 22 กล้องเว็บแคม C270 HD (LOGITECH)

เมื่อได้ทั้งสองกล้อง ก่อนการใช้งานจำเป็นต้อง Calibrate หรือทำการปรับเทียบกล้องทั้งสองก่อน เพราะในกล้องแต่ละตัวจะมีความบิดเบี้ยวของรูปเล็กน้อย สามารถสังเกตได้จากเส้นตรงบนรูป จะมีความโค้งเล็กน้อย ดังนั้นหากไม่ทำการ Calibrate จะทำให้ผลลัพธ์ของการประมวลผลผิดพลาด ซึ่งการปรับเทียบสามารถทำได้หลายวิธีและทางคณะวิจัยได้เลือกใช้ตารางหมากรุก ดังรูปที่ 23 มาช่วยในการปรับเทียบ

รูปที่ 23 ตารางหมากรุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยการปรับเทียบได้จากการคำนวณตามสมการดังนี้

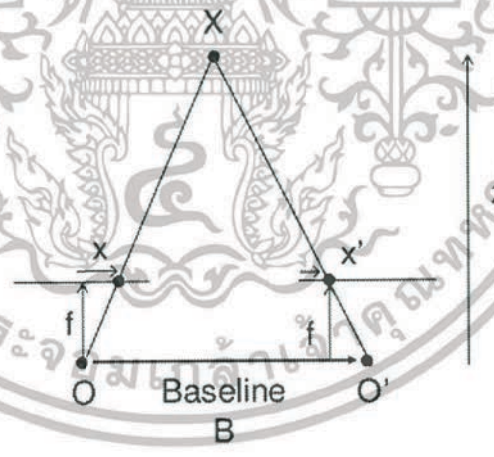
$$x_{corrected} = x(1 + k_1 r^2 + k_2 r^4 + k_3 r^6)$$
$$y_{corrected} = y(1 + k_1 r^2 + k_2 r^4 + k_3 r^6)$$
$$x_{corrected} = x + [2p_1 xy + p_2(r^2 + 2x^2)]$$
$$y_{corrected} = y + [p_1(r^2 + 2y^2) + 2p_2 xy]$$

รวมแล้วพารามิเตอร์ที่ต้องการหาเพื่อทำการปรับเทียบนั้นมีทั้งหมด 5 ตัว คือ

$$Distortion\ coefficients = (k_1 \quad k_2 \quad p_1 \quad p_2 \quad k_3)$$

เมื่อได้พารามิเตอร์ทั้งหมดแล้วทำการคำนวณ จะได้ผลลัพธ์ออกมาเป็น เมตริกขนาด 3x3 ซึ่งถูกเรียกว่า Camera Matrix โดยจะมีข้อมูลเฉพาะของกล้องเช่น ระยะโฟกัสของเลนส์ เป็นต้น และในการปรับเทียบนั้นไม่จำเป็นจะต้องใช้ตารางหมากรุก สามารถใช้รูปอื่นได้ที่เป็นรูปแบบ Pattern เช่นทรงกลม

หลังจากการปรับเทียบกล้องทั้งสองเข้าหากัน จึงสามารถใช้เทคนิคการสร้าง Stereo Images ได้ โดยเทคนิคนี้เป็นการสร้างภาพสามมิติจากความแตกต่างระหว่างภาพสองภาพที่ได้จากกล้องสองกล้องเสมือนตาซ้ายและตาขวาของมนุษย์ตามรูปที่ 24



รูปที่ 24 หลักการจำลองตาซ้ายตาขวาจากกล้องเว็บแคม

โดยในวิธีนี้จะต้องเลือกภาพใดภาพหนึ่งเป็นภาพหลัก และอีกภาพเป็นภาพเปรียบเทียบ ซึ่งคณะวิจัยได้เลือกใช้ภาพจากกล้องซ้ายเป็นภาพหลัก และภาพจากกล้องขวาเป็นภาพเปรียบเทียบ ทำให้ตัวแปรแต่ละตัวเป็นดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. x = จุดวัตถุที่สนใจในภาพที่ได้จากกล้องซ้าย
2. x' = จุดวัตถุที่สนใจในภาพที่ได้จากกล้องขวา
3. B = ระยะทางจากกล้องซ้ายไปยังกล้องขวา
4. f = ระยะโฟกัสของกล้องทั้งสอง(กรณีนี้ทั้งสองกล้องระยะโฟกัสเท่ากัน)
5. Z = ระยะห่างจากกล้องไปยังจุดที่สนใจ

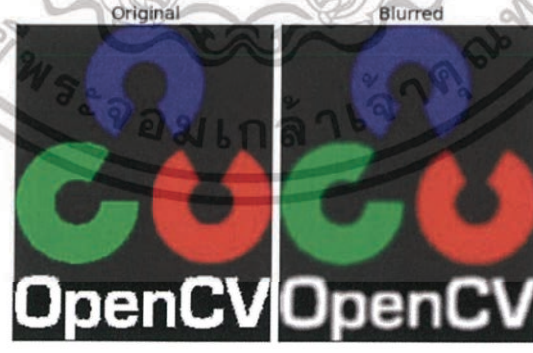
และสิ่งที่ต้องการหานั้น แท้จริงเป็น Z หรือระยะห่างจากกล้องไปยังจุดที่สนใจ จึงหาได้จากสมการดังนี้

$$disparity = x - x' = \frac{Bf}{Z}$$

เมื่อผ่านการคำนวณแล้ว จะได้ระยะห่างจากกล้องไปยังจุดที่สนใจในแต่ละจุด และเรียกภาพที่ได้นี้ว่า Depth map หรือแผนที่ความลึกของภาพต้นแบบ โดยมีความละเอียดค่อนข้างสูง จากนั้นจึงนำภาพที่ได้มาปรับขนาดใหม่ให้ได้ขนาดที่ต้องการ ซึ่งการปรับขนาดภาพในระบบประมวลผลภาพนั้นมีอยู่หลายแบบ ทั้งการย่อ การขยาย การตัด และในบางครั้ง ภาพผลลัพธ์ที่ได้ค่อนข้างที่จะไม่เป็นที่พอใจ เพราะสัญญาณรบกวนในภาพค่อนข้างมาก จึงอาจจะต้องใช้เทคนิคการกำจัดสัญญาณรบกวนออกซึ่งคือการเบลอ(Blur) และการเบลอนั้นมีด้วยกันหลากหลายวิธี

1. Averaging

การลดสัญญาณรบกวนโดยการเฉลี่ยค่าสีในแต่ละจุดภาพของ Kernel ผลลัพธ์จะทำให้ภาพ blur ทั้งภาพ ดังรูปที่ 25

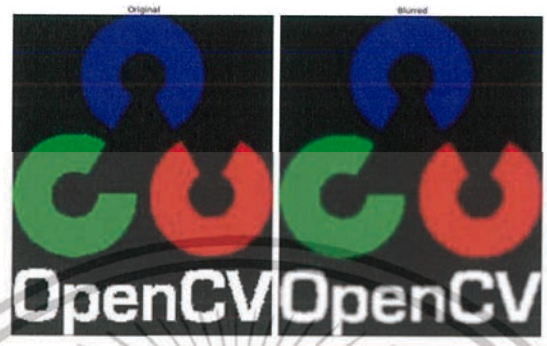


รูปที่ 25 Averaging technique

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Gaussian Blurring

การทำให้ภาพเบลอโดยลลัพธ์จะได้ภาพคล้ายถ่ายมาไม่ชัด หรือวัตถุกำลังเคลื่อนไหว ดังรูปที่ 26



รูปที่ 26 Gaussian Blurring technique

3. Median Blurring

การลดสัญญาณรบกวน salt and pepper โดยใช้ median ใน kernel ดังรูปที่ 27

รูปที่ 27 Median Blurring technique

4. Bilateral Filtering

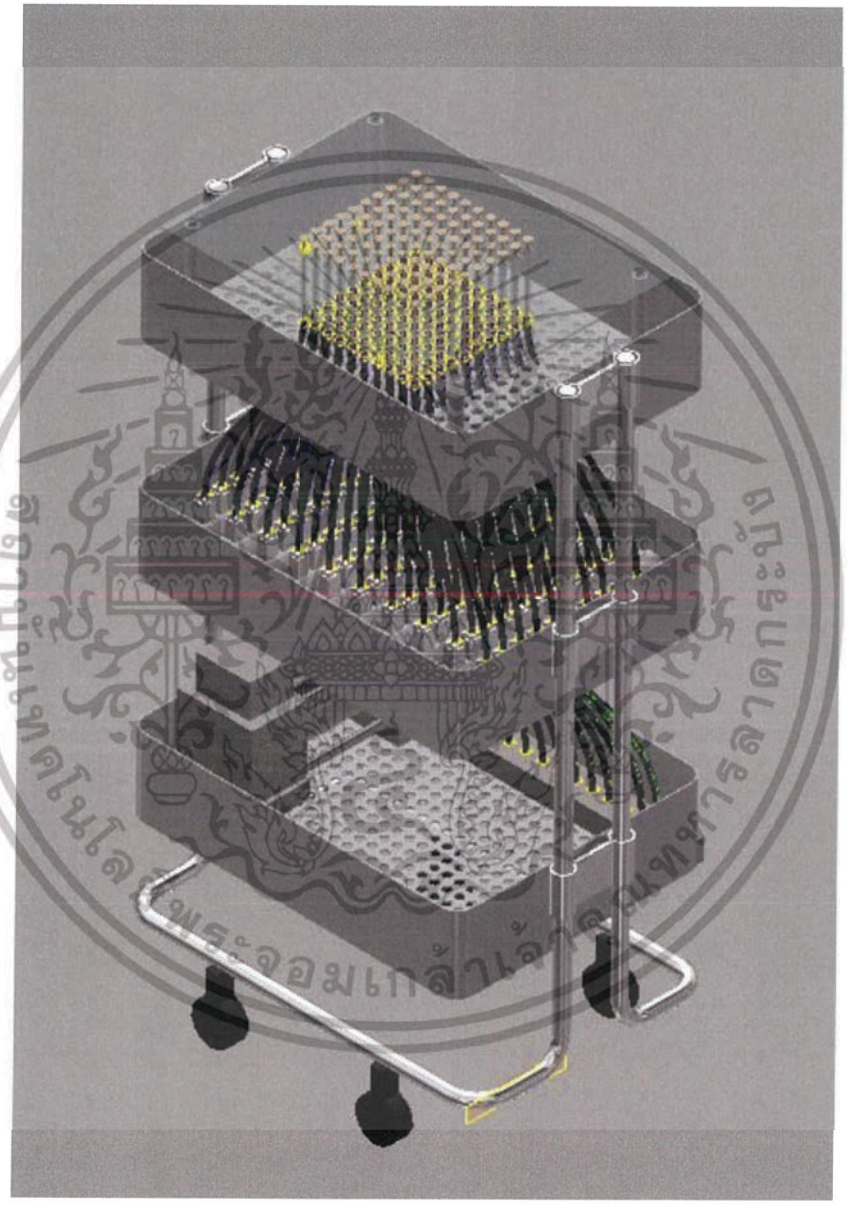
การกำจัด noise โดยยังคงมีขอบอยู่ ดังรูปที่ 28

รูปที่ 28 Bilateral Filtering Technique

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2. การสร้างเครื่องต้นแบบของแบบจำลองสามมิติเปลี่ยนรูปร่างได้

โดยในส่วนของโครงสร้างที่เป็นส่วนที่แสดงแบบจำลองสามมิติเปลี่ยนรูปร่างได้นั้น จะประกอบไปด้วยสามส่วน คือ การออกแบบโครงสร้างโมเดล,ระบบไฮโดรลิกและนิวเมติกในการอัดอากาศเข้าสู้พินแล้วใช้โซลินอยวาล์วในการควบคุมเวลาของการเปิด-ปิดในการปล่อยและปรับแรงดันลม ดังรูปที่ 29



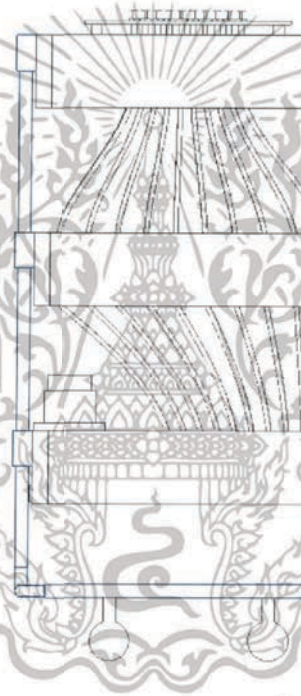
รูปที่ 29 แบบโครงสร้างเครื่องจำลองโมเดลสามมิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

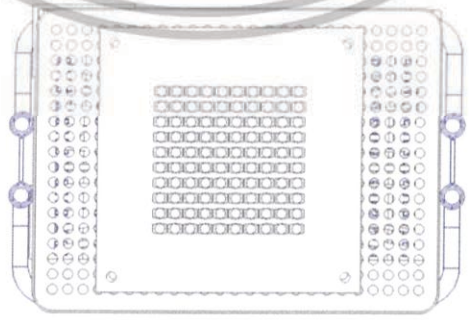
3.2.1 การออกแบบโครงสร้าง

ทำการออกแบบโครงสร้างของแบบจำลองโดยใช้โปรแกรม Inventor ในการออกแบบประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

โครงสร้างมีทั้งหมด 3 ชั้น ประกอบกันในรูปแบบของรถเข็นมีล้อไว้สำหรับเคลื่อนย้าย โดยชั้นที่ 1 เป็นชั้นที่ประกอบไปด้วยโครงสร้างในส่วนของพิน ดังรูปที่ 31 และรูปที่ 32 ชั้นที่ 2 จะประกอบไปด้วยในส่วนของระบบนิวเมติก และวงจรควรคุม ดังรูปที่ 33 และชั้นที่ 3 จะประกอบไปด้วยปั๊มลมและแบตเตอรี่ ดังรูปที่ 34 โดยแต่ละชั้นจะใช้ โซลินอยด์วาล์วในการควบคุมการเปิดปิดลม และใช้สายยางในการเชื่อมต่อลมของแต่ละส่วน ดังรูปที่ 30

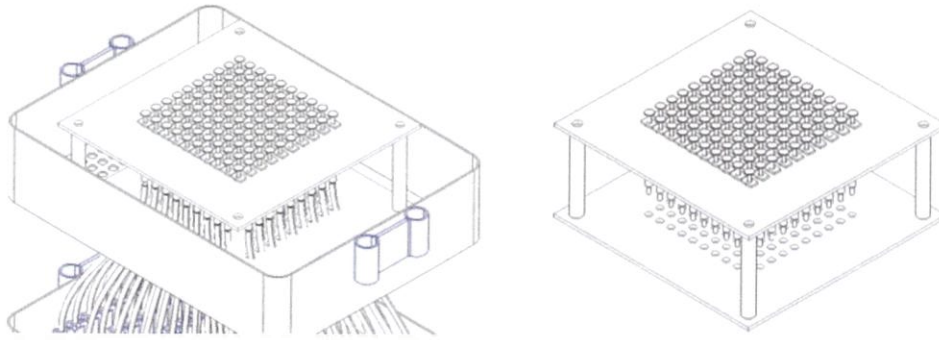


รูปที่ 30 แสดงโครงสร้างจากด้านหน้า



รูปที่ 31 แสดงโครงสร้างจากด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 32 โครงสร้างชั้นที่ 1

รูปที่ 33 โครงสร้างชั้นที่ 2

รูปที่ 34 โครงสร้างชั้นที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3. การประยุกต์ใช้ระบบไฮดรอลิกและระบบนิวเมติก

สำหรับระบบไฮดรอลิกและนิวเมติกที่งานวิจัยนี้ใช้นั้นจะเป็นการอัดแรงดันอากาศเพื่อยกพินขึ้นแทนการใช้แรงดันจากของเหลว เนื่องจากไม่ได้ต้องการแรงดันที่มากเท่าการใช้ของเหลวเป็นตัวกลางอย่างในระบบไฮดรอลิก โดยภายในระบบจะมีความดันอากาศคงอยู่ตลอดเวลา เมื่ออัดแรงดันเข้าไปจะทำการยกพินขึ้น

3.4. การจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ระบบ

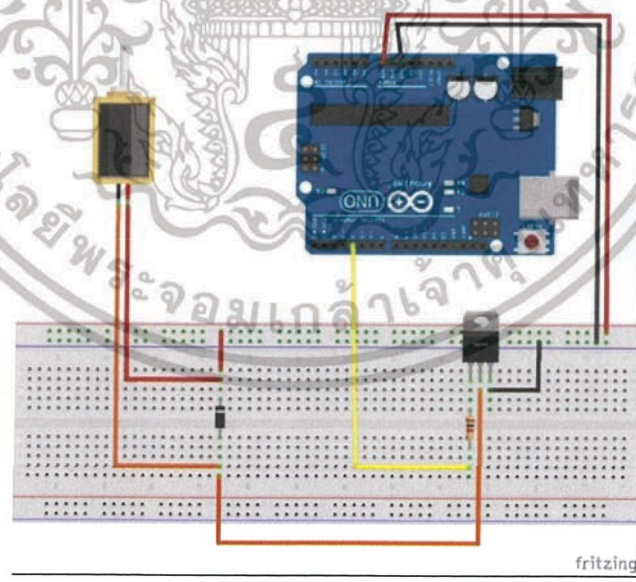
3.4.1. ตัวประมวลผลการจ่ายกระแสไฟฟ้าและลอจิกไปสู่พิน

ใช้ Arduino Mega 2560 เป็นตัวประมวลผลการส่งกระแสไฟฟ้าไปสู่โซลินอยวาล์วที่เป็นส่วนควบคุม การเปิด-ปิดเกตของพินแต่ละพิน

3.4.2. การควบคุมพิน

การควบคุมโซลินอยวาล์วด้วย Arduino Board

การต่อวงจรเพื่อใช้อาดูโน่ในการควบคุมโซลินอยวาล์ ส่วนประกอบของวงจรจะประกอบด้วย Transistor , Resistor และ Diode โดยใช้ทรานซิสเตอร์แทนสวิตช์ควบคุมทิศทางการไหลของกระแส , ใช้ Resistor ในการปรับแรงดันไฟ และใช้ไดโอดควบคุมกระแสไฟฟ้าให้ไหลไปในทิศทางเดียว ดังรูปที่ 35



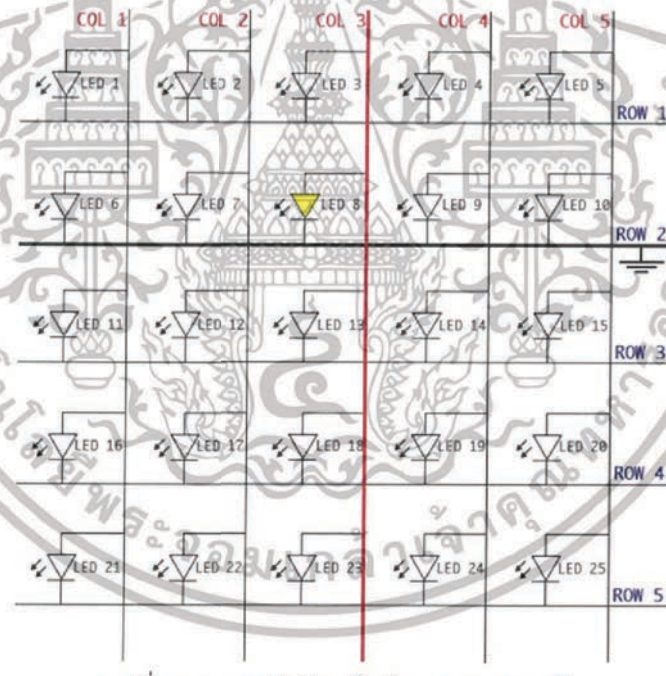
รูปที่ 35 การต่อวงจรเพื่อใช้อาดูโน่ในการควบคุมโซลินอยวาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การลดจำนวนพอร์ตในการควบคุมพินจำนวนมาก

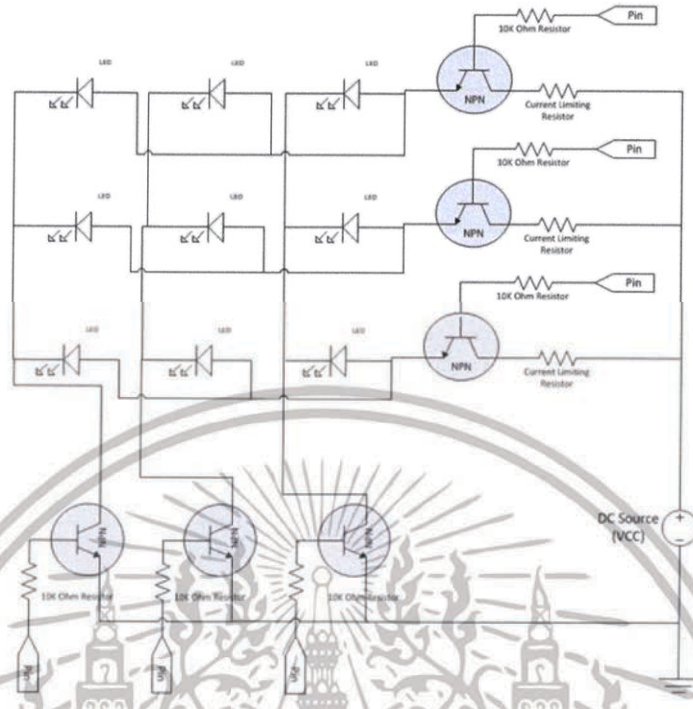
ใช้การควบคุมแบบ Matrix โดยการใช้ศูนย์สั่งการ 2 ตัว โดยตัวหนึ่งจะทำหน้าที่ควบคุมลอจิกทางแกน X และอีกหนึ่งตัวควบคุมลอจิก ทางแกน Y หากใช้วิธีนี้ การควบคุม 900 pin เราสามารถลดจำนวนพอร์ตที่ใช้จาก 900 พอร์ตเหลือเพียง 60 พอร์ตเท่านั้น โดยแบ่งเป็น แกน X 30 พอร์ต และแกน Y อีก 30 พอร์ต ในที่นี้ได้ศึกษาวิธีมาจากการควบคุม LED พร้อมกันหลายตัว โดยใช้จำนวนพอร์ตที่น้อยที่สุด ดังรูปที่ 37 และรูปที่ 38

Multiplexing เป็นเทคนิคที่ใช้ในการจุดไฟ LED จำนวนมากในเวลาเดียวกัน LEDs จะจัดเรียงเป็นตารางตามที่แสดงดังรูปที่ 36 แต่ละคอลัมน์จะมีแอโนดทั่วไปและแต่ละแถวจะมีแคโทดร่วมกัน เมื่อต้องการส่องไฟ LED แต่ละดวงให้ติดที่ LED 8 เราจะเชื่อมต่อคอลัมน์ 3 เข้ากับกำลังและวางแถว 2 ไว้ที่พื้น ในตัวอย่างนี้เราสามารถควบคุมไฟ LED ได้ 25 ดวงโดยใช้หมุดเพียง 10 ชิ้นเท่านั้น

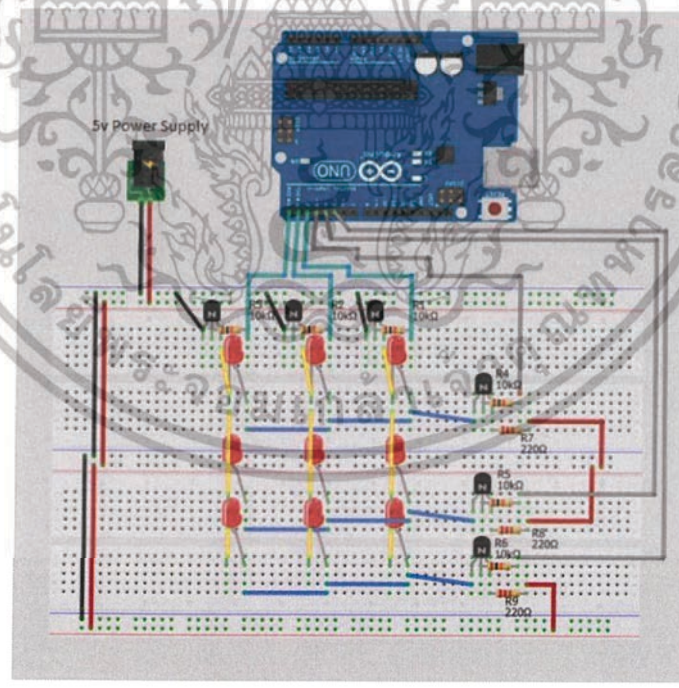


รูปที่ 36 ระบบมัลติเพล็กซ์ของ LED 25 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 37 แผนผังวงจรมัลติเพล็กซ์ของLED 9 ตัว



รูปที่ 38 การต่อวงจรมัลติเพล็กซ์ตามภาพที่ 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและการอภิปรายผล

เนื่องจากงานวิจัยนี้มีขั้นตอนที่ค่อนข้างซับซ้อนและในแต่ละขั้นตอนนั้นมีผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน โดยจะมีผลลัพธ์ที่ได้จากการออกแบบฮาร์ดแวร์ ,องค์ประกอบต่าง ๆ ของแบบจำลองสามมิติ ,ผลลัพธ์ของระบบประมวลผลภาพ และผลลัพธ์ของการขึ้นรูปแบบจำลองสามมิติ

4.1. องค์ประกอบในส่วนของฮาร์ดแวร์

ทำการออกแบบ ปรับปรุง ทดสอบและพัฒนา จนได้เครื่องแบบจำลองสามมิติเปลี่ยนรูปร่างได้ดังรูปที่ 39 เพื่อช่วยเหลือผู้พิการทางสายตา มีลักษณะดังนี้

ทำในรูปแบบลักษณะของรถเข็น ประกอบไปด้วยชั้น 3 ชั้น และมีล้อสำหรับเคลื่อนที่ โดยการเชื่อมต่อระบบลมของแต่ละชั้น จะเชื่อมต่อโดยการใช้สายยาง ดังรูปที่ 39

- ชั้นที่ 1 ประกอบไปด้วยพินโดยจะใช้กระบอกเข็มฉีดยาขนาดเล็ก
- ชั้นที่ 2 ประกอบไปด้วยระบบนิวเมติก คือ ท่อพักลม , โซลินอยวาล์ว และวงจรควบคุม
- ชั้นที่ 3 ประกอบไปด้วยปั๊มลม ทางแยกลม และแบตเตอรี่

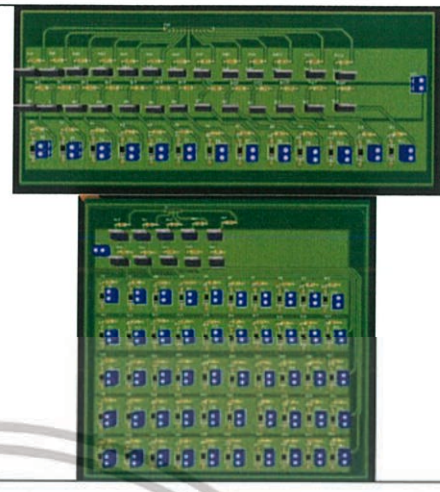
รูปที่ 39 โครงสร้างของโมเดลสามมิติเปลี่ยนรูปร่างได้เพื่อช่วยเหลือการรับรู้ของผู้พิการทางสายตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4 ส่วนประกอบหลักของโมเดลสามมิติเปลี่ยนรูปร่างได้เพื่อช่วยเหลือการรับรู้ของผู้พิการทางสายตา

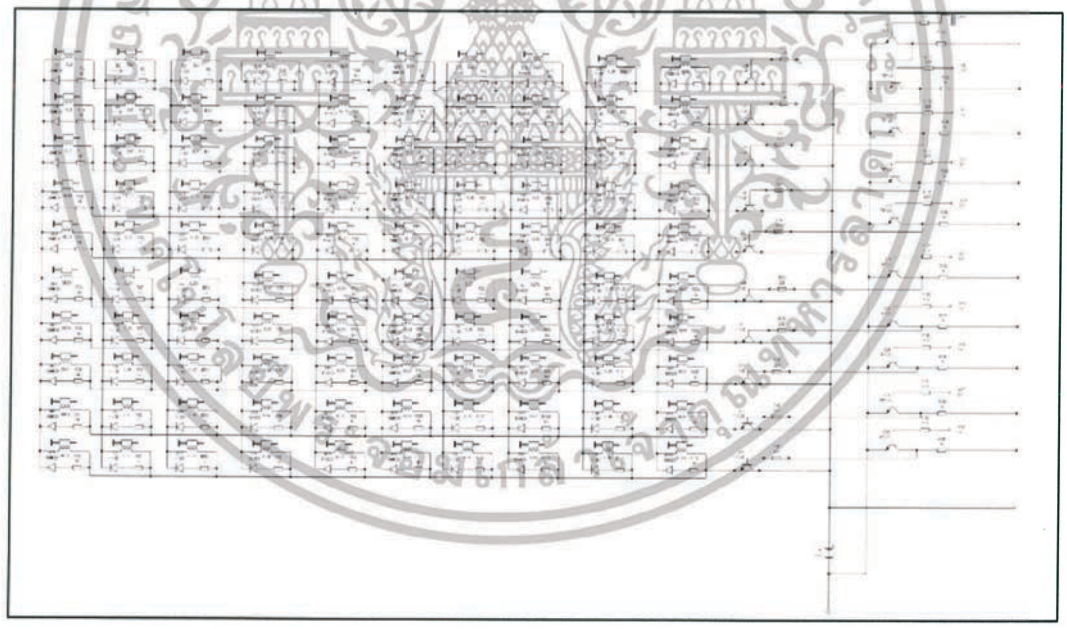
ลำดับ	ชื่อส่วนประกอบ	ภาพ
1	Pin	
2	Actuated Pressure	
3	Pressure Pump	
4	Battery 12 V	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5	Circuit		

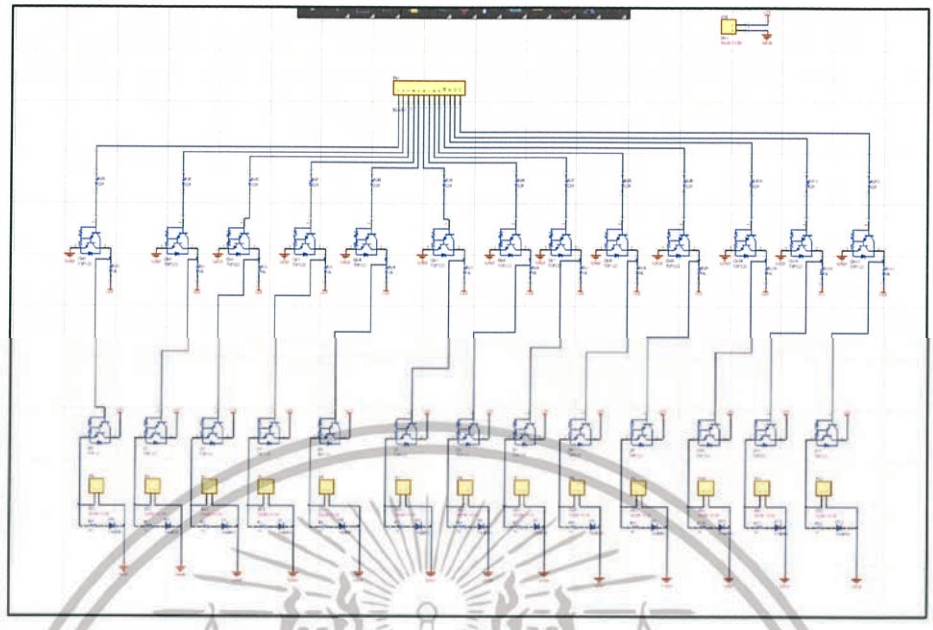
ในส่วนของวงจรประกอบไปด้วย 2 วงจรหลัก

ได้ทำการประยุกต์วงจรจากระบบมัลติเพล็กซ์ เพื่อให้เข้ากับการทำงานและอุปกรณ์ที่ใช้ในโมเดลสามมิติให้มากที่สุด ดังแสดงดังรูปที่ 40 และ รูปที่ 41



รูปที่ 40 วงจรควบคุมโซลินอยวาล์ว ในส่วนควบคุม 100 พิน

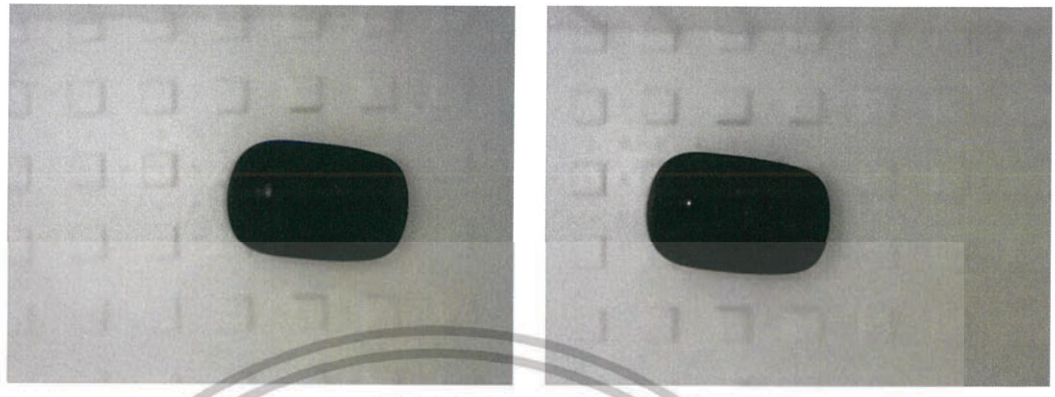
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 41 วงจรควบคุมโซลินอยวาล์วในส่วนของท่อพักลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลจากการประมวลผลภาพ



รูปที่ 42 ภาพจากกล้องเว็บแคมด้ายซ้ายและกล้องขวา

รูปที่ 43 Depth map ความละเอียด 480 x 480 Pixel

รูปที่ 44 Depth map ความละเอียด 10 x 10 pixel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

X axis

Y axis										
	216	216	218	219	219	218	215	212	207	204
	215	216	218	219	219	218	215	212	207	203
	215	216	218	219	219	218	215	211	206	202
	215	216	218	219	229	233	227	216	204	200
	215	216	217	224	254	254	254	254	218	197
	214	215	216	225	254	254	254	254	222	195
	214	215	215	214	230	238	240	235	200	193
	214	214	214	213	208	203	198	194	192	191
	214	214	213	212	207	203	198	194	191	190
	213	213	213	211	207	203	198	194	191	189

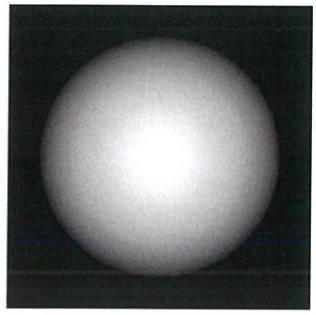
รูปที่ 45 ค่าตัวเลขแสดง Depth map ของทั้ง 100 จุด
ที่นำไปควบคุมเวลาในการขึ้นแบบจำลองแต่ละจุดภาพ

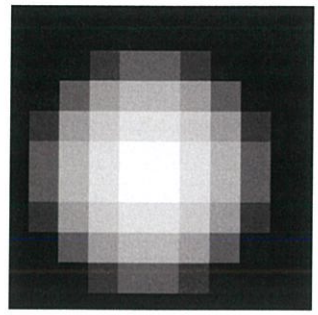
จากการประมวลผลภาพจากกล้องเว็บแคมทั้งด้านซ้ายและด้านขวา ในการทดสอบนี้เป็นการถ่ายภาพเมาส์ ดังรูปที่ 42 จะเห็นได้ว่าภาพ Depth map ความละเอียด 480 x 480 Pixel ดังรูปที่ 43 ได้ผลที่ใกล้เคียงจากภาพต้นฉบับ แต่เมื่อทำการลดความละเอียดเหลือ 10 x 10 Pixel ดังรูปที่ 44 ภาพที่ได้จะต่างจากรูปทรงของภาพต้นฉบับค่อนข้างมากและไม่ชัดเจน เนื่องจากความละเอียดไม่มากพอ

4.3 ผลของการขึ้นแบบจำลอง

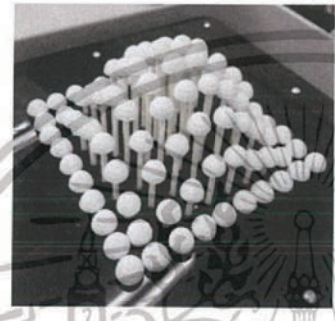
เนื่องจากความละเอียดของพินไม่มากพอที่จะสามารถขึ้นรูปที่ซับซ้อนจากกล้องเว็บแคมได้ คณะวิจัยจึงได้ทำการนำภาพ Depth map จากอินเตอร์เน็ต มาทำการเปลี่ยนความละเอียดเป็น 10 x 10 Pixel แล้วนำค่าตัวเลข Depth map ไปสร้างแบบจำลอง ได้ผลดังรูปที่ 46 แสดงให้เห็นว่าค่าตัวเลข Depth map ที่ได้จากการประมวลผลภาพนั้น สามารถนำค่าตัวเล็ก Depth map มาสร้างแบบจำลองได้มีประสิทธิภาพและในส่วนของฮาร์ดแวร์สามารถควบคุมให้มีการขึ้นแบบจำลองครั้งละพินได้ครบทั้ง 100 พินภายในระยะเวลา 1 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





X / Y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	10	66	108	108	66	10	0	0
3	0	10	108	171	194	194	171	108	10	0
4	0	66	171	214	232	232	214	171	66	0
5	0	108	194	232	249	249	232	194	108	0
6	0	108	194	232	249	249	232	194	108	0
7	0	66	171	214	232	232	214	171	66	0
8	0	10	108	171	194	194	171	108	10	0
9	0	0	10	66	108	108	66	10	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



รูปที่ 46 ผลของการขึ้นแบบจำลอง

46.1 ภาพ Depth map, 46.2 Depth map ความละเอียด 10 x 10 pixel,

46.3 Depth map ความละเอียด 10 x 10 pixel, 46.4 แสดงภาพแบบ Perspective

46.5 แสดงภาพแบบมุมสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและปัญหาที่เกิด

5.1 สรุปผลการทดลอง

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการสร้างเครื่องโมเดลสามมิติสามารถเปลี่ยนรูปร่างได้เพื่อช่วยเหลือการรับรู้ของผู้พิการทางสายตา โดยให้ผู้พิการสัมผัสรับรู้และเรียนรู้ว่าโมเดลที่ได้สัมผัสนั้นคือรูปทรงของสิ่งใด โดยใช้ Raspberry pi เป็นตัวประมวลผล ใช้ OpenCV-Python นำภาพจากกล้องเว็บแคม 2 กล้องมาประมวลผลภาพได้ภาพสามมิติ จากนั้นแปลงไฟล์สามมิติของแต่ละจุดภาพเป็นค่าตัวเลขบอกความลึกแล้วจึงนำค่าตัวเลขเข้าสู่ Arduino Mega 2560 เพื่อควบคุมพินความละเอียด 10x10 พินของโมเดลสามมิติ ใช้ความดันลมเป็นพลังงานที่ใช้ในการขับเคลื่อนพินขึ้นและใช้เวลาควบคุมความสูงของพิน จากการทำสอบระบบประมวลผลภาพ ค่า Depth map ที่ได้สามารถนำมาใช้ขึ้นแบบจำลองได้จริงและมีประสิทธิภาพ ในส่วนของฮาร์ดแวร์เนื่องจากโมเดลที่ได้สร้างขึ้นมามีความละเอียดต่ำ จึงทำให้ไม่สามารถสร้างโมเดลที่มีรูปร่างซับซ้อนได้ ในส่วนความสามารถในการขึ้นแบบผู้วิจัยได้ทำการควบคุมพินครั้งละพินได้ครบจำนวน100 พินได้ภายในเวลา 1 นาที

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางการแก้ไข

ปัญหาที่เกิดขึ้นในส่วนของระบบประมวลผลภาพ เนื่องจากการใช้แปลงภาพสองมิติเป็นภาพสามมิติโดยใช้กระบวนการประมวลผลภาพ เทคนิคสเตอริโอกราฟนั้นจำเป็นจะต้องใช้กล้องทั้งสองกล้องที่เหมือนกันทุกพารามิเตอร์ และอยู่ในแนวขนานกัน หากทั้งสองกล้องไม่เหมือนกันจะทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ผิดเพี้ยนไปและไม่เสถียร ซึ่งแก้ได้ด้วยการ calibrate ทั้งสองกล้องเข้าด้วยกัน และจัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมจะได้ผลลัพธ์ที่ดีขึ้น และหน่วยประมวลผลที่ใช้คือ Raspberry Pi ซึ่งค่อนข้างจะมีความเร็วการประมวลผลค่อนข้างน้อย ทั้งยังไม่มีการ์ดจอ ทำให้การประมวลผลภาพค่อนข้างช้า หากใช้งานอย่างต่อเนื่องอาจทำให้โปรแกรมหยุดการทำงานไปเอง ควรจะเลือกหน่วยประมวลผลที่มีความเร็วมากกว่านี้

ในส่วนของฮาร์ดแวร์ พบว่าใช้โซลินอยวาล์วผิดประเภทและขนาดใหญ่เกินไป โดยเครื่องนี้ได้ทำการใช้ประเภท Normal Open ซึ่งยิ่งจำนวนของพินมากเท่าไหร่กระแสที่ใช้ก็จะยิ่งมากขึ้น ซึ่งหากเปลี่ยนไปใช้ประเภท Normal close และลดขนาดลงจะลดกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในระบบส่งผลให้แบตเตอรี่หมดช้าลง และลดความซับซ้อนในการเขียนโปรแกรมควบคุมได้ การรั่วซึมของลมส่งผลให้ควบคุมความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดันได้ยาก ควรออกแบบวางแผนระบบนิวเมติกให้ดีกว่านี้ หากใช้อุปกรณ์เฉพาะทางด้านนิวเมติกจะสามารถเพิ่มความทนและลดการรั่วของระบบได้มากขึ้น

5.3 แนวทางการพัฒนา

เนื่องจากความละเอียดของพินส่งผลต่อการรับรู้ทางด้านการสัมผัสของผู้พิการทางสายตา จึงควรพัฒนาให้มีความละเอียดที่เพิ่มมากขึ้น จากเดิม 10 x 10 พิน ควรเพิ่มเป็นอย่างน้อย 100 x 100 พิน เพื่อให้สามารถจำลองโมเดลที่มีความซับซ้อนและความละเอียดสูงเพียงพอที่สามารถให้ผู้พิการสามารถสัมผัสรับรู้ได้อย่างถูกต้อง และควรลดขนาดของพินลงเพื่อให้โมเดลนั้นมีขนาดไม่ใหญ่จนเกินไป สามารถสัมผัสโดยใช้เพียงสองมือ ในส่วนของระบบประมวลผลภาพควรพัฒนาให้สามารถถ่ายภาพจากกล้องเพียงกล้องเดียว ไม่ต้องควบคุมสภาพแวดล้อมในขณะถ่ายภาพ เพื่อที่จะสามารถใช้ภาพถ่ายจากกล้องมือถือได้ และระบบทั้งหมดสามารถทำงานได้โดยใช้เพียงคำสั่งเดียวจากผู้ใช้งาน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] มารู้จักคนตาบอดกันดีกว่า[ออนไลน์] .2549 [ค้นเมื่อ 12 มกราคม 2562].
จากhttps://www.bloggang.com/viewdiary.php?id=roseblindgirl&month=11-2006&date=16&group=1&gblog=20

[2] ตาบอด[ออนไลน์] .2549 [ค้นเมื่อ 12 มกราคม 2562]. จาก http://haamor.com/th/สาระน่ารู้จากหมอตา-ตาบอด

[3] ตาบอดในวัยเด็ก[ออนไลน์] .2553 [ค้นเมื่อ 12 มกราคม 2562].
จาก http://www.si.mahidol.ac.th/sidoctor/e-pl/articledetail.asp?id=53

[4] ตาบอด[ออนไลน์] .2559 [ค้นเมื่อ 12 มกราคม 2562]. จาก https://www.pobpad.com/ตาบอด

[5] โลกของคนตาบอด[ออนไลน์] .2560 [ค้นเมื่อ 12 มกราคม 2562].
จาก http://cfbt.or.th/kr/index.php/article/12-blind-world

[6] สมาคมคนตาบอดแห่งประเทศไทย [ออนไลน์] .2559 [ค้นเมื่อ 12 มกราคม 2562].
จาก http://tabgroup.tab.or.th/node/124

[7] Wikipedia. Pin Art [ออนไลน์] .2561 [ค้นเมื่อ 12 มกราคม 2562].
จากhttps://en.wikipedia.org/wiki/Pin_Art

[8] Stereo Camera [ออนไลน์] .2557 [ค้นเมื่อ 12 มกราคม 2562].
จาก https://sites.google.com/site/cameraandphotographicequipment/3-chnid-khxng-klxng-analog-tx

[9] ภาษาซี (C -Programming Language) คืออะไร [ออนไลน์] .2560 [ค้นเมื่อ 12 มกราคม 2562]. จาก https://www.mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/2182-c-คืออะไร.html

[10] Arduino Programming Language [ออนไลน์] .2560 [ค้นเมื่อ 12 มกราคม 2562].
จาก *http://albertomatus.com/arduino-programming-language/*

[11] Pythonคืออะไร [ออนไลน์] .2559 [ค้นเมื่อ 12 มกราคม 2562].
จาก https://saixiii.com/python-programming/

[12] Python คืออะไร - ภาษา python ใช้ทำอะไร [ออนไลน์] .2561 [ค้นเมื่อ 12 มกราคม 2562].
จาก https://mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/2417-python-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[13] การใช้งาน DEV C++,PROCESSING และ MATLAB [ออนไลน์] .2560 [ค้นเมื่อ 12 มกราคม 2562]. จาก http://rtkgi60.blogspot.com/2017/11/

[14] ไฮดรอลิก (HYDRAULIC) [ออนไลน์] .2560 [ค้นเมื่อ 12 มกราคม 2562]. จาก https://www.pneu-hyd.co.th/ product-pneumatic/รวมอุปกรณ์ลมนิวเมติกส์-pneumatic.html

[15] พื้นฐานทางฟิสิกส์ของระบบนิวแมติกส์ [ออนไลน์] .2560 [ค้นเมื่อ 12 มกราคม 2562]. จาก https://sites.google.com/site/krulnw59/home

[16] ระบบไฮดรอลิค (Hydraulic) คืออะไร มีการทำงานอย่างไร [ออนไลน์] .2560 [ค้นเมื่อ 12 มกราคม 2562].จาก http://www.yukonlubricants.com/hydraulic/

[17] โซลินอยด์วาล์ว [ออนไลน์] [ค้นเมื่อ 12 มกราคม 2556]. จาก https://www.xn--c3cso0bndnb3czcq9nmfd.com/

[18] Multiplexing With Arduino and the 74HC595 [ออนไลน์] .2561 [ค้นเมื่อ 12 มกราคม 2562]. จาก https://www.instructables.com/id/Multiplexing-with-Arduino-and-the-74HC595/

[19] Multiplexing With Arduino –Transistors [ออนไลน์] .2561 [ค้นเมื่อ 12 มกราคม 2562]. จาก https://www.instructables.com/id/Multiplexing-with-Arduino-Transistors-I-made/

[20] ทรานซิสเตอร์ (Transistor) คืออะไร [ออนไลน์] .2561 [ค้นเมื่อ 12 มกราคม 2562]. จาก http://www.psptech.co.th/ทรานซิสเตอร์transistorคืออะไร-14858.page

[21] ตัวต้านทาน (Resistor) คืออะไร? [ออนไลน์] .2561 [ค้นเมื่อ 12 มกราคม 2562]. จาก http://www.psptech.co.th/ตัวต้านทานresistorคืออะไร-14842.page

[22] ไดโอด (Diode) คืออะไร? [ออนไลน์] .2557 [ค้นเมื่อ 12 มกราคม 2562]. จาก http://www.psptech.co.th/ไดโอดdiodeคืออะไร-15184.page

[23] รีเลย์ (Relay) คืออะไร? [ออนไลน์] .2557 [ค้นเมื่อ 28 กรกฎาคม 2562]. จาก http://www.psptech.co.th/รีเลย์relayคืออะไร-15696.page

[24] Arduino Mega 2560 [ออนไลน์] .2561 [ค้นเมื่อ 12 มกราคม 2562]. จาก https://www.gravitechthai.com/product_detail.php?d=55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[25] Raspberry Pi คืออะไร? [ออนไลน์] .2560 [ค้นเมื่อ 10 เมษายน 2562].
จาก https://www.arduinospro.com/article/51/ raspberry-pi-tutorial-ep1-raspberry-pi-คืออะไรการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ I2C [ออนไลน์] . [ค้นเมื่อ 10 เมษายน 2562].

[26] การจำลองวัตถุทางพิพิธภัณฑ์สำหรับคนตาบอด Replica Reproductions of Museum Objects for the Blind [ออนไลน์] .2555 [ค้นเมื่อ 10 เมษายน 2562]. จาก https://www.tcithaijo.org/index.php/sujthai/article/view/7128

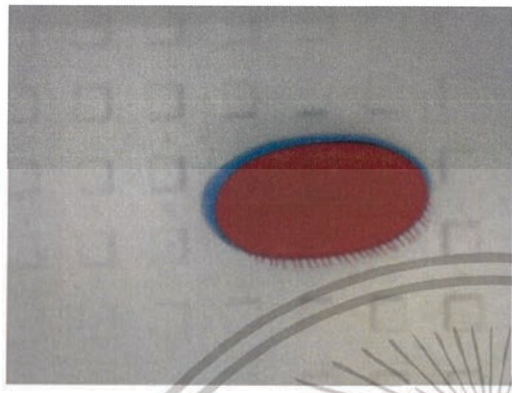
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

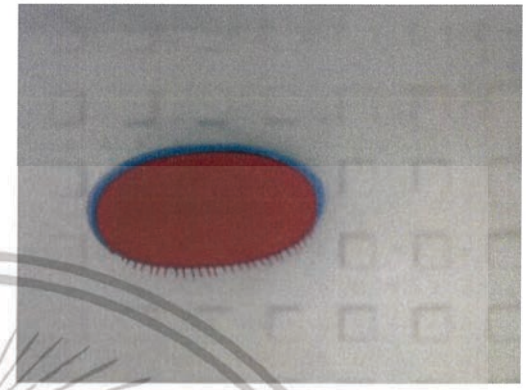
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองในส่วนการประมวลผลภาพ

วัตถุที่ 1

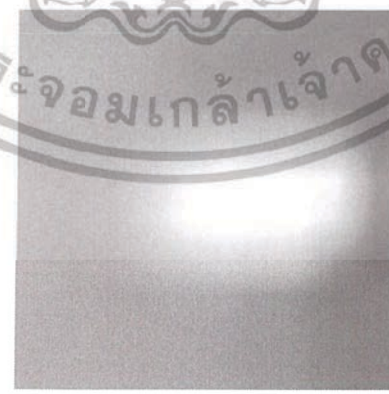


รูปที่ 1.1 ภาพจากกล้องเว็บแคมด้านซ้าย



รูปที่ 1.2 ภาพจากกล้องเว็บแคมด้านขวา

รูปที่ 1.3 Depth map ความละเอียด 480 x 480 Pixel



รูปที่ 1.4 Depth map ความละเอียด 10 x 10 pixel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

X axis

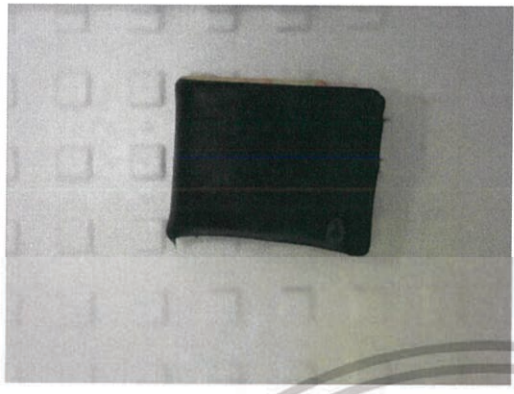
Y axis

186	185	182	178	171	164	159	156	155	151
187	185	183	178	171	164	159	157	156	152
188	187	184	180	172	165	160	157	157	152
189	188	186	183	197	204	206	204	176	152
189	189	188	218	255	255	255	255	247	151
188	188	187	223	255	255	255	255	233	145
187	186	185	191	224	232	225	204	161	145
185	184	183	179	176	173	170	163	155	147
184	183	181	179	176	173	170	164	157	149
183	182	180	178	175	173	169	164	157	149

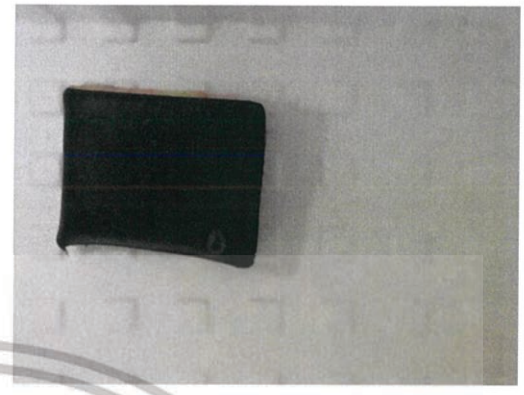
รูปที่ 1.5 ค่าตัวเลขแสดงDepth map ของทั้ง 100 จุด
ที่นำไปควบคุมเวลาในการขึ้นแบบจำลองแต่ละจุดภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุที่ 2



รูปที่ 2.1 ภาพจากกล้องเว็บแคมด้านซ้าย



รูปที่ 2.2 ภาพจากกล้องเว็บแคมด้านขวา

รูปที่ 2.3 Depth map ความละเอียด 480 x 480 Pixel

รูปที่ 2.4 Depth map ความละเอียด 10 x 10 pixel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

X axis

Y axis

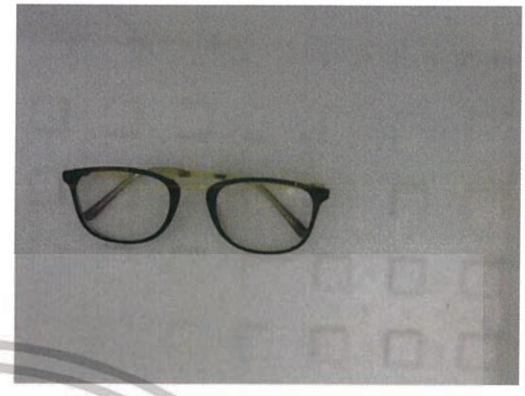
226	222	206	179	141	117	97	82	71	66
226	222	202	165	139	118	97	82	70	66
229	229	244	249	241	233	226	194	66	64
229	235	247	251	251	251	250	214	64	63
222	225	245	251	251	251	250	198	65	63
211	207	241	251	251	251	251	177	66	64
201	193	177	164	158	161	173	134	70	66
192	185	164	151	133	119	102	86	74	68
187	181	162	150	132	117	101	87	75	70
185	178	162	149	131	117	101	88	76	70

รูปที่ 2.5 ค่าตัวเลขแสดงDepth map ของทั้ง 100 จุด
ที่นำไปควบคุมเวลาในการขึ้นแบบจำลองแต่ละจุดภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุที่ 3

รูปที่ 3.1 ภาพจากกล้องเว็บแคมด้านซ้าย



รูปที่ 3.2 ภาพจากกล้องเว็บแคมด้านขวา

รูปที่ 3.3 Depth map ความละเอียด 480 x 480 Pixel

รูปที่ 3.4 Depth map ความละเอียด 10 x 10 pixel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

X axis

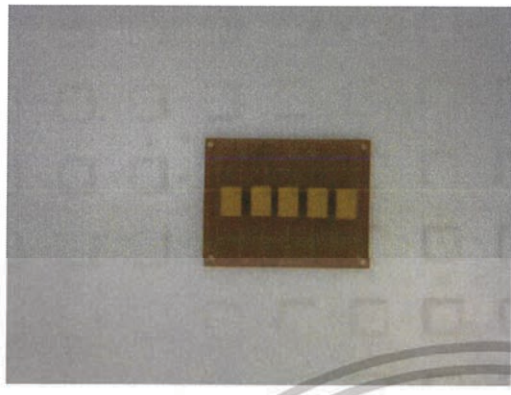
Y axis

79	74	65	58	53	49	47	45	45	46
81	76	66	59	53	49	47	45	45	47
85	79	67	59	53	49	47	45	46	48
91	87	70	59	53	49	47	46	46	50
99	98	88	17	47	156	58	26	29	52
107	109	89	7	18	146	55	4	16	60
112	115	121	127	128	130	116	88	79	67
116	118	122	125	126	125	116	101	87	72
118	120	123	126	126	124	115	102	89	76
119	121	124	126	126	123	115	102	90	79

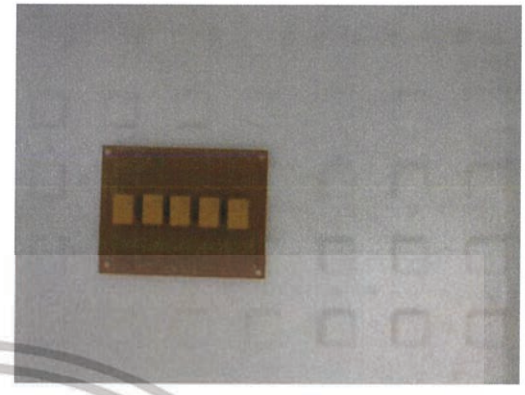
รูปที่ 3.5 ค่าตัวเลขแสดงDepth map ของทั้ง 100 จุด
ที่นำไปควบคุมเวลาในการขึ้นแบบจำลองแต่ละจุดภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุที่ 4



รูปที่ 4.1 ภาพจากกล้องเว็บแคมด้านซ้าย



รูปที่ 4.2 ภาพจากกล้องเว็บแคมด้านขวา

รูปที่ 4.3 Depth map ความละเอียด 480 x 480 Pixel

รูปที่ 4.4 Depth map ความละเอียด 10 x 10 pixel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

X axis

Y axis

103	102	99	94	90	85	81	78	75	73
104	102	99	95	90	85	81	78	76	74
104	103	100	95	90	85	81	79	76	74
105	104	102	137	143	146	150	119	77	75
105	104	103	175	186	211	231	163	78	76
104	103	103	167	171	212	245	167	79	76
102	102	101	166	176	209	227	157	80	77
100	100	100	97	95	94	92	87	82	78
99	99	98	96	95	94	92	88	83	79
98	98	98	96	95	94	92	88	84	79

รูปที่ 4.5 ค่าตัวเลขแสดงDepth map ของทั้ง 100 จุด
ที่นำไปควบคุมเวลาในการขึ้นแบบจำลองแต่ละจุดภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุที่ 5

รูปที่ 5.1 ภาพจากกล้องเว็บแคมด้านซ้าย

รูปที่ 5.2 ภาพจากกล้องเว็บแคมด้านขวา

รูปที่ 5.3 Depth map ความละเอียด 480 x 480 Pixel

รูปที่ 5.4 Depth map ความละเอียด 10 x 10 pixel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

X axis

Y axis

183	175	165	157	151	145	141	136	130	123
185	177	166	159	152	146	141	136	130	122
189	180	166	159	152	148	142	145	141	119
196	227	232	237	218	229	230	229	219	116
207	251	251	251	240	237	232	230	229	120
216	250	249	249	245	239	232	229	229	126
214	233	240	243	243	237	228	225	223	140
216	228	239	241	237	229	217	207	193	132
216	217	217	213	210	206	201	187	171	133
216	216	214	212	210	205	200	180	168	123

รูปที่ 5.5 ค่าตัวเลขแสดงDepth map ของทั้ง 100 จุด
ที่นำไปควบคุมเวลาในการขึ้นแบบจำลองแต่ละจุดภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โค้ดโปรแกรมประมวลผลภาพสองมิติเป็นภาพสามมิติ

ใช้ Python-OpenCV ในการประมวลผลจาก Raspberry pi B+

```
import numpy as np
import cv2
from sklearn.preprocessing import normalize
cap = cv2.VideoCapture(0)
cap1 = cv2.VideoCapture(1)
window_size = 3
def nothing(x):
    pass
# Create a black image, a window
img = np.zeros((300,512,3), np.uint8)
cv2.namedWindow('image')
# create trackbars for color change
cv2.createTrackbar('min','image',0,10,nothing)
cv2.createTrackbar('num','image',10,10,nothing)
cv2.createTrackbar('blocksize','image',5,30,nothing)
while(cap.isOpened()):
    ret, frame = cap.read()
    ret1, frame1 = cap1.read()
    gray = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
    left_matcher = cv2.StereoSGBM_create(
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    minDisparity=cv2.getTrackbarPos('min','image')*16,
    numDisparities=cv2.getTrackbarPos('num','image')*16,
    blockSize=cv2.getTrackbarPos('blocksize','image'),
    P1=8 * 3 * window_size ** 2,
    P2=32 * 3 * window_size ** 2,
    disp12MaxDiff=1,
    uniquenessRatio=15,
    speckleWindowSize=0,
    speckleRange=2,
    preFilterCap=63,
    mode=cv2.STEREO_SGBM_MODE_SGBM_3WAY
    )
    right_matcher = cv2.ximgproc.createRightMatcher(left_matcher)
    wls_filter =
cv2.ximgproc.createDisparityWLSFilter(matcher_left=left_matcher)
    wls_filter.setLambda(80000)
    wls_filter.setSigmaColor(1.2)
    cv2.imshow('left',frame)
    cv2.imshow('right',frame1)
    #if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('c') :
    cv2.imwrite('left.png',frame)
    cv2.imwrite('right.png',frame1)
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    img_left  = cv2.imread('left.png')
    img_right = cv2.imread('right.png')
    disparity_left  = left_matcher.compute(img_left, img_right)
    disparity_right = right_matcher.compute(img_right, img_left)
    disparity_left  = np.int16(disparity_left)
    disparity_right = np.int16(disparity_right)
    filteredImg     = wls_filter.filter(disparity_left, img_left, None,
disparity_right)
    depth_map = cv2.normalize(src=filteredImg, dst=filteredImg,
beta=0, alpha=255, norm_type=cv2.NORM_MINMAX);
    depth_map = np.uint8(depth_map)
    #depth_map = cv2.bitwise_not(depth_map) # Invert image.
Optional depending on stereo pair
    cv2.imwrite("depth.png",depth_map)
    img_depth = cv2.imread('depth.png')
    cv2.imshow('Left_cap',img_left)
    cv2.imshow('Right_cap',img_right)
    cv2.imshow('image',img_depth)
    if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
        break
cap.release()
cap1.release()
cv2.destroyAllWindows()
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้