สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

อุปกรณ์สั่งงานเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยแสงเลเซอร์สำหรับผู้ป่วยอัมพาต

LASER-Beam Remote Control for People with Severe Neuromuscular Disorders

กิติพล ชิตสกุล

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2555

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

RCH
R
857
.437
ก6770

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 131101
วัน,เดือน,ป. 22 พ.ค. 2557

b.1260371 5
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญภาพ V

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาของโครงการ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 1

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 1

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย 1

1.5 กรอบแนวความคิดในการวิจัย 2

1.6 คำสำคัญของการวิจัย 3

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.8 โครงสร้างของรายงาน 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 4

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 18

บทที่ 3 การออกแบบระบบ 20

3.1 การออกแบบส่วนแว่นตา 20

3.2 การออกแบบส่วนไมโครโฟนและควบคุมแสงเลเซอร์ 20

3.3 การออกแบบส่วนฉากรับภาพกล้อง 21

3.4 การออกแบบส่วนประมวลผลภาพ 22

3.5 การออกแบบส่วนควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า 26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัย 27

4.1 การติดตั้งฉากและกล้องเว็บแคม 27

4.2 ผลการประกอบ แว่นตาและ กล่องวงจรขับเลเซอร์ 28

4.3 การทดลองผลการประมวลผลภาพ 28

4.4 การทดสอบการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า 31

บทที่ 5 บทสรุป 32

5.1 สรุป 32

5.2 วิจารณ์ 32

บรรณานุกรม/เอกสารอ้างอิง 33

ภาคผนวก

ประวัตินักวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1.1 แสดงแนวคิดของอุปกรณ์แว่นตาสั่งงานสำหรับผู้เป็นอัมพาต 2

2.1 ประเภทของอาการอัมพาต 6

2.2 ตัวอย่างเลเซอร์ไดโอดที่มีขายในท้องตลาด 8

2.3 รอยต่อพีเอ็นที่กำเนิดแสงเลเซอร์ในเลเซอร์ไดโอด 9

2.4 ลักษณะความสัมพันธ์ของความเข้มแสงและกระแสไฟฟ้าในเลเซอร์ไดโอด 10

2.5 ลักษณะสมบัติกระแสไฟฟ้าและแรงดันของเลเซอร์ไดโอด 11

2.6 ลักษณะสมบัติกำลังของเลเซอร์เอาท์พุทและกระแสที่ฉีดเข้าเลเซอร์ไดโอด 11

2.7 การเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าขีดเริ่มเปลี่ยนอันเนื่องจากอุณหภูมิของเลเซอร์ไดโอด 12

2.8 สมบัติเอาท์พุทของไดโอดเปล่งแสงและเลเซอร์ไดโอด 12

2.9 การขับเลเซอร์ไดโอดแบบดิจิทัลและแบบแอนาล็อก 13

2.10 กล้องเว็บแคม OKER177™ ที่ใช้ในงานวิจัย 14

2.11 ตัวอย่างสัญญาณของการสื่อสารแบบซิงโครนัส 15

2.12 ตัวอย่างสัญญาณของการสื่อสารแบบอะซิงโครนัส 15

2.13 พอร์ตอนุกรมของ RS-232 แบบ DB9 16

2.14 DB9 ตัวผู้ เมื่อมองจากด้านหลัง 17

2.15 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกผ่าน DB9 แบบ Null modem 17

2.16 การต่ออุปกรณ์ภายนอกผ่าน DB9 แบบ 3 เส้น 17

3.1 เป็นการติดตั้งเลเซอร์ไดโอดบริเวณขาของแว่นตา 20

3.2วงจรขยายวงจรขยายและกรองสัญญาณจากไมโครโฟนและวงจรตั้งแวลาและขับเลเซอร์ไดโอดที่ใช้ในต้นแบบ 21

3.3 แสดงกล่องฉากรับภาพและกล้องเว็บแคมที่ติดตั้งด้านหลัง 22

3.4 พื้นที่ 4 ส่วนบนฉากรับภาพที่ใช้ในการกำหนดรหัสควบคุม 23

3.5 ก. แสดงลำดับการทำงานของโปรแกรมการประมวลผลภาพ 24

3.5 ข.แสดงลำดับการทำงานของโปรแกรมการประมวลผลภาพ(ต่อ) 25

3.6 วงจรส่วนรับข้อมูลและควบคุมการเปิดปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า 26

4.1 ต้นแบบส่วนรับแสงเลเซอร์ 27

4.2 ต้นแบบแว่นตาและ กล่องวงจรขับเลเซอร์ 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ต้นแบบแว่นตาขณะสวมใส่ไมโครโฟนจะถูกติดตั้งใกล้จมูก 28
4.4 แสดงภาพที่ได้จากกล้องในสเปซ RGB 28
4.5 แสดงภาพที่ปรับเป็นระดับเทา 28
4.6 แสดงภาพที่มีสัญญาณรบกวนแบบเกาส์เซียน 29
4.7 แสดงภาพที่ผ่านการกรองแบบค่าเฉลี่ย 29
4.8 แสดงภาพที่ยังไม่ได้มีการหมุน 29
4.9 แสดงภาพที่ได้หลังจากการหมุน180° 29
4.10 ตัวอย่างฮิสโตแกรมของภาพที่ยังไม่ได้ทำเทรชโฮลด์ 30
4.11 ภาพที่ยังไม่ได้ทำเทรชโฮลด์ 30
4.12 ภาพหลังจากทำเทรชโฮลด์ 30
4.13แสดงย่านของสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณ 31
4.14 การทดสอบการควบคุมรีเลย์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นสวิทช์ เปิด ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) อุปกรณ์สั่งงานเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยแสงเลเซอร์สำหรับผู้ป่วยอัมพาต

แหล่งเงิน งบประมาณเงินรายได้

ประจำปีงบประมาณ 2555 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 75,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2554 ถึง 30 กันยายน 2555

หัวหน้าโครงการ นาย กิติพล ชิตสกุล

หน่วยงานต้นสังกัด สาขาวิชา.วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์..คณะ วิศวกรรมศาสตร์ สจล.

บทคัดย่อ

อัมพาต(paralysis)เป็นอาการที่ผู้ป่วยไม่สามารถควบคุมหรือสั่งการไปยังกล้ามเนื้อบางส่วนจนถึงเกือบทั้งหมด ทำให้ผู้ป่วยไม่สามารถควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกายได้ สาเหตุหลัก ๆ ของอัมพาตได้แก่ สมองส่วนทำหน้าที่สั่งการถูกทำลายจากโรคหลอดเลือดสมอง เชื้อโรค หรือจากอุบัติเหตุ อีกสาเหตุหนึ่งคือเส้นประสาทสั่งงานหลักถูกทำลายจากอุบัติเหตุหรือโรคภัย ตลอดจนอาการกล้ามเนื้ออ่อนแรงเฉียบพลันเป็นต้น ผู้ป่วยอัมพาตอาจจะเยียวยาให้ร่างกายฟื้นคืนสู่สภาพปกติได้ แต่บางสาเหตุจะไม่สามารถฟื้นฟูกลับมาเหมือนเดิมได้อีกต่อไป ผู้ป่วยอาจจะต้องอยู่ในสภาพไม่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้ตลอดชีวิต ความสำเร็จในการฟื้นฟูสภาพร่างกายของผู้ป่วยอัมพาต สำคัญอยู่ที่การสร้างแรงจูงใจหรือกำลังใจให้ผู้ป่วยมีชีวิตที่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้บ้าง มีกิจกรรมที่สามารถทำได้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดความหวังในการมีชีวิตอยู่ งานวิจัยนี้มีเป้าหมายในการสร้างนวัตกรรมเพื่อช่วยเหลือผู้ป่วยอัมพาตตั้งแต่ไหล่ลงมา ให้สามารถช่วยเหลือตนเอง กระทั่งสื่อสารกับคนรอบข้างได้ระดับหนึ่ง

คำสำคัญ : อัมพาต แสงเลเซอร์ สั่งการควบคุมระยะไกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title: LASER-Beam Remote Control for People with Severe Neuromuscular Disorders

Researcher Mr.Kitiphol CHITSAKUL

Faculty: Engineering **Department:** Electronic Engineering KMITL

ABSTRACT

Paralysis is the loss of muscular power in part of body. It happens when something goes wrong with the way messages pass between your brain and muscles. Paralysis can be complete or partial. It can occur on one or both sides of your body. It can also occur in just one area, or it can be widespread. Most paralysis is due to strokes or injuries such as spinal cord injury or a broken neck. Other causes of paralysis include nerve diseases or autoimmune diseases. Paralysis sometimes may be recovery by rehabilitation treatments or sometimes may be no cure. In this research, we have been interested in development of a system aiming to help a patient who has recovered from quadriplegia paralysis to do some activities and could communicate with others in his/her daily live.

Keywords : Paralysis, LASER BEAM, Remote Control

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุนงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555

นาย กีติพล ชิตสกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในบทนี้จะนำเสนอความเป็นมาของโครงการวิจัย แนวคิดเบื้องต้น และหัวข้อที่จะนำเสนอในรายงานฉบับนี้

1.1 ความเป็นมาของโครงการ

อาการอัมพาตนั้นเป็นอาการที่เกิดได้ทั้งจากความผิดปกติทางระบบประสาท หรือของกล้ามเนื้อ หรือทั้งสองสาเหตุ ซึ่งอาจจะเกิดจาก อุบัติเหตุ หรือ โรคภัยที่เกี่ยวข้องกับ สมอง ไขสันหลัง หรือระบบประสาทแบ่งคร่าว ๆ ได้เป็นอัมพาตครึ่งซีก อัมพาตครึ่งท่อน หรืออัมพาตทั้งตัว ผู้ที่เป็นอัมพาตจะไม่สามารถขยับส่วนต่างๆของร่างกายได้ตามปกติ จึงทำให้ไม่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้ ต้องนั่งหรือนอนอยู่บนเตียงผู้ป่วยเท่านั้น และต้องผู้คอยดูแลช่วยเหลืออยู่ตลอดเวลา ปัญหาของผู้ป่วยอัมพาตนั้นนอกจาก จะทำให้ผู้ป่วยเองเกิดความท้อแท้จากการดำรงชีวิตที่ไม่เหมือนเดิมแล้ว ยังทำให้ผู้ใกล้ชิดต้องแบกรับภาระในการดูแลช่วยเหลือ เพื่อให้ผู้ป่วยซึ่งมีสุขภาพกายและใจลดน้อยลงไปสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ตามปกติที่สุด แนวคิดของการวิจัยนี้คือประดิษฐ์เครื่องมือที่สามารถให้ผู้ป่วยอัมพาต สามารถช่วยเหลือตนเองได้ระดับหนึ่ง เพื่อลดความพึ่งพาผู้ใกล้ชิดรอบข้าง การที่ผู้ป่วยามารถช่วยเหลือตัวเองในระดับหนึ่งได้ และยังเสริมสร้างกำลังใจในการดำรงชีวิตอีกต่อไปได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ออกแบบสร้างต้นแบบอุปกรณ์สั่งงานด้วยลำแสงเลเซอร์ ให้สามารถควบคุมการเปิดปิดเครื่องใชไฟฟ้าได้สี่ช่อง สำหรับผู้ป่วยอัมพาตตั่งแต่ไหล่ลงมา

13 ขอบเขตของการวิจัย

ออกแบบและสร้างต้นแบบระดับห้องปฏิบัติการอุปกรณ์สั่งงานด้วยลำแสงเลเซอร์ โดยใช้เลเซอร์ไดโอดติดที่ขาแว่นตาให้ผู้ป่วยอัมพาตตั่งแต่ไหล่ลงมาสามารถควบคุมการเปิดปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า ได้สี่ช่อง

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1.4.1 ศึกษาระดับเอกสาร ถึงลักษณะของระดับความพิการและเทคนิคต่าง ๆ ในการควบคุมเลเซอร์

1.4.2 ออกแบบระบบอิเล็กทรอนิกส์ ทดสอบการทำงาน ระดับห้องปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการคร่าว ๆ ตามแนวคิดเป็นดังนี้ ผู้ป่วยใช้ลมหายใจ(แรง ๆ) ในการกระตุ้นเลเซอร์ ผู้ป่วยหันลำแสงชี้ไปฉาก Image processor จะประมวลผลตำแหน่งของจุดเลเซอร์เพื่อการควบคุมฟังก์ชันของเครื่องใช้ไฟฟ้า

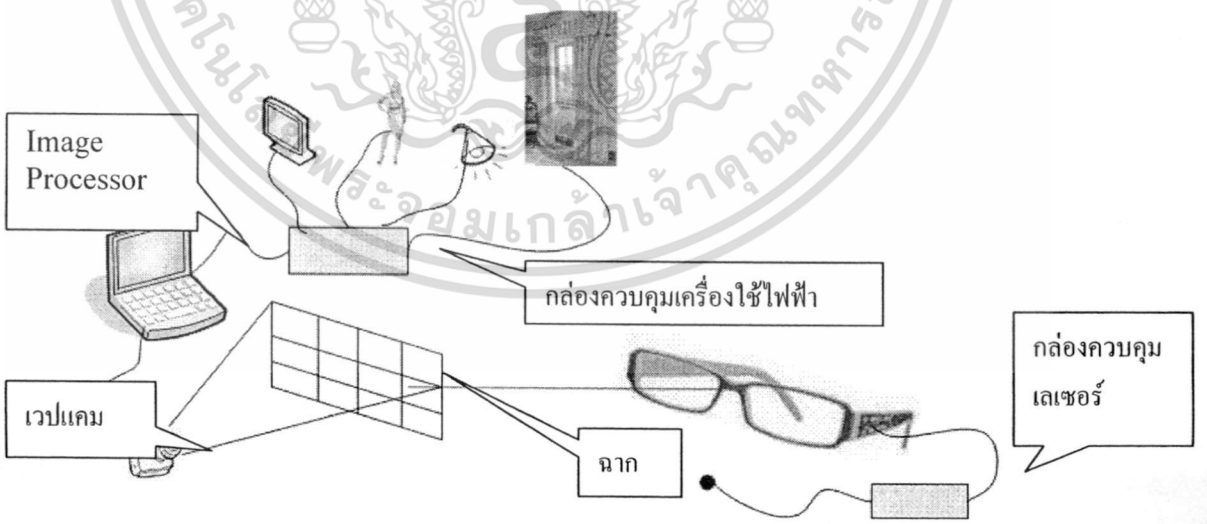
1.4.3 สร้างต้นแบบ พร้อมทดสอบระดับห้องปฏิบัติการ

1.4.4 เผยแพร่ผลงานวิจัยต้นแบบระดับต่าง ๆ

1.5 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้หลักการทางอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อช่วยเหลือให้ผู้ที่เป็นอัมพาตสามารถพึ่งพาตนเองได้มากขึ้นระดับหนึ่ง เช่น เปิดไฟ ทีวี พัดลม เครื่องปรับอากาศ ฯลฯ เครื่องมือนี้ ใช้ลำแสงเลเซอร์ในการสั่งงาน โดยนำเลเซอร์ไดโอดขนาดเล็กติดตั้งบนขาแว่นตา จึงเป็นที่มาของชื่อ **"แว่นตาสั่งงานสำหรับผู้เป็นอัมพาต"** แนวคิดนี้มีหลักอยู่ที่ว่า ผู้ป่วยอัมพาตทั้งตัวที่ยังหายใจเองได้ (ไม่ต้องใช้เครื่องช่วยหายใจ) มักจะยังสามารถเคลื่อนไหวศีรษะได้ (ยังสานารถควบคุมกล้ามเนื้อคอได้บ้าง)ซึ่งเรียกว่าอาการอัมพาตตั้งแต่ไหล่ลงมา สามารถใช้การเคลื่อนไหวศีรษะในการสั่งงานได้ แนวคิดของเครื่องมือนี้จะประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ภาคส่งลำแสงเลเซอร์ที่ติดตั้งบนแว่นตา ภาครับจุดแสงตกกระทบบนฉากมีกล้องซีซีดีขนาดเล็กจับภาพด้านหลังของฉากมีส่วนประมวลผลคำนวณตำแหน่งของจุดแสงและแปลเป็นคำสั่งส่งไปยังภาคควบคุม

เพื่อพิสูจน์ว่าแนวคิดนี้มีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้งาน งานวิจัยนี้จะได้สร้างต้นแบบดังแสดงในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1แสดงแนวคิดของอุปกรณ์แว่นตาสั่งงานสำหรับผู้เป็นอัมพาต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลเซอร์ไดโอดจะทำงานชั่วขณะโดยอาศัยการสั่งงานด้วยลมหายใจออกแรง ๆ หรือลมเป่าจากปากของผู้ป่วยไปที่โครโฟน เมื่อผู้ป่วยหันให้จุดแสงตกกระทบฉากในตำแหน่งที่ต้องการ เพื่อสั่งงาน ส่วนประมวลผลจะสามารถรับรู้และสั่งงานผ่านกล่องควบคุมต่อไปได้ ในงานวิจัยได้กำหนดขอบเขตของการสั่งงานไว้ที่เป็นแบบ เปิด/ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าได้สี่ชิ้น

1.6 คำสำคัญของการวิจัย

อัมพาต แว่นตาสั่งงาน เลเซอร์ไดโอด การควบคุมการเปิดปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ได้ใช้ความรู้ทางด้านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สร้างอุปกรณ์ต้นแบบระดับห้องปฏิบัติการอุปกรณ์สั่งการสำหรับผู้ป่วยอัมพาตตั้งแต่ไหล่ลงมา

1.7.2 หากการใช้งานในระดับภาคสนามแสดงให้เห็นศักยภาพในการเพิ่มความสะดวกในการใช้งานตามเป้าหมายสามารถนำเข้าสู่ภาคการผลิตในเชิงพาณิชย์ได้

1.7.3 แสดงถึงการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์เข้ากับภาคส่วนการพัฒนาคุณภาพชีวิตผู้ป่วยและพิการ

1.7.4 หลักการและองค์ความรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งจะนำมาใช้สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนระดับปริญญาตรีสาขาวิศวกรรมศาสตร์หรือ ฟิสิกส์ประยุกต์ได้

1.8 โครงสร้างของรายงาน

รายงานฉบับนี้เป็นการรายงานผลจากการศึกษาและทดลองตลอดหนึ่งปี เพื่อออกแบบสร้างต้นแบบแว่นตาสั่งงานสำหรับผู้เป็นอัมพาต ซึ่งเนื้อหานั้นจะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ แยกเป็นบท ๆ ดังนี้

บทที่ 1 บทนำ กล่าวถึงความเป็นมาและแนวคิดในการสร้างต้นแบบ

บทที่ 2 กล่าวหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 3 เป็นรายละเอียดของการออกแบบวงจร

บทที่ 4 กล่าวถึงการทดลองและผลการทดลอง

บทที่ 5 เป็นบทสรุป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะนำเสนอเนื้อหาส่วนที่เป็น ทฤษฎี หลักการของอุปกรณ์ที่เลือกใช้ ร่วมทั้งงานวิจัยอื่น ๆ ที่มีผู้ได้มีการนำเสนอ เพื่อเปรียบเทียบแนวคิดกับงานที่ได้ทำขึ้นมา

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 อาการอัมพาต (paralysis) เป็นอาการที่ผู้ป่วยไม่สามารถควบคุมหรือสั่งการไปยังกล้ามเนื้อบางส่วนจนถึงเกือบทั้งหมด ทำให้ผู้ป่วยไม่สามารถควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกายได้ สาเหตุหลัก ๆ ของอัมพาตได้แก่สมองส่วนทำหน้าที่สั่งการถูกทำลายจากโรคหลอดเลือดสมอง[1] เชื้อโรค หรือจากอุบัติเหตุ อีกสาเหตุหนึ่งคือเส้นประสาทสั่งงานหลักถูกทำลายจากอุบัติเหตุหรือโรคทางระบบประสาทบางชนิด ตลอดจนอาการกล้ามเนื้ออ่อนแรงเฉียบพลัน[2] เป็นต้น ในรอบ 10 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2540 – 2550) พบคนไทยนอนรักษาตัวที่โรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข ด้วยโรคหลอดเลือดสมองเพิ่มขึ้น 2.75 เท่าตัว และเป็นสาเหตุของอัมพาตอันดับต้น ๆ [2] ผู้ป่วยอัมพาตอาจจะเยียวยาให้ร่างกายฟื้นคืนสู่สภาพปกติได้ แต่บางสาเหตุจะไม่สามารถฟื้นฟูกลับมาเหมือนเดิมได้อีกต่อไป ผู้ป่วยอาจจะต้องอยู่ในสภาพไม่สามรถช่วยเหลือตัวเองได้ตลอดชีวิต ความสำเร็จในการฟื้นฟูสภาพร่างกายของผู้ป่วยอัมพาตนั้น อยู่ที่การสร้างแรงจูงใจหรือกำลังใจให้ผู้ป่วยมีชีวิตที่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้บ้าง มีกิจกรรมที่สามารถทำได้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดความหวังในการมีชีวิตอยู่ [3]

อาการอัมพาตแบ่งคร่าว ๆ ได้เป็นอัมพาตครึ่งซีก (hemiplegia) อัมพาตครึ่งท่อน (paraplegia) หรืออัมพาตทั้งตัว (quadraplegia) อาการอัมพาตนอกจาเกิดจากอุบัติเหตุ หรือตั้งแค่แรกเกิดแล้ว สาเหตุสำคัญของคนไทยในปัจจุบันได้แก่เกิดจากสมองขาดเลือดจนตายหรือเสียหายบางส่วนไปจากปัญหาของหลอดเลือด เนื่องจากสมองเป็นอวัยวะ ที่ควบคุมหน้าที่ต่างๆของร่างกาย หากสมองตายไปเนื่องจากขาดเลือดไปเลี้ยง ผู้ป่วยอาจจะมีปัญหาเกี่ยวกับการพูด พฤติกรรม และความจำ นอกจากนี้ยังทำให้อวัยวะต่างๆ ของร่างกายในส่วนที่สมองส่วนนั้นๆ ควบคุมอ่อนแรง ความผิดปกติของร่างกายที่เกิดขึ้นจะเป็นมากหรือน้อย ขึ้นกับว่าสมองส่วนใดขาดเลือดไปเลี้ยง และขาดเลือดไปเลี้ยงมากน้อยขนาดใด ตัวอย่างเช่น หากสมองด้านหลังขาดเลือดไปเลี้ยง ผู้ป่วยจะมีปัญหาเกี่ยวกับการมองหรือเห็นภาพและสมองมีหลายส่วน แต่ละส่วนมีหน้าที่แตกต่างกันไป ดังนั้น อาการในผู้ป่วยแต่ละคน ขึ้นกับความผิดปกติของหลอดเลือดในสมองที่มีเส้นเลือดตีบหรือตันอาการที่พบได้แก่

1. แขนขาอ่อนแรง หรือชาซีกใดซีกหนึ่ง (บางกรณีอาจเป็น ทั้ง2ซีก) ขยับตัวไม่ได้
   ซีกใดซีกหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ลิ้นแข็ง พูดไม่ชัด หรือสำลัก

3. พูดไม่ได้ หรือฟังไม่รู้เรื่อง (มีปัญหาด้านความเข้าใจภาษา)

4. เวียนศีรษะมาก เดินเซ แบบที่ไม่เคยเป็นมาก่อน

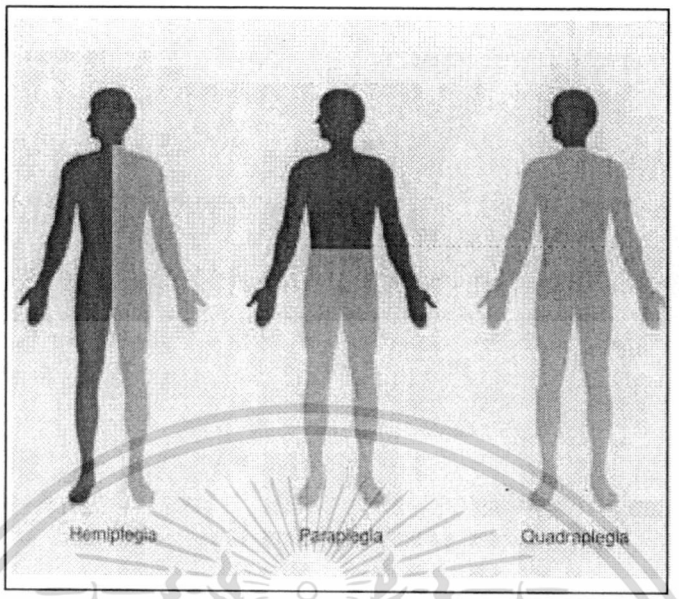
5. มองไม่เห็นซีกใดซีกหนึ่ง

โดยทั่วไปอาการอัมพาตสามารถแบ่งออกเป็นอัมพาตครึ่งซีก อัมพาตครึ่งท่อน อัมพาตทั้งตัว และยังมีอัมพาตใบหน้าซึ่งเป็นอีกหนึ่งในอาการอ่อนแรงของร่างกาย

2.1.1.1 อัมพาตครึ่งซีก (hemiplegia)

อาการอัมพาตครึ่งซีก หมายถึงการที่แขนขาด้านใดด้านหนึ่งของร่างกาย เกิดหย่อนสมรรถภาพไม่สามารถทำงานได้ สาเหตุเนื่องมาจากสมองส่วนที่ควบคุมด้านนั้นเกิดการผิดปกติหรือพิการ โดยมีสาเหตุมาจากโรคหลอดโลหิตในสมองอุดตันกระโหลกศีรษะถูกกระทบกระเทือน อย่างแรง โรคติดเชื้อ มะเร็งหรือเนื้องอกในสมอง โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน ซึ่งโรคเหล่านี้เป็นต้นเหตุให้สมองถูกทำลายโดยตรง หรืออาจเกิดแบบชั่วคราว ผู้มีอาการอัมพาตครึ่งซีก จะเริ่มมีอาการปวดศีรษะมาก เวียนหัว บางครั้งปวดศีรษะข้างเดียว ปวดเสียวแขนขา อ่อนเพลียทั้งแขนขา บางรายมีอาการลิ้นแข็ง พูดไม่ชัดหรือพูดไม่ได้เลย ระบบขับถ่ายควบคุมไม่ได้ เมื่อมีอาการต่าง ๆ เหล่านี้ กล้ามเนื้อจะเกิดการเกร็งตัว ทำให้ขยับแขนขาได้ แต่มีลักษณะเกร็งไม่ใช้เกิดจากกลไกการทำงานของกล้ามเนื้อ ไหล่จะหุบไปด้านหลัง แขนจะหนีบชิดลำตัว ข้อศอกงอขึ้น กระดูกเกร็งผิดปกติ บางรายมีอาการเกร็งเฉพาะที่ แล้วแต่อาการที่เป็น กระดูกข้อมือ นิ้วมือ จะเกร็งเข้าหากัน ตะโพกเหยียดไปข้างหลัง ขาแบะออก ข้อเข่าจะเหยียดตึง ซึ่งเรียกว่าความพิการของอัมพาตครึ่งซีกในระยะหดเกร็ง การบำบัดรักษา การบริหารข้อต่อ จะช่วยให้มีการเคลื่อนไหว และช่วยให้โลหิตดีขึ้น รวมทั้งอาจใช้การนวดร่วมด้วย เพื่อให้กล้ามเนื้อได้ถูกกระตุ้น และทำให้กล้ามเนื้อที่อ่อนแอนั้น เพิ่มความแข็งแรงขึ้นมาได้บ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 ประเภทของอาการอัมพาต

2.1.1.2 อัมพาตครึ่งท่อน

อัมพาตครึ่งท่อน หมายถึง การที่กล้ามเนื้อขาทั้งสองไม่ทำงาน และความรู้สึกของขาก็จะลดลงด้วย แต่ในขณะเดียวกัน ร่างกายท่อนบนก็ยังคงแข็งแรง และสามารถใช้แขนทั้งสองเข็นรถไปได้ (ดังจะเห็นได้ชัดเจนในส่วนของการเล่นกีฬาคนพิการที่มีการแข่งขันกีฬาประเภท วอลเลย์บอล, บาสเกตบอล ฯลฯ) อัมพาตครึ่งท่อนนี้เป็นการอ่อนแรงหรือไม่มีแรงเพียงร่างกายครึ่งท่อนล่างเท่านั้น (อัมพาตครึ่งท่อนบนไม่มี) ฉะนั้นขาทั้งสองข้างหรืออาจจะรวมถึงบริเวณลำตัวด้วยก็ได้ที่จะอ่อนแรงไป สาเหตุที่เป็นเนื่องมาจากอุบัติเหตุที่เกิดกับกระดูกสันหลัง, โรคติดเชื้อ, เนื้องอก เป็นต้น สาเหตุเหล่านี้จะไปทำให้ไขสันหลังถูกรบกวนหรือถูกทำลาย ส่วนอาการจะมากหรือน้อยนั้น ก็ขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่เกิดโรค ถ้าเกิดที่กระดูกสันหลังส่วนบนมากเท่าไหร่อาการก็จะมากตามไปด้วยนอกจากกล้าม เนื้อขาทั้งสองจะไม่ทำงานแล้ว ความรู้สึกที่ขาก็จะลดลงด้วย ระบบขับถ่ายก็จะเสียไป อาการในระยะแรกที่เห็นเด่นชัดคือ กล้ามเนื้อจะอ่อนปวกเปียกไม่มีความตึงตัวเลย ระยะต่อมาก็จะเป็นระยะเกร็งตัว ซึ่งถ้าไม่ระมัดระวังอย่างถูกวิธีก็จะทำให้เกิดความพิการขึ้นได้ การบำบัดรักษา การรักษาทางกายภาพบำบัดจะช่วยฝึกกล้ามเนื้อส่วนบนคือ แขน ขา และลำตัวให้แข็งแรง เพื่อทดแทนส่วนล่างที่เสียไป ส่วนท่อนล่างที่เสียไปก็ต้องเคลื่อนไหวข้อต่อไว้ และพยายามกระตุ้นกล้ามเนื้อให้คืนมาเท่าที่จะทำได้ กายภาพบำบัดจะช่วยให้มีการไหลเวียนของโลหิตดีขึ้น และช่วยให้กล้ามเนื้อมีการฟื้นตัวขึ้นได้

2.1.1.3 อัมพาตทั้งตัว

อาการที่หนักที่สุดอาจจะหมายถึงผู้ป่วยไม่สามารถจะหายใจด้วยตนเองได้ และอาการที่เบาที่สุด ผู้ป่วยสามารถใช้งานกล้ามเนื้อตั้งแต่ไหล่ขึ้นไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.4 อัมพาตที่ใบหน้า

อัมพาตที่ใบหน้า จะทำให้กล้ามเนื้อใบหน้าซีกหนึ่งไม่ทำงาน และมีอาการปากเบี้ยว, ตาหลับไม่ลง, เลิกหน้าผากไม่ขึ้น ฯลฯ สาเหตุของการเกิดอัมพาตนี้ยังไม่เป็นที่แน่ชัด อาจเกิดจาก เชื้อโรค, อุบัติเหตุ หรือเส้นประสาทคู่ที่ 7 ที่มาเลี้ยงใบหน้า ด้านนั้น ถูก รบกวนหรือเกิดการอักเสบขึ้น ทำให้เกิดอาการได้ นอกจากกล้ามเนื้อจะไม่ทำงานแล้ว การไหลเวียนของโลหิตบริเวณใบหน้าก็จะลดน้อยลงไปด้วย ซึ่งในส่วนนี้ การทำกายภาพบำบัดจะช่วยเพิ่มการไหลเวียนของโลหิตได้ โดยวิธีการนวดหน้า และอาจจะกระตุ้นกล้ามเนื้อที่เสียไปด้วยกระแส ไฟฟ้าเพื่อให้กล้ามเนื้อนั้นมีการหดตัวและกลับมาทำงานได้เหมือนเดิม การบำบัดรักษา การบริหารกล้ามเนื้อใบหน้า เช่นเลิก หน้าผากขึ้น, หลับตาปี๋, ยิ้มกว้าง ๆ, ห่อปากจู๋ ฯลฯ เพื่อให้กล้ามเนื้อทุกมัดบนใบหน้าได้ทำงาน การบริหารให้บ่อยครั้งที่นึกได้ ก็จะช่วยได้มาก เพราะจะทำให้กล้ามเนื้อได้รับการกระตุ้นบ่อย ๆ อัมพาตของหน้านี้มีโอกาสที่จะฟื้นคืนสภาพได้มาก ถ้าทำการรักษาโดยการบริหาร ซึ่งหากปล่อยทิ้งไว้นานจนกล้ามเนื้อเกิดการตึงติดหรือเสียสภาพไปแล้วค่อยมา รักษา ก็จะไม่สามารถช่วยให้ดีขึ้นมาได้กายภาพบำบัดจะเข้ามาช่วยในเรื่องการฝึก กล้ามเนื้อที่เสียไปและกล้ามเนื้อที่ยังอยู่ดี เพื่อให้ผู้ป่วยช่วยตัวเองได้มากที่สุด แม้ผู้ป่วยบางรายอาจไม่ดีขึ้นมากนักก็ตาม แต่ก็ช่วยให้เขาใช้ส่วนที่ยังดีมาช่วยส่วนที่เสียไป ชีวิตของเขาจะมีค่าขึ้น และไม่เป็นภาระให้กับ ผู้อื่นมากนัก

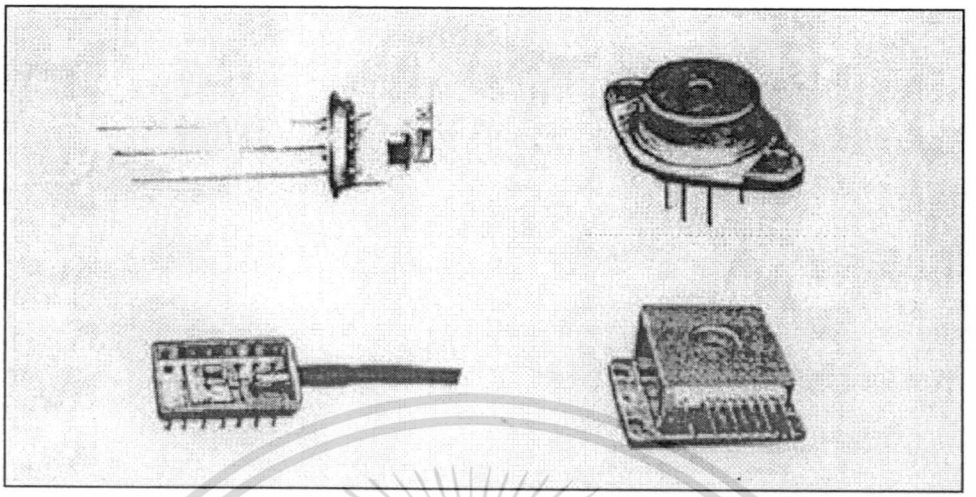
ผู้ที่เป็นอัมพาตจะไม่สามารถขยับส่วนต่างๆของร่างกายได้ตามปกติ จึงทำให้ไม่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้ ต้องนั่งหรือนอนอยู่บนเตียงผู้ป่วยเท่านั้น และต้องผู้คอยดูแลช่วยเหลืออยู่ตลอดเวลา ปัญหาของผู้ป่วยอัมพาตนั้นนอกจาก จะทำให้ผู้ป่วยเองเกิดความท้อแท้จากการดำรงชีวิตที่ไม่เหมือนเดิแล้ว ยังทำให้ผู้ใกล้ชิดต้องแบกรับในการดูแล ช่วยเหลือ เพื่อให้ผู้ป่วยซึ่งมีสุขภาพกายและใจลดน้อยลงไปสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ตามปกติที่สุด แนวคิดของการวิจัยนี้คือประดิษฐ์เครื่องมือที่สามารถให้ผู้ป่วยอัมพาต สามารถช่วยเหลือตนเองได้ระดับหนึ่ง เพื่อลดความพึ่งพาผู้ใกล้ชิดรอบข้าง การที่ผู้ป่วยามารถช่วยเหลือตัวเองในระดับหนึ่งได้ และยังเสริมสร้างกำลังใจในการดำรงชีวิตอีกต่อไปได้

2.1.2 ทฤษฎีและสมบัติของอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้งาน

2.1.2.1 เลเซอร์ไดโอด (Laser Diode)

เลเซอร์ไดโอดมีโครงสร้างรอยต่อแบบ p-n ของสารกึ่งตัวนำทำจากสารประกอบกึ่งตัวนำ เช่น GaAs, InP มีขนาดเล็กมาก สิ่งประดิษฐ์มีปริมาตรเพียงไม่ถึง 1 ลูกบาศก์มิลลิเมตร บรรจุอยู่ในกล่อง โลหะ (metal package) ที่มีขาติดอยู่เพื่อใช้ป้อนกระแสไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างเลเซอร์ไดโอดที่มีขายในท้องตลาด

คุณสมบัติเด่นของเลเซอร์ไดโอดซึ่งเลเซอร์ชนิดอื่นไม่มี ได้แก่

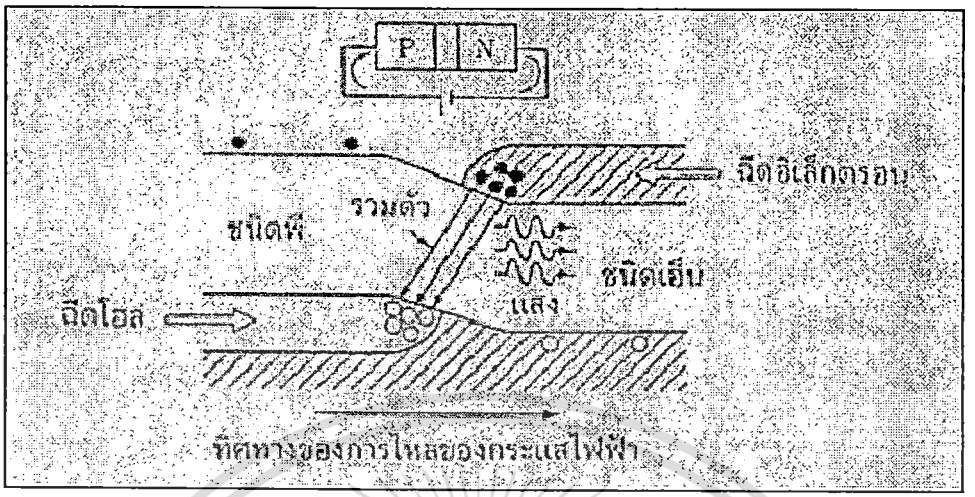
1. มีขนาดเล็กและเบามาก
2. มีประสิทธิภาพสูง
3. สามารถมอดูเลตความเข้มของการเปล่งแสงด้วยกระแสไฟฟ้าได้โดยตรง
4. มีอายุการใช้นานยาวนาน
5. ผลิตจำนวนมากได้ง่ายและราคาถูก

ปัจจุบันเลเซอร์ไดโอดถูกนำไปใช้งานอย่างกว้างขวาง เช่น การสื่อสารด้วยแสง การวัด สารสนเทศ คอมแพกต์ดิสก์ เลเซอร์ดิสก์ ซีดีรอม การแพทย์ การบันเทิง ฯลฯ

2.1.2.1กลไกการเปล่งแสงของเลเซอร์ไดโอด

ในการกระตุ้นพาหะเพื่อให้เกิดแสงเลเซอร์นั้น จะใช้วิธีฉีดกระแสไฟฟ้าจากภายนอกให้ไหลเข้าสู่รอยต่อ p-n โดยป้อนแรงดันไฟฟ้าแบบไบแอสตาม นั่นคือ ป้อนแรงดันบวกเข้าด้าน p และป้อนแรงดันลบเข้าด้าน n จะทำให้แถบพลังงานเปลี่ยนรูปเป็นรูปที่ 2.30 อิเล็กตรอนจะไหลจากด้าน n เข้าสู่รอยต่อ และโฮลจะไหลจากด้าน p เข้าสู่รอยต่อ

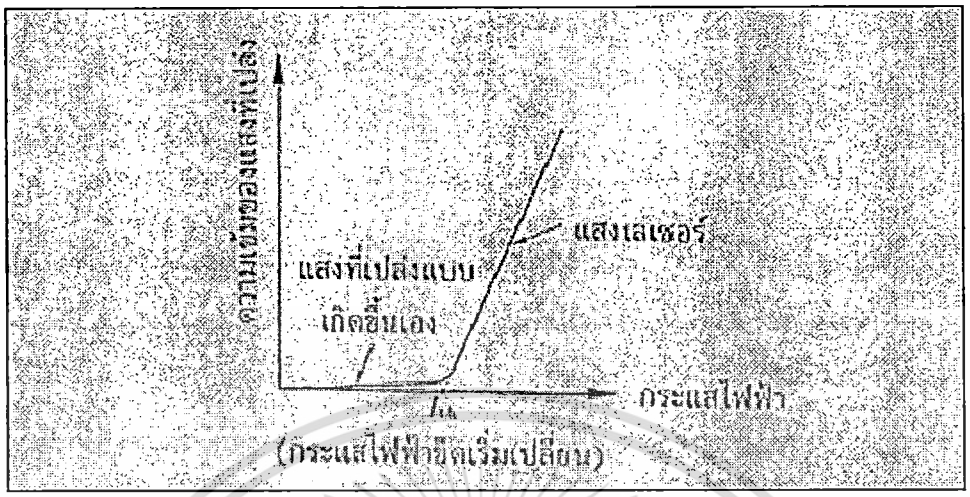
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 รอยต่อพีเอ็นที่กำเนิดแสงเลเซอร์ในเลเซอร์ไดโอด

ที่บริเวณรอยต่อจะมีคู่ของอิเล็กตรอนและโฮลเกิดขึ้นจำนวนมาก เมื่ออิเล็กตรอนและโฮลรวมตัวกัน (recombine) จะเกิดการเปล่งแสงออกมาด้วยพลังงานโฟตอนเท่ากับช่องว่างพลังงานของรอยต่อ (E = hv) หลักการเปล่งแสงเช่นนี้คล้ายกับกรณีของ LED แต่การทำให้เกิดแสงเลเซอร์นั้น จะต้องฉีดกระแสไฟฟ้าให้มากเป็นพิเศษดังแสดงในรูปที่ 2.3 ถ้ากระแสไฟฟ้ามีค่าน้อย การเปล่งแสงจะเป็นแบบเกิดขึ้นเอง (spontaneous) และเมื่อเพิ่มกระแสไฟฟ้าให้สูงกว่ากระแสไฟขีดเริ่มเปลี่ยน (threshold current : I_{th}) จะเกิดปรากฏการณ์ประชากรผกผัน (population inversion) กล่าวคือ ถ้าจำนวนคู่ของอิเล็กตรอนและโฮลมีมากกว่าค่าๆหนึ่ง ก็จะทำให้เกิดการรวมตัวของอิเล็กตรอนและโฮลและเกิดการเปล่งแสงแบบเร่งเร้า (stimulated emission) ที่ด้านข้างภายนอกของรอยต่อ p-n จะถูกออกแบบให้เป็นผิวนอกแบบกระจก ให้ทำหน้าที่เป็นออปติคัลเรโซเนเตอร์ (optical resonator) แสงที่สะท้อนกลับไปมาภายในเรโซเนเตอร์นี้ จะกลายเป็นแสงเลเซอร์วิ่งออกสู่ภายนอกในที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 ลักษณะความสัมพันธ์ของความเข้มแสงและกระแสไฟฟ้าในเลเซอร์ไดโอด

2.3.1.2 ลักษณะสมบัติกำลังเอาท์พุทและกระแสไฟฟ้า

เราเรียกความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า (Injection current) ที่ฉีดเข้าสู่เลเซอร์ไดโอด และพลังงานเอาท์พุท (energy output) ว่า ลักษณะสมบัติความสัมพันธ์ของอินพุทและเอาท์พุท (input-output characteristics) ในรูปที่ 2.31เมื่อเพิ่มแรงดันไฟฟ้าให้ใกล้เคียงค่าช่องว่างพลังงาน จะทำให้กระแสไฟฟ้าเริ่มไหลและจะเริ่มมีแสง เปล่งแบบเกิดขึ้นเองออกมาดังรูปที่ 2.31 และเมื่อเพิ่มกระแสอีกมากๆ จนสูงกว่าค่าขีดเริ่มเปลี่ยนค่าหนึ่งจะเกิดการ (lasing) และกำลังของแสงของเอาท์พุทจะสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ค่ากระแสไฟฟ้าขีดเริ่มเปลี่ยนนี้จะขึ้นกับอุณหภูมิขณะทำงาน ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น จะทำให้อัตราขยาย (gain) ลดลงและจะทำให้กระแสไฟฟ้าขีดเริ่มเปลี่ยนมีค่าสูงขึ้น

ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าขีดเริ่มเปลี่ยน(I_{th}) และอุณหภูมิของชั้นแอกทีฟ (T_j) คือ

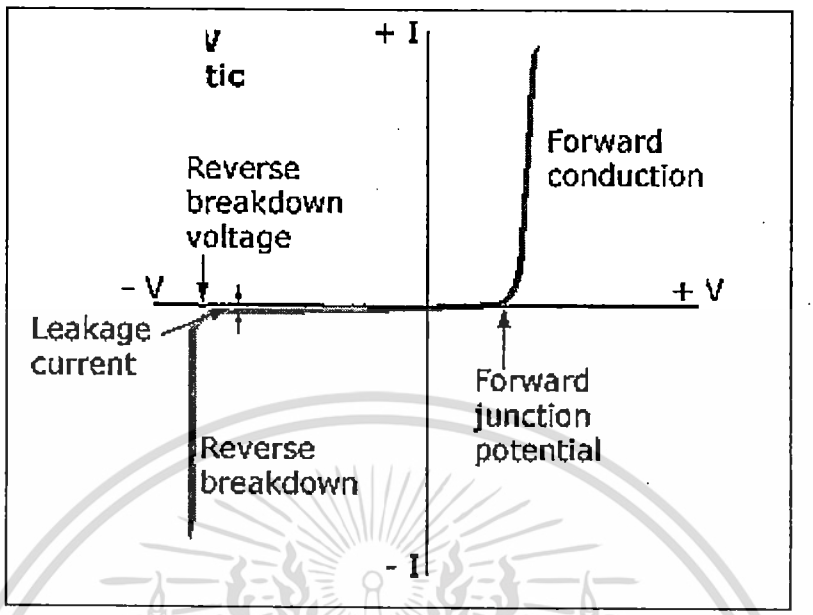
$$I_{th} = I_{tho}\exp(T_j/T_o)$$

โดยที่ I_{th} : กระแสไฟฟ้าขีดเริ่มเปลี่ยนที่อุณหภูมิห้อง

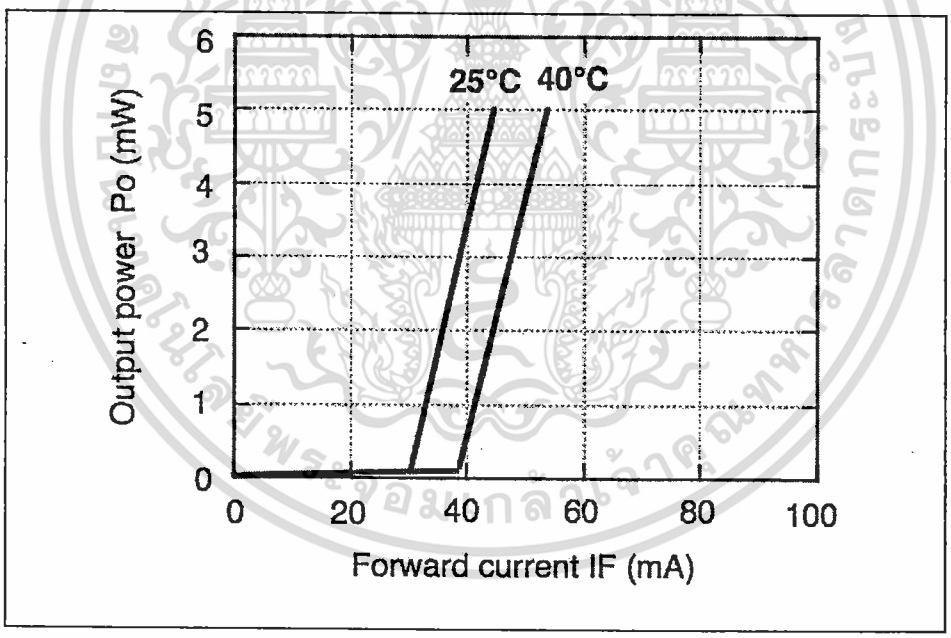
T_o : ค่าคงตัวที่ขึ้นกับวัสดุ มีชื่อเรียกว่า "อุณหภูมิลักษณะ" (characteristic temperature)

รูปที่ 2.6 แสดงตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าขีดเริ่มเปลี่ยนเมื่ออุณหภูมิของเลเซอร์ไดโอดเปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

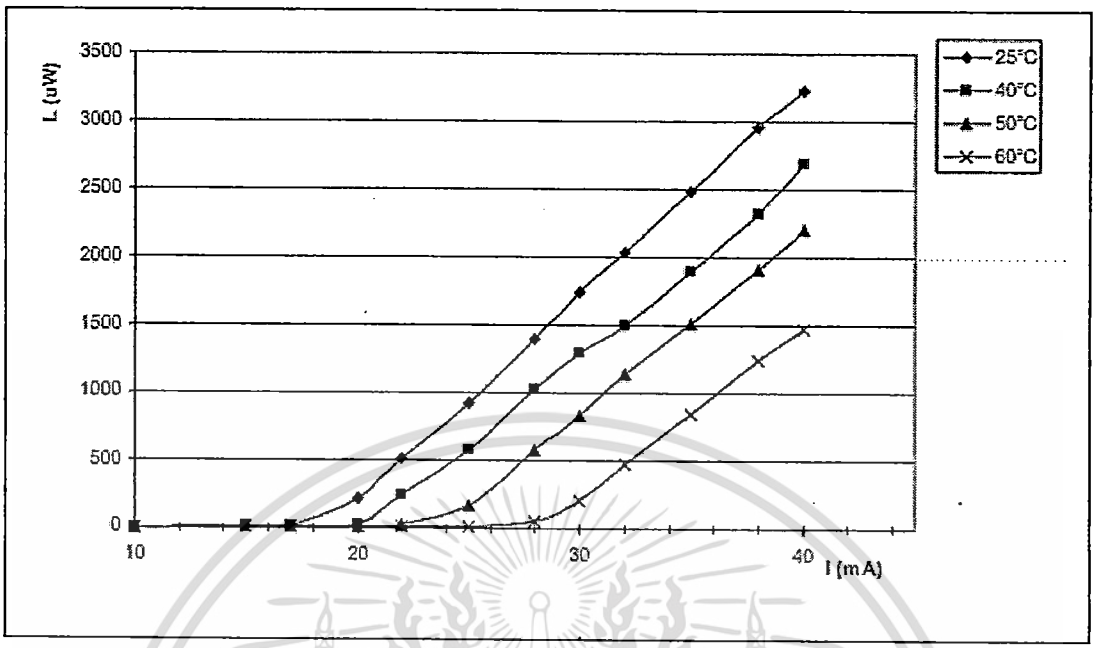


รูปที่ 2.5 ลักษณะสมบัติกระแสไฟฟ้าและแรงดันของเลเซอร์ไดโอด



รูปที่ 2.6 ลักษณะสมบัติกำลังของเลเซอร์เอาท์พุทและกระแสที่ฉีดเข้าเลเซอร์ไดโอด

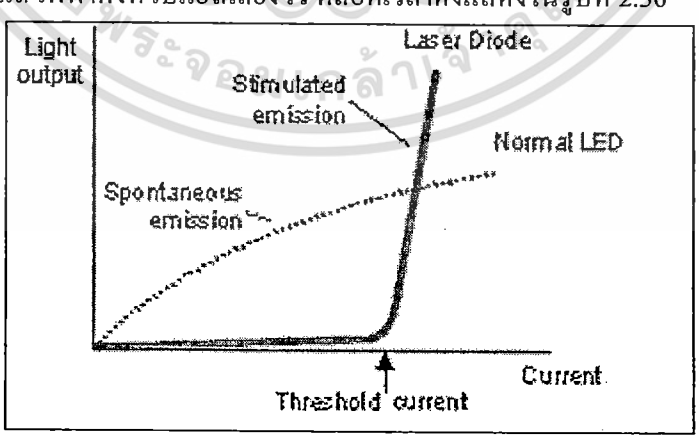
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 การเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าขีดเริ่มเปลี่ยนอันเนื่องจากอุณหภูมิของเลเซอร์ไดโอด

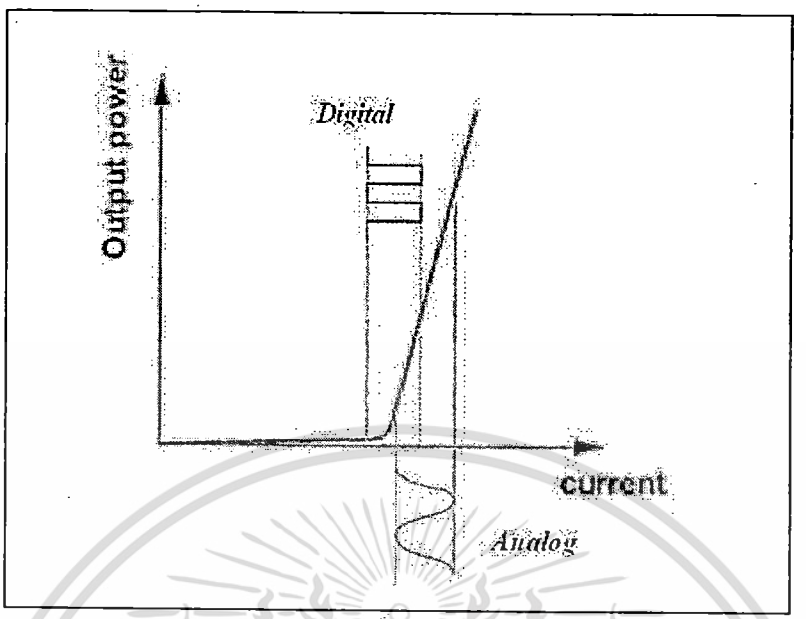
2.1.2.3 การขับเลเซอร์ไดโอด

ความแตกต่างระหว่างการขับไดโอดเปล่งแสง และเลเซอร์ไดโอด ได้แก่ความสว่างของไดโอดเปล่งแสงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วแบบค่อนข้างจะเป็น เชิงเส้นกับกระแสที่จ่าย ในขณะที่ความสว่างของเลเซอร์ไดโอดจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วขณะที่กระแสไฟฟ้าขีดเริ่มเปลี่ยนดังแสดงในรูปที่ 2.35 การใช้งานเลเซอร์ไดโอดแบบดิจิทัลจะต้องให้กระแสไฟฟ้าที่ต่ำกว่าขีดเริ่ม เปลี่ยนเมื่อต้องการแสดงสัญญาณ “0” และจะต้องใช้กระแสไฟฟ้าที่สูงกว่าขีดเริ่มเปลี่ยนเมื่อต้องการแสดงสัญญาณ “1” การใช้งานเลเซอร์ไดโอดแบบแอนาล็อกจะต้องใช้กระแสไฟฟ้าที่สูงกว่าขีดเริ่มเปลี่ยนเสมอดังแสดงในรูปที่ 2.36 การใช้งานเลเซอร์ไดโอดทั้งสองกรณีจะต้องมีกระแสไฟฟ้าคงที่ไบแอสเลี้ยงไว้ ตลอดเวลาดังแสดงในรูปที่ 2.36



รูปที่ 2.8 ลักษณะสมบัติเอาท์พุทของไดโอดเปล่งแสงและเลเซอร์ไดโอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 การขับเลเซอร์ไดโอดแบบดิจิทัลและแบบแอนาล็อก

2.1.3 เวปแคม(Webcam)

เว็บแคม หรือ ชื่อเรียกเต็มๆว่า Web Camera เป็นอุปกรณ์อินพุตที่สามารถจับภาพเคลื่อนไหวของวัตถุให้สามารถไปปรากฏในหน้าจอมอนิเตอร์ และสามารถส่งภาพเคลื่อนไหวนี้ผ่านระบบเครือข่ายเพื่อให้คนอีกฟากหนึ่งสามารถเห็นวัตถุเคลื่อนไหว ได้ ถือว่าเป็นอุปกรณ์ที่มีประโยชน์ในการสื่อสารทางไกลในปัจจุบัน และมีราคาถูกลงเรื่อยๆ

2.1.3.1 ประเภทของเว็บแคม

กล้องเว็บแคม แต่ละรุ่น แต่ละยี่ห้อจะมีลักษณะและคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ไปตามแต่ผู้ผลิตจะคิดค้นและออกแบบมาให้เหมาะสมกับการใช้งานอย่างไร ซึ่งสามารถแบบประเภทของเว็บแคมได้ดังนี้

- แบ่งตามรูปทรงของกล้อง โดยปกติกล้องเว็บแคมส่วนใหญ่จะเป็นทรงกลม เนื่องจากเป็นรูปทรงต้นแบบที่ทำกันมานานและก็ทำให้รู้ได้ทันทีว่านี้ คือ อุปกรณ์ เว็บแคม แต่ไม่จำเป็นที่กล้องเว็บแคมต้องเป็นทรงกลมเสมอไปเพราะบางครั้ง กล้องเว็บแคม ก็จำเป็นต้องมีรูปทรงอื่นๆ เพื่อให้เข้ากับการใช้งานในบางลักษณะ

- แบ่งตามประเภทของขาตั้งกล้องโดยส่วนใหญ่ลักษณะของฐานตั้งกล้องจะเป็นแบบตั้งพื้นเสียส่วนใหญ่ โดยแบบแรก คือแบบมีขาสำหรับวางบนพื้น อาจจะมีขา 3 ขา หรือ 4 ขา ก็แล้วแต่การออกแบบ แต่ฐานแบบ 3 ขาจะมีปัญหาตรงที่ วางแล้วยังไม่มั่นคงดีนัก และไม่สามารถหมุนตัวกล้องได้สะดวกนัก

- แบ่งตามชนิดของเซ็นเซอร์สำหรับเซ็นเซอร์ที่กล้องเว็บแคมใช้นั้นจะมีหลักๆอยู่ 2 ชนิด คือ CCD และ CMOS แต่ที่นิยมใช้กันมากที่สุดในตอนนี้ก็คือ CMOS เนื่องจากเหตุผลหลายๆประการและตัวเซ็นเซอร์แบบ CMOS เองก็สามารถแบบออกได้ถึง 2 ชนิดด้วยกันคือ CLF Color CMOS Censor ที่มีความละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของพิกเซลแค่ 110,000 พิกเซล (367 x 291) เท่านั้นในขณะที่ VGA Color CMOS Censor ให้ความละเอียดที่สูงกว่าที่ 350,000 พิกเซล(655 x 493) แบ่งตามรูปแบบการเชื่อมต่อ สำหรับการเชื่อมต่อของกล้องเว็บแคมในปัจจุบันส่วนใหญ่ จะเป็นอินเทอร์เฟซแบบ USB กล้องเว็บแคมแบบไร้สายจะใช้การเชื่อมต่อในแบบ WiFi หรือ Wireless lan นั่นเองทำให้สามารถเคลื่อนย้ายไปได้ทุกที่

2.1.3.2 อัตราเฟรของเว็บแคม

อัตราเฟรม (frame rate) วัดกันในหน่วยของ ภาพต่อวินาที (Frame per second ,FPS) คือหน่วยวัดการจัดเก็บภาพสำหรับกล้องถ่ายภาพดิจิตอล จำนวนการบันทึกภาพของภาพเคลื่อนไหวในกล้องวิดีโอ หรือจำนวนภาพที่แสดงได้ของหน่วยแสดงผลต่างๆ โดยตาของมนุษย์สามารถมองเห็นภาพที่เคลื่อนที่ได้ไม่เกิน 24 ภาพต่อวินาที หากเกินกว่านั้น เช่น 30 นาที จะมองเห็นเป็นภาพต่อเนื่องหรือภาพวีดีโอ ซึ่งในวงการภาพยนตร์จึงได้กำหนดค่าอัตราเฟรม หรือภาพที่เคลื่อนที่ในหนึ่งวินาทีเอาไว้ในช่วง 25-30 ภาพต่อวินาที เพื่อสร้างเป็นภาพต่อเนื่องที่สายตาของเรายอมรับได้

รูปที่ 2.10 กล้อง WebCam OKER 177 ที่ใช้ในงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

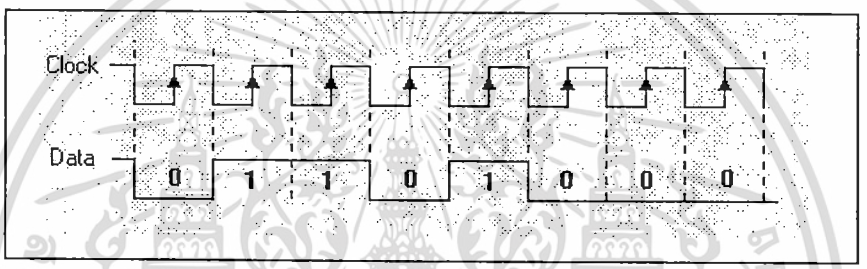
2.1.4 การส่งข้มูลแบบอนุกรม RS-232(Recommended Standard-232)

2.1.4.1 รูปแบบการสื่อสารแบบอนุกรม

มีด้วยกันอยู่ 2 แบบ คือแบบซิงโครนัส (Synchronous) และแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous)

- การสื่อสารแบบซิงโครนัส (Synchronous)

-การรับส่งข้อมูล จะมีสัญญาณนาฬิกา ซึ่งเป็นตัวกำหนด จังหวะเวลา การส่งข้อมูล ร่วมอยู่ด้วยอีกเส้นหนึ่ง ใช้คู่กับสัญญาณข้อมูล ตัวอย่างเช่น การส่งสัญญาณจากคีย์บอร์ด



รูปที่ 2.11 ตัวอย่างสัญญาณของการสื่อสารแบบซิงโครนัส

- การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous)

- การรับส่งข้อมูล โดยที่ไม่จำเป็นต้อง มีสัญญาณนาฬิกา ร่วมด้วย แต่จะใช้ให้ตัวส่ง และตัวรับ มีอัตราส่งข้อมูล ที่เท่ากัน

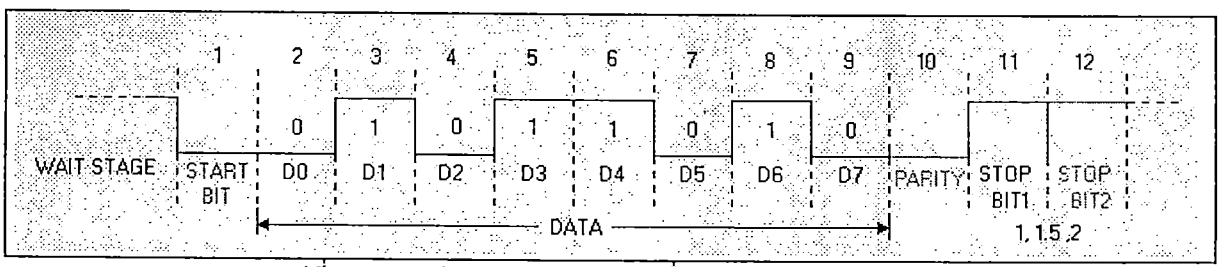
รูปแบบข้อมูลแบบอะซิงโครนัส ประกอบด้วย 4 ส่วนคือ

1 บิตเริ่มต้น (Start bit) มีขนาด1 บิต

2 บิตข้อมูล (Data) มีขนาด 5,6,7 หรือ 8 บิต

3 บิตตรวจสอบพาริตี้ (Parity bit) มีขนาด 1 บิตหรือไม่มี

4 บิตหยุด (Stop bit) มีขนาด 1, 1.5, 2 บิต



รูปที่ 2.12ตัวอย่างสัญญาณของการสื่อสารแบบอะซิงโครนัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมื่อไม่มีการส่งข้อมูล ขา data จะมีสถานะเป็นโลจิก "1" หรือ สถานะหยุดรอ (Waiting stage)

- เมื่อเริ่มต้นส่งข้อมูลจะให้ขา data เป็นโลจิก "0" เป็นจำนวน 1 บิต เรียกว่าบิตเริ่มต้น (Start bit)

- จากนั้นก็จะเริ่มต้นส่งข้อมูล โดยส่งบิตต่ำไปก่อน (LSB)

- แล้วตามด้วยพาริตี้บิต (จะมีหรือไม่ก็ได้ ขึ้นอยู่กับการติดตั้งค่า ของทั้งสองฝ่าย)

- สุดท้ายตามด้วยโลจิก "1" อย่างน้อย 1 บิต (มีขนาด 1, 1.5, หรือ 2 บิต) เพื่อแสดงว่าสิ้นสุดข้อมูล

การรับและส่งข้อมูลแบบอนุกรมยังแบ่งออกเป็นลักษณะการใช้งานได้ 3 แบบคือ

1). แบบซิมเพลกซ์ (Simplex) เป็นการส่ง หรือรับข้อมูล แบบทิศทางเดียว เท่านั้น

2). แบบฮาล์ฟดูเพลกซ์ (Half Duplex) เป็นการส่งและรับข้อมูลแบบสลับกัน

คือเมื่อด้านหนึ่งส่ง อีกด้านหนึ่ง เป็นฝ่ายรับ สลับกัน ไม่สามารถรับ-ส่งในเวลาเดียวกันได้

3). แบบฟลูดูเพลกซ์ (Full Duplex) สามารถรับ-ส่งข้อมูลในเวลาเดียวกันได้

อัตราการส่งข้อมูล (Baud rate)

- คือความเร็วของการรับ-ส่งข้อมูล เป็นจำนวนบิทต่อวินาทีเช่น 300, 1,200, 2,400, 4,800 , 9,600 ,14,400 ,19,200, 38,400 ,56,000 เป็นต้น

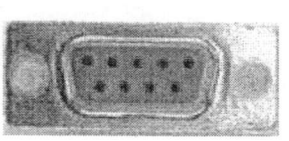
- การเลือกอัตราการส่งข้อมูลขึ้นอยู่กับ ชนิดของสายสัญญาณ, ระยะทาง,และปริมาณสัญญาณรบกวน

2.2.3.2 พอร์ตการสื่อสารแบบอนุกรม

ประกอบ ด้วยสัญญาณอย่างน้อย เพียง 3 เส้นเท่านั้น คือ

- สายส่งสัญญาณ TX
- สายรับสัญญาณ RX
- และสาย GND

โดยปกติพอร์ตอนุกรม RS-232C จะสามารถต่อสายได้ยาว 50 ฟุตโดยประมาณ ขึ้นอยู่กับ ชนิดของสายสัญญาณ, ระยะทาง, และ ปริมาณ สัญญาณ รบกวน



พอร์ตอนุกรมของ PC DB9 ตัวผู้ (Male) พอร์ตอนุกรมของอุปกรณ์ภายนอก DB9 ตัวเมีย (Female)

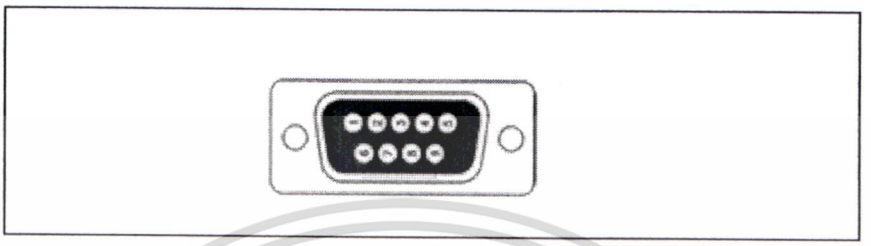
รูปที่ 2.13 พอร์ตอนุกรมของ RS-232 แบบ DB9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

- พอร์ตอนุกรมของ PC จะเป็นคอนเน็คเตอร์แบบ DB9 ตัวผู้ (Male)
- พอร์ตอนุกรม ของอุปกรณ์ภายนอก จะเป็นคอนเน็คเตอร์แบบ DB9 ตัวเมีย(FeMale)

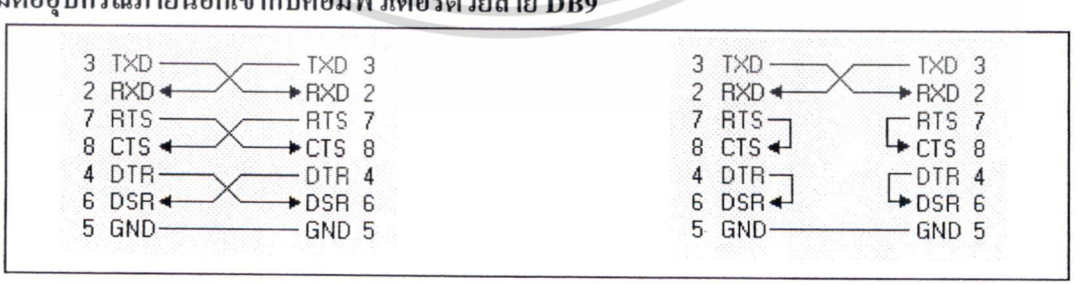
แสดงการจัดขา ของคอนเน็กเตอร์ อนุกรมแบบ DB9 และหน้าที่การใช้งานต่างๆ



รูปที่ 2.14 DB9 ตัวผู้ เมื่อมองจากด้านหลัง

Pin	Description	Type
1	Data Carrier Detect (DCD)	Input
2	Received Data (RXD)	Input
3	Transmitted Data (TXD)	Output
4	Data Terminal Ready (DTR)	Output
5	Signal Ground (GND)	Input
6	Data Set Ready (DSR)	Input
7	Request To Send (RTS)	Output
8	Clear to Send (CTS)	Input
9	Ring Indicator (RI)	Input

การเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์ด้วยสาย DB9



รูปที่ 2.15 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกผ่าน DB9 แบบ Null modem

รูปที่ 2.16 การต่ออุปกรณ์ภายนอกผ่าน DB9 แบบ 3 เส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
131101

2.1.4 ไมโครคอนโทเลอร์

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่สามารถนำมาทดแทน ระบบดิจิตอลแบบที่ใช้อุปกรณ์ตัวเดี่ยว ๆ ได้ จึงสามารถลดความซับซ้อน ในการออกแบบและสร้าง วงจรที่ให้ฟังก์ชันทางดิจิตอล ได้หลากหลายจากการเขียนโปรแกรม ทำให้เป็นอุปกรณ์ที่มีอยู่ในระบบทางดิจิตอลสมัยใหม่ที่ซับซ้อนเกือบ ทั้งหมด ในงานวิจัยนี้ใช้ไมโครคอนตระกูล PIC® ซึ่งหาซื้อได้ได้ง่าย และราคาในการพัฒนาซอฟต์แวร์ไม่แพงมาก เนื่องจากไมโครชิปยึดถือการออกแบบให้รวมทุกอย่างไว้ใน ชิป ตัวเดียวโดยไม่ต้องต่ออุปกรณ์ใดๆ เพิ่มเติม ทำให้ระบบมีขนาดเล็ก และอุปกรณ์ที่ใช้จะไม่มาก บางงานอาจจะใช้แค่ PIC®เพียงตัวเดียวโดยไม่ต้องใช้ ชิป อื่นมาเพิ่มเติมเลย แต่ข้อเสีย เนื่องจาก แนวคิด ที่จะรวมทุกอย่างไว้ในชิป เดียว ทำให้ program memory และ data memory ไม่สามารถขยายโดยใช้กับ memory ภายนอกได้ยาก PIC จึงเหมาะสำหรับงานเล็กๆ ไม่ใช่งานใหญ่ๆ ที่ต้องใช้การคำนวณ และ memory เยอะๆ PIC®ที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ จะเป็นตระกูล 16F8XXX ซึ่งมีสมบัติคร่าว ๆดังนี้

PIC16F8XXX (FLASH MCUs)

- มีคำสั่งในภาษา assembly 35 คำสั่ง
- มี I/O, มี Timer มากกว่า 1 ตัว, Watch dog, I2C, USART, SPI, PWM
- มี A/D ขนาด 10 bits
- มี Program memroy เป็นแบบ Flash ทำให้สามารถโปรแกรมใหม่ได้หลายครั้ง
- มี EEPROM ภายใน
- ในตระกูล 16F87X สนับสนุน In Circuit Debugger (ICD) เป็นผลทำให้ไม่จำเป็นต้องซื้อ Emulator ราคาแพง

จุดด้อยของ PIC ก็คือ program memory มีลักษณะเป็น page ทาง Microchip เองก็คงเห็นจุดด้อยตรงนี้จึงได้พัฒนาออกมาเป็น PIC18CXXX ซึ่ง PROGRAM MEMORY ไม่ถูกแบ่งเป็น page อีกต่อไป และเพิ่มคำสั่ง ASSEMBLY เป็น 77 คำสั่ง รวมทั้งออกแบบให้ PROGRAM MEMORY มีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อรองรับ

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้ป่วยอัมพาตตั้งแต่ไหล่ลงมายังสามารถควบคุมลมหายใจ หมุนคอ เอียงหน้าได้ แต่ส่วนใหญ่จะไม่สามารถสื่อสารด้วยวาจาได้ [4] การสื่อสารและสั่งงานไปยังผู้ช่วยเหลือ ดูแล ทำได้โดยการใช้สายตาหรือภาษากายซึ่งมีขีดจำกัดมากมาย ทำให้เกิดความเครียดส่งผลกับสภาพจิตใจและร่างกายตามมา ได้มีการพัฒนาอุปกรณ์ช่วยเหลือผู้ป่วยอัมพาตให้สามารถช่วยเหลือตัวเอง หรือสื่อสารได้บ้าง เช่นใช้คลื่นสมองในการสั่งการ [4] ใช้อุปกรณ์ตรวจจับการกระพริบตา หรือเคลื่อนไหวดวงตา [5] ซึ่งต้อการเครื่องมือที่ซับซ้อนต้นทุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูงในการพัฒนาเป็นอุปกรณ์ช่วยเหลือผู้ป่วยเฉพาะราย ได้มีการนำเลเซอร์ไดโอดในรูปของเลเซอร์พอยน์เตอร์มาใช้ในการประดิษฐ์เครื่องช่วยสื่อสารสำหรับผู้ป่วยกล้ามเนื้ออ่อนแรง [12.6] เนื่องจากราคาถูก ลำแสงเป็นเส้นตรงเหมาะกับการชี้เป้าหมาย อันตรายน้อยและน้ำหนักเบา เป้าหมายเป็นกระดานตัวอักษรหรือประโยคง่าย ๆ เพื่อการสื่อสารกับผู้ดูแล หรือชี้เป้าเป็นอุปกรณ์รับแสงอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมการเปิดปิดไฟฟ้าแบบง่าย ๆ งานวิจัยนี้ใช้หลักการของเลเซอร์ พัฒนาเป็นอุปกรณ์สั่งงาน ที่มีฟังก์ชั่นมากขึ้น เน้นการออกแบบให้ใช้งานสะดวก

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

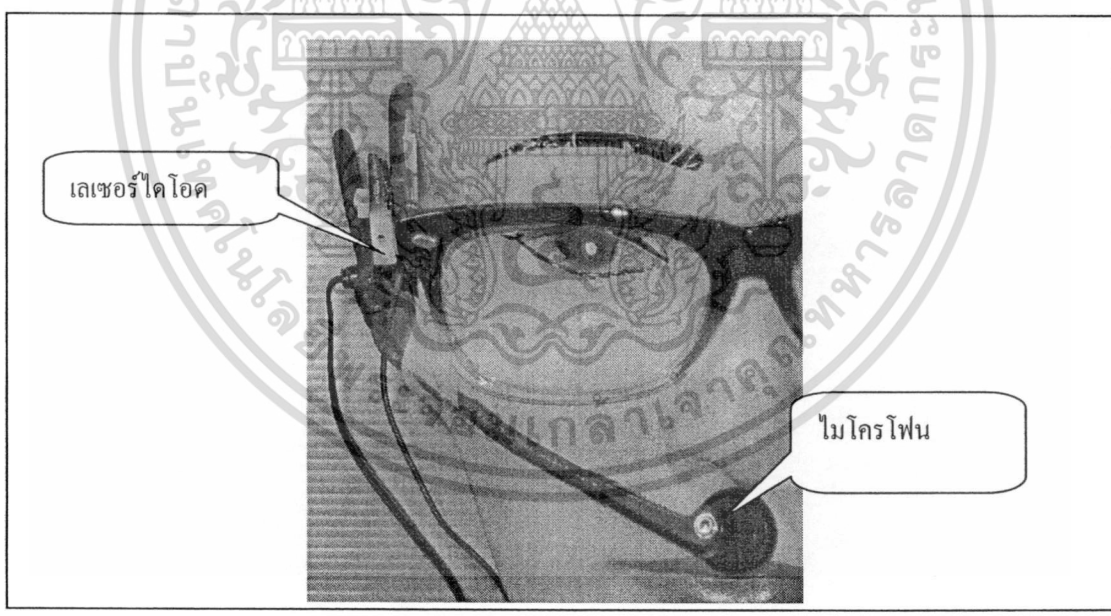
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบระบบ

ในบทนี้จะนำเสนอการออกแบบระบบอิเล็กทรอนิกส์ตามแนวคิดที่ได้กล่าวถึงไว้ในบทที่หนึ่ง และ นำทฤษฎีที่รวบรวมไว้ในบทที่สองมาใช้ในการออกแบบด้วย

3.1 การออกแบบส่วนแว่นตา

ในผู้ป่วยที่อาการอัมพาตทั้งตัว ที่มีอาการไม่หนักมากจะหมายถึงผู้ป่วยที่เป็นอัมพาตตั้งแต่ไหล่ลงมา ซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมาย ในการใช้งานของแว่นตาสั่งงานด้วยแสงเลเซอร์นี้ ผู้ป่วยกลุ่มนี้ยังสามารถ ควบคุมการหมุนหันศีรษะได้บ้าง แว่นตาจึงเป็นอุปกรณ์ ที่เหมาะกับการใช้ควบคุมตำแหน่งของลำแสงเลเซอร์ให้ตกกระทบบนฉากได้ดี ในรูปที่ 3.1 เป็นการติดตั้งเลเซอร์ไดโอดบริเวณขาของแว่นตา ที่มีกระจกแบบปกติไม่มีกำลังขยาย อย่างไรก็ดี การใช้เลนส์เป็นกระจกแว่นตา ก็สามารถช่วยลดปัญหาการใช้สายตาได้ในผู้ป่วยที่มีความบกพร่องทางสายตาด้วย



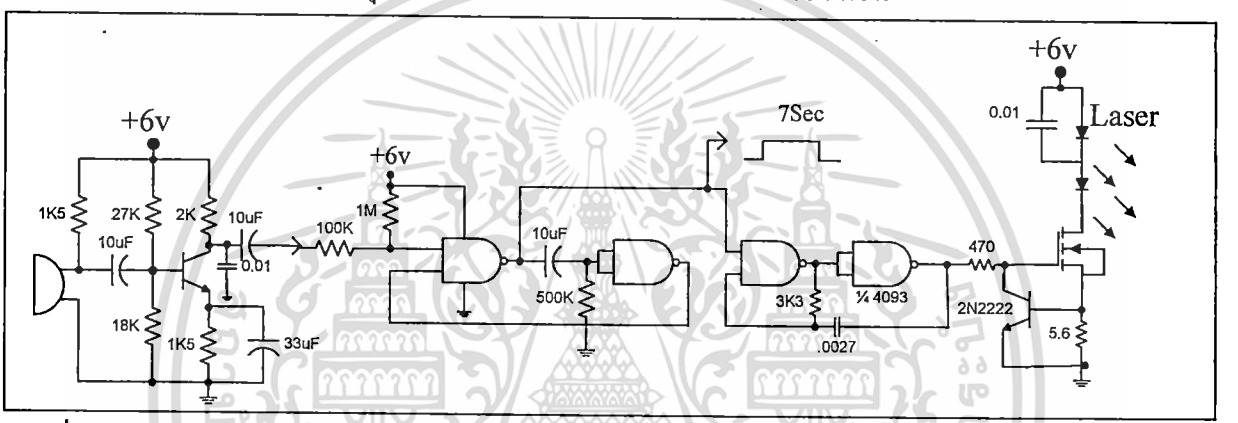
รูปที่ 3.1 เป็นการติดตั้งเลเซอร์ไดโอดบริเวณขาของแว่นตา

3.2 การออกแบบส่วนไมโครโฟนและควบคุมแสงเลเซอร์

ส่วนผู้ป่วยกลุ่มเป้าหมาย สามารถหายใจเข้าออกได้ตามปกติ ทางปากหรือทางจมูก จึงสามารถนำมาใช้ในการสั่งงานเปิดแสงเลเซอร์ได้ เพื่อให้ประหยัดพลังงาน จะใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ กำหนดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปิดเลเซอร์ไดโอดในช่วงเวลาสั้น ๆ การออกแบบเบื้องต้นจึงใช้ คอนเดนเซอร์ไมโครโฟน ในการตรวจจับลมหายใจที่ผู้ป่วยเป่าออกมาแรง ๆ กว่าปกติเล็กน้อย (เพื่อให้แตกต่างจากการหายใจตามปกติเล็กน้อย) วงจรขยายสัญญาณเสียงจากไมโครโฟนและวงจรกรองสัญญาณ จะกระตุ้นให้วงจรขับเลเซอร์ไดโอดทำงานในเวลาประมาณ 5-10 วินาทีโดยวงจรตั้งเวลาอิเล็กทรอนิกส์ ในรูปที่ 3.2 แสดงวงจรขยายและกรองสัญญาณจากไมโครโฟนในการตรวจจับเสียงจากการหายใจออกแรง ๆ หรือเสียงเกิดจากการเป่า และและกรองเป็นวงจรตั้งแวลาและขับเลเซอร์ไดโอด กำหนดกระแสเฉลี่ยของวงจรให้ต่ำที่สุดไม่เกิน 5 มิลลิแอมป์ เพื่อสามารถใช้งานต่อเนื่องได้นานที่สุด แหล่งจายไฟเป็นแบตเตอรี ขนาด AA 4 ก้อน



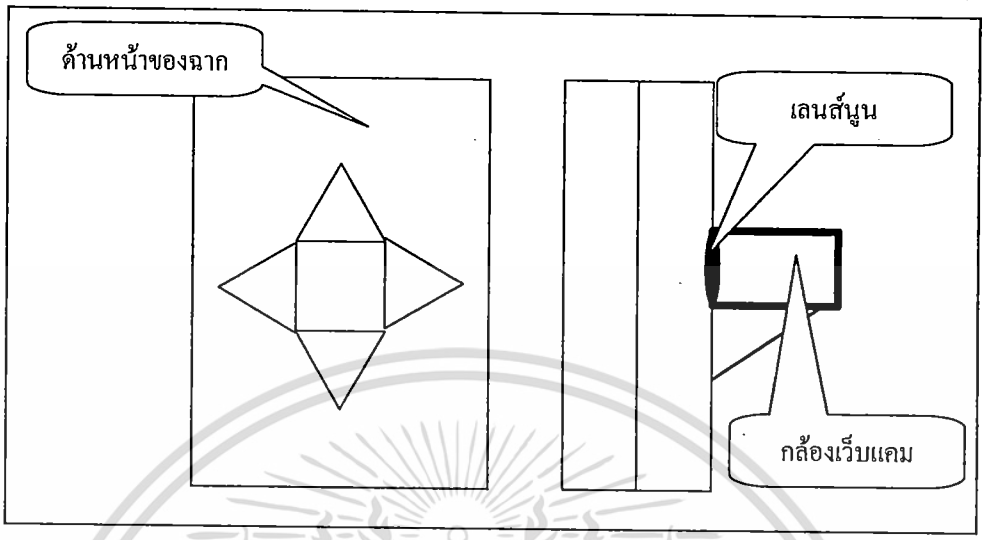
รูปที่ 3.2 วงจรขยายวงจรขยายและกรองสัญญาณจากไมโครโฟนและวงจรตั้งแวลาและขับเลเซอร์ไดโอดที่ใช้ในต้นแบบ

3.3 การออกแบบส่วนฉากรับภาพกล้อง

3.3.1 ฉากรับภาพ

เนื่องจากต้องการฉากรับภาพที่เป็นพื้นสีขาวซึ่งจะมีสีที่ให้ความแตกต่างกับเลเซอร์สีแดงมากที่สุด แต่ตัวกล้องเมื่ออยู่ในที่มืดกล้องจะปรับความสว่างเองทำให้ฉากสีขาวมีผลกระทบต่อกล้องและส่งข้อมูลผิดพลาดจึงต้องเปลี่ยนสีฉากเป็นสีอื่นที่ไม่ใช่สีขาว หรือสีที่ใกล้เคียงกับสีแดง และยังต้องใช้ในการควบคุมรถเข็นไฟฟ้าและติดกับตัวรถเข็นไฟฟ้าอีกด้วย และต้องให้ผู้ป่วยสามารถรับรู้ได้ว่าตำแหน่งใดใช้ในการทำคำสั่งใดและชี้ภายในบริเวณใด จึงออกแบบให้ฉากมีขนาดเล็กลงและเลือกโทนสีน้ำเงินหรือสีเขียว จึงเลือกสีฟ้า โดยใช้ฉากมีขนาด 15×10 เซ็นติเมตร และมีสัญลักษณ์ที่แสดงถึงช่องควบคุม มีการกรองแสงก่อนตกกระทบกับฉาก เพื่อให้สัญญาณรบกวนจากแสงในสถานที่ต่างๆลดลง จึงได้ฉากดังรูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แสดงกล่องฉากรับภาพและกล้องเว็บแคมที่ติดตั้งด้านหลัง

3.3.1 การติดตั้งกล้องเว็บแคม

การติดตั้งกล้องนั้นจะต้องติดตั้งกล้องให้สามารถรับภาพที่มีแต่ฉากรับภาพเท่านั้นและสามารถเห็นส่วนของฉากรับภาพได้อย่างชัดเจนและมีขนาดพอเหมาะให้ผู้ใช้สามารถใช้ได้สะดวก จึงต้องหาระยะที่เหมาะสม เมื่อทำการทดสอบติดตั้งกล้องแล้วพบว่ากล้องนั้นจะต้องตั้งโดยขนานกับระนาบเดียวกันกับฉากรับภาพ และห่างจากฉากรับภาพประมาณ 13 เซนติเมตร เมื่อต้องการให้ขนาดของกล่องเล็กลงจึงได้ติดกล้องเข้ากับฉากและใส่เลนส์ เพื่อให้สามารถเก็บภาพได้ครบทุกช่วงที่ต้องการเหมือนเดิม ซึ่งจะได้การตั้งกล้องดังแสดงในรูปที่ 3.3

3.4 การออกแบบส่วนประมวลผลภาพ

เมื่อเลเซอร์มาตกกระทบกับฉากรับภาพในบริเวณที่กำหนด กล้องจะจับภาพนั้นโดยการจับไว้ตลอดเวลา และนำภาพไปประมวลผลภาพ เมื่อได้ตำแหน่งแล้วจึงส่งข้อมูลออกทางพอร์ต RS232 ขั้นตอนการประมวลผลภาพประกอบด้วย

-การเปลี่ยนสเปซสีจาก RGB เป็น Gray scale เพื่อให้เห็นถึงความแตกต่างของความสว่างที่ชัดเจน

-การปรับปรุงภาพโดยใช้ฟิลเตอร์เพื่อมีความชัดและสีที่เรียบขึ้นหากจำเป็น

-การแปลงเรขาคณิตภาพ การติดตั้งจอภาพ หรือ กล้องจะทำให้ภาพเอียงหรือบิดเบี้ยวไม่เหมือนกับที่ผู้ใช้เห็น จะทำให้เกิดความผิดพลาดในการกำหนดรหัสคำสั่ง จึงจะใช้การแปลงทางเรขาคณิตช่วย

-การทำเทรชโฮลด์ภาพ จะเป็นการแปลงภาพออกเป็น 2 ระดับ คือ ขาวกับดำ ปกติสามารถทำได้

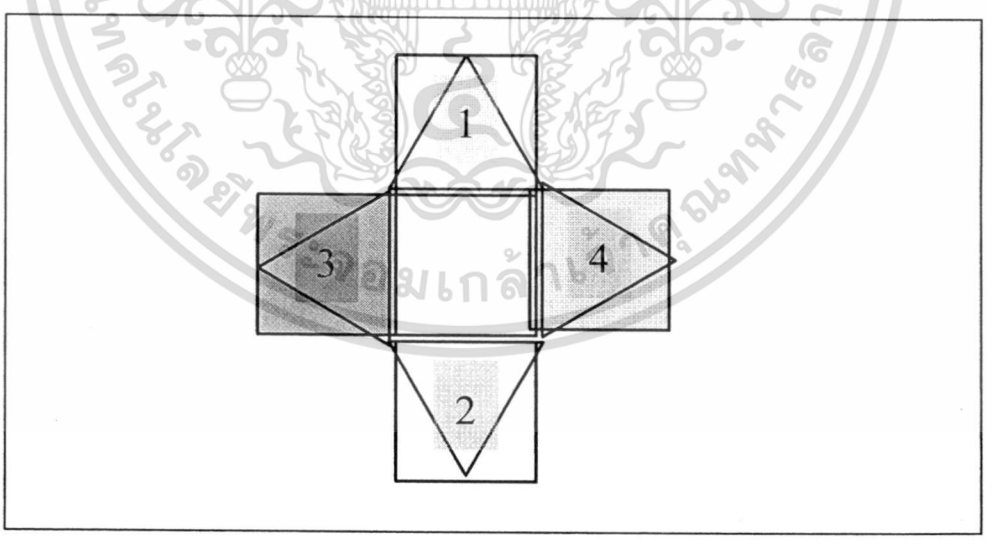
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการสังเกตุจาก กราฟฮิสโตแกรมของภาพ เนื่องจากฉากภาพที่ได้จากกล้องไม่มีวัตถุในภาพมาก ทำให้ฮิสโตแกรมของภาพค่อนข้างจะคงที่ การกำหนดเทรชโฮลด์จึงทำเพียงครั้งเดียวก็เพียงพอ

-การคำนวณคำแหน่งของเซ็นทรอยด์ของภาพ ซึ่งเป็นตัวแทนตำแหน่งของจุดที่เลือกบนฉากภาพที่ได้จากการแปลงเรขาคณิตภาพ(การหมุน)แล้วนั้นจะให้คอมพิวเตอร์มองภาพเห็นในแบบเดียวกับที่ผู้ใช้เห็นทำให้สามารถคำนวณหาจุดสีขาวหลังจากทำเทรชโฮลด์ภาพนั้นสามารถทำได้ง่ายโดยการกำหนดย่านเพื่อสร้างรหัสคำสั่ง ในเบื้องต้นจะกำหนดเป็นสี่ย่านตามที่ได้ทำสัญลักษณ์ดังรูปที่ 3.3ไว้ซึ่งเป็นการวาดสี่เหลี่ยมบนภาพนั้นๆ เพื่อให้สามารถหาจุดสว่างได้ง่ายจากหลักการที่จุดสว่างนั้นจะมีค่า 255 และสีดำจะมีค่า 0 ซึ่งเมื่อรวมค่าแล้วย่านที่มีจุดสีขาวอยู่หรือเลเซอร์นั้นจะมีค่ามากที่สุด ดังรูปที่ 3.4 แสดงการกำหนดย่านเป็นสี่เหลี่ยมการกำหนดรหัสควบคุม 4 รหัสจะใช้พื้นที่เหลียมที่รอบล้อมรอบสัญลักษณ์สามเหลียมที่แสดงบนฉากดังรูปที่ 3.4

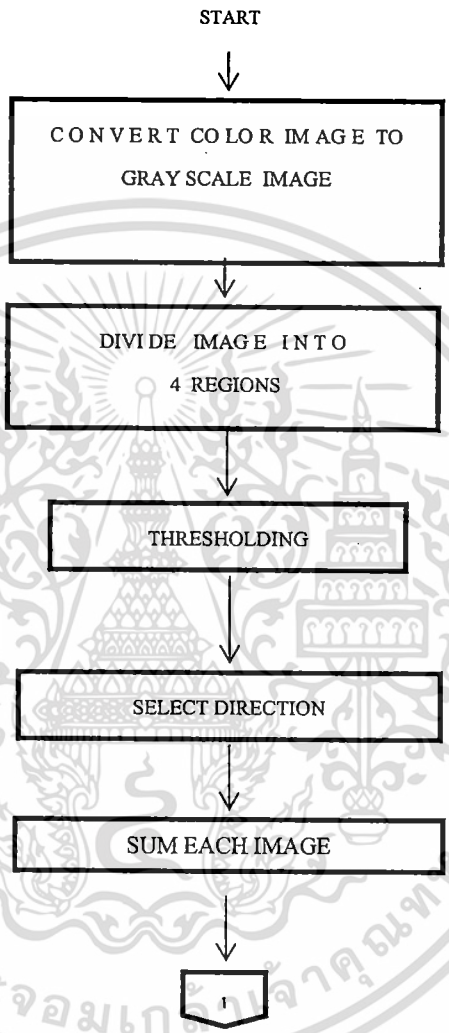
ทั้งสี่ย่านสามารถแสดงค่าได้ดังนี้

- ลูกศรชี้ขึ้นแทนการควบคุมช่องสัญญาณที่ 1ส่งรหัสเป็นเลข 1มีบริเวณเป็น (275, 10, 468, 150)
- ลูกศรชี้ลงแทนการควบคุมช่องสัญญาณที่ 2 ส่งรหัสเป็นเลข 2มีบริเวณเป็น (142, 150, 275, 338)
- ลูกศรชี้ทางขวาแทนการควบคุมช่องสัญญาณที่ 3 ส่งรหัสเป็นเลข3มีบริเวณเป็น (468. 150, 619, 338)
- ลูกศรชี้ทางซ้ายแทนการควบคุมช่องสัญญาณที่ 4 ส่งรหัสเป็นเลข 4มีบริเวณเป็น (275, 338, 468, 470)
- บริเวณอื่นที่อยู่นอกเหนือจากที่กำหนดข้างต้นส่งรหัส เป็นเลข 5



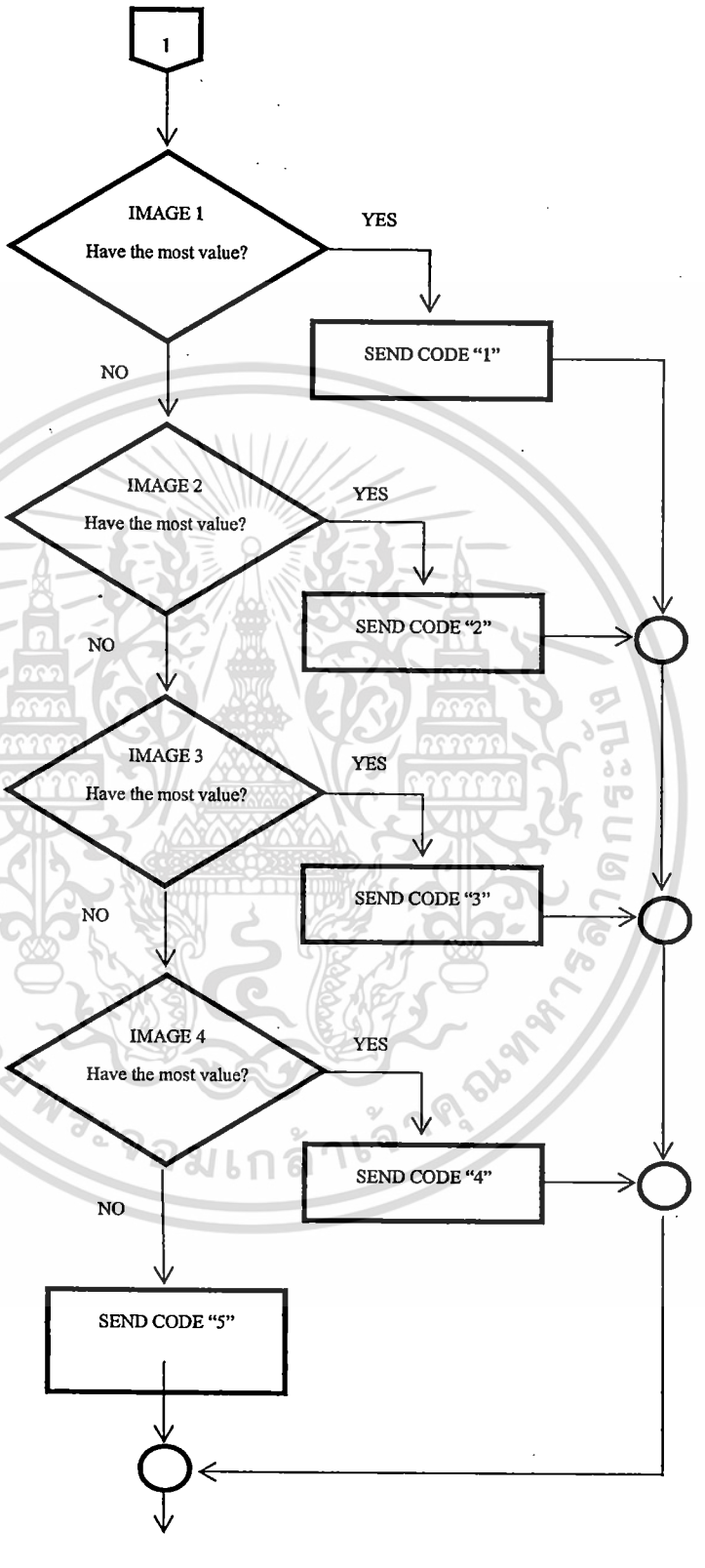
รูปที่ 3.4 พื้นที่ 4 ส่วนบนฉากรับภาพที่ใช้ในการกำหนดรหัสควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 ก.) แสดงลำดับการทำงานของโปรแกรมการประมวลผลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

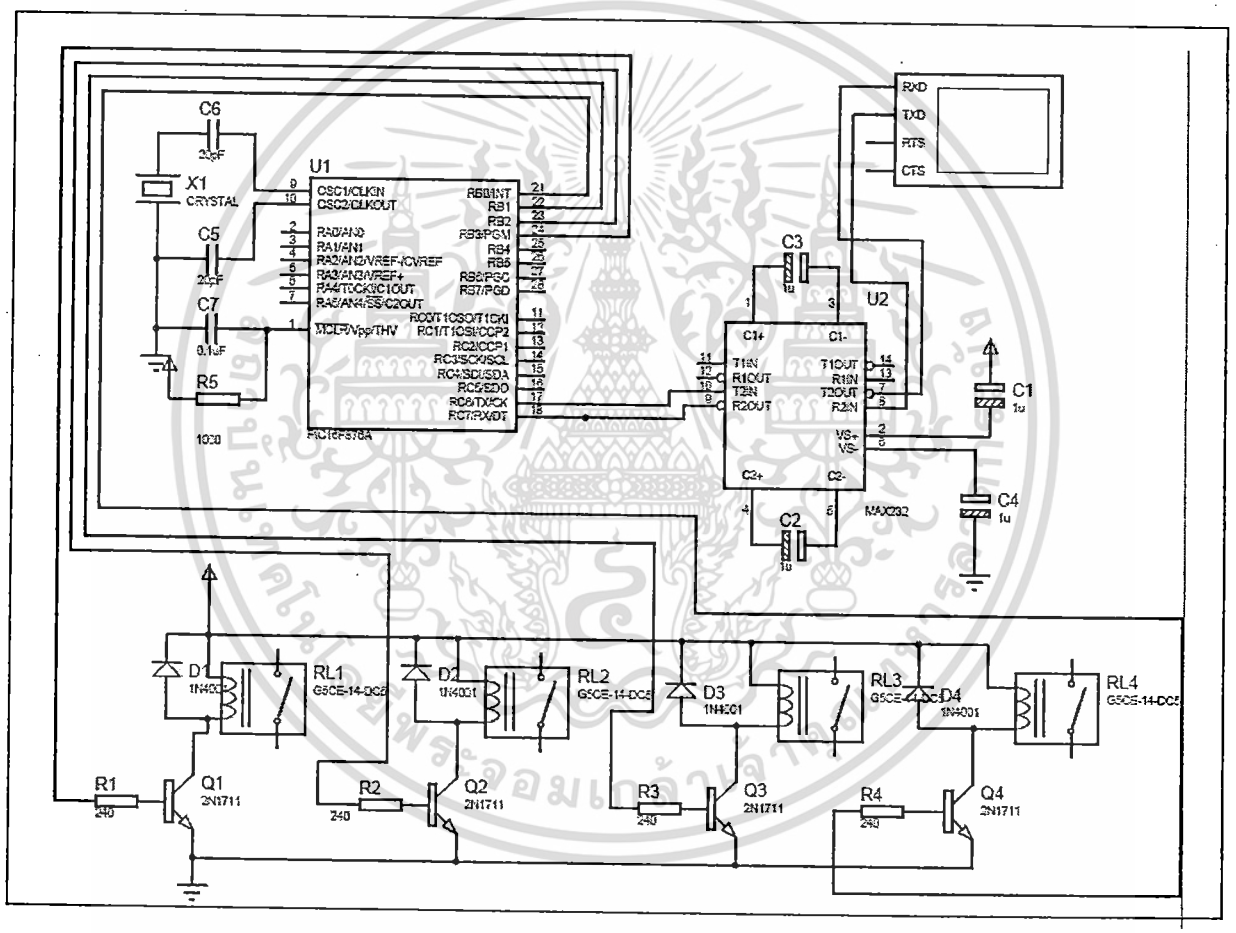


รูปที่ 3.5 ข.) แสดงลำดับการทำงานของโปรแกรมการประมวลผลภาพ(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การออกแบบส่วนควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า

ส่วนนี้เป็นส่วนที่รับรหัสจากส่วนประมวลผลภาพ ที่คำนวณตำแหน่งของจุดแสงเลเซอร์บนฉาก ผ่าน พอร์ตอนุกรม เพื่อควบคุมการทำงานของ รีเลย์เปิด/ปิดการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า ระบบที่ได้ออกแบบแสดงในรูปที่ 3. รหัสคำสั่งจะถูก ส่งผ่านทางพอร์ตอนุกรม RS-232 โดยส่งที่ขาส่งสัญญาณ TX และผ่านเข้าสู่ Max232 ซึ่งเป็นวงจรรวมปรับระดับสัญญาณตามมาตรฐาน RS-232ที่ขา R IN แล้วออกที่ขา R OUT ของ Max232 เพื่อเข้าสู่ PIC16F876A ที่ขา18 (Rx) และทำหน้าที่ถอดรหัสควบคุมการทำงานของ Relay ผ่านทางขาRB0-RB7



รูปที่ 3.6 วงจรส่วนรับข้อมูลและควบคุมการเปิดปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

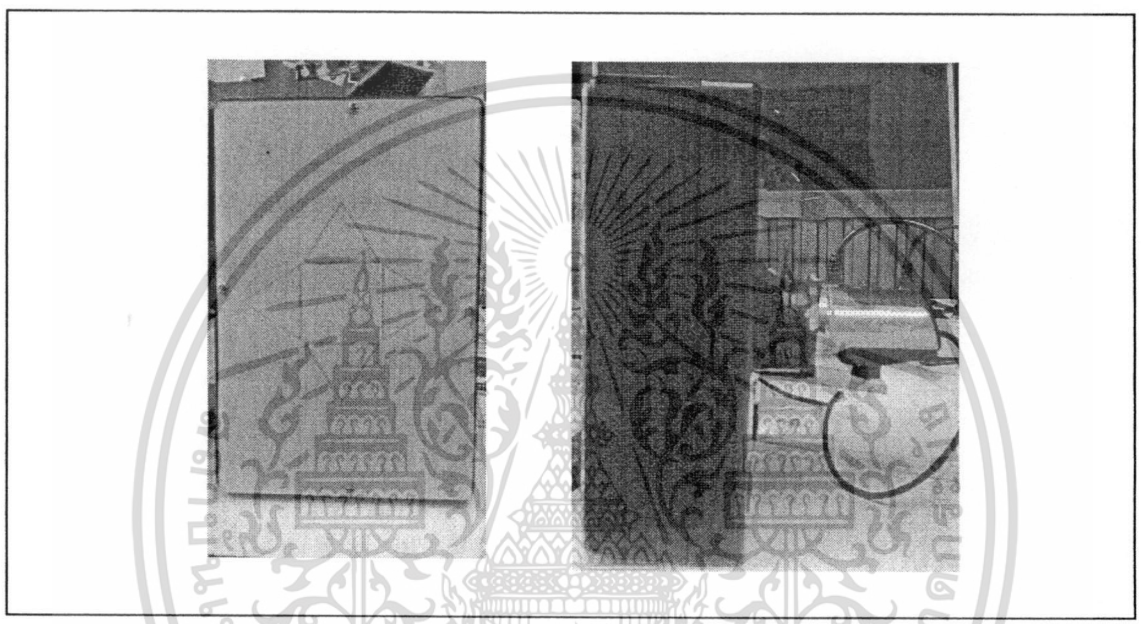
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัย

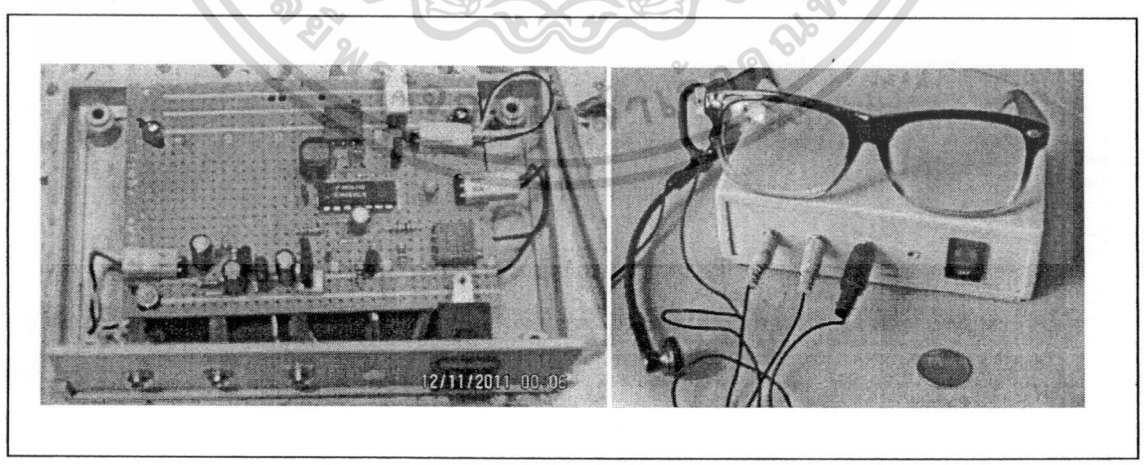
ในบทนี้จะนำเสนอผลที่ได้จาการสร้างอุปกรณ์ที่ออกแบบตามแนวคิดที่ได้นำเสนอในบทที่ 3 และการทดลองและผลการทดลอง ในการทดสอบการทำงานที่สำคัญบางจุด

4.1 การติดตั้งฉากและกล้องเว็บแคม



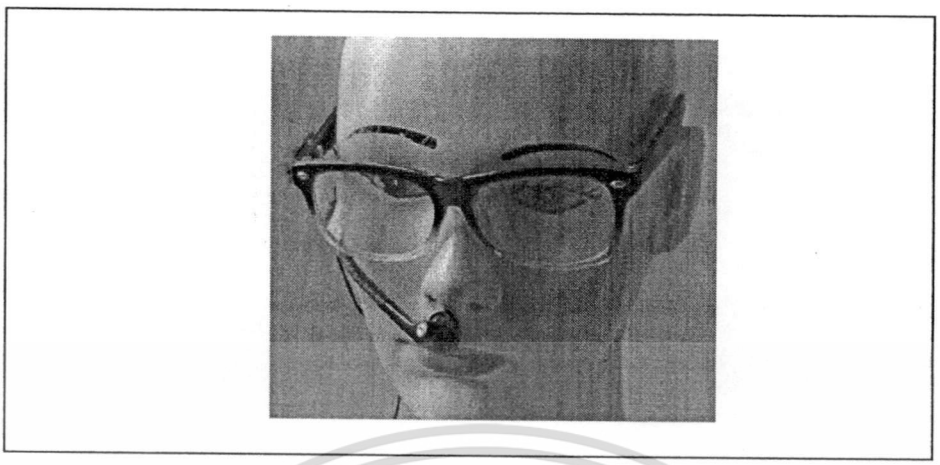
รูปที่ 4.1 ต้นแบบส่วนรับแสงเลเซอร์

//////////4.2 ผลการประกอบ แว่นตาและ กล่องวงจรขับเลเซอร์



รูปที่ 4.2 ต้นแบบแว่นตาและ กล่องวงจรขับเลเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

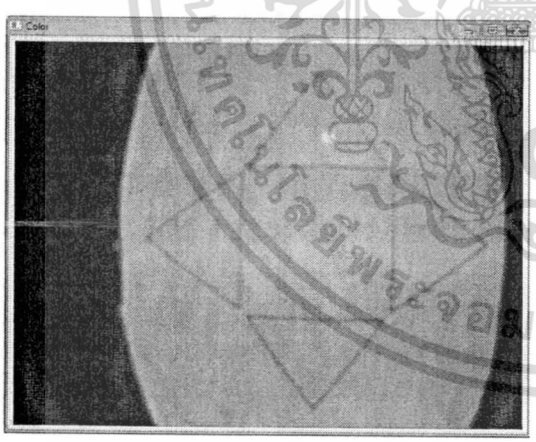


รูปที่ 4.3 ต้นแบบแว่นตาขณะสวมใส่ไมโครโฟนจะถูกติดตั้งใกล้จมูก

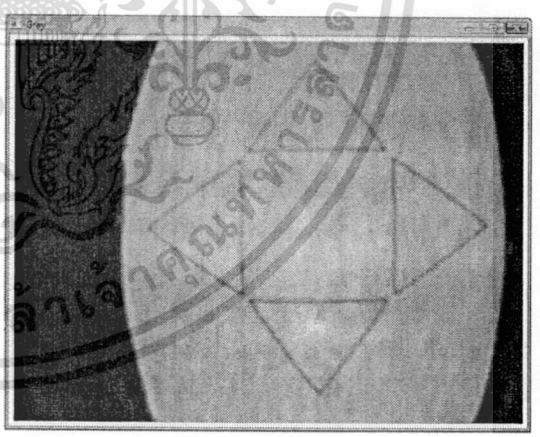
4.3 การทดลองผลการประมวลผลภาพ

4.3.1 การเปลี่ยนสเปซสีจาก RGB เป็น Gray scale

จากรูปที่ 4.4 จะพบว่าภาพที่ได้นั้นยังคงเป็นภาพสีซึ่งถ้าจะใช้ในการคำนวณภาพที่หาจุดสีแดงนั้นเป็นไปได้ยาก จึงต้องการทำให้ภาพไปอยู่ในระดับเทาเพื่อให้เห็นถึงความแตกต่างของความสว่างที่ชัดเจนมากขึ้นจึงต้องมีการเปลี่ยนสเปซของสี และได้ดังรูปที่ 4.5 แสดงภาพที่อยู่ในสเปซสีของระดับเทา



รูปที่ 4.4 แสดงภาพที่ได้จากกล้องในสเปซ RGB

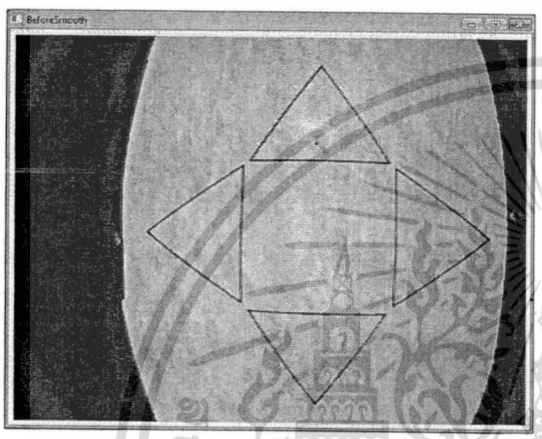


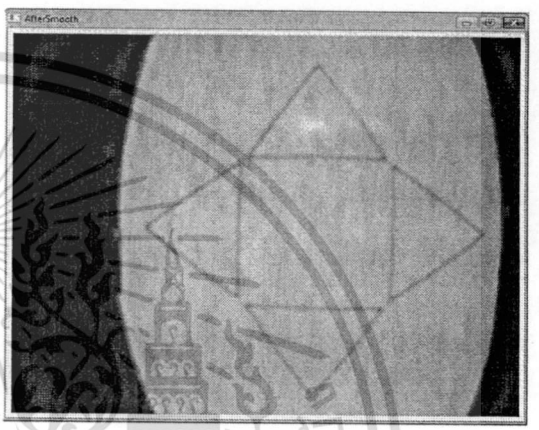
รูปที่ 4.5 แสดงภาพที่อยู่ในสเปซสีของระดับเทา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การปรับปรุงภาพ

จาก Flow Chart แสดงในรูปที่ 3.5 ซึ่งเป็น การทำงานของการประมวลผลภาพ จะพบว่าภาพที่ได้นั้นยังคงมีความเพี้ยนของสีบ้างเล็กน้อยจึงต้องมีการลดส่วนที่เพี้ยนลดลงโดยใช้ฟิลเตอร์แบบค่าเฉลี่ย เพื่อใช้ในการลดสัญญาณรบกวนแบบเกาส์เซียนจะได้ดังรูปที่ 4.6 แสดงภาพที่ยังไม่ได้ทำการฟิลเตอร์แบบค่าเฉลี่ย และรูปที่ 4.7 แสดงภาพที่ได้หลังจากการฟิลเตอร์แบบค่าฉลี่ยพบว่าภาพที่ได้ออกมานั้นมีความชัดและสีที่เรียบมากขึ้น

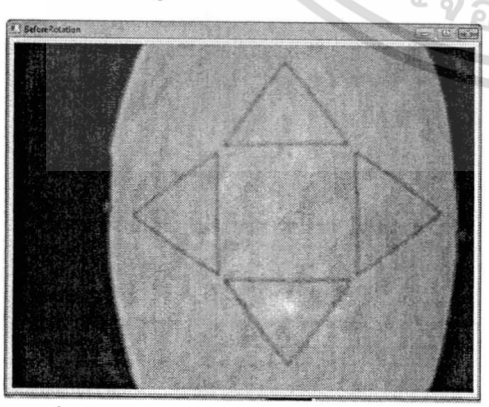




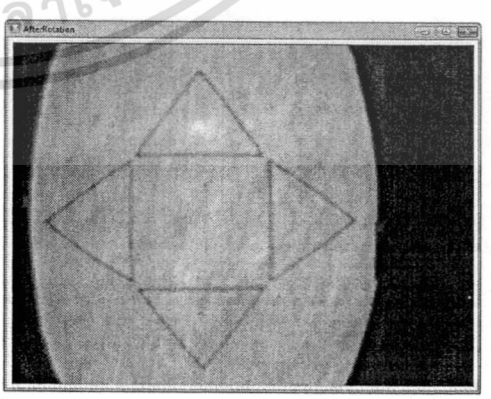
รูปที่ 4.6 แสดงภาพที่มีสัญญาณรบกวนแบบเกาส์เซียน รูปที่ 4.7 แสดงภาพที่ผ่านการกรองแบบค่าเฉลี่ย

4.3.3 การแปลงเรขาคณิตภาพ

จากรูปที่ 4.7 และ 4.8 เห็นได้ว่าภาพที่ปรากฏออกมานั้นเป็นภาพหัวกลับในขณะที่มีการประมวลผลภาพอาจทำให้ผู้ใช้มองเห็นภาพคนละแบบกับที่คอมพิวเตอร์เห็นจึงต้องหมุนภาพเป็นมุม 180 องศาเพื่อให้คอมพิวเตอร์และผู้ใช้เห็นภาพในลักษณะที่เหมือนกัน และผู้ใช้สามารถใช้งานได้สะดวกมากขึ้น ผลการหมุนภาพแสดงได้ดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.8 แสดงภาพที่ยังไม่ได้มีการหมุนภาพ

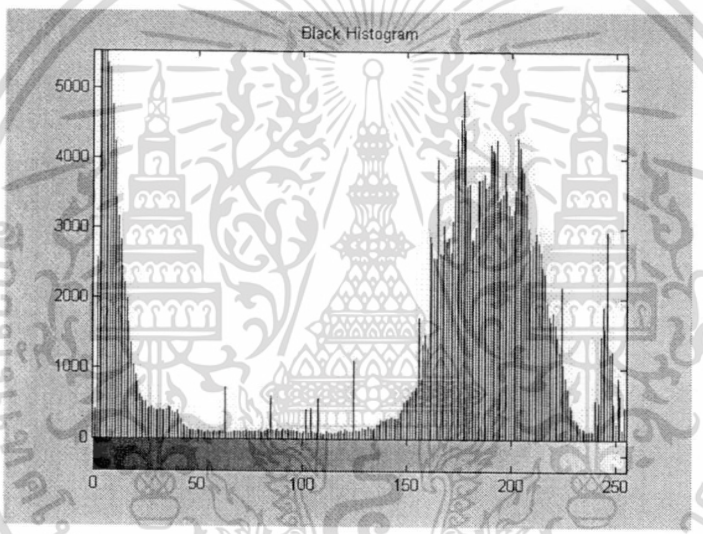


รูปที่ 4.9 แสดงภาพที่ได้หลังจากการหมุนภาพ

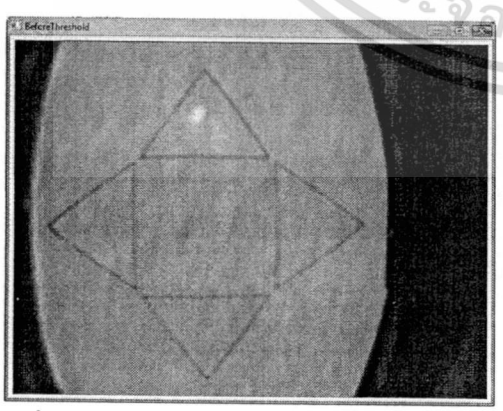
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4 การทำเทรชโฮลด์ภาพ

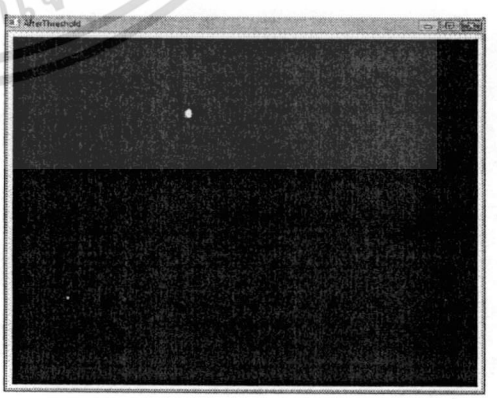
จากภาพระดับเทาทำให้สามารถมองเห็นจุดของแสงเลเซอร์แล้ว แต่ยังคงเห็นแสงเลเซอร์ไม่ชัดเจน ดังรูปที่ 4.11 เนื่องจากภาพพื้นหลังยังมีเท็กซ์เจอร์มาก จึงต้องมีการปรับปรุงภาพก่อน นำไปคำนวณหาตำแหน่งของจุดแสงอย่างอัตโนมัติ ในงานวิจัยนี้ใช้การตัดเทรชโฮลด์ (Thresholding) เนื่องจากจำนวนองค์ประกอยภาพมีไม่มากนัก ทำให้ฮีดโตรแกรมของภาพมีกลุ่มแยกกันอย่างชัดเจน การตัดเทรชโฮลด์ จะแบ่งภาพออกเป็น 2 ระดับ คือ ขาวกับดำ จากการทดลองจะพบว่ามีค่าระดับอยู่ในช่วง 220 – 255 และเมื่อทำการปรับเทรชโฮลด์โดยค่าระดับกั้นอยู่ที่ 240 ค่าของพิกเซลที่มีค่าต่ำกว่า 240 จะเป็นสีดำ (มีค่า 0)และถ้ามีค่าสูงกว่า 240 จะกลายเป็นสีขาว (มีค่า 255) แล้วจะได้รูปที่มีจุดสีขาวที่เด่นชัดขึ้น ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 4.10 ตัวอย่างฮิสโตแกรมของภาพที่ยังไม่ได้ทำเทรชโฮลด์



รูปที่ 4.11 ภาพที่ยังไม่ได้ทำเทรชโฮลด์

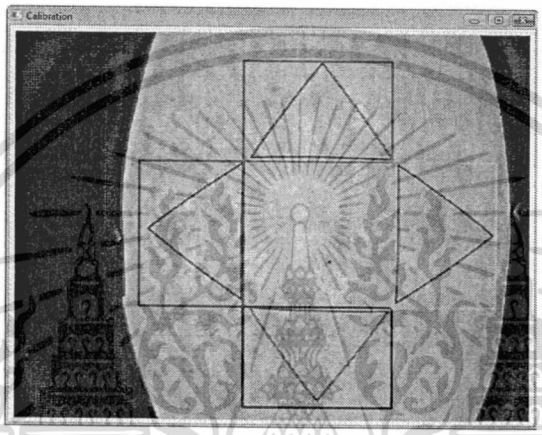


รูปที่ 4.12 ภาพหลังจากทำเทรชโฮลด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.5 การเลือกย่านที่ใช้ในการคำนวณ

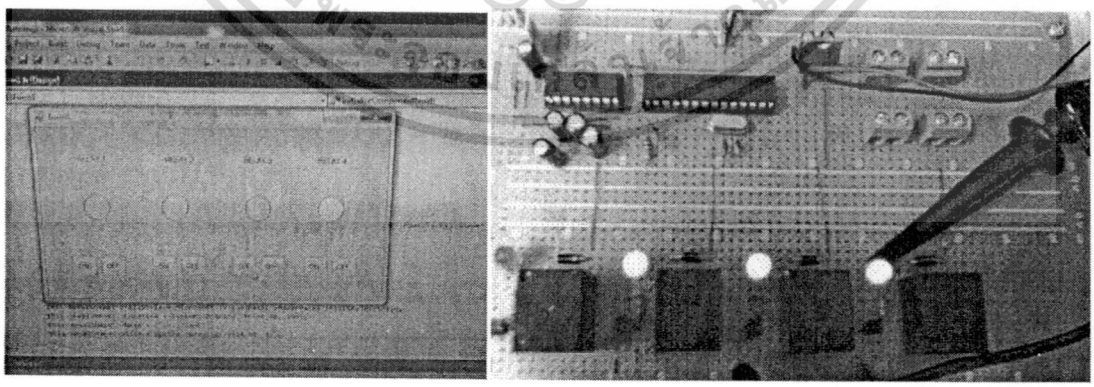
ภาพที่ได้จากการหมุนแล้วนั้นจะทำให้คอมพิวเตอร์มองภาพเห็นในแบบเดียวกับที่ผู้ใช้เห็นทำให้สามารถคำนวณหาตำแหน่งจุดสีขาวหลังจากทำเทรชโฮลด์ภาพแล้วได้ง่าย โดยการกำหนดบริเวณในภาพออกเป็นสี่ย่านตามที่ได้ทำสัญลักษณ์ไว้ซึ่งเป็นการวาดสี่เหลี่ยมบนภาพนั้นๆ เพื่อให้สามารถหาตำแหน่งของจุดสีขาวได้ง่ายจากหลักการที่จุดสีขาวนั้นจะมีค่า 255 และสีดำจะมีค่า 0 ซึ่งเมื่อรวมค่าแล้วย่านที่มีจุดสีขาวอยู่หรือเลเซอร์นั้นจะมีค่ามากที่สุด ดังรูปที่ 3.13 แสดงย่านที่วาดสี่เหลี่ยมรอบล้อมสัญลักษณ์ที่แสดงไว้



รูปที่ 4.13 แสดงย่านของสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณ

4.4 การทดสอบการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า

การทดสอบในเบื้องต้นใช้การส่งรหัสที่ตั้งไว้ตามโฟลว์ชาร์ตรูปที่3.5ข.ส่งจากไมโครคอพิวเตอร์หลอด LED แสดงว่า รีเลย์เปิดสวิทช์ การทำงานเป็นลักษระ Toggle คือกดติกดซ้ำดับ



รูปที่ 4.14 การทดสอบการควบคุมรีเลย์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นสวิทช์ เปิด ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุป

ได้นำเสนอการแนวคิดในการออกแบบระบบสั่งงาน การเปิดปิด เครื่องใช้ไฟฟ้า โดยใช้แสงเลเซอร์จากเลเซอร์ไดโอดซึ่งติดไว้ที่ขาแว่นตา เพื่อให้คนพิการผู้ที่ยังสามารถควบคุมการหันศีรษะได้ สามารถนำมาใช้ในการควบคุมการเปิดปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า ระบบอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมการเปิด/ปิดเลเซอร์ รับการสั่งงานจากการเป่าลมจากจมูกหรือปากแรงกว่าปกติเล็กน้อยไปที่ไมโครโฟน แสงเลเซอร์จะเปิดอยู่ประมาณ 7-10 วินาที และผู้ใช้ต้องหันศีรษะให้ลำแสงตกกระทบฉาก ห่างออกไป ได้ถึงสามเมตร (ปลายเตียง) ตำแหน่งของจุดสว่างบนฉาก จะเป็นตัวกำหนดรหัสควบคุมโดยการกำหนดเป็นย่านระบุบนฉาก กล้องเว็บแคมถูกติดตั้งด้านหลังของฉากติดตั้งบนกล่องขนาด 5x7x3.5 นิ้ว และใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ ประมวลผลภาพและส่งรหัสออกทางพอร์ตอนุกรม ส่วนควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าทำหน้าที่รับและถอดรหัสและควบคุมการจ่ายกำลังงานให้กับครื่องใช้ไฟฟ้าเลือกได้ 4 ช่อง

หลังจากได้สร้างระบบตามแนวคิดข้างต้น เพื่อใช้ในการควบคุมผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าแนวคิดข้างต้นสามารถเป็นไปได้ โดยใช้ซอฟต์แวร์ Open CV® ในการประมวลผลภาพ สามารถควบคุมการปล่อยกำลังงานไฟฟ้า ให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า จำนวน 4 ช่องสัญญาณ ได้อย่างถูกต้อง

5.2 วิจารณ์

คุณสมบัติของลำแสงเลเซอร์มี ลำแสงเข้มและตรง และแหล่งกำเนิดมีขนาดเล็กเบา ทำให้สามารถ ติดตั้งบนขาแว่นตาได้ง่าย สามารถควบคุมได้แม้ระยะทางห่างจากฉาก อย่างไรก็ดี ยิ่งระยะห่างระหว่างฉากรับกับแหล่งกำเนิดแสงมาก การควบคุมตำแหน่งของจุดแสงจะทำได้ยากขึ้น ผู้ใช้งานอาจจะต้องฝึกการควบคุมศีรษะระยะเวลาหนึ่งก่อน การใช้เว็ปแคมซึ่งราคาถูก ยังจำเป็นต้องใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ หรือคอมพิวเตอร์โน๊ตบุคในการประมวลผลภาพ ซึ่งยังคงใช้การเชื่อมต่อทางสายในแต่ละส่วน ทำให้ระบบต้นแบบยังนำมาใช้งานจริงได้ยาก อย่างไรก็ดี เมื่อเทียบกับระบบอื่นเช่นการใช้คลื่นสมอง การกรอกตา หรือใช้ลิ้นในการสั่งงาน น่าจะเป็นระบบที่ใช้งานง่ายและราคาถูกระบบหนึ่ง การใช้โทรศัพท์สมาร์ตโฟนซึ่งใช้ระบบปฏิบัติการเปิด อย่าง Androi® แทนกล้องเว็ปแคมและไมโครคอมพิวเตอร์ น่าจะทำให้การเชื่อมต่อระหว่างระบบเป็นแบบไร้สาย ราคาถูกลง และขนาดกระทัดรัดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม/เอกสารอ้างอิง

1. นิจศรี ชาญณรงค์ *อัมพฤกษ์ อัมพาต โรคร้ายที่หลีกเลี่ยงได้* เอกสารเผยแพร่ สมาคมหลอดเลือดไทย. กันยายน 2543

2 นิตยา พันธุเวทย์ และ นุชรี อาบสุวรรณ *ประเด็นรณรงค์วันอัมพาตโลก*ประเด็นสารวันอัมพาตโลก สำนักโรคไม่ติดต่อ กระทรวงสาธารณสุข 2553

3. Blackmer J; Ross, Awareness and use of advance directives in the spinal cord injured population, *Spinal Cord,* November 2002, Volume 40, Number 11: 581-94

4. Wolpaw JR, Birbaumer N, McFarland DJ, Pfurtscheller G, Vaughan TM, Brain-computer interfaces for communication and control, Clin Neurophysiol. 2002 Jun;113(6):767-91.

5. Quadriplegic Assistive Technology, *Residential & Workplace Accommodations,* N.I.R.E, 2002, pp. 1-15.

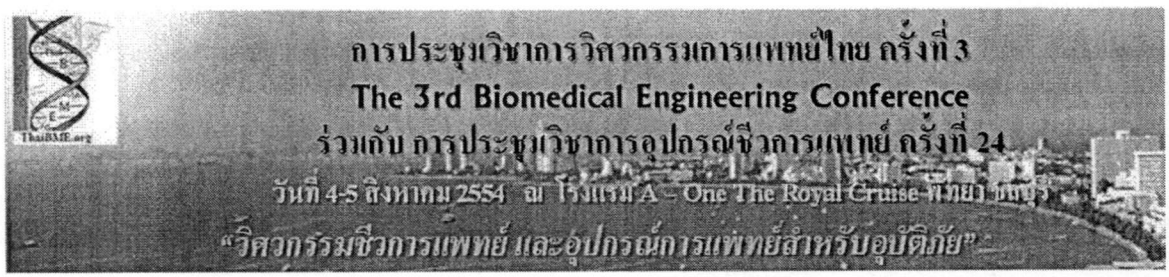
6. H. Cotts, Instruction for a simple Adapted Laser Pointer for Low Tech Augmentative Communication, www.everyonecommunicate.org.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บทความวิจัย

เสนอในที่ประชุม

การประชุมวิชาการวิศวกรรมชีวการแพทย์ ครั้งที่ ๓

๔-๕ สิงหาคม ๒๕๕๔

โรงแรม เอวันรอยัลครุยส์ พัทยา ชลบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาอุปกรณ์สั่งงานเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยแสงเลเซอร์สำหรับผู้ป่วยอัมพาต
Development of LASER-Beam Remote Control for People with Severe Neuromuscular Disorders

ชัชชัย คาง, กิติพล ชิดสกุล, สุรเดช ตรีไตรลักษณะ

ห้องปฏิบัติการวัดและประมวลผลทางชีวการแพทย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 Email: kckitiph@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

อัมพาตเป็นอาการที่ผู้ป่วยไม่สามารถควบคุมหรือสั่งการไปยังกล้ามเนื้อบางส่วนจนถึงเกือบทั้งหมด ทำให้ผู้ป่วยไม่สามารถควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกายได้ ในบทความนี้นำเสนอการพัฒนาระบบสั่งงานระยะไกล สำหรับผู้ป่วยอัมพาตตั้งแต่ไหล่ลงมาให้สามารถควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าในระยะไกลโดยใช้แสงเลเซอร์ เลเซอร์ไดโอดจะถูกติดตั้งที่แว่นตาซึ่งผู้ป่วยสวมใส่ มีเซ็นเซอร์ควบคุมการเปิดลำแสงโดยใช้ลมหายใจ ลำแสงเลเซอร์จะถูกควบคุมโดยผู้ใช้ให้ตกกระทบบนฉากและใช้กล้องเว็บแคมในการตรวจจับตำแหน่งของจุดแสงเลเซอร์ ตำแหน่งของจุดแสงเลเซอร์จะกำหนดการเปิด-เปิด และช่องทางการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าในจำนวน 4 ช่องในระยะมากกว่า 3.5 เมตร

Abstract

People with severe neuromuscular disorder may be completely paralyzed below the shoulder called quadriplegias. The immediate goal of this development, for these users, is the simple remote control to which is able to control some electrical appliances. By using LASER diode installed on the glasses as the pointer on a screen, the position of lighting point is determined based on image analysis acquired by a web cam. Due to the determined position, a microcontroller based system commands an operation (on-off) of one specified device of 4 in distance of 3.5 meters.

Keywords: Paralysis, Severe Neuromuscular Disorder, LASER, Remote control,

1. คำนำ

อัมพาต (paralysis) เป็นอาการที่ผู้ป่วยไม่สามารถควบคุมหรือสั่งการไปยังกล้ามเนื้อบางส่วนจนถึงเกือบทั้งหมด ทำให้ผู้ป่วยไม่สามารถควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกายได้ สาเหตุหลัก ๆ ของอัมพาตได้แก่ สมองส่วนทำหน้าที่สั่งการถูกทำลายจากโรคหลอดเลือดสมอง[1] เชื้อโรค หรือจากอุบัติเหตุ อีกสาเหตุหนึ่งคือเส้นประสาทสั่งงานหลักถูกทำลายจากอุบัติเหตุหรือโรคภัย ตลอดจนอาการกล้ามเนื้ออ่อนแรงเฉียบพลัน [2] เป็นต้น ในรอบ 10 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2540 – 2550) พบคนไทยนอนรักษาตัวที่โรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข ด้วยโรคหลอดเลือดสมองเพิ่มขึ้น 2.75 เท่าตัวและ 10.6 ในรอบปีที่ผ่านมา [3] และเป็นสาเหตุของอัมพาตอันดับต้น ๆ [3] ผู้ป่วยอัมพาตอาจจะเยียวยาให้ร่างกายฟื้นคืนสู่สภาพปกติได้ แต่บางสาเหตุจะไม่สามารถฟื้นฟูกลับมาเหมือนเดิมได้อีกต่อไป ผู้ป่วยอาจจะต้องอยู่ในสภาพไม่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้ตลอดชีวิต ความสำเร็จในการฟื้นฟูสภาพร่างกายของผู้ป่วยอัมพาต สำคัญอยู่ที่การสร้างแรงจูงใจหรือกำลังใจให้ผู้ป่วยมีชีวิตที่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้บ้าง มีกิจกรรมที่สามารถทำได้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดความหวังในการมีชีวิตอยู่ [4] งานวิจัยนี้มีเป้าหมายในการสร้างนวัตกรรมเพื่อช่วยเหลือผู้ป่วยอัมพาตตั้งแต่ไหล่ลงมา (quadriplegia) ให้สามารถช่วยเหลือตนเอง กระทั่งสื่อสารกับคนรอบข้างได้ระดับหนึ่ง

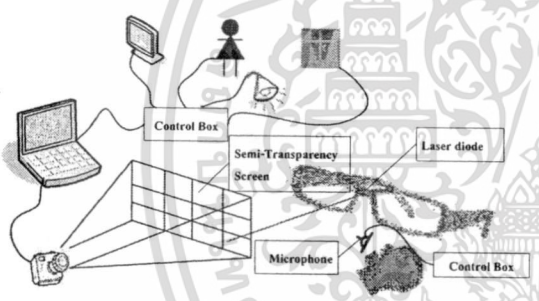
ผู้ป่วยอัมพาตตั้งแต่ไหล่ลงมายังสามารถควบคุมลมหายใจ หมุนคอเอียงหน้าได้ แต่ส่วนใหญ่จะไม่สามารถสื่อสารด้วยวาจาได้ [5] การสื่อสารและสั่งงานไปยังผู้ช่วยเหลือดูแล ทำได้โดยการใช้สายตาหรือภาษากายซึ่งมีขีดจำกัดมากมาย ทำให้เกิดความเครียดส่งผลกับสภาพจิตใจและร่างกายตามมา ได้มีการพัฒนาอุปกรณ์ช่วยเหลือผู้ป่วยอัมพาตให้สามารถช่วยเหลือตัวเอง หรือสื่อสารได้บ้าง เช่นใช้คลื่นสมองในการสั่งการ [5] ใช้อุปกรณ์ตรวจจับการกระพริบตาหรือเคลื่อนไหวดวงตา [6] ซึ่งต้องการเครื่องมือที่ซับซ้อนต้นทุนสูงในการพัฒนาเป็นอุปกรณ์ช่วยเหลือผู้ป่วยเฉพาะราย ได้มีการนำเลเซอร์ไดโอดในรูปของเลเซอร์พอยน์เตอร์ มาใช้ในการประดิษฐ์เครื่องช่วยสื่อสารสำหรับผู้ป่วยกล้ามเนื้ออ่อนแรง [7] เนื่องจากมีราคาถูก ลำแสงเป็นเส้นตรงเหมาะกับการชี้เป้าหมาย อันตรายน้อยและน้ำหนักเบา เป้าหมายเป็นกระดานตัวอักษรหรือประโยคง่าย ๆ เพื่อการสื่อสารกับผู้ดูแลหรือชี้เป้าเป็นอุปกรณ์รับแสงอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมการเปิดปิดไฟฟ้าแบบง่าย ๆ งานวิจัยนี้ใช้หลักการของเลเซอร์ พัฒนาเป็นอุปกรณ์สั่งงาน ที่มีฟังก์ชันมากขึ้น เน้นการออกแบบให้ใช้งานสะดวก

เอกสารนี้สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แนวคิดของระบบและการออกแบบสร้าง

2.1 แนวคิดของระบบ

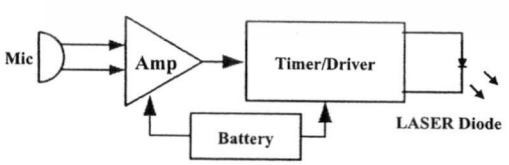
จากหลักความจริงที่ว่าผู้ป่วยอัมพาตตั้งแต่ไหล่ลงมา ยังสามารถหายใจและหันหน้าไปมาได้ในระดับหนึ่ง ซึ่งสามารถนำเอาความสามารถที่ยังเหลืออยู่นี้มาใช้ในการควบคุมการสั่งงานอุปกรณ์ที่ออกแบบขึ้นมาเป็นพิเศษได้ ซึ่งต้นแบบที่ออกแบบสร้างขึ้นมา ได้เลือกเลเซอร์ไดโอดเป็นอุปกรณ์ชี้ตำแหน่งในระยะไกลตามแนวคิดของ Cotts [7] ความเหมาะสมของการนำเลเซอร์ไดโอดมาใช้ คือน้ำหนักเบา ราคาถูก ใช้งานง่าย และมีอันตรายต่อผู้ใช้น้อยมาก นอกจากนี้ยังมีลำแสงเข้ม แนวตรง ทำให้กำหนดตำแหน่งได้ง่าย ในการออกแบบเบื้องต้นใช้กล้องวิดีทัศน์แบบเวปแคมราคาย่อมเยาว์เป็นอุปกรณ์ตรวจจับตำแหน่งของแสงเลเซอร์บนฉากสีขาวแบบกึ่งโปร่งแสง คอมพิวเตอร์แบบเน็ตบุคเป็นส่วนรับภาพจากกล้องแล้วประมวลผลระบุตำแหน่งของจุดสว่างเลเซอร์บนจอเพื่อส่งมายังส่วนควบคุมเครื่องไฟฟ้า



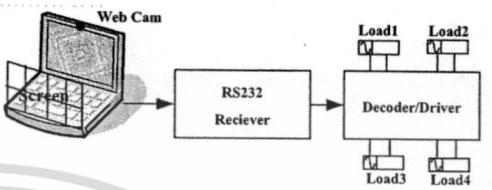
รูปที่ 1 แสดงแนวคิดของระบบ

2.2 ระบบอิเล็กทรอนิกส์

แบ่งเป็นสองส่วนอิสระต่อกันคือกล่องควบคุมขับแสงเลเซอร์ จะได้รับการกระตุ้นจากการหายใจแรงกว่าปกติเล็กน้อยของผู้ใช้เพื่อให้เซ็นเซอร์(ไมโครโฟน) ส่งสัญญาณไปเปิดแสงเลเซอร์ในช่วงเวลาหนึ่ง จนกระทั่งส่วนประมวลผล คำนวณตำแหน่งของจุดแสงได้



รูปที่ 2 ระบบอิเล็กทรอนิกส์ของกล่องควบคุมเลเซอร์

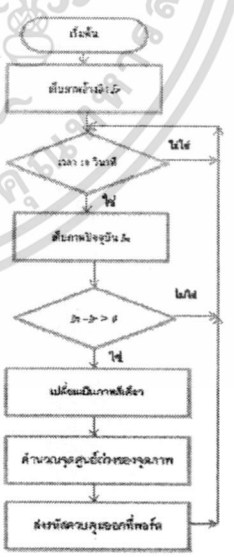


รูปที่ 3 ระบบอิเล็กทรอนิกส์ของกล่องควบคุมโหลด

จอรับแสงเลเซอร์จะถูกแบ่งเป็นส่วน ๆ 8 ส่วนแต่ละส่วนจะถูกระบุให้สัมพันธ์กับฟังก์ชันของโหลด เช่นสถานะการเปิด-ปิดเป็นต้น

2.3 ซอฟต์แวร์

ซอฟต์แวร์หลักของระบบเขียนขึ้นมาในภาษา Borland C++ Builder และ Open CV เป็นการประมวลผลภาพเพื่อระบุตำแหน่งของจุดสว่างบนจอภาพ เนื่องจากลำแสงเลเซอร์มีความเข้มแสงสูงและเป็นจุด ทำให้การประมวลผลภาพจากเวปแคมทำได้ง่ายและรวดเร็ว ตัวอย่างเช่นการตรวจจับว่ามีแสงเลเซอร์ตกกระทบจอหรือไม่เพียงแค่เก็บเฟรมภาพที่ไม่มีแสงไว้อ้างอิง ทุกครั้งที่เก็บภาพเข้ามาใหม่ก็เพียงแค่วัดจากผลต่างของการลบภาพเป็นต้น การระบุตำแหน่ง คำนวณจากตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วงของภาพ (center of gravity) ของภาพผลลัพธ์จากจุดอ้างอิง



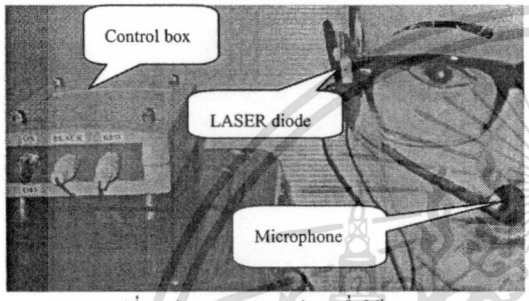
รูปที่ 4 ลำดับขั้นตอนการคำนวณตำแหน่งจุดของเลเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

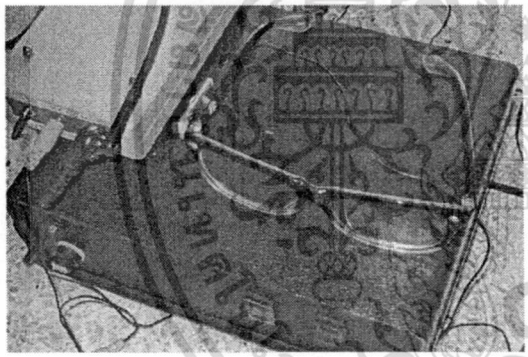
เมื่อคำนวณตำแหน่งของจุดแสงตกกระทบได้แล้ว ไมโครคอมพิวเตอร์จะส่งรหัสประจำตำแหน่งที่โปรแกรมไว้ล่วงหน้าแล้วออกทางพอร์ตอนุกรมไปยังกล่องควบคุมและถอดรหัสเพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการ ในต้นแบบที่นำเสนอนี้ เป็นการควบคุมแบบเปิด-ปิด เท่านั้น

3. ต้นแบบจากการสร้างและการทดสอบ

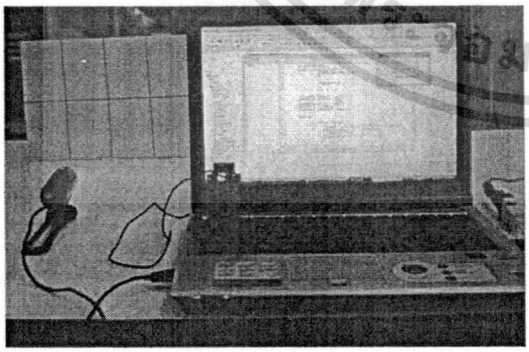
แสดงในรูปที่ 4-6 ดังนี้



รูปที่ 4 กล่องควบคุมและแว่นตาเมื่อใช้งาน



รูปที่ 5 กล่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า



รูปที่ 6 การทดสอบการตรวจจับจุดแสงเลเซอร์

เมื่อประกอบชิ้นส่วนเข้าด้วยกันแล้วจะทำการทดสอบการทำงานของระบบ การปรับแต่งก่อนการใช้งานจริงจำเป็นอย่างยิ่งตามสภาพความเจ็บป่วยและสรีระของผู้ป่วย อย่างแรกคือความสามารถในการหายใจแรง ๆ ออกเพื่อกระตุ้นให้เลเซอร์ทำงาน การปรับแต่งอัตราขยายของวงจรขยายจากเซ็นโดยปรกติแล้ว หากเลเซอร์ดิดสว่างแต่ไม่ถูกชี้ไปที่จอก็จะไม่เกิดอะไรขึ้น เพียงแต่สิ้นเปลืองกำลังงานจากแบเตอรี่ อย่างที่สองคือเวลาที่หน่วงควรให้สอดคล้องกับสภาพการเคลื่อนไหวของส่วนศีรษะของผู้ป่วย หากผู้ป่วยเคลื่อนไหวได้ดี อาจจะหน่วงเวลาน้อยกว่า 10 วินาทีที่ตั้งเป็นค่าเริ่มต้นไว้ได้ ระยะห่างจากแหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์ไปยังฉากรับ ขึ้นอยู่กำลังงานที่ใช้ขับไดโอด แหล่งจ่ายแรงดันขนาด 3 โวลต์ สามารถปรากฏจุดบนฉากในระยะ 3.5 เมตร ได้ชัดเจน ระยะห่างมาก ๆ ของฉากอาจจะทำให้การควบคุมให้แสงกระทบฉากได้ยากขึ้น

4. สรุป

บทความนี้ได้นำเสนอแนวคิดและการออกแบบสร้าง อุปกรณ์ควบคุมการเปิดปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าระยะไกล โดยใช้แสงเลเซอร์จากเลเซอร์พอยเตอร์วัตถุประสงค์ก็เพื่อให้ผู้ป่วยอัมพาตตั้งแต่คอลงมา สามารถสื่อสารหรือสั่งการได้ในระดับหนึ่ง ในการออกแบบตั้งสมมติฐานว่าผู้ป่วยยังสามารถขยับหน้าและหมุนคอได้ระดับหนึ่ง ทำให้สามารถกำหนดตำแหน่งของจุดแสงบนจอได้ เลเซอร์พอยเตอร์ถูกติดตั้งบนกรอบแว่นตา มีระบบอิเล็กทรอนิกส์กำหนดการเปิดปิดแสงโดยใช้ลมหายใจแรง ๆ เป็นตัวกระตุ้น จอรับแสงเป็นแบบกึ่งโปร่งแสงสีขาวแบ่งเป็นพื้นที่ 8 ส่วน ใช้กล้องเวปแคมตรวจจับจุดแสงบนจอรับภาพ การประมวลผลใช้คอมพิวเตอร์โน๊ตบุคขนาดเล็กคำนวณหาตำแหน่งเทียบกับจุดอ้างอิง และส่งรหัสควบคุมออกทางพอร์ตอนุกรมไปยังกล่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า ในเบื้องต้นออกแบบให้การควบคุมเป็นแบบเปิด-ปิดเท่านั้น ระยะทางในการควบคุมได้มากกว่า 3.5 เมตร อนึ่งระบบยังไม่ได้ถูกนำไปทดสอบกับผู้ป่วยอัมพาตจริงในขณะนี้ เนื่องจากอยู่ในขั้นตอนการปรับปรุงรูปแบบให้ใช้งานได้ง่าย ซึ่งการนำเอาไปใช้งานจริงจะได้ดำเนินต่อไปตามขั้นตอนข้อบังคับต่าง ๆ เพื่อปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้น นอกจากนี้ยังจะได้ปรับปรุงส่วนตรวจจับจุดแสงโดยไม่ต้องใช้คอมพิวเตอร์โน๊ตบุค ทำให้ลดต้นทุนการสร้างและทำงานได้เร็วขึ้น

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้การสนับสนุนการนำเสนอบทความในที่ประชุมครั้งนี้

เอกสารนี้สงวนลิขสิทธิ์ใช้ได้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] นิจศรี ชาญณรงค์ *อัมพฤกษ์ อัมพาต โรคร้ายที่หลีกเลี่ยงได้* เอกสารเผยแพร่ สมาคมหลอดเลือดไทย. กันยายน 2543

[2] นิตยา พันธุเวทย์ และ นุชรี อาบสุวรรณ *ประเด็นรณรงค์วันอัมพาตโลก* ประเด็นสารวันอัมพาตโลก สำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข 2553

[3] รายงานประจำปี 2553 สำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข

[4] Blackmer J; Ross, Awareness and use of advance directives in the spinal cord injured population, *Spinal Cord*, November 2002, Volume 40, Number 11: 581-94.

[5] Wolpaw JR, Birbaumer N, McFarland DJ, Pfurtscheller G, Vaughan TM, Brain-computer interfaces for communication and control, Clin Neurophysiol. 2002 Jun;113(6):767-91.

[6] Quadriplegic Assistive Technology, *Residential & Workplace Accommodations*, N.I.R.E, 2002, pp. 1-15.

[7] H. Cotts, Instruction for a simple Adapted Laser Pointer for Low Tech Augmentative Communication, www.everyonecommunicate.org.

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย (ปรับได้ตามความเหมาะสม)

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล นาย กิติพล ชิตสกุล

ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
วศ.บ	วิศวกรรมไฟฟ้า	สจล.	2523
วศ.ม	วิศวกรรมไฟฟ้า	สจล.	2529
D.E.A	Biomedicale	Universite Technologie de Compiegne, France	2532
Docteurat	Biomedicale	Universite Paris XII, France	2536

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) **Medical Instrumentation and Signal processing**

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ (ระดับชาติและนานาชาติ)

1. กิติพล ชิตสกุล และ มนัส สังวรศิลป์ เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจด้วยคลื่นอัลตร้าซาวด์ เอกสารการประชุมทางวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 5 สจล กรุงเทพ 2524
2. กิติพล ชิตสกุล และ มนัส สังวรศิลป์ เครื่องกระตุ้นไฟฟ้ากระแสตรงเร่งให้กระดูกหักติดเร็ว เอกสารการประชุมทางวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 7 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 2527
3. Microprocessor Based Arrthymias Monitor Regional Conference on Biomedical Electronics, Bandung, Indinesia, 1994.
4. ระบบตรวจวัดและติดตามสัญญาณไฟฟ้าหัวใจและการหายใจแบบรวมศูนย์ผ่านคลื่นอินฟราเรดม วารสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง กรุงเทพ 2540.
5. A. Rerkraten, K. Chitsakul and M. Sangw, "32- Electrodes Electrical Impedance Tomography", 2000 TENCON, Kuala lumpeur, Malaysia, 2000.
6. C. Makhun, K. Chitsakul and M. Sangworasilp, "Editing Charater of Curve by Wavelets", Proceeding of Reginal Symposium on Telecomunications Electroni and System, KMITL, Bangkok, July 1996
7. เทอดศักดิ์ ลิ่วหาทอง ชินภัทร นันทจิวากรชัย กิติพล ชิตสกุล และ มนัส สังวรศิลป์ "วิธีใหม่ในการแสดงภาพสีเทียมบนจอภาพระบบVGA "การประชุมทางวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้าประจำปี 2536" สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2536 หน้า 248-254
8. C. Makhun, P. Koosirivanichakorn K. Chitsakul and M. Sangworasilp, "Editing Details of Image by Wavelets", Proceeding of International Conference on Robotic, Vision and Parallel Processing for Industrial Automation , Ipoh, Malaysia July 1996.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. V. Jitvutichot, K.Chitsakul, and M. Sangworasilp, "Heart Rate Variability Analysis System", Proceeding of the First International Conference on mechatronics- ICOM 01, Kuala Lumpur, Malaysia 12-13, Febuary, 2001.
10. S. Claydokjan , K. Chitsakul, M. Sangworasil, and S. Kondo, "Real Time Electrocardiogram Compression Technique Using Wavelet Teransform on MSC-51, 16th biennial international EURASIP conferrence: BIOSIGNAL 2002, Brno, Czech Republic, June 26 to 28, 2002.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้