รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ระบบวัดขนาดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติราคาประหยัด

Low cost electronics element inspection system

นาย อรรถสิทธิ์ หล่าสกุล

b002720101

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2559
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) ระบบวัดขนาดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติราคาประหยัด

แหล่งเงิน เงินงบประมาณแผ่นดิน (วช.)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2559 **จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน**.....600,000 **บาท**

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 **ปี ตั้งแต่** 1 ตุลคคม 2558....ถึง.....30 กันยายน 2559

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย พร้อมระบุ หน่วยงานต้นสังกัด

ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย) .....อรรถสิทธิ์ หล่าสกุล.....

ชื่อ-สกุล (ภาษาอังกฤษ) .....ATTASIT LASAKUL.....

ตำแหน่งทางวิชาการ ...รองศาสตราจารย์..... **สัดส่วนการวิจัย** .....100 %.....

ภาควิชา .....สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์..... **คณะ** .....วิศวกรรมศาสตร์.....

โทรศัพท์ ...0840270185..... **โทรสาร** .....

E-mail .....klattasi@kmitl.ac.th.....

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันเรื่องการทำงานอัตโนมัติได้ถูกนำมาใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรมมากขึ้นเรื่อยๆ กล่าวได้ว่าเป็นหัวใจหลักของระบบการทำงานด้านการผลิตของบริษัทต่างๆเลยทีเดียว ในปัจจุบันระบบอัตโนมัติได้มีการพัฒนาขึ้นเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะเรื่องของ การมองเห็นของหุ่นยนต์ (Machine vision) ซึ่งเป็นส่วนเหมือนตาของหุ่นยนต์ที่เป็นส่วนรับข้อมูลแรกก่อนทำการตัดสินใจทำสิ่งต่างๆของหุ่นยนต์นั้นๆ ในส่วนนี้มีจำหน่ายทั้งโปรแกรมและอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ ที่บริษัทชั้นนำหลายบริษัทได้ทำมาให้ใช้งานได้เป็นอย่างดีมีประสิทธิภาพสูง แต่แน่นอนว่าด้วยประประสิทธิภาพการทำงานที่สูงเหล่านี้ก็ต้องแลกมาพร้อมกับราคาที่สูงมากมายเช่นเดียวกัน [1], [2] อีกทั้งมาพร้อมกับค่าใช้จ่ายของการบำรุงรักษาที่เคร่งครัดของผลิตภัณฑ์นั้นๆ ซึ่งหากเป็นการนำไปใช้งานกับบริษัทที่ต้องการความเที่ยงตรงสูงมากๆ ก็จะคุ้มค่าใช้จ่าย แต่หากเป็นงานที่ไม่ต้องการความเที่ยงตรงสูงมากๆ เป็นพิเศษ ด้วยอุปกรณ์ด้านการถ่ายภาพและอุปกรณ์ประมวลผลแบบคอมพิวเตอร์ฝังตัวที่มีประสิทธิภาพสูงแต่ราคาถูกลงมามากและขนาดที่เล็กลงมากว่าแต่ก่อนอีกมาก ก็น่าจะสามารถนำมาพิจารณาสร้าง อุปกรณ์ใช้งานแบบ การมองเห็นของหุ่นยนต์ได้ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงแนวคิดในการนำอุปกรณ์ที่มีราคาไม่สูง ดังกล่าวมาสร้างเป็นระบบแบบ การมองเห็นของหุ่นยนต์ใช้งาน โดยได้พิจารณาเลือกเป็น ระบบวัดขนาดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติราคาประหยัด โดยเลือกเป็นอุปกรณ์จำพวก วงจรรวมสมเร็จรูป (Integrat Circuit:IC) เนื่องจากว่ามีการใช้งานที่ในส่วนของการวัดขนาดที่ไม่ต้องละเอียดมากนัก เช่น รูปร่างที่แบบเหลี่ยมเดียวกันแต่ขนาดต่างกันเล็กน้อยเท่านั้น โดยการเน้นออกแบบสร้างเป็นระบบขนาดเล็กคลื่นย้ายได้สะดวก เครื่องสามารถดูแลซ่อมแซมได้ง่ายเพราะอุปกรณ์มีหาได้ในเมืองไทย และที่สำคัญสามารถพัฒนาต่อยอดต่องานตรวจสอบอื่นได้ในอนาคต

คำสำคัญ : ไมโครคอนโทรลเลอร์, การประมวลผลภาพดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title: .....Low cost electronics element inspection system.....
Researcher: Assoc.Prof.Dr. Attasit LASAKUL
Faculty: Engineering .....**Department:** .....Computer engineering.....

ABSTRACT

Currently, the digital image processing is a very useful task for the automation system. It's widely used in automation factory. Especially, in the field of "Machine Vision System". Most of factory uses the Robot for many of automation processes. Although, there is Hardware/Software of the Machine vision system proposed by many companies that has high performance with many features of functions. But it's come with high prices too. Furthermore, for maintenance is also very high. However, in some case of applications are not needed the high accuracy of measurement results. And any user (factory), just want only some feature of function. Now days, the Hardware of embedded computer and digital camera have become very small prices but high efficiency. This means that, it is possible to make the machine vision system with has very low prices. In this research, proposed the construction of a computer vision system that uses to classify the size of electronic component. The system automatically continues to check the size of Integrate Circuit Device (IC) that defined by a first step of the operation. The machine is small size (Prototype) and designed for easy using by anybody. The proposed system can further develop for another kind of object measurement applicantions.

Keywords: Microcontroller, Digital Image Processing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำงานวิจัยครั้งนี้ จะไม่อาจสำเร็จได้เลย หากปราศจาก บุคคลและหน่วยงานเหล่านี้ ได้ให้ข้อมูลและคำเสนอแนะ อันเป็นประโยชน์ต่อผู้วจัยเป็นอย่างมาก คือ รศ.ดร.สุรพันธ์ เอื้อไพบูลย์ ซึงเป็นอาจารย์ประจำสาขาวิชา อิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยนี้เป็นอย่างมากในด้านการออกแบบส่วนอิเล็กทรอนิกส์ และอีกส่วนก็คือกลุ่มของ นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ของหลักสูตรวิศวกรรมสารสนเทศ ที่ได้มาร่วมช่วยในการทำการทดลองทดสอบการทำงานของเครื่องที่ได้ทำวิจัยนี้ และขอขอบคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ที่ให้กำลังใจ มาตลอดการทำการวิจัยนี้ นทำให้งานสาเร็จลุล่วงไปด้วยดี และที่สำคัญที่สุด นั้นคือ งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (เลขที่สัญญา A118-59-010) และขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) มาพร้อมกันนี้ด้วย และสุดท้ายคือคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่ให้การสนับสนุนมาตลอด.

รองศาสตราจารย์ ดร. อรรถสิทธิ์ หล่าสกุล
(หัวหน้าโครงการวิจัย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	7
3.1 ส่วนของ Hardware	8
3.2 ส่วนของ Software	12
3.2.1 หลักการของโปรแกรมวิเคราะห์ขนาดอุปกรณ์	12
3.2.2 ลำดับแผนงานวิจัย	15
3.3 การใช้งานของระบบตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	17
บทที่ 4 ผลการวิจัย	20
4.1 ผลวิจัยต่างๆ	20
4.2 จุดเด่นของงานวิจัยนี้	24
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	25
5.1 สรุปผลการวิจัยและคาเสนอแนะ	25
บทที่ 6 สรุปผลผลิตที่ได้จากงานวิจัย	26
บรรณานุกรม เอกสารอ้างอิง	27
ภาคผนวก	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ก อุปกรณ์โมดูลกล้องขนาดเล็ก และคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก	28
ภาคผนวก ข ส่วนของโปรแกรม	32
ประวัตินักวิจัย	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	แสดงตารางเวลาการดาเนินการวิจัย	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แสดงสินค้าของบางบริษัทเป็นกล้องอัจฉริยะที่ใช้งานในด้านการประมวลผลภาพด้วยตัวเอง	3
2.2 รูปกล้องขนาดเล็กเป็นตัวกล้องที่ใช้ในงานวิจัยนี้	4
2.3 คอมพิวเตอร์ฝังตัว (Raspberry pi3) ที่นำมาใช้เป็นตัวประมวลผลหลัก	5
2.4 เป็นเทคโนโลยี่ต่างๆที่นำมาพัฒนาด้านซอร์แวร์	6
3.1 ภาพต้นแบบของเครื่องตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ออกแบบไว้	7
3.2 แสดงส่วนประกอบของระบบประมวลผลภาพ	8
3.3 ส่วนกล่องที่บรรจุตัวกล้อง, ระบบไฟส่องสว่างและตัวประมวลผล	9
3.4 แสดงส่วนตัวบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก (Raspberry pi3)	9
3.5 รูปแสดง Supper bright LED ที่ใช้งานในงานวิจัยนี้	10
3.6 รูปแสดงแผ่นวงจรส่วนขับมอเตอร์สายพานที่ออกแบบใช้งาน	10
3.7 ตัวแบบสายพานที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้	11
3.8 ภาพระบบประมวลผลภาพโดยทั่วไป	12
3.9 แสดงวิธีการวิเคราะห์ของโปรแกรมที่นำเสนอ	13
3.10 แสดงผลการหาขอบภาพ	14
3.11 แสดงจุดศูนย์กลางและเส้นรอบจุดศูนย์ในทุกองศา	14
3.13 โฟร์ชาร์ท โปรแกรมการทำงานดภาพรวมของระบบ	17
3.14 แสดงการกดสวิทช์เปิดไฟเข้าเครื่องและตำแหน่งสวิทช์เปิดการทำงาน	18
3.15 แสดงการคลื่อนที่ของสายพานลำเลียงไอซีต้นแบบเข้าสู่กล่องเก็บข้อมูล	18
3.16 แสดงการวางไอซีตัวอื่นๆที่ต้องการตรวจสอบขนาดว่าเหมือนต้นแบบหรือไม่	19
3.17 แสดงผลการตรวจสอบโดยการเปล่งแสงของ LED (Super bright)	19
4.1 แสดงตัวไอซีที่ใช้ทดสอบที่มุม 135 องศา	20
4.2 ผลการตรวจสอบกับไอซีที่มุมวาง 135 องศา	21
4.3 แสดงผลของการตัด Threadhold ที่บางครั้งมีส่วนขาโผล่ลออกมา	22
4.4 แสดงลำดับตรวจหาจุดมุมทั้งสี่ของไอซี	23
4.5 แสดงการเรียงลำดับหาจุดมุมทั้งสี่ของไอซี	23
6.1 แสดงรูประบบวัดขนาดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติราคาประหยัด	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในรายงานฉบับสมบูรณ์นี้จะได้ เรียงหัวข้อตามรูปแบบมาตฐาน คือ เริ่มจากปัญหาที่มา, ทฤษฎีและงานวิจัยที่ เกี่ยวข้อง, วิธีดำเนินการวิจัย และผลการวิจัย ซึ่งจะได้เน้นส่วนที่เป็นผลการวิจัย เพื่อการพัฒนาปรับปรุงต่อไป ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากปัจจุบันในประเทศไทยเรานั้น ได้มีโรงงานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับ การประกอบ, ซ่อม หรือ สร้างชิ้นส่วนของเครื่องมือเครื่องใช้ ด้านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อยู่ไม่น้อย ซึ่งก็จะมีความต้องการใช้งานอุปกรณ์วงจรรวม (Integrate circuit component) จำนวนมากและหลายแบบสำหรับสายการผลิต ตัวผู้วิจัยได้มีโอกาศเป็นอาจารย์ของนักศึกษาสหกิจ ที่ได้ทำวิจัยร่วมกับบริษัทที่มีการทำงานกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในลักษณะดังกล่าว) บริษัท UTAC ประเทศไทย และได้พบว่าบริษัทลักษณะดังกล่าวนี้ (มีการใช้เครื่องตรวจสอบขนาดของไอซี ทั้งที่เป็นไอซีที่สร้างเองและเป็นสินค้ารับต่อจากบริษัทอื่น ซึ่งจะต้องมีการตรวจสอบขนาดของไอซีว่าที่ได้ว่า เป็นไปตามขนาดที่ได้ต้องการหรือไม่ เพื่อจะได้ (เหตุผลด้านการประกอบ)

ปนำไปสร้างเครื่องมือเครื่องใช้ทางอิเล็กทรอนิกส์ต่อไในปัจุบันบริษัทดังกล่าวนั้นได้ใช้เครื่องวัดตรวจสอบขนาดอุปกรณ์ที่สั่งจากต่างประเทศ เป็นจำนวนหลายเครื่องและแต่ละเครื่องก็มีราคาสูงมากๆ แต่เมื่อพิจารณาถึงการใช้งานจริงๆแล้ว ในการวัดขนาดอุปกรณ์ที่ใช้จริงๆนั้น ต้องการความละเอียดที่ไม่สูงมากนัก ซึ่งน่าจะสามารถทำได้ด้วยตนเองได้โดยใช้อุปกรณ์ที่ไม่ต้องใช้เทคโนโลยีสูงนัก และมีจำหน่ายในเมืองไทยเองด้วย ผู้วิจัยได้เสนอแนวคิดทางด้านการออกแบบโปรแกรมเพื่อควบคุมโดยใช้ทำงานร่วมกับคอมพิวเตอร์ทั่วไปและกล้องดิจิตอลในความละเอียดระดับหนึ่งและมีการจัดระบบแสงให้เหมาะสม และผลการทำงานของโปรแกรมก็ปรากฏว่าได้ผลเป็นที่น่าพอใจและอยู่ในมารตฐานที่ทางบริษัทรับได้ แต่ด้วยงานวิจัยครั้งนั้นโปรแกรมทำงานบนคอมพิวเตอร์ทั่วไป แม้จะได้ผลการทำงานที่ถูกต้องในราคาที่ถูกลง แต่เมื่อต้องใช้งานเป็นเวลานานๆต่อเนื่องแล้วก็มีการหยุดทำงานไปเฉยๆก็มีโอกาศเป็นไปได้ อันเนื่องจากโปรแกรมต้องรันบนคอพิวเตอร์ทั่วไปที่ไม่รองรับการทำงานต่อเนื่องเป็นเวลานานๆ นอกจากจะเปลี่ยนไปใช้คอมพิวเตอร์ที่สร้างเฉพาะสำหรับ) ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงขอเสนอการนำโปรแกรมที่ได้ (ทำงานต่อเนื่องในโรงงาน ซึ่งราคาก็จะสูงขึ้นมากเช่นกัน ออกแบบไว้แล้วทีทำงานบนคอมพิวเตอร์นั้น นำมาปรับปรุงพัฒนาเพิ่มเติมโดยให้สามารถทำงานบนคอมพิวเตอร์แบบฝังตัว ขนาด 32 บิท ด้วยเหตุผลที่ว่าเป็นคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดเล็ก ทำงานบนโปรแกรมควบคุม)Operating Sytem: OS) ที่สามารถเลือกขนาดที่เหมาะสมได้ ซึ่งสามารถทำให้เขียนโปรแกรมระดับสูงเรื่องของการประมวลผลภาพได้เช่นเดียวกัน ในขณะใช้กำลังไฟน้อยและได้ความรวดเร็วในการทำงานที่รับได้ แต่ที่สำคัญคือราคาต่ำนั่นเอง โดยระบบตรวจวัดขนาดอุปกรณ์ที่ออกแบบนี้จะเป็นแบบทำงานโดยอัตโนมัติทั้งหมด เพื่อความง่ายต่อการใช้งาน ดังจะได้อธิบายในหัวข้อ ทฤษฎีและสมมุติฐาน ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องตรวจสอบขนาดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ในงานวิจัยนี้จะเป็นอุปกรณ์แบบ ชิฟ (ICs) ในทั้งรูปแบบปกติคือแบบสี่เหลี่ยมและสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดในรูปแบบอื่นๆของรูปร่างอุปกรณ์ เช่น ขนาดของอุปกรณ์แบบวงกลม (เช่น ไดโอด เป็นต้น) ในราคาที่ถูกกว่าของต่างๆประเทศแต่ให้ผลการทำงานที่แม่นยำยอมรับได้

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

ออกแบบสร้างตัวเครื่องต้นแบบ โดยจะเป็นชุดทำงานพร้อมระบบสายพาน ที่มีการทำงานตรวจสอบแบบอัตโนมัติ โดยการติดตั้งและการใช้งานไม่ซับซ้อน จำนวน 1 เครื่อง

โดยมีคุณสมบัติพื้นฐานดังนี้

- เครื่องเป็นการทำงานแบบอัตโนมัติ โดยมีการเลื่อนแผ่นถาดที่บรรจุอุปกรณ์ที่ต้องการตรวจเข้าสู่กล่องตรวจวัดที่ทำการวัดและแสดงผลการวัดทันที ก่อนที่จะมีการเลื่อนถาดต่อไปเข้าสู่กล่องตรวจสอบ ตัวเครื่องใช้ระบบควบคุมการทำงานทุกส่วนเป็นแบบคอมพิวเตอร์ฝังตัว ทำให้มีขนาดเล็กสามารถติดตั้งได้สะดวก, การใช้งานที่ไม่ซับซ้อน และที่สำคัญใช้กำลังงานไฟฟ้าที่ต่ำ
- มีการทำงานที่ให้ผลการตรวจวัดสามารยอมรับได้โดยผู้นำไปใช้งาน
- มีการตรวจสอบได้ในแบบอุปรกรณ์ (Chip) แบบสี่เหลี่ยมและสามารถต่อยอดพัฒนาตรวจสอบในรูปแบบอื่นๆ ได้ เช่น แบบกลม เป็นต้น

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะปฏิบัติการออกแบบและสร้างต้นแบบ ที่ตึก 12 ชั้น ห้อง E12-1110 ซึ่ง เป็นห้องวิจัยของผู้วิจัยเอง โดยเริ่มจากออกแบบส่วนของการควบคุมการคลื่นที่ระบบสายพานขนาดเล็ก (ตัวระบบกลไกของสายพาน จะเป็นแบบสำเร็จรูปที่มีจำหน่ายอยู่แล้ว) และออกแบบส่ววนของการถ่ายภาพวิเคราะห์ผล ซึ่งทั้งหมดจะใช้ คอมพิวเตอร์ฝังตัวเพียงตัวเดียวทำงาน ดังนั้นสุดท้ายก็คือการออกแบบระบบการทำงานทั้งหมดให้เป็นแบบอัตโนมัติ ให้มีการใช้งานง่ายที่สุดต่อไป โดยช่วงท้ายของงานวิจัยก็จะมีการทดสอบทำงานไปเรื่อยๆเพื่อเก็บข้อมูลปรับปรุงให้ดีที่สุดต่อไป

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้เป็นต้นแบบของ เครื่องตรวจสอบขนาดของอุปกรณ์อิเล็กทรดนิกส์ขนาดเล็กที่ สามารถนำไปต่อยอดพัฒนาให้ใช้งานในการตรวจสอบอื่นๆได้อย่างอิสระ, อุปกรณ์สามารถหาได้ในประเทศไทยเองและที่สำคัญนอดจากจะสามารถพัฒนาต่อยอดได้ง่าย ยังทำให้การรักษาดูแลระบบเป็นไปได้อย่างคล่องตัวและราคาต่ำ กว่าของต่างประเทศมากทีเดียว อีกประการหนึ่งผู้วิจัยมีจุดมุ่งหมายจะใช้งานวิจัยนี้ในการถ่ายทอดเป็นตัวอย่างงานวิจัยแก่นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ที่ หลักสูตรวิศวกรรมสารสนเทศ เพื่อเป็นตัวอย่างงานโปรเจ็กของนักศึกษาต่อไปด้วยเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนของงานวิจัยที่เป็นในแนวทางเดียวกันนี้ ยังไม่พบที่ตรงกันเลยทีเดียว ส่วนมากมักจะนำเอา วิชาการประมวลผลภาพไปประยุกต์โดย ผ่านการประมวลผลด้วยตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลทั่วไปเสีย เป็นส่วนใหญ่ เพราะจะสะดวกกว่ามาก ในการออกแบบซอฟร์แวร์ เพราะข้อจำกัดเรื่องความเร็วความสามารถของตัวเครื่องคอมพิวเตอร์จะไม่เป็นปัญหานัก แต่ต้องใช้กับพื้นที่ติดตั้งขนาดใหญ่และทำงานได้ต่อเนื่องที่อาจไม่เสถียรเมื่อทำงานต่อเนื่องไปเป็นเวลานานๆ (นอกจากจะใช้คอมพิวเตอร์แบบที่ทำมาเฉพาะใช้กับโรงงานอุตสาหรกรรม ซึ่งราคาก็จะแพงมากๆ) แต่เมื่อมาใช้ตัวประมวลผลขนาดที่เล็กลงอย่าง เช่น บอร์ดคอมพิวเตอร์ฝังตัวขนาด 32 บิท ทำงานแทนก็จะต้องพิจารณาในหลายปัจจัย อย่างไรก็ตามก็มีบริษัทใหญ่ๆ ในต่างประเทศได้ทำเป็นสินค้าจำหน่ายแล้วเช่นกัน ดังรูปที่ 2.1 [1],[2] ซึ่งจะเป็นสินค้าที่ขายร่วมกับซอฟร์แวร์ที่ยังต้องต่อใช้งานกับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลอยู่ดี เพียงแต่การประมวลผลจะทำบนตัวกล้องเสร็จ ข้อดีคือการกำหนดให้ทำงานได้หลายหน้าที่มากมาย (โดยผ่านทางคอมพิวเตอร์) และมีผลการตรวจวัดที่แม่นยำมาก

รูปที่ 2.1 แสดงสินค้าของบางบริษัท เป็นกล้องอัจฉริยะที่ใช้งานในด้านการประมวลผลภาพด้วยตัวเอง

แต่จุดที่น่าจะเป็นข้อด้อย ในมุมมองของผู้ใช้คือ ส่วนมากแล้วในโรงงานที่นำไปใช้งานนั้น ปกติก็จะมีการนำไปใช้งานในหน้าที่เดียวโดยจะไม่มีการเปลี่ยนหน้าที่เพื่อติดตั้งบ่อยๆอยู่แล้ว และตัวเครื่องที่ซื้อมานี้ต้องมีค่าใช้จ่ายการบำรุงรักษาและต่ออายุซอฟร์แวร์ทุกปี และที่สำคัญราคาขายจะสูงมากๆ ดังนั้นงานวิจัยที่นำเสนอนี้น่าจะเป็นประโยชน์มากกว่า เพราะเป็นการสร้างเครื่องวัดให้มีหน้าที่เฉพาะอย่างไปเลย ส่วนความแม่นยำก็อยู่ในระดับที่โรงงานยอมรับได้ อีกทั้งด้านฮาร์ดแวร์และซอฟร์แวร์นั้นก็เปิดเผย วิศวกรในบริษัทนั้นๆเองก็สามารถศึกษาและพัฒนา รวมทั้งสามารถบำรุงรักษาด้วยตนเองได้เพราะทุกชิ้นส่วนสามารถหาได้ในเมืองไทย และที่สำคัญก็คือราคาถูกมาก เมื่อเทียบกับของต่างประเทศ ด้วยเหตุผลดังกล่าวเหล่านี้ผู้วิจัยคิดว่าน่าจะได้ทำการวิจัยพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์เครื่องตรวจวัดขนาดนี้ เพื่อให้ใช้งานได้อย่างจริงจังและเป็นทางเลือกให้กับ บริษัทหรือห้างร้านในประเทศไทยได้เป็นเป็นอย่างดี

2.1 ทฤษฎีที่เกียวข้อง

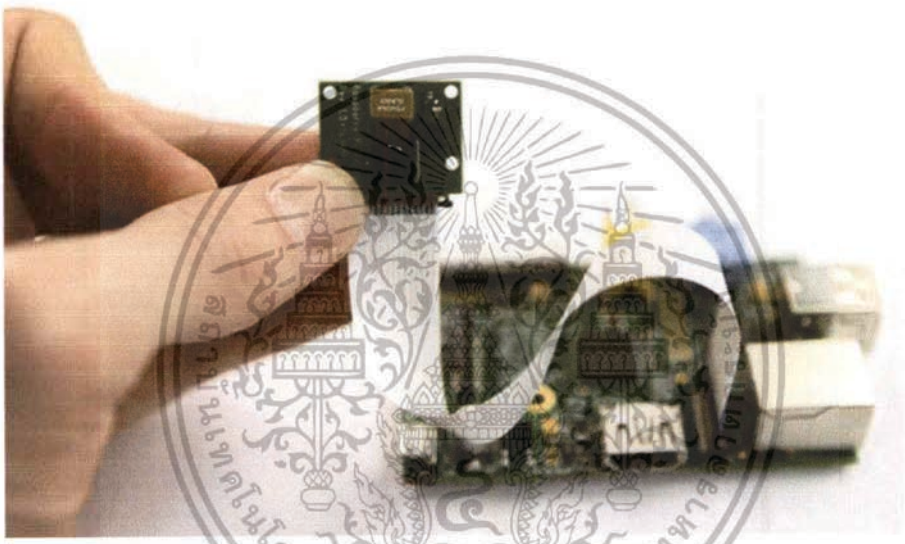
ในส่วน ทฤษฎีและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องนั้น จะมีอยู่ด้วยกันดังนี้ การออกแบบส่วนของฮาร์ดแวร์จะเป็นการใช้งานตัวประมวลผลแบบคอมพิวเตอร์ฝังตัวโดยผู้วิจัยเลือกใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็ก โดยขอแบ่งเป็นสองส่วนคือ สำหรับบอร์ดตัวแม่แล้ว เนื่องจากว่าจะต้องพยายามให้มีขนาดที่เล็กและสามารถประมวลผลภาได้ด้วย งานวิจัยจึงเลือกเป็นบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กคือ บอร์ด Raspberry pi3 ซึ่งจะให้รายละเอียดต่อไปในส่วนของฮาร์ดแวร์ตัวแม่ ส่วนของตัวกล้องนั้น จำเป็นต้องให้เล็กที่สุดซึ่งมีบอร์ดที่เหมาะสมกล้องของบอร์ด Raspberry pi3 เอง ซึ่งมีขนาดที่เล็กมากแต่ให้รายละเอียดที่สามารถนำมาใช้งานได้ในระดับหนึ่ง ดังแสดงในภาพที่ 2.2 ข้างล่างนี้

ภาพที่ 2.2 รูปกล้องขนาดเล็กเป็นตัวกล้องที่ใช้ในงานวิจัยนี้

อันที่จริง เราสามารถนำกล้องที่มีขนาดของความละเอียดที่มากกว่านี้มาใช้งานได้เช่นกัน เช่น กล้องที่มีการเชื่อมต่อแบบ USB ซึ่งปัจจุบันก็มีหลายยี่ห้อที่ มีความสามารถสูงราคาต่ำ แต่งานวิจัยนี้พยายามทำให้ระบบตัวเครื่องมีขนาดเล็กที่สุดสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก ประกอบกับการที่เราไม่ต้องการความละเอียดสูงมากนักในเครื่องต้นแบบนี้ทำให้สามารถใช้กล้องขนาดเล็กดังกล่าวได้นั่นเอง และที่สำคัญสามารถนำมาต่อร่วมใช้งานกับ คอมพิวเตอร์ฝังตัว (Raspberry pi3) ได้ทันทีและสะดวกมาก ดังแสดงในรูปที่ 2.3 ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนตัวของคอมพิวเตอร์ฝังตัวนั้น จริงๆมีบอร์ดอยู่มากมายที่สามารถนำมาใช้งานได้ ในงานวิจัยนี้เลือกใช้เป็นบอร์ด Raspberry pi3 ซึ่งมีขนาดที่เล็ก, ประสิทธิภาพได้ในระดับที่ต้องการและที่สำคัญราคาไม่สูงเลย ตัวบอร์ดออกแบบให้สามารถใช้งานได้กับระบบปฏิบัติการแบบเปิด (Open sourece) เช่น Linux ทำให้การพัฒนาเป็นไปด้วยความรวดเร็วและคุ้มค่า สามารถพัฒนาต่อเนื่องได้โดยอิสระ ตัวบอร์ดมีความสามารถเชื่อมต่อระบบอินเตอร์เนทแบบไร้สาย (WIFI) ก็ยิ่งสะดวกต่อการออกแบบระบบควบคุมให้ใช้งานหรือแม้แต่พัฒนาให้มีความสามารถสูงในด้านต่างๆได้เป็นอย่างดี รายละเอียดก็มีแบบในภาคผนวกเรียนร้อยแล้ว

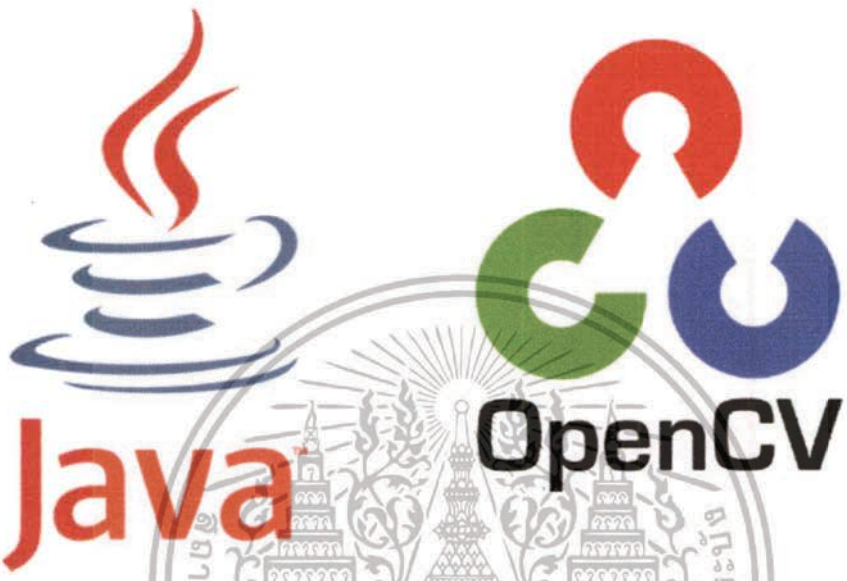


ภาพที่ 2.3 คอมพิวเตอร์ฝังตัว (Raspberry pi3) ที่นำมาใช้เป็นตัวประมวลผลหลัก

ดังได้กล่าวมาแล้วว่า ส่วนประมวลผลได้เลือกใช้คอมพิวเตอร์บอร์ด Raspberry pi3 ซึ่งข้อเด่นอันหนึ่งคือ ในการพัฒนาซอฟร์แวร์ของระบบทั้งมหมดสามารถนำหลายภาษาคอมพิวเตอร์มาทำงานร่วมกันได้ ตัวบอร์ดสามารถใช้งานได้ทั้งในรูปแบบภาษา Python, JAVA, C++ ซึ่งสำคัญมาก เพราะภาษาแต่ละภาษาก็จะมีระบบไลบารี ที่ช่วยเหลือการเขียนโปรแกรมต่างกัน ซึ่งภาษา Python ที่ผู้วิจัยนำมาใช้เป็นหลักนี้ก็ทำหน้าที่ในส่วนของการประมวลผลภาพโดยตรงเลย ประกอบกับภาษา JAVA ก็เป็นส่วนที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในส่วนของการควบคุมการทำงานในภาพรวมอีกทีหนึ่ง

ส่วนสำคัญในการพัฒนาโปรแกรมคือ ไลบารี่ของ OpneCV [3] ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำมาใช้ร่วมกับภาษา Python (OpenCV เป็นไลบารี่แบบ Open Source) ซึ่งสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้เพราะตัวบอร์ด Raspberry pi3 ได้ออกแบบให้ใช้งานกับภาษา Python เป็นหลักอยู่แล้ว โดยเทคโนโลยี่ต่างๆนั้นก็แสดงไว้ ดังรูปภาพที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.4 เป็นเทคโนโลยีต่างๆที่นำมาพัฒนาด้านซอร์แวร์

โดยแต่ละเทคโนโลยีก็นำมาใช้งานต่างๆกันดังนี้

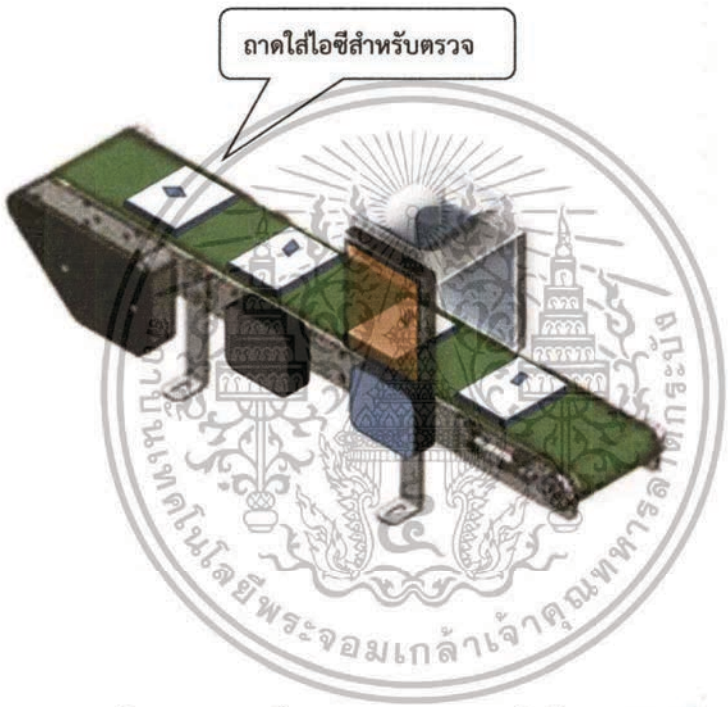
- โปรแกรม Python ใช้สำหรับการเขียนโปรแกรมหลักในการควบคุมประมวลผลภาพ (Image processing)
- โปรแกรม JAVA ควบคุมลำดับการทำงานบางส่วน
- โปรแกรม OpenCV ใช้งานเป็นตัวช่วยร่วมกับภาษา Python ในส่วนประมวลผลภาพ

ในส่วนของตัวสายพานนั้นผู้วิจัยได้ใช้แบบสำเร็จรูปอยู่แล้ว โดยนำมาออกแบบส่วนวงจรในส่วนของการควบคุมการขับเคลื่อนเอง โดยสั่งงานควบคุมจากตัวประมวลผลหลักซึ่งเป็นแบบพื้นฐานอยู่แล้วและจะได้กล่าวในบทต่อๆไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

รูปภาพแบบภาพรวมในแนวคิดของการใช้งาน เครื่องตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ก็จะเป็นดังภาพที่แสดงดังในภาพที่ 3.1 ข้างล่างนี้



ภาพที่ 3.1 ภาพต้นแบบของเครื่องตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ออกแบบไว้

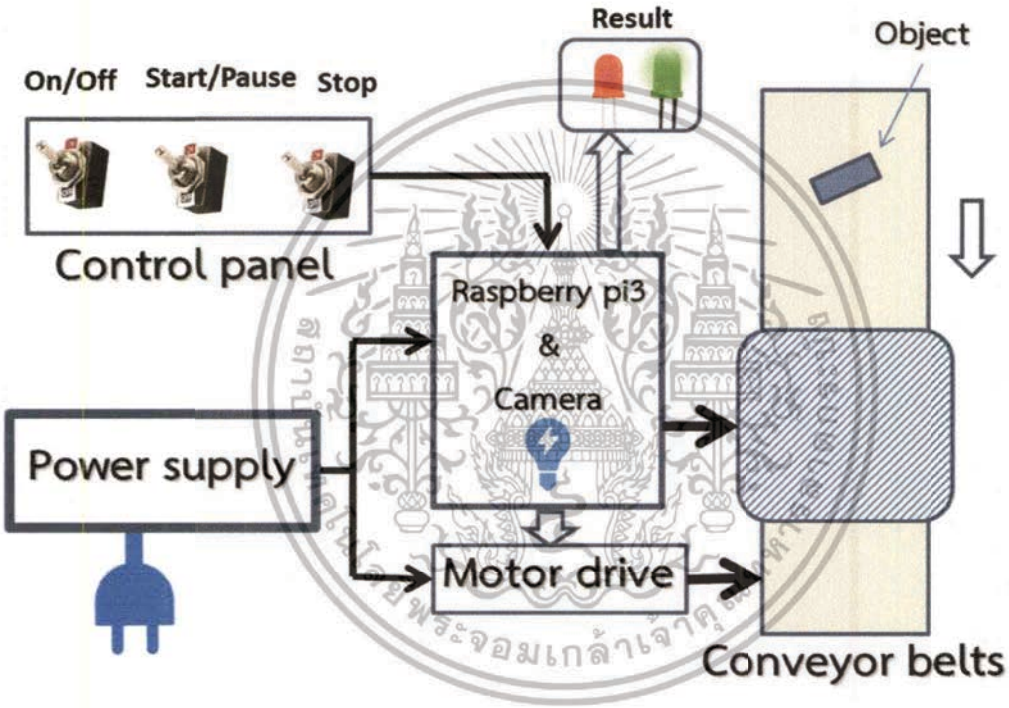
รูปร่างของเครื่องก็เป็นแนวคิดเหมือนระบบที่ใช้งานแบบ Computer vision พื้นฐานทั่วไป คือมีชุดสำหรับป้อนงานที่จะตรวจ, มีระบบไฟส่องสว่างและสุดท้ายก็มีระบบกล้องพร้อมระบบประมวลผลเพื่อการวิเคราะห์ผล ดังนั้นจากรูปที่ 3.1 ก็เป็นดังที่ได้กล่าว โดยตัวระบบส่งป้อนงานที่จะตรวจก็จะเป็นระบบสายพานขนาดเล็ก ส่วนตัวกล้อง, ชุดไฟส่องสว่างและตัวประมวลผลก็ทำเป็นชุดในกล่องเดียวกัน ติดตั้งไว้ที่ ส่วนบนของชุดสายพานลำเลียง ในการทำงานตรวจสอบ อุปกรณ์หรือสิ่งที่ต้องการตรวจสอบก็จะวางบนสายพานลำเลียง ส่งผ่านไปสู่ชุดกล่องประมวลผล จากนั้นผลการประมวลก็จะแสดงผลออกมา ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้เป็นแสงไฟผ่านหลอด LED (Supper bright) โดยจะแสดงแสงออกมากรณีที่ตรวจพบ งานหรืออุปกรณ์ที่ไม่ตรงกับที่กำหนดไว้ ซึ่งการทำงานโดยละเอียดก็จะได้กล่าวในบทต่อไป โดยบทนี้จะได้พูดถึงส่วนต่างๆที่ดำเนินการวิจัยเป็นขั้นตอนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 ส่วนของ Hardware

ส่วนนี้ในเครื่องตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยจะพูดถึงตัวกล่องที่ทำการบรรจุ ชุดไฟส่องสว่าง และกล้องพร้อมระบบประมวลผล ซึ่งเราต้องการสร้างระบบขนาดเล็กดังนั้น คอมพิวเตอร์ฝังตัวที่เลือกใช้ที่เป็น Raspberry pi3 จึงเหมาะสมเป็นอย่างยิ่งประกอบกับมีกล้องขนาดเล็กที่สามารถเชื่อมต่อได้ทันที ก็ยิ่งทำให้ระบบเราสามารถทำได้ขนาดเล็กตามต้องการ ในการออกแบบก็จะต้องออกแบบพร้อมส่วนควบคุมประกอบอื่นๆด้วยเช่น ส่วนของ สวิทช์ต่างๆที่จะต้องมีเพื่อการทำงานที่ให้ง่ายที่สุดต่อผู้ใช้ต่อไป

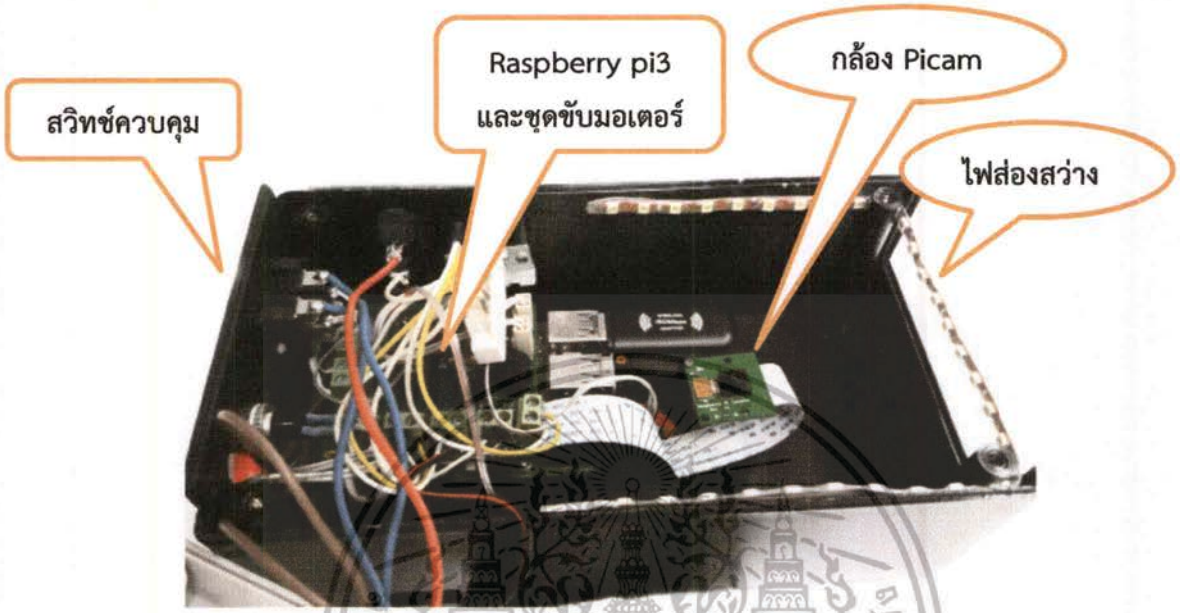
ดังนั้น ในส่วนของบล็อกไดอะแกรมของระบบก็จะมีส่วนประกอบ ดังแสดงในภาพที่ 3.2



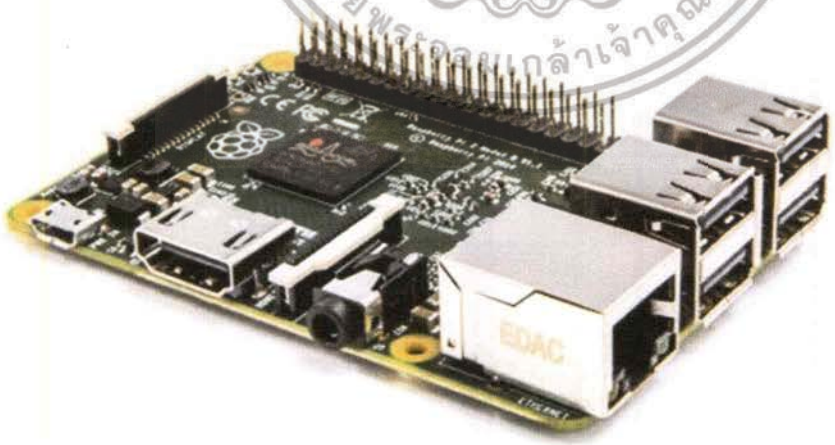
ภาพที่ 3.2 แสดงส่วนประกอบของระบบประมวลผลภาพ

ตัวระบบประกอบด้วย ส่วนของตัวประมวลผลหลัก (Raspberry pi3 & Camera) ซึ่งหน้าที่หลักเลยคือรับคำสั่งจากส่วน Control panel ซึ่งจะมีสวิทช์อยู่สองสามตัวที่ใช้สำหรับการกำหนดการทำงาน เช่น การเปิด/ปิด ไฟฟ้าเข้าสู่ตัวเครื่อง, การกำหนดให้เครื่องเริ่มทำงานหรือหยุดทำงานชั่วคราว และสุดท้ายการปิดเครื่อง นั่นเอง โดยส่วนประมวลผลหลักนี้ จะใช้คอมพิวเตอร์ฝังตัวขนาดเล็ก (Raspberry pi3) ทำงานร่วมกับกล้องของมันเองคือ PiCam รูปตัวประมวลผลแสดงดังรูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 ส่วนกล่องที่บรรจุตัวกล้อง,ระบบไฟส่องสว่างและตัวประมวลผล



ภาพที่ 3.4 แสดงส่วนตัวบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก (Raspberry pi3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งนับเป็นส่วนหัวใจการทำงานทั้งหมดเพราะตัวประมวลผลคอมพิวเตอร์ฝังตัวจะควบคุมการทำงานทั้งหมด ตัวประมวลผลหลักดังที่ได้กล่าวไปแล้วคือ Raspberry pi3 จะมีพอร์ทควบคุมใช้งานหลายพอร์ท ที่ใช้งานก็จะเป็นการรับอินพุทจากการกดสวิชท์ (Control panel) เพื่อสั่งงานให้โปรแกรมทำตามหน้าที่ต่างๆ เช่น การเริ่มเปิดไฟเข้าเครื่อง, การสั่งเริ่มต้นการตรวจสอบ, การหยุดชั่วคราว และสุดท้ายการปิดเครื่องโดยสมบูรณ์ (ทั้งนี้เพราะตัวประมวลผลเป็นแบบใช้ระบบปฏิบัติการแบบ Linux ทำให้การปิดเครื่องต้องใช้เวลาบ้างเล็กน้อย) ในตัวกล่องดังที่แสดงก็จะมีการต่อเชื่อมจากพอร์ทตัวประมวลผลไปสู่ชุดไฟส่องสว่างซึ่ง ในการทดสอบนี้เราจะใช้หลอด LED แบบให้แสงสว่างสูง (Supper bright LED 12VDC) ดังแสดงในรูปที่ 3.5 ซึ่งจะให้แสงสว่างคงที่และจากการทดสอบก็ให้ภาพที่น่าพอใจในการนำไปประมวลผลต่อไป

รูปที่ 3.5 รูปแสดง Supper bright LED ที่ใช้งานในงานวิจัยนี้

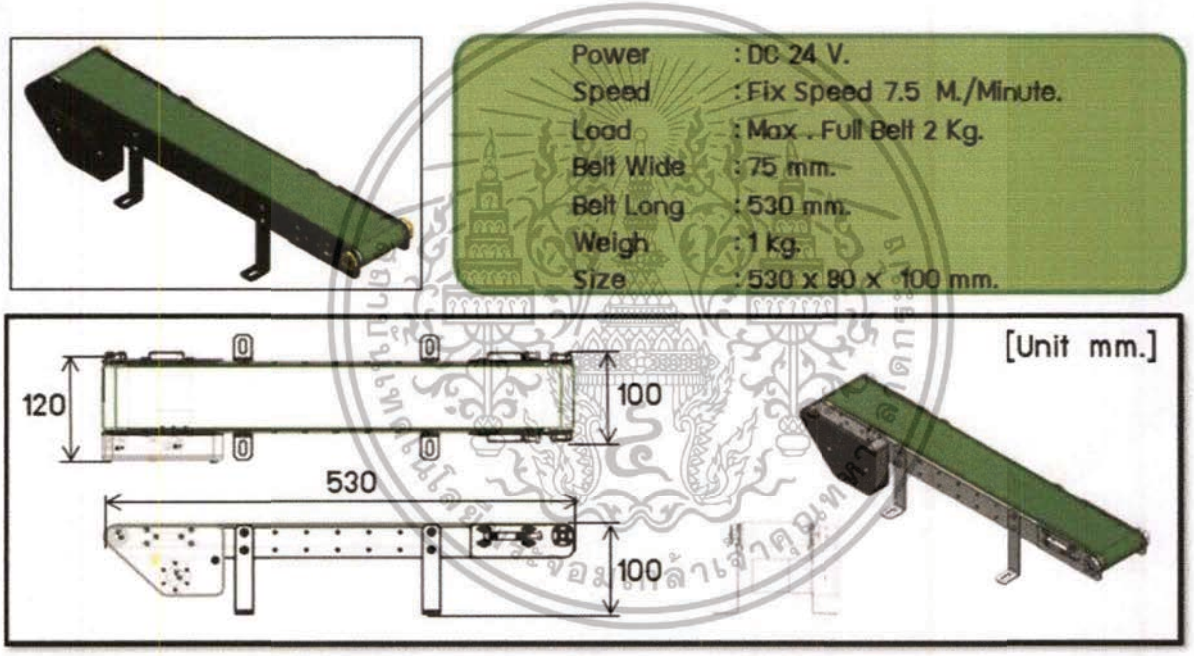
ในกล่องนี้ยังมีส่วนการขับมอเตอร์ร่วมอยู่ด้วย ในการทำงานก็ได้ออกแบบให้ง่ายที่สุดเพราะต้องการขนาดที่เล็กที่สุดในการบรรจุแทบทุกส่วนลงในกล่องนี้ให้ได้ รูปแผ่นวงจรที่ได้ออกแบบไว้ดังแสดงในรูปที่ 3.6 โดยตัววงจรก็จะมีในภาคผนวกท้ายเล่ม

รูปที่ 3.6 รูปแสดงแผ่นวงจรส่วนขับมอเตอร์สายพานที่ออกแบบใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของตัวสายพาน ผู้วิจัยใช้แบบที่เป็นสำเร็จรูปอยู่แล้วโดยใช้ขนาดเล็กขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 12 V โดยเป็นสายพานขนาดยาวประมาณ 0.60 เมตร ตัวมอเตอร์เป็นแบบมีเฟืองทดข้างในทำให้มีกำลังบิทที่สูงพอสำหรับการเคลื่อนที่ที่ไม่เร็วนักกับการลำเลียงตัววัตถุหรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเข้าผ่านสู่ตัวกล่องตรวจสอบดังกล่าว เรื่องความเร็วสามารถใช้แรงไฟที่ 12 VDC ได้โดยตรงเลย เพราะเร็วก็จะยังไม่มากนัก ดังนั้นในการออกแบบทำส่วนขับดังที่กล่าวมา จึงไม่จำเป็นต้องออกแบบส่วนขับที่ใช้ควบคุมความเร็วทำให้ไม่ซับซ้อนมากและได้ขนาดที่เล็กนั่นเอง ตัวแบบของระบบสายพายแสดงดังรูปที่ 3.7

ดังนั้นตัวกล่องนี้ก็จะทำหน้าที่ควบคุมทั้งหมด ซึ่งลำดับการทำงานก็จะได้กล่าวในส่วนของซอฟร์แวร์และการใช้งานระบบตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์นี้ต่อไป



ภาพที่ 3.7 ตัวแบบสายพานที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้

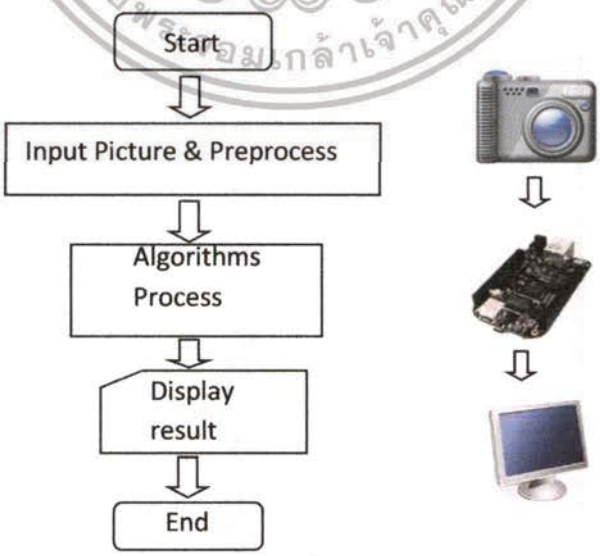
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 **ส่วนของ Software**

เนื่องจากตัวไอซีทั่วไปจะมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมอยู่แล้วเพียงแต่จะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสีเหลี่ยมจัสตุรัสเท่านั้น ดังนั้นการวัดโดยการดูที่ด้านกว้างและด้านยาวจึงเป็นส่วนสำคัญเพราะจะทำให้ทราบทุกอย่างและการวัดโดยใช้ระบบประมวลผลภาพนับว่าเป็นสิ่งที่ทำได้ดีที่สุดเพราะจะทำได้รวดเร็วและสิ้นเปลืองระบบฮาร์ดแวร์น้อยสุดทำให้ได้ระบบที่มีขนาดเล็กได้ส่งผลคือซ่อมบำรุงหรือแม้แต่พัฒนาต่อยอดได้ง่ายขึ้น โดยมีลำดับการวิเคราะห์ภาพดังต่อไปนี้

คุณลักษณะเครื่องตรวจวัดขนาดอุปกรณ์ ใช้ตรวจวัดขนาดของอุปกรณ์ไอซีจะทำงานแบบอัตโนมัติ หมายถึง ผู้ใช้เพียงเปิดเครื่องให้ทำงานเท่านั้น โดยตัวจะเครื่องวัดจะทำการ ขับเคลื่อนอุปกรณ์มาเข้าสู่ระบบถ่ายภาพด้วยระบบสายพานเพื่อทำการตรวจสอบ และแสดงผลที่ได้เอง โดยผู้วิจัยได้จัดรูปแบบของระบบ ดังรูปที่ 3.1 ที่แสดงผ่านมา โดยจะจัดเป็นชุดขนาดเล็ก (ยาวประมาณ 60 ซ.ม. และ กว้างประมาณ 10 ซ.ม.) โดยการทำงานนั้น เริ่มต้นทำงานการไอซีตัวแรกที่วัดจะเป็นการวัดเพื่อเก็บข้อมูลไว้เปรียบเทียบใช้งานในการวัดครั้งรอบทำงานต่อไป ในแต่ละรอบการทำงานนั้นตัวเครื่องจะเคลื่อนที่ป้อนตัวไอซีที่อยู่บนระบบสายพาน (ทิศทางตามลูกศร) ตัวสายพานจะวิ่งในอัตราคงที่ค่าหนึ่งที่สอดคล้องกับความเร็วในการประมวลผลของชุดประมวลผลหลักที่เลือกใช้ ตัวไอซีจะเคลื่อนเข้ามาสู่ภายในชุดโดมที่ติดตั้งกล้องและชุดระบบแสงสว่างไว้ และเมื่อเข้าสู่ในระยะที่เหมาะสมแล้ว ก็จะถูกจับภาพไปประมวลผลเทียบกับข้อมูลที่ได้เก็บไว้แล้วและแจ้งผลการตรวจวัดออกสู่หน้าจอภาพทันทีต่อไปจะเป็นการครบรอบการทำงาน โดยไอซีตัวต่อมาก็จะถูกเคลื่อนเข้ามาตรวจสอบในเป็นรอบการทำงานลักษณะเช่นนี้ต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ ดังนั้นจุดเด่นของงานวิจัยนี้ นอกจากตัวโปรแกรมการวิเคราะห์วัดขนาดที่ได้ออกแบบได้อย่างเหมาะสมกับความสามารถของโปรเซสเซอร์แล้ว ระบบยังสามารถติดตั้งและใช้งานได้ง่าย, รวดเร็ว โครงสร้างการทำงานของกลไกที่ไม่ซับซ้อนทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์ด้วย ทำให้วิศวกรสามารถทำการแก้ไขปรับปรุงข้อผิดพลาดเพื่อพัฒนาทั้งสองส่วนได้เอง. จุดเด่นประการต่อมาคืออุปกรณ์ทุกชิ้นสามารถหาได้ในเมืองไทย ในราคาที่ไม่สูงมาก ทำให้ระบบทั้งหมดโดยรวมราคาจึงถูกว่าของต่างประเทศมาก

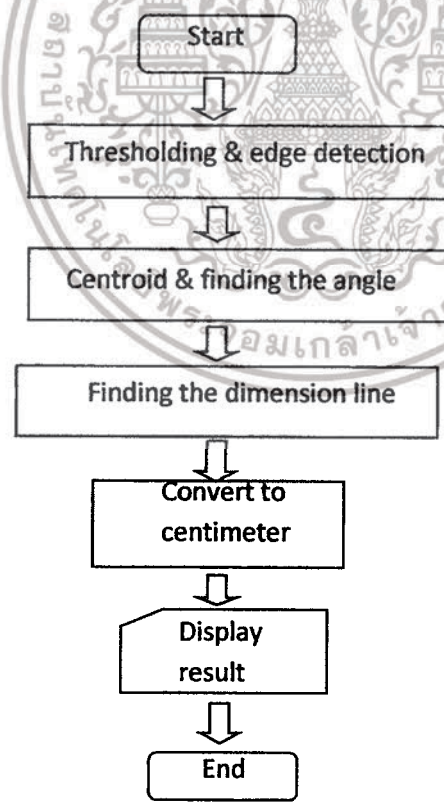
3.2.1 หลักการของโปรแกรมวิเคราะห์ขนาดอุปกรณ์ โดยปกติรูปแบบของการทำงานในภาพรวมของระบบก็จะเป็น แบบมาตฐานโดยทั่วไปของการประมวลผลภาพดิจิตอล [3] คือ ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 ภาพระบบประมวลผลภาพโดยทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

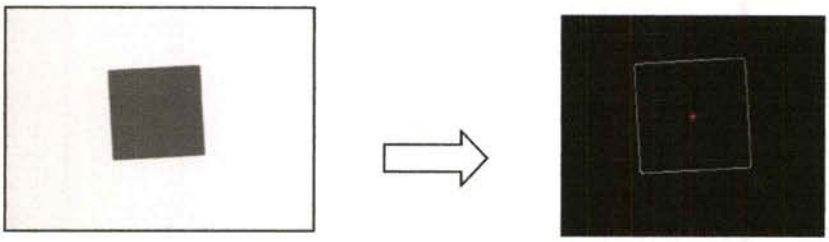
ซึ่งส่วนรับภาพก็จะเป็นกล้องที่ให้ภาพดิจิตอลในระดับความละเอียดที่พอเพียง โดยปกติก็จะมีการปรับปรุงภาพก่อนการประมวลผลหาสิ่งที่ต้องการ แต่ในงานวิจัยนี้ภาพที่ได้จะอยู่ในระดับที่ดีอยู่แล้วเนื่องจากว่าตัวเป้าหมายในงานวิจัยนี้จะเป็นภาพอุปกรณ์ไอซีซึ่งจะมีสีเพียงดำเท่านั้น ประกอบกับมีการจัดแสงที่เหมาะสมทำให้ภาพที่ได้นั้นค่อนข้างสมบูรณ์อยู่แล้ว จึงไม่ต้องมีการปรับปรุงอะไรมากนัก ส่วนสำคัญที่สุดคือส่วนของวิธีการประมวลผลหาขนาดนั่นเอง และเนื่องจากว่าระบบต้องทำงานอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นความไวในการทำงานจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญ ลำดับการประมวลผลจึงต้องไม่ซับซ้อนจนเกินจำเป็น ซึ่งเพราะอันที่จริงแล้ววิธีการหาขนาดของวัตถุในภาพนั้นจะมีวิธีการที่มากมายหลากหลายทั้งในโปรแกรมใช้งานจริง [4] ซึ่งต่างก็ให้ความถูกต้องที่ต่างกันแต่เท่าที่ค้นหาข้อมูลแล้ว โปรแกรมเหล่านั้นล้วนแล้วแต่ต้องการใช้ประสิทธิภาพในการประมวลผลสูงมาก ซึ่งก็ต้องทำงานบนคอมพิวเตอร์ที่ความเร็วสูง (หรือฮาร์ดแวร์เฉพาะ[5]) ราคาก็จะสูงมากเช่นกัน จึงไม่เหมาะสมกับลักษณะงานที่งานวิจัยนี้กำลังต้องการแก้ปัญหาอยู่ และด้วยวิธีการใหม่ที่ผู้วิจัยนี้ได้ทำการทดลองมาระดับหนึ่ง และได้ทดสอบในหลายครั้งที่ผ่านมาทำให้วิธีการใหม่นี้น่าจะเหมาะสมที่สุดกับงานวิจัยนี้ โดยลำดับการทำงานสามารถอธิบายง่ายๆ ต่อไปนี้ ดังนั้นในส่วนของบล็อก Algorithms process ของรูปที่ 3.8 จึงสามารถเขียนได้ด้วยตามโฟร์ชาร์ท แยกย่อยการทำงานได้ดังรูปที่ 3.9 ดังแสดงข้างล่างนี้



รูปที่ 3.9 แสดงวิธีการวิเคราะห์ของโปรแกรมที่นำเสนอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บล็อกแรกคือ Thresholding and edge detection ส่วนนี้จะนำภาพที่จับได้นั้นมาหาขอบภาพก่อน โดยจะมีการทำเป็นภาพสองระดับก่อนเพื่อความง่ายในขบวนการต่อไป ดังรูปที่ 3.10 โดยขบวนการนี้สามารถใช้วิธี Candy edge detection ซึ่งให้ผลที่ดีมาก



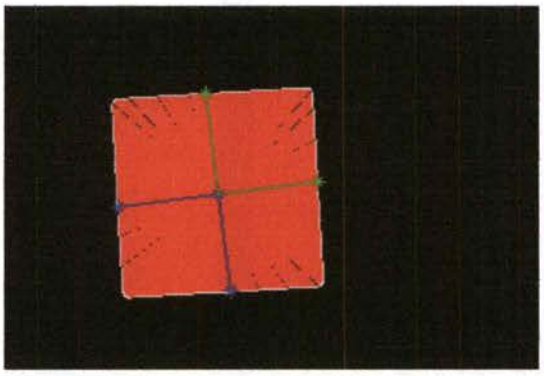
รูปที่ 3.10 แสดงผลการหาขอบภาพ

บล็อก Centroid and finding the angle ส่วนนี้เป็นการหาจุดศูนย์กลางวัตถุทั้งนี้เพื่อหามุมรอบทิศของตัวัตถุ (IC) นั้น ก็จะได้เส้นที่สั้นที่สุดซึ่งแสดงถึงจุดกึ่งกลางของเส้นขอบในแต่ละด้าน นั่นเอง วิธีการนี้จะเร็วและไม่ซับซ้อน ดังรูปที่ 3.11

รูปที่ 3.11 แสดงจุดศูนย์กลางและเส้นรอบจุดศูนย์ในทุกองศา

บล็อก Finding the dimension line ส่วนนี้เป็นการหาจุดกึ่งกลางวัตถุทั้งสี่ด้านเพื่อนำไปสู่ การหาความยาวผ่านจุดศูนย์กลางของวัตถุนี้ก็จะได้เป็นเส้นตรงทั้งสองด้านที่เราต้องการหาความยาว ดังรูปที่ 3.12 และสุดท้ายก็ทำการ เปลี่ยนค่าความยาวในแบบ pixels นี้ไปสู่หน่วยวัดที่ใช้ เช่น เซนติเมตร เหล่านี้เป็นต้น อนึ่ง เนื่องจากค่าของ ความกว้างของจุดภาพเป็นเซนติเมตรนี้จะเป็นการวัดค่าเก็บไว้เป็นค่าคงที่ไว้ก่อนแล้ว (เก็บข้อมูลในรอบแรกของการทำงาน) โดยนำภาพที่มีจุดภาพที่ได้จากกล้องในความละเอียดที่สูงที่ 640 x 512 มาทำการทดสอบ ซึ่งก็ให้ความละเอียดผิดพลาดเป็นที่ยอมรับได้ (ยิ่งละเอียดมากก็จะได้ความผิดพลาดต่ำลง แต่การคำนวณจะช้ามากขึ้น) ฉะนั้นระบบนี้หากติดตั้งระบบเสร็จแล้วก็ไม่ควรจะมีการปรับเปลี่ยนส่วนของการติดตั้งกล้อง เช่น ความยาวของระยะกล้องถึงวัตถุเป็นต้น เพราะจะทำให้ค่าที่ได้คลาดเคลื่อนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 แสดงภาพที่ได้หาเส้นผ่านศูนย์กลางของทั้งสองด้านของวัตถุที่ต้องการวัดขนาด

ซึ่งจากผลการวัดโดยการทดลอง ก็ได้ผลความผิดพลาดที่ยอมรับได้ ดังนั้นโดยสรุปแล้วจะเห็นได้ว่าวิธีการหาขนาดของวัตถุแบบนี้จะเน้นที่ไม่ซับซ้อน เพื่อที่จะสามารถสร้างและบรรจุให้ระบบคอมพิวเตอร์แบบฝังตัวทำงานได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งผู้วิจัยที่กำหนดไว้ ว่าจะใช้ หน่วยประมวลผลขนาด 32 บิท (บอร์ดที่เลือกคือ Raspberry pi3) ซึ่งโปรแกรมส่วนตรวจวัดนี้ก็จะสามารถทำได้ตามจุดมุ่งหมาย อนึ่งโดยวิธีการที่นำเสนอนี้ คือการแสกนวัดความยาวที่ทุกมุมรอบตัวอุปกรณ์ถึงขอบตัวอุปกรณ์ ดังนั้นก็น่าจะสามารถนำไปสู่การวัดความเป็นวงกลมของอุปกรณ์แบบอื่นได้ เช่น ไดโอด, ถ่านซึ่งมีรูปร่างแบบกลมขนาดเล็ก เป็นต้น ซึ่งปัจจุบันอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เล็กๆมักจะมีรูปร่างแบบวงกลมมากขึ้น และในงานวิจัยต้นแบบนี้ก็น่าจะสามารถนำไปทำการเพิ่มเติมในส่วนนี้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการใช้งานให้มากที่สุด แต่อย่างไรก็ตามส่วนที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งที่ต้องทดลองทดสอบให้ใช้งานได้จริงก็คือ ส่วนสายพานลำเลียงถาดบรรจุวัตถุ (IC) เคลื่อนที่เข้า/ออก ที่จะต้องไม่เกิดการสั่นเสทือนมากจนทำให้การจับภาพมีปัญหาซึ่งในการใช้งานระบบสายพานที่เป็นแบบสำเร็จดังรูปที่ผ่านมาก็สามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี

3.2.2 ลำดับแผนงานวิจัย

ลำดับขั้นของแผนการวิจัย ก็ดังแสดงให้เห็นในแบบตารางการทำงานในหัวข้อที่ 14 โดยจะมีรายละเอียดเหตุผล ดังต่อไปนี้

ในอำดับแรก เนื่องจากเป็นงานวิเคราะห์ภาพด้วยความพิวเตอร์ดังนั้นในส่วนของงานแรกที่จะต้องทำคือต้องสร้างส่วนฮาร์ดแวร์อินพุทของการรับภาพ คือระบบส่องสว่างและการจับภาพด้วยกล้องดิจิตอลให้สมบูรณ์ที่สุดก่อน ไม่ว่าจะเป็นการสร้างกล่องเพื่อติดตั้งตัวกล้องและระบบแสงที่จะต้องจัดให้อยู่ภายในตัวกล่องก็ต้องทำให้สมบูรณ์ เพราะหากได้ระยะที่สมบูรณ์แล้วก็ไม่จำเป็นต้องขยับส่วนใดๆภายในกล่องอีกในงานอันแรกจึงเป็นการสร้างส่วนของกล่องที่ใช้สำหรับถ่ายภาพนั่นเอง

อำดับต่อมาในขั้นตอนที่สอง เป็นงานในส่วนของโปรแกรมที่ใช้วิเคราะห์ขนาดของอุปกรณ์ โดยจากที่ได้กล่าวไว้แล้วว่าได้มีการสร้างโปรแกรมไว้แล้วที่ทำงานบนคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลทั่วไป ที่ได้ออกแบบและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบไว้แล้วในช่วงแรก (ก่อนทำข้อเสนองานวิจัยนี้) ในขั้นตอนนี้จะได้นำโปรแกรมที่ทดลองแล้วนั้น มาปรับปรุงเพิ่มเติม โดยโปรแกรมนี้จะต้องสามารถนำไปใช้งานให้ได้บนบอร์ดโปรเซสเซอร์ที่มีขนาดเล็ก โดยงานวิจัยนี้จะมีการเลือกตัวโปรเซสเซอร์ บนบอร์ดสมองกลฝังตัวที่เหมาะสมที่สุดคือ Raspberry pi3 ซึ่งนอกจากจะอยู่ในเงื่อนไขที่ว่าขนาดเล็ก (กำลังงานไฟที่ใช้ต่ำ) แล้ว ส่วนของอินพุทเอ้าพุทที่ก็ต้องมีตอบสนองต่อการใช้งานด้วย เช่น ช่องสัญญาณรับข้อมูลภาพ (กล้องดิจิตอล), ส่วนเอ้าพุทแสดงผลการทำงาน (จอภาพ) เหล่านี้ก็ต้องสามารถมีตอบสนองได้เช่นกัน และแน่นอนว่าตัวบอร์ดจะต้องสามารถทำงานในความเร็วการประมวลผลที่รับได้ด้วย (ซึ่งปกติโปรเซสเซอร์ขนาด 32 บิท ก็จะมีความสามารถเพียงพอ) และสุดท้ายคือราคานั่นเอง

อำดับขั้นตอนที่สาม คือการประกอบส่วนของระบบสายพานขนาดเล็ก ซึ่งตัวสายพานนี้ผู้วิจัยเห็นว่าไม่จำเป็นต้องทำเองไปซะทั้งหมด (ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าผู้วิจัยใช้แบบสำเร็จรูป) เพียงแต่ต้องมีการควบคุมกำหนดสิ่งที่ควรจะได้จากระบบสายพานขนาดเล็กนี้ เช่น ควบคุมผลกระทบของเรื่องความสั่นสะเทือนในขณะเคลื่อนย้ายไอซีเป้าหมายเพื่อไม่ให้มีผลที่ไม่ดีต่อระบบการถ่ายภาพสำหรับการนำไปประมวลผล และความเร็วสูงสุดของระบบสายพานที่ควรจะเป็น ที่จะได้ประสิทธิภาพมากสุด ซึ่งในส่วนของตัวสายพานนี้ก็มีระบบขนาดเล็กที่มีจำหน่ายเป็นต้นแบบสำหรับนำมาประยุกต์ปรับปรุงอยู่เช่นกัน ผู้วิจัยก็จะได้นำมาปรับปรุงให้เหมาะสมต่อไป โดยจะได้ออกแบบภาคขับมอเตอร์ประกอบเป็นกล่องควบคุมต่างหากสำหรับควบคุมการเคลื่อนไหว โดยการทำงานทั้งหมดจะรับคำสั่งควบคุมแบบอัตโนมัติจากตัวกล่องประมวลผลหลักที่ได้เลือกไว้แล้วในขั้นตอนที่สอง

อำดับสุดท้าย ประกอบทุกส่วนร่วมกัน กำหนดรูปแบบการใช้งาน เช่น การตั้งค่าต่างๆที่จำเป็น (ค่าผลการวัดเบี่ยงเบนต่ำสุดที่ยอมรับได้เป็นต้น) ทดสอบและแก้ปัญหาที่อาจมี จนได้บทสรุปของวิธีใช้งานให้ง่ายที่จะนำสู่การใช้งานจริงต่อไป

โปรแกรมของทุกๆส่วนประกอบกับการใช้งานเครื่องวัดนี้นั้น จะรวมทั้งรายละเอียดของโปรแกรมและวงจรจะอยู่ในแผ่น CD-ROM ซึ่งจะมีทุกส่วนเรียบร้อยแล้ว และแสดงบางส่วนในภาคผนวกในท้ายเล่ม

ในส่วนของแผนการทำงานวิจัยในแต่ละเดือนที่ได้ทำมาก็แสดงได้ดังรูปในตารางที่ 3.1 ข้างล่างนี้

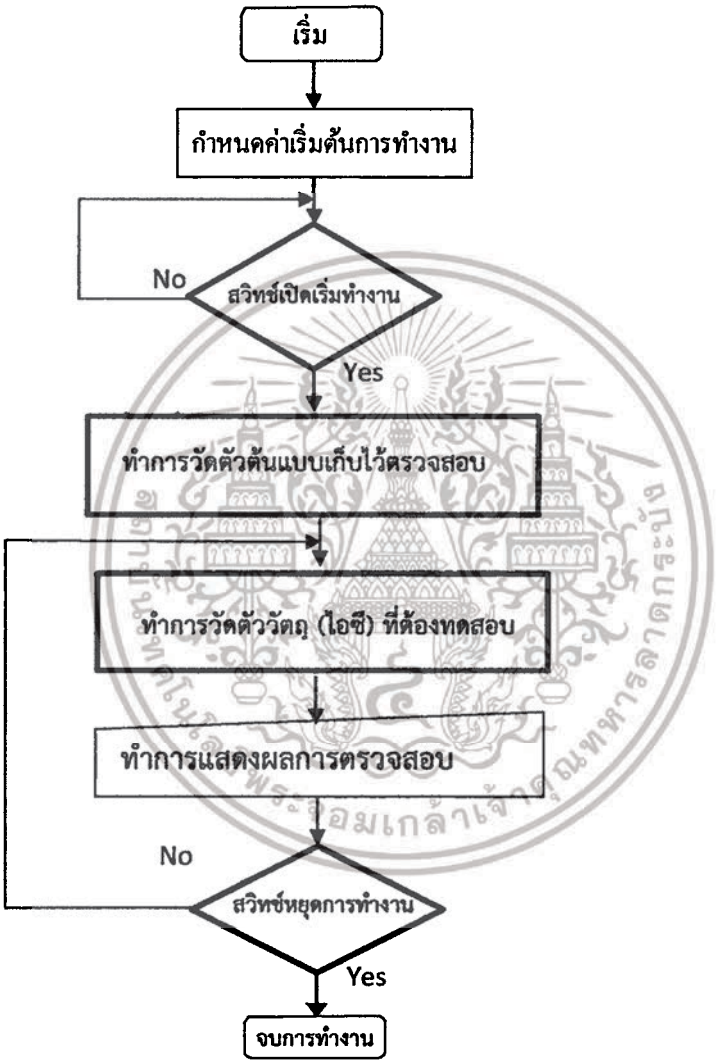
การดำเนินงาน	ระยะเวลา												หมายเหตุ
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	
สร้างโมดูลของการจับภาพที่สมบูรณ์	←	—	→										
ออกแบบส่วนของ Software วิเคราะห์			←	—	—	→							
ทดสอบกับสายพาน							←	—	—	—	→		
สรุปจัดทำเอกสาร												↔	

ตารางที่ 3.1 แสดงตารางเวลาการดำเนินการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การใช้งานของระบบตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

ส่วนนี้ได้ทำการลำดับการทำงานของระบบซึ่งเป็นแบบอัตโนมัติ โดยผู้ใช้เพียง กดปุ่มสวิทช์ไม่กี่ครั้งเท่านั้น โดยลำดับแสดงดังรูปโฟร์ชาร์ท รูปที่ 3.8 ดังนี้



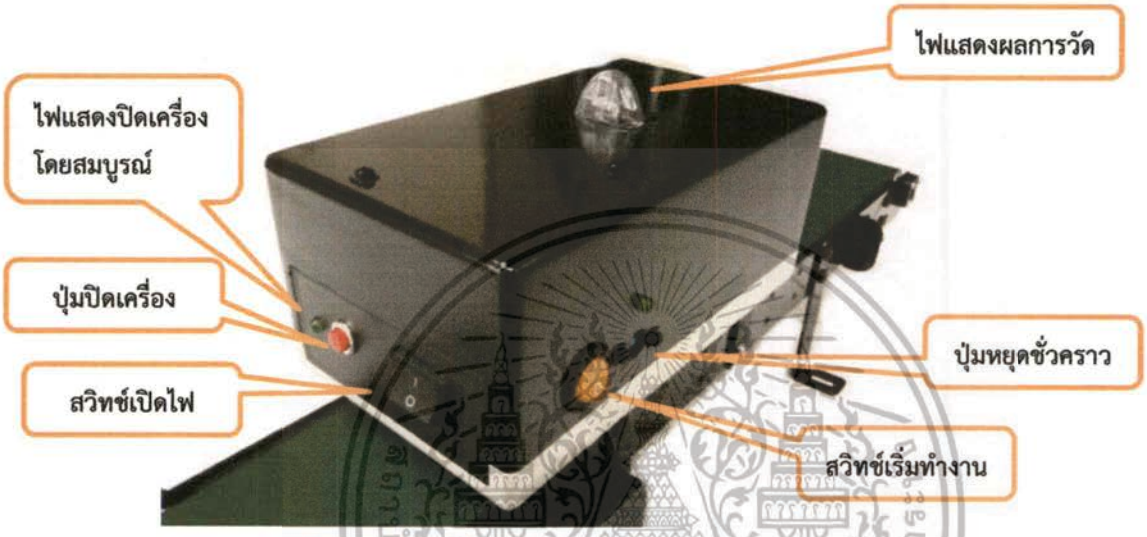
ภาพที่ 3.13 โฟร์ชาร์ท โปรแกรมการทำงานดภาพรวมของระบบ

จากรูปโฟร์ชาร์ทข้างต้น จะเห็นว่าเป็นแบบตรงไปตรงมาคือ หลังจากเปิดสวิทช์เพื่อเริ่มทำงานก็จะมีการทำงานเป็นวนรอบซ้ำๆเรื่อยไป โดยในรอบของครั้งแรกเท่านั้นที่ต้องมีการวัดตัวไอซีที่เราต้องการเป็นต้นแบบเทียบ ส่วนในรอบต่อไปก็จะเป็นการนำข้อมูลนั้นมาใช้เทียบต่อไปเรื่อยๆ จนกว่าจะมีการเริ่มทำงานใหม่ก็จะเป็นการเก็บข้อมูลไอซีตัวใหม่ที่ต้องการเปรียบเทียบอีกนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น โดยขั้นตอนการใช้งานทั่วไปเป็นดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ให้ทำการเสียบปลั๊กไฟของตัวเครื่อง จากนั้นก็ทำการกดปุ่มเปิดสวิทช์ฟ้าเข้าเครื่องดังรูปที่ 3.14 จากนั้นก็รอสักครู่ (ประมาณ 2 นาที) เพื่อให้เครื่องทำการกำหนดค่าเริ่มต้นตัวเองทั้งหมด โดยให้สังเกตุที่ หลอดไฟ LED สีเขียวที่ (ดูภาพที่ 3.31 ประกอบ) จะมีการกระพริบเป็นระยะ ซึ่งแสดงว่าสามารถกำหนดค่าเริ่มต้นตนเอง ได้สำเร็จแล้วจึงทำการเปิดสวิทช์เริ่มทำงานต่อไป



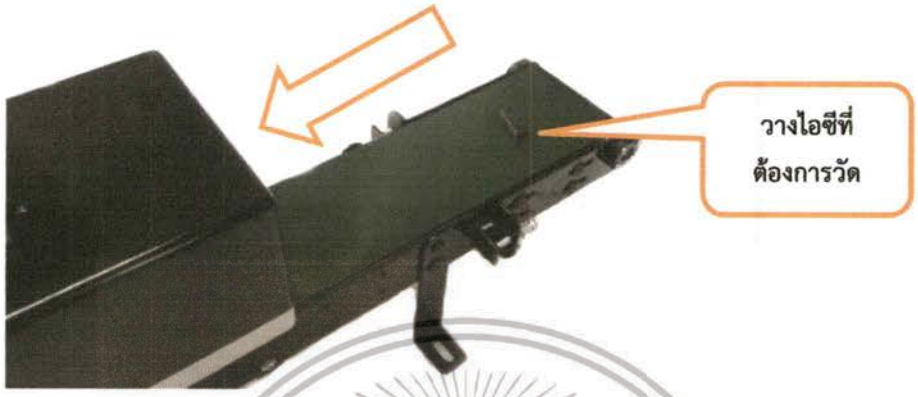
รูปที่ 3.14 แสดงการกดสวิทช์เปิดไฟเข้าเครื่องและตำแหน่งสวิทช์เปิดการทำงาน

ขั้นตอนที่ 2 เมื่อเปิดการทำงานแล้วตัวเครื่องจะสั่งให้สายพานมีการเคลื่อนที่นำอุปกรณ์ไอซีต้นแบบที่ต้องการเปรียบเทียบผ่านเข้าสู่ตัวกล่องวัดข้อมูลทันที ดังรูปที่ 3.32

รูปที่ 3.15 แสดงการคลื่อนที่ของสายพานลำเลียงไอซีต้นแบบเข้าสู่กล่องเก็บข้อมูล

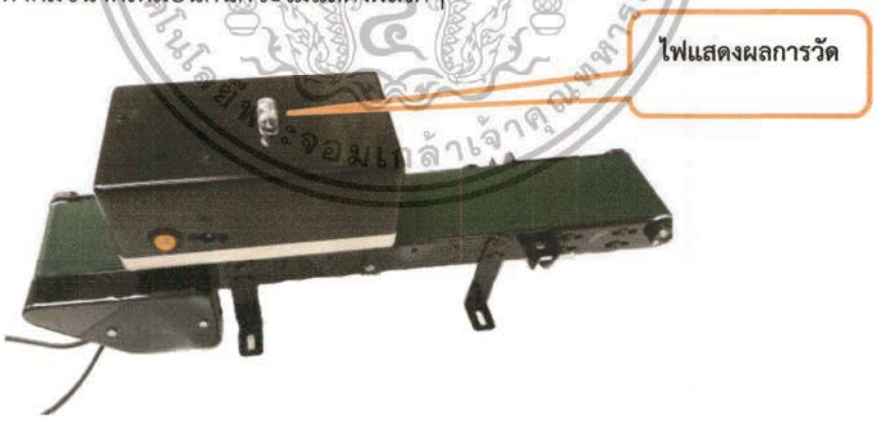
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 3 เมื่อตัวเครื่องได้ทำการวัดเก็บข้อมูลของไอซีต้นแบบแล้วก็จะลำเลียงไอซีต้นแบบนั้นออกอีกด้านของสายพาน และจะรอให้เราป้อนไอซีตัวอื่นสำหรับเทียบว่า ไอซีตัวใดมีขนาดเหมือนกันกับไอซีต้นแบบหรือไม่ โดยการ วางไอซีนั้นลงบนสายพานลำเลียง ในระยะห่างพอประมาณดังรูปที่ 3.34



รูปที่ 3.16 แสดงการวางไอซีตัวอื่นๆที่ต้องการตรวจสอบขนาดว่าเหมือนต้นแบบหรือไม่

ตัวไอซีเหล่านั้นก็จะถูกลำเลียงไปสู่ กล่องตรวจสอบ โดยจะมีการสั่งให้หยุดชั่วขณะในระยะที่เหมาะสมเองเพื่อทำการถ่ายภาพทำการประมวลผล และผลการตรวจสอบก็จะแสดงออกโดยจะเป็นแสงสว่างของ LED แบบความแรงสูง (Supper brith LED) ที่ติดตั้งไว้บนส่วนบนของกล่อง โดยจะมีแสดงเปล่งออกมา (ดังรูปที่ 3.35) เมื่อหากผลการตรวจสอบพบว่า ไอซีที่ตรวจนั้นมีขนาดที่ไม่เหมือนกันกับตัวต้นแบบที่เราเก็บข้อมูลไว้ตอนแรก แต่หากมีขนาดเหมือนกันก็จะไม่แสดงผลใดๆ



รูปที่ 3.17 แสดงผลการตรวจสอบโดยการเปล่งแสงของ LED (Super bright)

ในกรณีที่ เราต้องการหยุดการทำงานชั่วคราวก็สามารถทำได้ โดยง่าย โดยการกดปุ่ม **Pause** ตัวสายพานก็จะหยุดทำงาน เพื่อให้เราป้อน ไอซี หรือแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้ และเมื่อเรากดปุ่ม **Pause** อีกครั้งก็จะเป็นการให้เครื่องทำงานต่อเนื่องไป ตามปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 ผลต่างๆ

จากหัวข้อที่ผ่านมานั้นได้ อธิบายการใช้งานของตัวเครื่องไปแล้ว จะมีตัวอย่างการทดลองโปรแกรมตรวจสอบขนาด ในบางส่วนดังภาพต่อไปนี้ ในการทดลองจริงจะวัดในหลายๆมุมเพื่อหาข้อผิดพลาด และในตัวอย่างข้างล่างนี้ก็เป็นมุม 135 องศา ซึ่งมีความผิดพลาดที่น้อยมาก (ภาพขนาด 640x480) ในไอซีขนาดค่อนข้างใหญ่ ผลการวัดมีหน่วยแสดงเป็น pixels ดังตารางข้างล่าง

รูปที่ 4.1 แสดงตัวไอซีที่ใช้ทดสอบที่มุม 135 องศา

ลำดับการทดลองคือ ทำการวัดไอซีตัวเดียวกันนี้จำนวน 10 ครั้ง และในแต่ละครั้งก็คือ จะวางตำแหน่งไอซีให้เอียงโดยประมาณ 135 องศา วางไว้ที่ต้นทางสายพาน จากนั้นสั่งให้เครื่องทำงานคลื่อนที่ลำเลียงไอซีนี้ผ่านเข้าสู่กล่องประมวลผลภาพ จากนั้นก็แสดงผลการวัด มีหน่วยเป็นค่าประมาณ pixels ออกมา เพื่อดูผลของการสั่นสะเทือน และผลข้างเคียงอื่นๆที่อาจมี ซึ่งได้ผลดังตารางข้างล่างนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

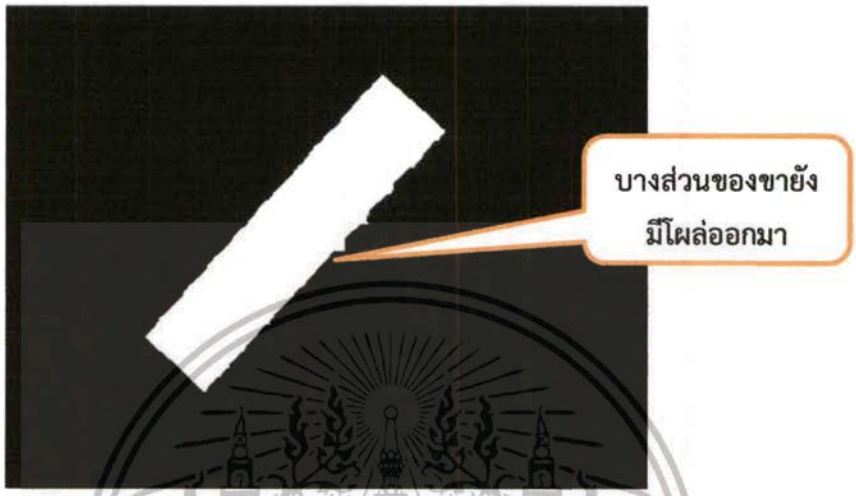
การตรวจวัด	ผลการตรวจ (Pixels)
ทำการวัดครั้งที่ 1	76.851 337.338
ทำการวัดครั้งที่ 2	76.851 332.026
ทำการวัดครั้งที่ 3	74.626 331.254
ทำการวัดครั้งที่ 4	78.243 333.156
ทำการวัดครั้งที่ 5	78.873 330.606
ทำการวัดครั้งที่ 6	78.6 331.204
ทำการวัดครั้งที่ 7	78.816 331.006
ทำการวัดครั้งที่ 8	77.801 330.22
ทำการวัดครั้งที่ 9	78.816 329.229
ทำการวัดครั้งที่ 10	78.006 332.415

รูปที่ 4.2 ผลการตรวจสอบกับไอซีที่มุมวาง 135 องศา

ผลการทดลองที่ผ่านมานี้ ได้ทำกับมุมอื่นๆด้วยเช่นกัน สามารถสรุปได้ว่าเป็นไปตามเป้าหมายคือสามารถตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (ไอซี) ซึ่งในความละเอียดที่รับได้ เพราะประมาณได้ว่าในช่วง 2 มิลลิเมตร สำหรับกล้องที่ใช้ทดลองขนาด 640x480 ซึ่งหากเราได้ใช้กับภาพที่มีความละเอียดมากกว่านี้ก็จะทำให้ได้ผลของความละเอียดมากยิ่งขึ้นอีก ดังนั้น หากงานที่ต้องการความละเอียดสูงกว่านี้ไปอีกก็ยังคงสามารถปรับปรุงได้ แต่ต้องไม่ลืมว่ายิ่งจำนวนของความละเอียดมากเท่าใด เวลาที่ใช้คำนวนเพื่อให้ได้ผลลัพธ์นั้นก็จะยิ่งมากขึ้นไปด้วยทำให้ อาจต้องมีการเปลี่ยนตัวประมวลผลให้มีความสามารถสูงขึ้นอีก ซึ่งแนวทางการพัฒนาก็จะมีอีกหลายทางซึ่งจะได้เสนอแนะในหัวข้อต่อไป ในงานวิจัยนี้ก็มีข้อที่ผู้วิจัยเองพบข้อปรับปรุงเพิ่มเติมแล้ว เช่นกัน ดังเช่นในขั้นตอนการวิเคราะห์หาขนาดความยาวของเส้นที่ลากจากจุดศูนย์กลางของไอซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปสู่จุดกึ่งกลางของแต่ละด้านนั้น ในบางครั้งนั้นตัวไอซีก็จะมีส่วนของขาที่โผล่ออกมาเนื่องจากผลของการตัด Thredhold ดังรูปข้างล่างนี้ ทำให้ผลการวัดหาจุดกึ่งกลางเส้นผิดพลาดได้

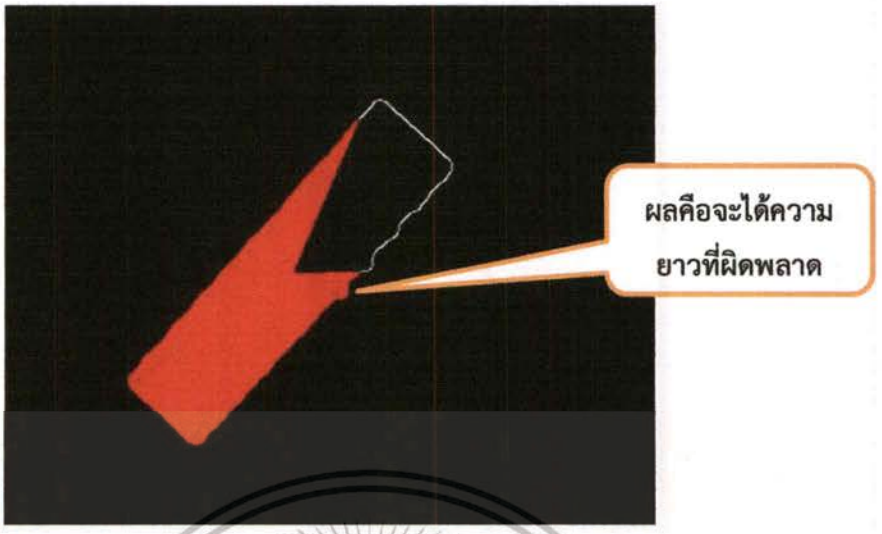


รูปที่ 4.3 แสดงผลของการตัด Threadhold ที่บางครั้งมีส่วนขาโผล่ออกมา

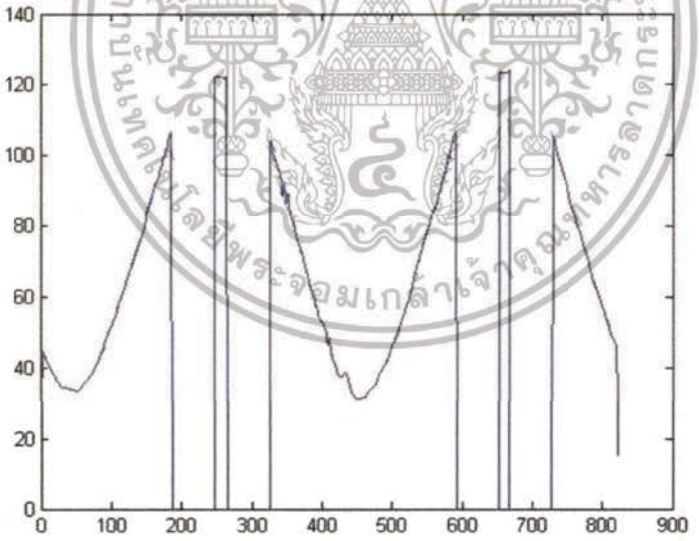
เหตุที่มีขาโผล่มาก็เนื่องจากว่าไอซีบางชนิดจะมีขาที่ค่อนข้างเล็ก เช่น พวกที่เป็นหน่วยประมวลผล CPU หรือหน่วยความจำบางแบบที่ใช้ลมร้อนเพื่อติดตั้งกับแผ่นวงจรพิมพ์ แบบนี้จะไม่มีปัญหาเพราะผลผิดพลาดจะน้อย แต่หาเป็นไอซีที่ต้องเสียบซ็อกเกทเพื่อติดตั้งกับแผ่นวงจรพิมพ์ส่วนขาก็จะใหญ่หน่อยทำให้ผลการตัดเทรดโฮลออกมา เป็นดัง รูปที่ 4.3 ส่งผลให้ค่าที่วัดขนาดของเส้นทุกมุมมีการเปลี่ยนแปลงไป

ดังนั้นผู้วิจัยแก้ไขปัญหาโดยการ วัดขนาดของเส้นทุกมุมให้ครบก่อน (ทำเหมือนปกติเช่นเดิม) หากแต่เราต้องนำเส้นทุกเส้นมาเขียนโปรแกรมเพื่อเรียงลำดับมุมและหาจุดที่เส้นที่ยาวที่สุด 4 จุดเอง จากนั้นจึงโยงเส้นเหล่านั้นเข้าหากัน ซึ่งก็จะเป็นการหาจุดมุมของแต่ละจุดของไอซีนั้นเอง ผลก็จะได้ขนาดของไอซีด้วยเช่นกันและมีความผิดพลาดน้อยลงไปด้วย เพราะส่วนของขาที่โผล่ออกมาจะไม่มีตรงที่เป็นมุมของไอซีอยู่แล้วนั่นเอง ดังขั้นตอนแสดงในรูปที่ 4.4 และส่วนของในรูปที่ 4.5 เป็นรูปแสดงผลการเรียงลำดับความยาวเส้นที่ลากจากจุดศูนย์กลางทั้ง 360 องศา โดยโปรแกรมจะตัดเฉพาะส่วนที่มีความยาวสูงสุด 4 จุดมาเป็นมุมทั้งสี่ของไอซีเพื่อนำมาหาจุดที่ถูกต้องของมุมไอซีและนำไปหาขนาดของไอซีต่อไปนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 แสดงลำดับตรวจหาจุดมุมทั้งสี่ของไอซี



รูปที่ 4.5 แสดงการเรียงลำดับหาจุดมุมทั้งสี่ของไอซี

จากรูปที่ 4.5 แนวตั้งจะเป็นความยาวจากจุดศูนย์กลางสู่ขอบของไอซี และแนวนอนจะเป็นจุดเรียงมุมตั้งแต่ 0 องศาถึง 360 องศา และส่วนที่ขาดหายไป สี่กลุ่มก็คือจุดเป็นแสดงส่วนของมุมทั้งสี่ของไอซีโดยจะนำไปหาจุดที่ถูกต้องเพื่อหาขนาดของไอซีต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 จุดเด่นของงานวิจัยนี้

งานวิจัยนี้ยังไม่พบงานวิจัยอื่นที่ได้ทำในลักษณะเดียวกัน และยังหาเครื่องที่จะเปรียบเทียบจากที่อื่นๆได้ไม่ง่าย หากไม่นับเครื่องที่ทำมาใช้งานโดยเฉพาะจากต่างประเทศ (ซึ่งมีอยู่มากหลายบริษัท ที่มีสินค้าในลักษณะเดียวกัน) ซึ่งประสิทธิภาพสูงแต่ราคาก็สูงมาก เช่นกัน จุดเด่นของงานวิจัยนี้ น่าจะอยู่ตรงที่ราคาที่ต่ำมากๆ เมื่อเทียบกับของต่างประเทศแต่ประสิทธิภาพที่สามารถปรับปรุงให้เหมาะสมกับงานที่ต้องใช้ได้ เพราะด้วยประสิทธิภาพที่สูงของผลิตภัณฑ์ต่างประเทศ บางหน้าที่การทำงานก็ไม่ได้ใช้เลยทำให้เสียประโยชน์โดยใช่เหตุ ดังนั้นการที่เราสามารถเพิ่มเติมความสามารถตามงานที่จะต้องใช้จึงเป็นข้อได้เปรียบอันหนึ่ง และข้อดีอีกอันหนึ่งก็คือว่า ตัวเครื่องที่ออกแบบเป็นแบบที่สามารถสร้างได้ในเมื่องไทยเราหมายถึงอุปกรณ์สามารถหาได้ในเมืองไทย ก็ทำให้การซ่อมบำรุง, ดูแลหรือแม้แต่การพัฒนาปรับปรุงระบบให้มีความสามารถมากขึ้นดังที่ได้กล่าวมานั้นเป็นไปได้ในราคาที่ต่ำ วิศวกรของบริษัท สามารถศึกษาเพื่อซ่อมแซม, ปรับปรุงระบบได้อย่างอิสระ ก็จะเป็นการลดค่าใช้จ่ายส่วนนี้ลงไปอีกเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้นำไปใช้งานทดสอบกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แล้วหลายครั้ง และถึงแม้ว่าจะสามารถทำงานได้ตามความต้องการก็ตาม แต่การทดสอบทำได้ในเวลาจำกัด ใช้เวลาในการทดสอบได้ไม่นานนัก เพราะเป็นช่วงท้ายของเวลาที่กำหนดในการทำวิจัย แต่ก็ได้มีข้อที่ควรพิจารณา เพื่อเสนอแนะมาบ้างข้อดังนี้

ข้อที่ 1 ตัววัดได้ต้นแบบเป็นไอซีแบบสี่เหลี่ยมเท่านั้น หากเพิ่มเติม แนวคิดการพัฒนาโปรแกรมให้วัดค่าอื่นๆได้อีกก็จะเป็นประโยชน์มากขึ้น

ในข้อนี้นั้นผู้วิจัยเห็นด้วย และได้มีการคิดไว้บ้างแล้วและได้พิจารณไว้ในรูปร่างแบบอื่นๆ ซึ่งแนวคิดก็ขยายไปถึงวัตถุที่วัดนั้นอาจไม่ใช่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ก็ได้ เช่น อาจเป็นชิ้นส่วนยานยนต์ เหล่านี้เป็นต้น ก็จะมีประโยชน์มาก ทำให้ผู้วิจัยได้มีข้อวิจัยที่จะพัฒนาต่อยอดต่อไปอีกโดยจะพยายามแก้ปัญหานี้ต่อไป

ข้อที่ 2 ส่วนของความเร็วและความละเอียด น่าจะพัฒนาให้สามารถทำงานได้รวดเร็วมากขึ้นได้ ทั้งนี้เพราะ ปัจจุบัน (ณ.เวลาที่ส่งรายงานฉบับสมบูรณ์) อุปกรณ์ด้านคอมพิวเตอร์ฝังตัวได้พัฒนาก้าวหน้าไปเป็นอย่างมากเพราะสามารถทำงานที่ความเร็วมากขึ้น มีขนาดหน่วยความจำมากขึ้น การใช้งานกับกล้องก็มีหลากหลายให้เลือกใช้มากขึ้น ในขณะที่ราคาไม่ได้สูงมากเหมือนแต่ก่อน ดังนั้นหากนำแนวทางของงานวิจัยนี้ไปปรับปรุงส่วนต่างๆไม่ว่าจะเป็น ฮาร์ดแวร์หรือซอฟร์แวร์ก็ตาม เพื่อให้ทันสมัยก็จะทำให้เครื่องสามารถรองรับการใช้งานได้มากมายขึ้นนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลผลิตที่ได้จากงานวิจัย

จากการทำวิจัยในเรื่อง ระบบวัดขนาดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติราคาประหยัด ได้ทำการออกแบบสร้างตัวเครื่องเป็นแบบขนาดเล็ก, ที่คลื่อนที่ได้สะดวก และแน่นอนว่าสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดให้ดียิ่งขึ้นไปได้อีก ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว โดยตัวเครื่องที่ได้ก็จะประกอบไปด้วย

1) ส่วนของตัวประมวลผลหลักซึ่งเป็นชุดกล่องติดตั้งได้บนระบบสายพานลำเลียงขนาดเล็ก 1 กล่อง
2) ส่วนของตัวระบบสายพานลำเลียงขนาดเล็กพร้อมระบบจ่ายไฟของระบบ จำนวน 1 เครื่อง

โดยทั้งสองส่วนจะประกอบกันเสร็จเรียบร้อย และจะมีรายงานฉบับสมบูรณ์พร้อมกับแผ่น CD-ROM บรรจุเอกสาร, โปรแกรมส่วนต่างๆทั้งหมดเพื่อการนำไปพัฒนาต่อยอดเพิ่มความสามารถในด้านต่างๆ ได้อย่างเหมาะสมกับการใช้งานให้หลากหลายต่อไป

รูปที่ 6.1 แสดงรูประบบวัดขนาดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติราคาประหยัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม เอกสารอ้างอิง

[1] www.halcon.com

[2] www.ni.com

[3] Hormberg, A. (ed.) "Handbook of Machine Vision", ISBN-978-527-40544-2, 2006.

[4] www.mvtec.com; "Halcon11 (HDevelop)"

[5] www.adlinktech.com "MXE-1000 Series

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ส่วนนี้จะได้เสริมเนื้อหา ส่วนของอุปกรณ์และโปรแกรมที่สำคัญในการสร้างและออกแบบทำงานของตัวเครื่อง เพื่อจะได้เป็นข้อมูลต่อนักวิจัยผู้อื่นจะได้นำไปพัฒนาต่อยอดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ภาคผนวก ก. อุปกรณ์โมดูลกล้องขนาดเล็ก และคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก

อุปกรณ์โมดูลกล้อง Picamera

เป็นตัวโมดูลกล้องที่มีขนาดที่เล็กและทำมาเฉพาะให้กับบอร์ดคอมพิวเตอร์ฝังตัว Raspberry Pi3 ตัวกล้องมีการเชื่อมต่อแบบสายแพ ยาวประมาณ 1 ฟุต การควบคุมการทำงานทำได้บนภาษาหลายภาษา เช่น C++, Python, C, JAVA เหล่านี้เป็นต้น สามารถทำการปรับให้ได้ความละเอียดของภาพได้มากมายดังตารางข้างล่างและมีคุณสมบัติทางไฟฟ้าดังต่อไปนี้

	Camera V1	Camera V2
Net price	$25	$25
Size	around 25 x 24 x 9 mm	
Weight	3g	
Still resolution	5 Megapixels	8 Megapixels
Video modes	1080p30, 720p60 and 640x480p60/90	1080p30, 720p60 and 640x480p60/90
Linux integration	V4L2 driver available	V4L2 driver available
C programming API	OpenMAX IL and others available	OpenMAX IL and others available
Sensor	OmniVision OV5647	Sony IMX219
Sensor resolution	2592 x 1944 pixels	3280 x 2464 pixels
Sensor image area	3.76 x 2.74 mm	
Pixel size	1.4 µm x 1.4 µm	
Optical size	1/4"	
Full-frame SLR lens equivalent	35 mm	
S/N ratio	36 dB	
Dynamic range	67 dB @ 8x gain	
Sensitivity	680 mV/lux-sec	
Dark current	16 mV/sec @ 60 C	
Well capacity	4.3 Ke-	
Fixed focus	1 m to infinity	
Focal length	3.60 mm +/- 0.01	
Horizontal field of view	53.50 +/- 0.13 degrees	
Vertical field of view	41.41 +/- 0.11 degrees	
Focal ratio (F-Stop)	2.9	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

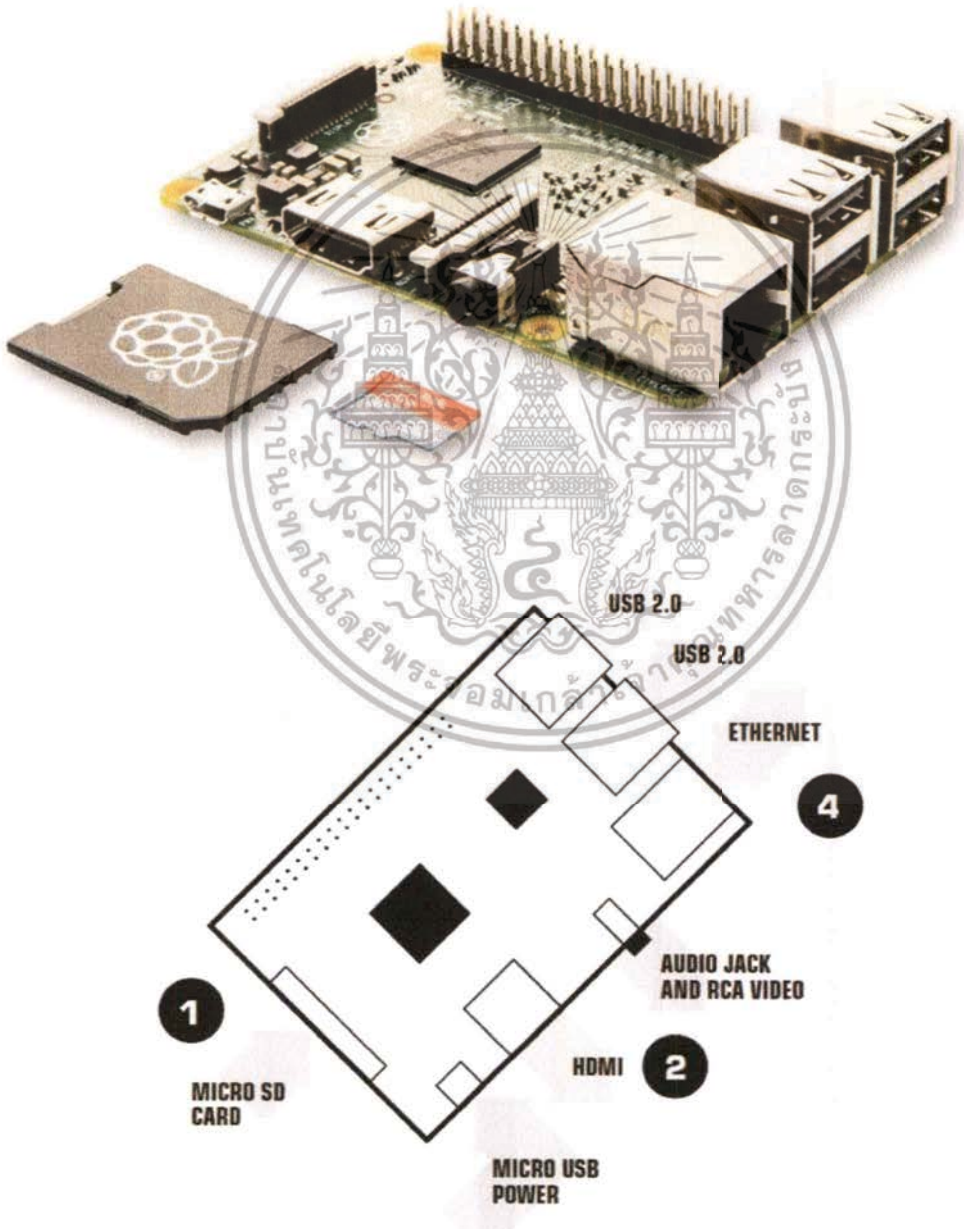
#	Resolution	Aspect Ratio	Framerates	Video	Image	FoV	Binning
1	1920x1080	16:9	1-30fps	x		Partial	None
2	2592x1944	4:3	1-15fps	x	x	Full	None
3	2592x1944	4:3	0.1666-1fps	x	x	Full	None
4	1296x972	4:3	1-42fps	x		Full	2x2
5	1296x730	16:9	1-49fps	x		Full	2x2
6	640x480	4:3	42.1-60fps	x		Full	4x4
7	640x480	4:3	60.1-90fps	x		Full	4x4

ตัวกล้อง Picamera และตำแหน่งที่ติดตั้ง

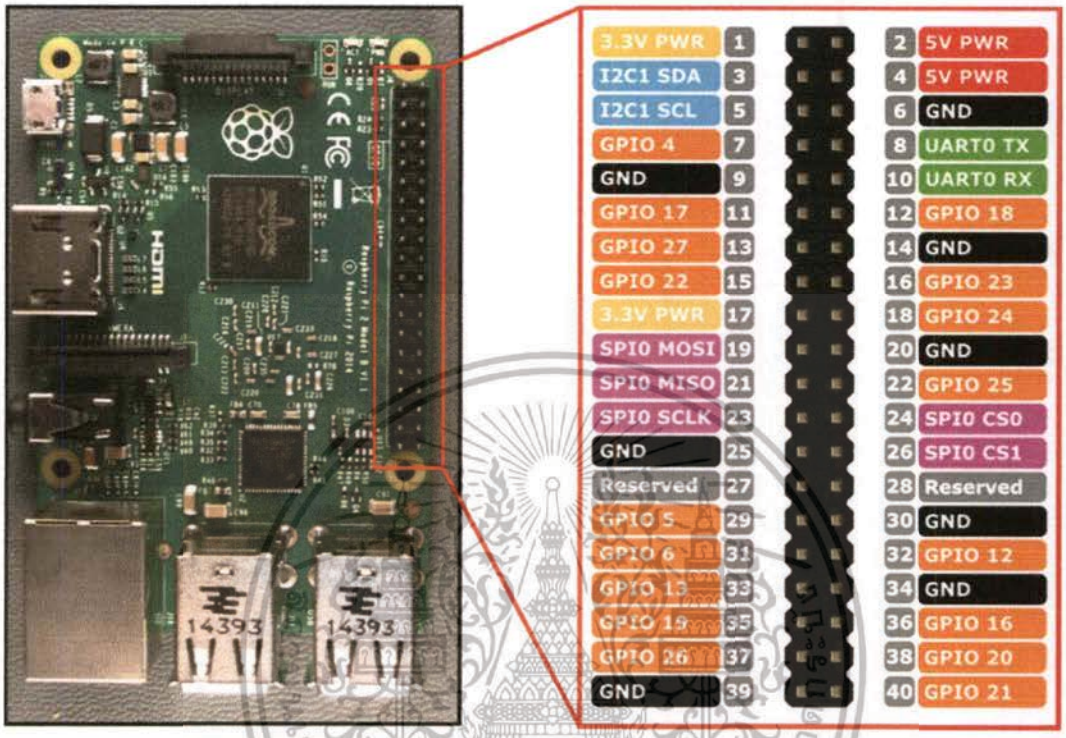
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก (Raspberry pi3)

รูปบางส่วนแสดงดังรูปภาพข้างล่างนี้ ส่วนตัวคู่มือบอร์ดและส่วนเอกสารสนับสนุนต่างๆ มีแนบไว้ที่แผ่น CD ROM เรียบร้อยแล้ว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



SPEC DATA:

Raspberry Pi 3 Model B

Type: Value, Mini Desktop PC
Processor Family: Broadcom BCM2837
Processor Name: Broadcom BCM2837 ARMv8 Cortex A53
Processor Speed: 1.2 GHz
RAM: 1 GB
Storage Capacity (as Tested): N/A GB
Storage Type: Flash storage

Graphics Card: VideoCore IV
Primary Optical Drive: External
Secondary Optical Drive: None
Monitor Type: None
Touch Screen: No
Screen Size: N/A inches
Operating System: Linux
Built-in TV Tuner: None

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
ส่วนของโปรแกรม

ในส่วนของโปรแกรมนั้นจะมีอยู่ด้วยกัน 1 โปรแกรมคือ เป็นโปรแกรมภาษา Python สำหรับบรรจุลงบนความพิวเตอร์ฝังตัวเท่านั้นเพราะจะใช้สั่งงานควบคุมการทำงานทั้งหมด ซึ่งในรายงานฉบับนี้ ขอลงเฉพาะในส่วนสาคัญของ โปรแกรมในบางส่วนเท่านั้น เพราะโปรแกรมทั้งหมดจะค่อนข้างยาวมาก แต่อย่างไรก็ตามโปรแกรมสมบูรณ์ก็สามารถดูได้ที่แผ่น CD-ROM ที่มีมาพร้อมกับรายงานฉบับนี้

โปรแกรมส่วนประมวลผลภาพ
(บางส่วนเท่านั้น)

```
__author__ = 'Attasit'

from SimpleCV import Image, Color, Display, DrawingLayer, Camera
import time
import numpy
import math
from matplotlib import pyplot as plt

#----- Sub routine ----------------------------

def getDegreeLength(xy, cen):
    x1 = xy[0]
    y1 = xy[1]
    Center = cen
    Len = math.sqrt(math.pow((y1 - Center[1]), 2) + math.pow((x1 - Center[0]), 2))

#1] Speciel case on 0 90 180  270

    if ((y1 == Center[1]) & (x1 < Center[0])):
        Deg = 0.0
    else:
        if ((x1 == Center[0]) & (y1 < Center[1])):
            Deg = 90.0
        else:
            if ((x1 > Center[0]) & (y1 == Center[1])):
                Deg = 180.0
            else:
                if ((y1 > Center[1]) & (x1 == Center[0])):
                    Deg = 270.0
                else:

            # Calculate other angle
                    Deg = math.degrees(math.atan(abs(y1 - Center[1]) / abs(x1 - Center[0])))
                    if ((x1 > Center[0]) & (y1 < Center[1])):
                        Deg = 180 - Deg
                    else:
                        if ((x1 > Center[0]) & (y1 > Center[1])):
                            Deg = 180 + Deg
                        else:
                            if ((x1 < Center[0]) & (y1 > Center[1])):
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    Deg = 360 - Deg
    return (round(Deg,3), round(Len,3))


def  CheckSize() :

    #print 'OK Start'
    time.sleep(1)
    img = cam.getImage()
    img.show()
    time.sleep(2)

# 2] Edge detection by Candy
    imgBi = img.binarize()
    imgBi.show()
    time.sleep(1)

# 3] Remove small bad points
    imgEdgOpen = imgBi.erode(2)
    imgEdgOpen = imgEdgOpen.dilate(2)
    imgEdgOpen.show()

#4] Find Centriod
    ccen = imgEdgOpen.findBlobs().center()
    cen = ccen[0]  #reduce array to 2D

#5] Display centroid on image
    disp = Display(imgEdgOpen.size())
    scopelayer = DrawingLayer(imgEdgOpen.size())
    scopelayer.circle([cen[0], cen[1]], 10, Color.BLUE, width=3)
    imgEdgOpen.addDrawingLayer(scopelayer)
    imgEdgOpen.save(disp)

#time.sleep(1)

#6] Edg detection (canndy)
    imgEdg = imgEdgOpen.edges()
    imgEdg.show()
    time.sleep(1)

#6.1] Take all perimiter to list

# Mat = imgEdg.getMatrix()

    x,y = numpy.where(imgEdg.getGrayNumpy()>128) #ask numpy where in our gray image is
white
    x=x*(1.0)  #make it float
    y=y*(1.0)  #make it float
    peri = zip(x,y)   # make the points into a list of tuples

#7] calculate the distance and Degree
    res = [(0,0)]    # for keep result of [angle, len, x, y ]
    index = 0
    while index<len(peri) :
        result = getDegreeLength(peri[index],cen)
        res.append(result+peri[index])
        index += 1
    res.remove((0,0))
    res.sort()   # re order from small --> big (angle)



#8] find the 4 longest points that indecated the conner of IC's
    index = 0;
    len_center=[(0)]
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    while index <len(res) :
        len_center.append(res[index][1])
        index += 1
    len_center.remove(0)


plt.plot(len_center)
plt.show()

    point=[(0,0),(0,0),(0,0),(0,0)]
    point[0]= len_center.index(max(len_center)),max(len_center)
    x0,y0 = point[0]
    index = 0

    del_p = 23  #-------- Adjust value (+,-) for delete ----------

    while index<del_p :
        len_center[x0+index]=0.0
        len_center[x0-index]=0.0
        index += 1

    point[1]= len_center.index(max(len_center)),max(len_center)
    x0,y0 = point[1]
    index = 0

    while index<del_p :
        len_center[x0+index]=0.0
        len_center[x0-index]=0.0
        index += 1

    point[2]= len_center.index(max(len_center)),max(len_center)
    x0,y0 = point[2]
    index = 0

    while index<del_p :
        len_center[x0+index]=0.0
        len_center[x0-index]=0.0
        index += 1

    point[3]= len_center.index(max(len_center)),max(len_center)
    x0,y0 = point[3]
    index = 0

    while index<del_p :
        len_center[x0+index]=0.0
        len_center[x0-index]=0.0
        index += 1

Show len_center for check data
plt.plot(len_center)
plt.show()

    point.sort()
    x0 = int(res[point[0][0]][2])
    y0 = int(res[point[0][0]][3])
    x1 = int(res[point[1][0]][2])
    y1 = int(res[point[1][0]][3])
    x2 = int(res[point[2][0]][2])
    y2 = int(res[point[2][0]][3])
    x3 = int(res[point[3][0]][2])
    y3 = int(res[point[3][0]][3])

# 9] Calculate result of area and so on.....
    a = math.sqrt(math.pow((x0-x1),2)+math.pow((y0-y1),2))
    b = math.sqrt(math.pow((x1-x2),2)+math.pow((y1-y2),2))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#10] print conner points (and Centroid) and results on Edge image

   disp = Display(imgEdg.size())

   scopelayer = DrawingLayer(imgEdg.size())
    scopelayer.circle([x0, y0], 8, Color.RED, width=3)
    scopelayer.circle([x1, y1], 8, Color.RED, width=3)
    scopelayer.circle([x2, y2], 8, Color.RED, width=3)
    scopelayer.circle([x3, y3], 8, Color.RED, width=3)
    scopelayer.circle([cen[0], cen[1]], 10, Color.BLUE, width=3)
    scopelayer.setFontSize(28)
    scopelayer.text(' Side A = '+str(round(a,3)),[450,200],(0,255,0))
    scopelayer.text(' Side B = '+str(round(b,3)),[450,250],(0,255,0))
    scopelayer.text(' Area    = '+str(round((a*b),3)),[450,300],(0,255,0))

  # put command here to display result on LCD and LED

  # A) check size
  # -------
  # B) Dispaly results
  # -------

    print round(a,3)
    print round(b,3)
    print '====================='

    imgEdg.addDrawingLayer(scopelayer)
    imgEdg.save(disp)
    time.sleep(5)
    disp.quit()

#------------------------------------------- MAIN START HERE ---------------
#set up Variable

cam = Camera()
disp = Display([640,480])
index = 0

#1] Read Data of IC's prototype for comparison
# ---------------

while index<3 :      # <--- example  only 3 times

   #2] Start wait for target in position (Box image processing)
    # ---------
    # ---------

    #3] Take picture & process
    # Process to get result

    CheckSize()
    index += 1
    print ' Number of  Processed = '+str(index)

print ' Finished '
```

หมายเหตุ โปรแกรมนี้เป็นเพียงบางส่วนเท่านั้น จะเห็นว่ามีส่วนที่ Comment ไว้ในหลายส่วนของตัวโปรแกรม โดยโปรแกรมทั้งหมดจะถูกบรรจุอยู่ในแผ่น CD-ROM แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสโครงการ/รหัสสัญญา A118-59-010

แบบรายงานการใช้จ่ายเงินโครงการวิจัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายงานความก้าวหน้า ครั้งที่ 3 รอบ 9 เดือน ประจำปีงบประมาณ 2559

☑ แหล่งงบประมาณแผ่นดิน (แบบปกติ) ☐ แหล่งเงินรายได้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) ระบบวัดขนาดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติราคาประหยัด

(ภาษาอังกฤษ) Low cost electronics element inspection system

ชื่อ-สกุลหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน/ผู้วิจัย รศ.ดร.อรรถสิทธิ์ หล่าสกุล

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 1 เมษายน 2559 ถึงวันที่ 31 มิถุนายน 2559

ระยะเวลาดำเนินการ 1 ปี เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2558 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2559

ข้อมูลการรายงานค่าใช้จ่ายงบประมาณโครงการวิจัย

1. การเบิกจ่ายงบประมาณ (กรณีการจ่ายเงินถ้าจ่ายงวดเดียวให้ลบข้อที่ไม่เกี่ยวข้องออก)

งวดที่ 1 510,000 บาท 85 % วันที่ได้รับอนุมัติให้เบิกจ่ายเงิน (ว/ด/ป) 30 พ.ค 2558

งวดที่ 2 90,000 บาท 15 % วันที่ได้รับอนุมัติให้เบิกจ่ายเงิน (ว/ด/ป) 30 เมษายน 2559

2. สรุปงบประมาณค่าใช้จ่ายที่ใช้นับตั้งแต่เริ่มทำการวิจัยถึงปัจจุบัน (จำแนกตามหมวดค่าใช้จ่าย)

หมวดค่าใช้จ่าย	งบประมาณรวมทั้งโครงการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)	คงเหลือ (หรือเกิน)
งบบุคลากร :ค่าจ้างชั่วคราว			
งบดำเนินงาน			
ค่าตอบแทน			
ค่าใช้สอย	5,000	5,000	0
ค่าวัสดุ	595,000	595,000	0
ค่าสาธารณูปโภค			
งบลงทุน: ค่าครุภัณฑ์			
รวม	600,000	600,000	0

(รศ.ดร.อรรถสิทธิ์ หล่าสกุล)
ลงนามหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน
17/10/2559

(.....)
ลงนามเจ้าหน้าที่การเงิน/เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง
...../...../.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย) .....อรรถสิทธิ์ หล่าสกุล.....

ชื่อ-สกุล (ภาษาองกฤษ) .....ATTASIT LASAKUL.....

ตำแน่งทางวิชาการ.....รองศสตราจารย์.....**สัดส่วนการวิจัย**.....100%

ภาควิชา .....สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพวเตอร์..... **คณะ** .....วิศวกรรมศาสตร์.....

โทรศัพท์ ...0840270185..... **โทรสาร** .....

E-mail .....klattasi@kmitl.ac.th.....

ประวัติการศึกษา

ระดับการศึกษา	ปี ค.ศ. ที่สาเร็จ	สถาบันการศึกษา	วิชาเอก	ชื่อปริญญา
ปริญญาตรี	1987	KMITL	อิเลกทรอนิกส์	B.Ind.Tech
ปริญญาโท	1990	KMITL	ไฟฟ้า	M.Eng
ปริญญเอก	2000	Tokai University	ไฟฟา	D.Eng

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา).....

.....การออกแบบวงจรดิจิตอลและการใช้งาน, ระบบดิจิตอล อัตโนมัติ เช่น ไมโครคอนโทลเลอร์...

ทุนการศึกษาและทุนวิจัยที่เคยได้รับ

ปี พ.ศ.	ทุนการศึกษาและทุนวิจัย	สถาบันที่ให้
2544	"เครื่องคอบคุมสวิทช์แบบหลายช่องพร้อมกัน"	สกว.
2551	"อุปกรณ์เสริมคย์บอร์ดสำหรับผู้พิการทางสายตา"	พระจอมเกล้าลาดกระบัง
2552	"เครื่องวัดระยะไกลผ่านวิทยุสื่อสาร"	พระจอมเกล้าลาดกระบัง
2553	"เครื่องติดตามยานพาหนะแสดงผลภาษาไทย"	พระจอมเกล้าลาดกระบัง
2554	"เครื่องบันทึกการสอน"	พระจอมเกล้าลาดกระบัง
2554	"เครื่องวัดสิ่งแวดล้อมระยะไกลผ่านวิทยุสื่อสาร"	วช.
2555	"เครื่องวัดสิ่งแวดล้อมระยะไกลอัจฉริยะ"	พระจอมเกล้าลาดกระบัง
2556	"อุปกรณ์ตรวจวัดระดับน้ำสำหรับระบบเตือนภัยน้ำท่วม"	พระจอมเกล้าลาดกระบัง
2556	"ระบบเฝ้าระวังผู้ป่วยแบบไร้สาย"	พระจอมเกล้าลาดกระบัง
2558	"เครื่องเฝ้าระวังผู้ป่วยอัตโนมัติ"	วช.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้