การพัฒนาระบบสื่อสารสำหรับการตรวจสอบการทำงานของแผงวงจรอัตโนมัติ
DEVELOPMENT COMMUNICATE SYSTEM FOR AUTO INSPECTION FUNCTION TEST OF PCB

เฉลิมวงศ์ สาสีพัฒนา

รายงานสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต
วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาระบบสื่อสารสำหรับการตรวจสอบการทำงานของแผงวงจรอัตโนมัติ

DEVELOPMENT COMMUNICATE SYSTEM FOR AUTO INSPECTION FUNCTION TEST OF PCB

T147912

เฉลิมวงศ์ สาลีพัฒนา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่ 147912
เลขทะเบียน
วัน.เดือน.ปี 16 ต.ค. 2560

b.12862459
i.

รายงานสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต
วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEVELOPMENT COMMUNICATE SYSTEM FOR AUTO INSPECTION FUNCTION TEST OF PCB

Chalermwong Saleepattana

A CO-OPERATIVE REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN MANUFACTURING SYSTEM ENGINEERING
COLLEGE OF ADVANCED MANUFACTURING INNOVATION
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสหกิจศึกษา	การพัฒนาระบบสื่อสารสำหรับการตรวจสอบการทำงานของแผงวงจรอัตโนมัติ DEVELOPMENT COMMUNICATE SYSTEM FOR AUTO INSPECTION FUNCTION TEST OF PCB
นักศึกษา	นายเฉลิมวงศ์ สาลีพัฒนา
รหัสนักศึกษา	56120009
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมระบบการผลิต
ปีการศึกษา	2559
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.อนรรฆพล แสนทน

วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้สหกิจศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ประจำปีการศึกษา 2559

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.อนรรฆพล แสนทน	
ดร.ฉัตรพล ภคศิริ	
ดร.กมล วสะภิญโญกุล	
นางสาวศลิษา เผือกเนียม	ศลิษา เผือกเนียม

ลิขสิทธิ์ของวิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสหกิจศึกษา	การพัฒนาระบบสื่อสารสำหรับการตรวจสอบการทำงานของแผงวงจรอัตโนมัติ DEVELOPMENT COMMUNICATE SYSTEM FOR AUTO INSPECTION FUNCTION TEST OF PCB
ชื่อนักศึกษา	นายเฉลิมวงศ์ สาลีพัฒนา
รหัสนักศึกษา	56120009
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมระบบการผลิต
ปีการศึกษา	2559
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.อนรรฆพล แสนทน

บทคัดย่อ

โครงงานสหกิจนี้กล่าวถึงการพัฒนาระบบการสื่อสารสำหรับระบบการทดสอบการทำงานของแผงวงจรแบบอัตโนมัติ ซึ่งขณะนี้อุตสาหกรรมได้เปลี่ยนเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม4.0 จึงทำให้เกิดการพัฒนาระบบการผลิตอย่างก้าวกระโดดเพื่อยกมาตาฐานการผลิตให้ใกล้กับอุตสาหกรรม4.0มากที่สุด โดยการพัฒนาระบบการผลิตที่มีอยู่ในปัจจุบันให้เป็นกระบบการผลิตแบบอัตโนมัติ ซึ่งการพัฒนาระบบการผลิตเกิดจากการบูรณาการความรู้หลากหลายแขนงไม่ว่าจะเป็นระบบแขนกลอัตโนมัติ ระบบวิทัศน์อัตโนมัติ ระบบการสื่อสาร

โครงงานสหกิจนี้จะพัฒนาระบบการสื่อสารให้สามารถทำงานในการทดสอบแผงวงจรแบบอัตโนมัติให้ระบบการทดสอบแผงวงจรทำงานได้อย่างถูกต้อง และรวดเร็วที่สุด

คำสำคัญ : ระบบแขนกลอัตโนมัติ , ระบบวิทัศน์อัตโนมัติ . ระบบสื่อสารข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	DEVELOPMENT COMMUNICATE SYSTEM FOR AUTO INSPECTION FUNCTION TEST OF PCB
Student	Mr.Chalermwong Saleepattana
Student ID	56120009
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Manufacturing System Engineering
Year	2016
Advisor	Asst. Prof. Dr. Annakapon Saenthon

Abstract

This cooperative project is to develop a communication system for the automated functional testing of circuit boards. Currently, the industry has transformed into a industry4.0. As a result, the development of manufacturing base closer to most industry4.0. The development of production systems that are currently available to the automated production system. The development of production systems by integrating knowledge of various fields, be it automated or robotic arm system, Vision system, Communications Systems.

This cooperative project will develop a communications system that can run on circuit board automatic test systems, test circuits operate correctly. And fastest

Keywords : Robotic arm system , Vision system , Communications Systems

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การที่ข้าพเจ้าได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท แคล-คอมพ์ อีเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ตั้งแต่วันพุธที่ 3 สิงหาคม 2559 ถึง วันที่ 5 ธันวาคม 2559 ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆ อันก่อให้เกิดประโยชน์ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในภายภาคหน้า

สำหรับรายงานวิชาสหกิจฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและสนับสนุนจากเพื่อนๆ รุ่นพี่ บริษัท แคล-คอมพ์ อีเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ที่ได้ให้คำแนะนำ คำปรึกษาเป็นแนวคิดอันเป็นประโยชน์ต่อรายงานฉบับนี้ และขอขอบคุณ ผศ.ดร.อนรรฆพล แสนทน ที่เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาคอยให้คำแนะนำ และแนวคิด รวมถึงยังได้ตรวจทานแก้ไขรายงานฉบับนี้จนสำเร็จบรรลุตามเป้าหมายได้โดยดี รวมทั้งใคร่ขอขอบพระคุณ บิดา และ มารดา ที่ให้การสนับสนุนในด้านต่างๆ รวมทั้งคอยเป็นกำลังใจเสมอมาจนประสบความสำเร็จ

ทั้งนี้ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงงานที่จัดทำขึ้นมานี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจ และใคร่ศึกษาเพื่อนำไปพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น

เฉลิมวงศ์ สาลีพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญรูป VII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 1

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 ทฤษฎีแขนกลอัตโนมัติ 3

2.1.1 การแบ่งชนิดของหุ่นยนต์ 4

2.1.2 ประเภทของหุ่นยนต์ 5

2.2 ทฤษฎีการประมวลผลภาพ 10

2.2.1 ขั้นตอนการประมวลผลภาพ 10

2.2.2 ภาพดิจิตอล 12

2.2.3 ประเภทของภาพบิตแมป 13

2.2.4 ฮิสโตรแกรมของภาพ 16

2.2.5 ค่าขีดแบ่ง 18

2.2.6 ขนาดของไฟล์ภาพ 19

2.2.7 แบบจำลองสี 19

2.2.8 บล็อกแมทชิ่ง 23

2.3 การสื่อสารข้อมูล 24

2.3.1 องค์ประกอบพื้นฐานของระบบสื่อสารข้อมูล 24

2.3.2 การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์สำหรับสื่อสารข้อมูล 25

2.3.3 การส่งสัญญาณข้อมูล 26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.4 มาตรฐานสากล 26
2.3.5 ลักษณะของสัญญาณที่ใช้ในการส่งข้อมูล 27
2.3.6 รหัสที่ใช้ในการส่งสัญญาณข้อมูล 28
2.3.7 รูปแบบของการเชื่อมต่อเพื่อการสื่อสารข้อมูล 33
2.3.8 สื่อกลางที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูล 36
2.3.9 อุปกรณ์ที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์ 38
2.3.10 เครือข่าย 42
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 47
3.1 กระบวนการทดสอบแผงวงจรแบบเดิม 47
3.2 การวางโครงสร้างของระบบทดสอบแบบอัตโนมัติ 48
3.3 ส่วนประกอบของระบบ 54
3.4 การทำงานของโปรแกรมสำหรับการทดสอบแผงวงจร 57
3.5 การพัฒนาโปรแกรมสื่อสารข้อมูลสำหรับการทดสอบแผงวงจรแบบอัตโนมัติ 59
บทที่ 4 ผลการวิจัย 63
4.1 ผลการดำเนินโปรแกรมเครื่องแม่ข่าย 63
4.2 ผลการดำเนินโปรแกรมเครื่องลูกข่าย 65
4.3 การเปรียบเทียบความสามารถการทำงานระหว่างระบบเดิมและระบบใหม่ 67
บทที่ 5 สรุปผลการวิจับและข้อเสนอแนะ 68
5.1 สรุปผลการวิจัย 68
5.2 ปัญหาและอุปสรรค 68
5.3 แนวทางการแก้ไขปัญหา 68
5.4 ข้อเสนอแนะ 68
เอกสารอ้างอิง 69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงการทำงานของจุดต่อ.....4
ตารางที่ 2.2 แสดงการทำงานของจุดต่อในหุ่นยนต์แต่ละประเภท.....4
ตารางที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการทำงานของระบบเดิมกับระบบใหม่..... 67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 ภาพเปรียบเทียบแขนมนุษย์กับแขนกล 3
รูปที่ 2.2 Cartesian Robot 5
รูปที่ 2.3 Cylindrical Robot 6
รูปที่ 2.4 Spherical Robot 7
รูปที่ 2.5 SCARA Robot 8
รูปที่ 2.6 Articulated Robot 9
รูปที่ 2.7 อุปกรณ์พื้นฐานสำหรับการประมวลผลภาพ 11
รูปที่ 2.8 ภาพเปรียบเทียบการขยายภาพระหว่าง ภาพแบบ Raster กับ ภาพแบบ Vactor 13
รูปที่ 2.9 ภาพขาวดำ 13
รูปที่ 2.10 ระดับสีเทาตามค่าแต่ละจุดภาพ 14
รูปที่ 2.11 ค่าของแต่ละจุดภาพในภาพระดับสีเทา 15
รูปที่ 2.12 ค่าของแต่ละจุดภาพในภาพสี 15
รูปที่ 2.13 ภาพและฮิสโตรแกรมของภาพที่มีการกระจายอย่างสม่ำเสมอ 16
รูปที่ 2.14 ภาพและฮิสโตรแกรมของภาพที่มีการกระจายอยู่ในโทนมืด 16
รูปที่ 2.15 ภาพและฮิสโตรแกรมของภาพที่มีการกระจายอยู่ในโทนสว่าง 17
รูปที่ 2.16 ภาพและฮิสโตรแกรมของภาพที่มีความต่างของการกระจายสูง 17
รูปที่ 2.17 ภาพและฮิสโตรแกรมของภาพที่มีความต่างของการกระจายต่ำ และอยู่ในโทนกลาง 17
รูปที่ 2.18 การพิจารณากำหนดค่าขีดแบ่ง 18
รูปที่ 2.19 ตัวอย่างผลลัพธ์หลังกำหนดค่าขีดแบ่ง 18
รูปที่ 2.20 แบบจำลองอาร์จีบี 20
รูปที่ 2.21 แบบจำลองซีเอ็มวาย 21
รูปที่ 2.22 แบบจำลองเอชเอสวี 22
รูปที่ 2.23 บล็อกแมชชิ่ง 23
รูปที่ 2.24 แสดงตัวอย่างการเชื่อมต่อสำหรับสื่อสารข้อมูล 25
รูปที่ 2.25 ตัวอย่างการเข้ารหัสและถอดรหัสข้อมูล 29
รูปที่ 2.26 รหัสแบบแอสกี 30
รูปที่ 2.27 รหัสโบคอต 31
รูปที่ 2.28 รหัสเอบซีดิก 32
รูปที่ 2.29 การเข้ารหัสแอสกีเปรียบเทียบกับรหัสเอบซีดิก 33
รูปที่ 2.30 ตัวอย่างการเชื่อมต่อแบบจุดต่อจุด 34
รูปที่ 2.31 ตัวอย่างการเชื่อมต่อแบบหลายจุด 34
รูปที่ 2.32 ตัวอย่างการเชื่อมต่อแบบสลับช่องทางการสื่อสาร 35
รูปที่ 2.33 สายโคแอกเซียล 36

เอกสารนี้มีไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2.34 สายคู่บิดเกลียว 37
รูปที่ 2.35 สายส่งแบบไฟเบอร์ออฟติก 38
รูปที่ 2.36 โมเด็ม 39
รูปที่ 2.37 คอนเซนเตรเตอร์ 39
รูปที่ 2.38 ฮับ 40
รูปที่ 2.39 เราเตอร์ 41
รูปที่ 2.40 รีพีตเตอร์ 42
รูปที่ 2.41 เครือข่ายเฉพาะที่ 43
รูปที่ 2.42 เครือข่ายเมือง 44
รูปที่ 2.43 เครือข่ายบริเวณกว้าง 44
รูปที่ 2.44 เครือข่ายเอกชนและเครือข่ายสาธารณะ 45
รูปที่ 2.45 เครือข่ายเอกชนเสมือนจริง 46
รูปที่ 3.1 แผงวงจรขณะใส่อยู่ในเครื่องทดสอบ 47
รูปที่ 3.2 แบบจำลองตำแหน่งการวางเครื่องทดสอบแผงวงจรแบบเดิม 48
รูปที่ 3.3 แบบจำลองตำแหน่งการวางเครื่องทดสอบแผงวงจรแบบใหม่ 49
รูปที่ 3.4 ระยะชองแบบจำลองมุมด้านบน 49
รูปที่ 3.5 ระยะชองแบบจำลองมุมด้านข้าง 50
รูปที่ 3.6 ตำแหน่งการวางเครื่องทดสอบแบบใหม่ 50
รูปที่ 3.7 ตำแหน่งในการวางแขนกลอัตโนมัติ 51
รูปที่ 3.8 ทดสอบระยะการทำงานของแขนกลอัตโนมัติ1 51
รูปที่ 3.9 ทดสอบระยะการทำงานของแขนกลอัตโนมัติ2 52
รูปที่ 3.10 ทดสอบระยะการทำงานของแขนกลอัตโนมัติ3 52
รูปที่ 3.11 แบบจำลองการทำงานของระบบการทดสอบอัตโนมัติ 53
รูปที่ 3.12 แบบจำลองระยะของการติดตั้งกล้อง 53
รูปที่ 3.13 แขนกลอัตโนมัติและชุดควบคุม 54
รูปที่ 3.14 ข้อมูลทั่วไปของแขนกลอัตโนมัติ 55
รูปที่ 3.15 ข้อมูลทั่วไปของชุดควบคุมแขนกลอัตโนมัติ 55
รูปที่ 3.16 กล้องอุตสาหกรรม 56
รูปที่ 3.17 รายละเอียดของกล้องอุตสาหกรรม 56
รูปที่ 3.18 คอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม 57
รูปที่ 3.19 โปรแกรมทดสอบแผงวงจรขณะเปิดโปรแกรม 57
รูปที่ 3.20 โปรแกรมทดสอบแผงวงจรขณะรอรับข้อมูลของแผงวงจร 58
รูปที่ 3.21 ผังการเชื่อมต่อสื่อสารข้อมูลในระบบทดสอบ 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.22 โปรแกรมเครื่องแม่ข่าย 59
รูปที่ 3.23 ส่วนประกอบของโปรแกรมเครื่องแม่ข่าย 60
รูปที่ 3.24 โปรแกรมเครื่องลูกข่าย 61
รูปที่ 3.25 ส่วนประกอบของโปรแกรมเครื่องลูกข่าย 62
รูปที่ 4.1 ทดสอบระบบวิทัศน์อัตโนมัติ 63
รูปที่ 4.2 โปรแกรมแม่ข่ายขณะทำงานแสดงผลการทำงานของระบบวิทัศน์อัตโนมัติ 64
รูปที่ 4.3 โปรแกรมแม่ข่ายขณะทำงานแสดงผลการทำงานเชื่อมต่อกับลูกข่าย 64
รูปที่ 4.4 โปรแกรมลูกข่ายขณะตั้งต่าที่อยู่ไฟล์ 65
รูปที่ 4.5 โปรแกรมลูกข่ายขณะเชื่อมต่อกับเครื่องแม่ข่าย 66
รูปที่ 4.6 โปรแกรมลูกข่ายใส่ข้อความไปยังโปรแกรมทดสอบแผงวงจร 66
รูปที่ 4.7 ตัวอย่างข้อความที่ใช้ในการสื่อสาร 67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ถือว่าเป็นอุตสาหกรรมที่มีบทบาทความสำคัญต่อการขับเคลื่อนเศรษฐกิจและภาพรวมของเศรษฐกิจของประเทศไทยเป็นอย่างมาก เนื่องจากมีมูลค่าการส่งออกผลผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอยู่ในอันดับที่ 1 มาโดยตลอด โดยอ้างอิงจากรายงานภาวะเศรษฐกิจอุตสาหกรรมเดือนสิงหาคม 2559 นั้น มูลค่าการส่งออกผลผลิตอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์อยู่ที่ 4,695.70 ล้านเหรียญสหรัฐฯ หรือประมาณ 168,000 ล้านบาท

การผลิตในอุตสาหกรรมอิเลคทรอนิกส์นั้นเป็นการผลิตที่ค่อนข้างใช้แรงงานจำนวนมาก เนื่องจากส่วนประกอบแต่ละชิ้นในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์มีขนาดค่อนข้างเล็กทำให้การทำงานต้องทำด้วยความละเอียดและรอบคอบจึงทำให้แรงงานมีไม่เพียงพอต่อความต้องการในการผลิต อีกทั้งการทำงานของแรงงานเป็นที่ต้องใช้ความละเอียดเป็นเวลานานนั้น อาจทำให้แรงงานมีความล้าซึ่งจะส่งผลให้ความสามารถในการผลิตและคุณภาพของผลผลิตลดลงได้ อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ส่วนใหญ่จึงนำเทคโนโลยีมาใช้ช่วยในการผลิตเพื่อสร้างผลผลิตให้เพียงพอต่อความต้องการของตลาดอิเลคทรอนิกส์ เทคโนโลยีที่นำมาใช้เพื่อช่วยในการผลิตนั้นส่วนใหญ่เป็นเทคโนโลยีสำหรับการผลิตระบบอัตโนมัติ เช่นระบบสายพานการลำเอียงอัตโนมัติ ระบบการตรวจสอบผลิตภัณฑ์อัตโนมัติ โดยระบบเหล่านี้เกิดขึ้นจากการประยุกต์องค์ความรู้ด้านแขนกลอัตโนมัติ ระบบวิทัศน์ ระบบสัญญาณจากเซ็นเซอร์ ระบบการควบคุมพลังงานเชิงกล ฯลฯ ซึ่งระบบเหล่านี้นอกจากจะช่วยเพิ่มกำลังในการผลิตแล้วยังช่วยลดความผิดพลาดที่อาจจะเกิดจากการทำงานของแรงงานได้อีกด้วย

ระบบการผลิตแบบอัตโนมัตินั้นตามที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่าเป็นการรวบรวมระบบการทำงานในรูปแบบต่างๆ ไว้ด้วยกัน เพราะฉะนั้นระบบการผลิตอัตโนมัติจึงมีความซับซ้อนในการทำงานสูงเนื่องจากการทำงานของระบบจำเป็นต้องอาศัยการควบคุมลำดับการทำงานเพื่อไม่ให้เกิดข้อผิดพลาด ดังนั้นจึงมีการนำระบบสื่อสารมาเป็นส่วนประกอบสำคัญอีกส่วนหนึ่งในของการผลิตระบบอัตโนมัติ เพราะการทำงานของระบบต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้นเป็นการทำงานแบบเอกเทศ ระบบการสื่อสารจึงเปรียบเสมือนตัวกลางในการเชื่อมต่อระบบต่างๆ เข้าไว้ด้วยกันทำให้การทำงานของระบบการผลิตอัตโนมัติสามารถเรียงลำดับการทำงานได้อย่างถูกต้องทำให้การผลิตอัตโนมัติมีประสิทธิภาพสูงสุด

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1) ลดค่าใช้จ่ายในการผลิตในระยะยาว
2) พัฒนาโปรแกรมการสื่อสารสำหรับระบบการผลิตอัตโนมัติ
3) ระบบการผลิตอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้น สามารถใช้งานในการผลิตแทนการใช้แรงงานได้จริง
4) ระบบการผลิตอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้น สามารถเปลี่ยนการใช้เป็นการผลิตโดยใช้แรงงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1) โปรแกรมการสื่อสารสามารถรับส่งข้อมูลเพื่อใช้ประมวลผลในระบบอัตโนมัติได้

2) โปรแกรมการสื่อสารสามารถทำงานร่วมกับโปรแกรมที่จำเป็นในการผลิตอัตโนมัติได้

3) โปรแกรมการสื่อสารมีการบันทึกข้อมูลการทำงานเพื่อการตรวจสอบภายหลัง

4) โปรแกรมการสื่อสารที่พัฒนาจะนำไปใช้ที่บริษัท แคล-คอมพ์ อิเลคทรอนิกส์ จังหวัดเพชรบุรี ATE C61 Line เท่านั้น

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ได้เรียนรู้ส่วนประกอบของระบบการผลิตอัตโนมัติ

2) ได้เรียนรู้การเชื่อมต่อรับส่งข้อมูลของการผลิตอัตโนมัติ

3) โปรแกรมระบบการสื่อสารที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้งานกับการผลิตอัตโนมัติได้จริง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

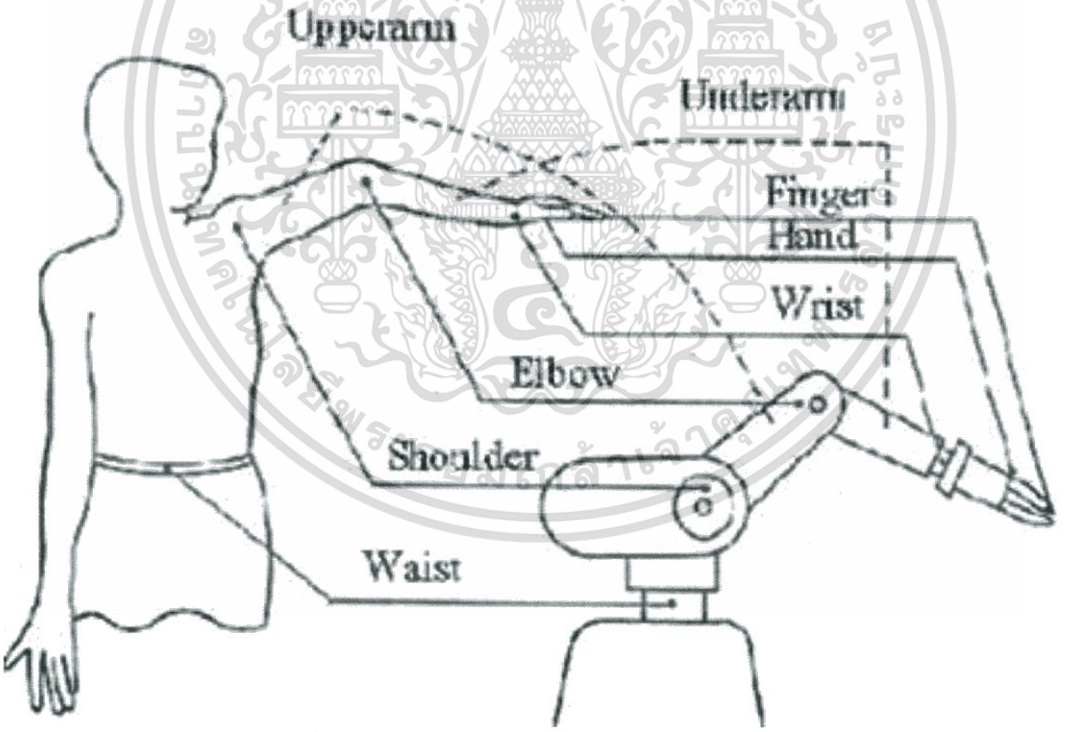
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับระบบการตรวจสอบการทำงานของแผงวงจรผลิตอัตโนมัติ

2.1 ทฤษฎีแขนกลอัตโนมัติ

ระบบหุ่นยนต์ หรือแขนกลอัตโนมัติ (Robotics or Robot arm system) คือหุ่นจำลองร่างกายมนุษย์เพื่อควบคุมการทำงานด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ มีจุดประสงค์เพื่อให้ทำงานในงานที่ต้องการความเร็ว ความละเอียด หรืองานที่มีความเสี่ยง เป็นที่นิยมอย่างมากในอุตสาหกรรมการผลิต เนื่องจากสามารถรักษาคุณภาพของการผลิตได้อย่างคงที่ อีกทั้งระบบแขนกลอัตโนมัติมีความยืดหยุ่นในการใช้งาน เมื่อต้องการเปลี่ยนลักษณะการทำงานของแขนกลอัตโนมัติ เพียงแค่เปลี่ยนโปรแกรมในการควบคุม การเปลี่ยนลักษณะการทำงานของแขนอัตโนมัติจะเสร็จสิ้น



รูปที่ 2.1 ภาพเปรียบเทียบแขนมนุษย์กับแขนกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 การแบ่งชนิดของหุ่นยนต์

โดยทั่วไปการแบ่งชนิดของหุ่นยนต์จะแบ่งตามลักษณะรูปทรงของพื้นที่ทำงาน (Envelope Geometric) แต่ก่อนจะอธิบายชนิดของหุ่นยนต์ขออธิบายการทำงานของจุดต่อ (Joint) ของหุ่นยนต์ อุตสาหกรรมซึ่งในขั้นพื้นฐานมี 2 ชนิดด้วยกัน ดังนี้

ตารางที่ 2.1 แสดงการทำงานของจุดต่อ

ชนิด	สัญลักษณ์	หมายเหตุ
Revolute (R)		การหมุน รอบแกน (Rotary)
Prismatic (P)		การเคลื่อน ที่เชิงเส้น (Linear motion)

จุดต่อ (Joint) ทั้งสองแบบเมื่อนำมาต่อเข้าด้วยกันอย่างน้อย 3 แกนหลักจะได้พื้นที่ทำงาน (Work envelope) ที่มีลักษณะแตกต่างกันไป ซึ่งสามารถนำมาแบ่งชนิดของหุ่นยนต์ได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.2 แสดงการทำงานของจุดต่อในหุ่นยนต์แต่ละประเภท

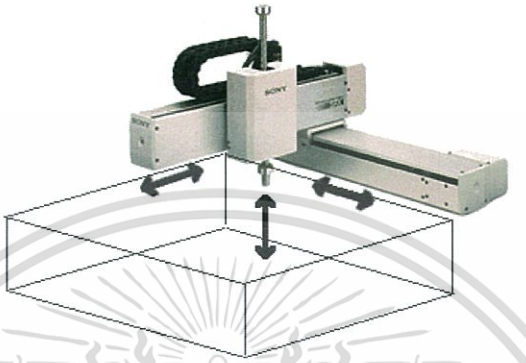
ชนิดของหุ่นยนต์	แกนที่ 1	แกนที่ 2	แกนที่ 3
Cartesian (gantry) Robot	P	P	P
Cylindrical Robot	R	P	P
Spherical (Polar) Robot	R	R	P
SCARA Robot	R	P	R
Articulated Robot	R	R	R

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ประเภทของหุ่นยนต์

1) Cartesian (gantry) Robot

แกนทั้ง 3 ของหุ่นยนต์จะเคลื่อนที่เป็นแบบเชิงเส้น (Prismatic) ถ้าโครงสร้างมีลักษณะคล้าย Overhead Crane จะเรียกว่าเป็นหุ่นยนต์ชนิด gantry แต่ถ้าหุ่นยนต์ไม่มีขาตั้งหรือขาเป็นแบบอื่น เรียกว่า ชนิด Cartesian



รูปที่ 2.2 Cartesian Robot

ข้อดี

1. เคลื่อนที่เป็นแนวเส้นตรงทั้ง 3 มิติ
2. การเคลื่อนที่สามารถทำความเข้าใจง่าย
3. มีส่วนประกอบง่าย ๆ
4. โครงสร้างแข็งแรงตลอดการเคลื่อนที่

ข้อเสีย

1. ต้องการพื้นที่ติดตั้งมาก
2. บริเวณที่หุ่นยนต์เข้าไปทำงานได้จะเล็กกว่าขนาดของตัวหุ่นยนต์
3. ไม่สามารถเข้าถึงวัตถุจากทิศทางข้างใต้ได้
4. แกนแบบเชิงเส้นจะ Seal เพื่อป้องกันฝุ่นและของเหลวได้ยาก

การประยุกต์ใช้งาน

เนื่องจากโครงสร้างมีความแข็งแรงตลอดแนวการเคลื่อนที่ ดังนั้นจึงเหมาะกับงานเคลื่อนย้ายของหนักๆ หรือเรียกว่างาน Pick-and-Place เช่นใช้โหลดชิ้นงานเข้าเครื่องจักร (Machine loading) ใช้จัดเก็บชิ้นงาน (Stacking)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) Cylindrical Robot

หุ่นยนต์ประเภทนี้จะมีแกนที่ 2 (ไหล่) และแกนที่ 3 (ข้อศอก) เป็นแบบเส้นตรง (prismatic) ส่วนแกนที่ 1 (เอว) จะเป็นแบบหมุน (revolute) ทำให้การเคลื่อนที่ได้พื้นที่การทำงานเป็นรูปทรงกระบอก ดังรูป

รูปที่ 2.3 Cylindrical Robot

ข้อดี

1. มีส่วนประกอบไม่ซับซ้อน
2. การเคลื่อนที่สามารถเข้าใจได้ง่าย
3. สามารถเข้าถึงเครื่องจักรที่มีการเปิด-ปิด หรือเข้าไปในบริเวณที่เป็นช่องหรือโพรงได้ง่าย เช่นการโหลดชิ้นงานเข้าเครื่อง CNC

ข้อเสีย

1. มีพื้นที่ทำงานจำกัด
2. แกนที่เป็นเชิงเส้นมีความยุ่งยากในการ Seal เพื่อป้องกันฝุ่นและของเหลว

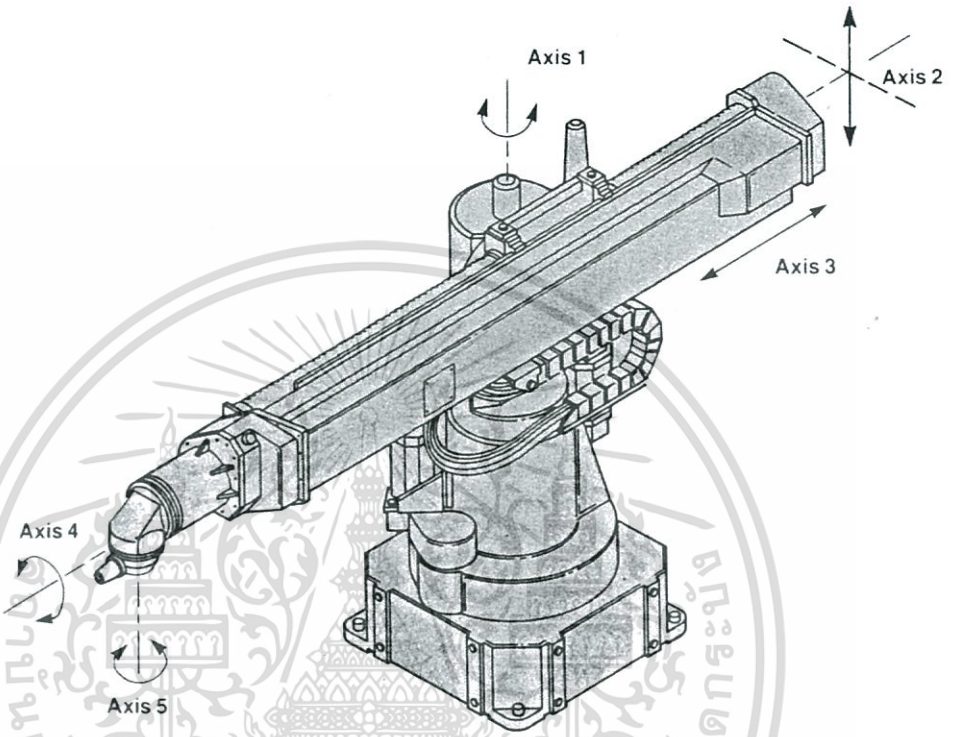
การประยุกต์ใช้งาน

โดยทั่วไปจะใช้ในการหยิบยกชิ้นงาน (Pick and Place) หรือป้อนชิ้นงานเข้าเครื่องจักรเพราะสามารถเคลื่อนที่เข้าออกบริเวณที่เป็นช่องโพรงเล็ก ๆ ได้สะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) Spherical (Polar) Robot

มีสองแกนที่เคลื่อนในลักษณะการหมุน (Revolute Joint) คือแกนที่ 1 (เอว) และแกนที่ 2 (ไหล่) ส่วนแกนที่ 3 (ข้อศอก) จะเป็นลักษณะการเคลื่อนที่แนวเส้นตรง (prismatic) ดังรูป



รูปที่ 2.4 Spherical Robot

ข้อดี

1. มีปริมาตรการทำงานมากขึ้นเนื่องจากการหมุนของแกนที่ 2 (ไหล่)
2. สามารถที่จะก้มลงมาจับชิ้นงานบนพื้นได้สะดวก

ข้อเสีย

1. มีระบบพิกัดและส่วนประกอบที่ซับซ้อน
2. การเคลื่อนที่และระบบควบคุมมีความซับซ้อนขึ้น

การประยุกต์ใช้งาน

ใช้ในงานที่มีการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง เพียงเล็กน้อย เช่น การโหลดชิ้นงานเข้าออกจากเครื่องปั้ม หรืออาจจะใช้ในงานเชื่อมจุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) SCARA Robot

หุ่นยนต์ SCARA (Selective Compliance Assembly Robot Arm) จะมีลักษณะแกนที่ 1 (เอว) และแกนที่ 3 (ข้อศอก) หมุนรอบแกนแนวตั้ง และแกนที่ 2 จะเป็นลักษณะการเคลื่อนที่ขึ้นลง (Prismatic) ดังรูป หุ่นยนต์ SCARA จะเคลื่อนที่ได้รวดเร็วในแนวระนาบและมีความแม่นยำสูง

รูปที่ 2.5 SCARA Robot

ข้อดี

1. สามารถเคลื่อนที่ในแนวระนาบ และขึ้นลงได้รวดเร็ว
2. มีความแม่นยำสูง

ข้อเสีย

1. มีพื้นที่ทำงานจำกัด
2. ไม่สามารถหมุนในลักษณะมุมต่างๆ ได้
3. ไม่สามารถยกชิ้นงานที่มีน้ำหนักมากได้

การประยุกต์ใช้งาน

เนื่องจากการเคลื่อนที่ในแนวระนาบและขึ้นลงได้รวดเร็วจึงเหมาะกับ งานประกอบชิ้นส่วนทางอิเล็คทรอนิกส์ซึ่งต้องการความรวดเร็วและการที่เคลื่อนที่ในลักษณะงานดังกล่าวไม่จำเป็นต้องใช้การเคลื่อนที่แบบหมุนมากนัก แต่ไม่เหมาะกับงานประกอบชิ้นส่วนทางกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) Articulated Robot

ทุกแกนการเคลื่อนที่จะเป็นแบบหมุน (Revolute) รูปแบบการเคลื่อนที่จะคล้ายกับแขนคน ซึ่งจะประกอบด้วยช่วงเอว ท่อนแขนบน ท่อนแขนล่าง ข้อมือ การเคลื่อนที่ทำให้ได้พื้นที่การทำงาน ดังรูป

รูปที่ 2.6 Articulated Robot

ข้อดี

1. เนื่องจากทุกแกนจะเคลื่อนที่ในลักษณะของการหมุนทำให้มีความยืดหยุ่นสูงในการไปยังตำแหน่งต่างๆ
2. บริเวณข้อต่อ (Joint) สามารถ Seal เพื่อป้องกันฝุ่นความชื้นหรือของเหลวได้
3. มีพื้นที่ในการทำงานมาก

ข้อเสีย

1. มีระบบพิกัดที่ซับซ้อน
2. การเคลื่อนที่และระบบควบคุมทำความเข้าใจได้ยาก
3. โครงสร้างไม่มั่นคงตลอดช่วงการเคลื่อนที่ อาจเกิดการสั่นทำให้ความแม่นยำลดลง

การประยุกต์ใช้งาน

หุ่นยนต์ชนิดนี้สามารถใช้งานได้กว้างขวางเพราะสามารถเข้าถึงตำแหน่งต่าง ๆ ได้ดี เช่นงานเชื่อม Spot Welding, Path Welding, งานยกของ, งานตัด, งานทากาว, งานที่มีการเคลื่อนที่ยาก ๆ เช่น งานพ่นสี งาน sealing ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ทฤษฎีการประมวลผลภาพ

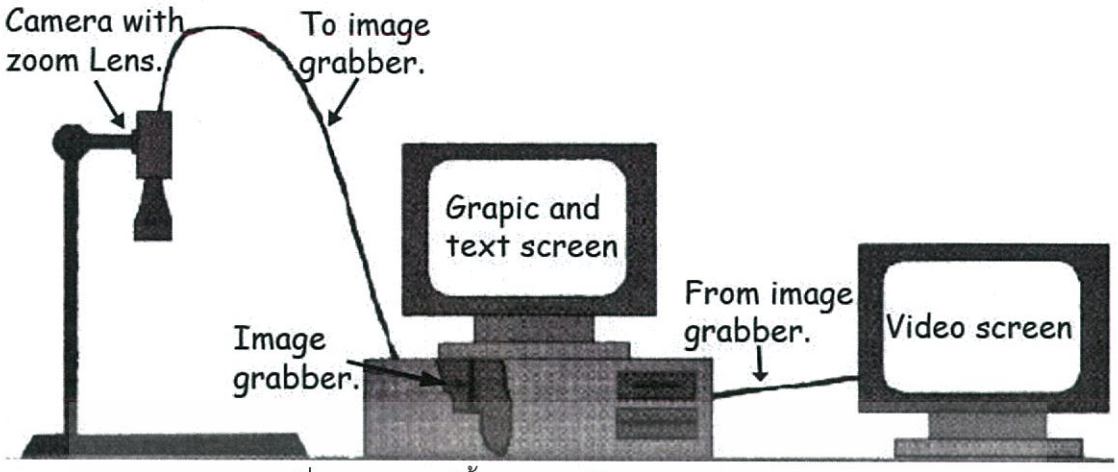
การประมวลผลภาพ (Image Processing) หมายถึง การนำภาพมาประมวลผลหรือคิดคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เราต้องการทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ โดยมีขั้นตอนต่าง ๆ ที่สำคัญ คือ การทำให้ภาพมีความคมชัดมากขึ้น การกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพ การแบ่งส่วนของวัตถุที่เราสนใจออกมาจากภาพ เพื่อนำภาพวัตถุที่ได้ไปวิเคราะห์หาข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น ขนาด รูปร่าง และทิศทางการเคลื่อนของวัตถุในภาพ จากนั้นเราสามารถนำข้อมูลเชิงปริมาณเหล่านี้ไปวิเคราะห์ และสร้างเป็นระบบ เพื่อใช้ประโยชน์ในงานด้านต่างๆ เช่น ระบบรู้จำลายนิ้วมือเพื่อตรวจสอบว่าภาพลายนิ้วมือที่มีอยู่นั้นเป็นของผู้ใด ระบบตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม ระบบคัดแยกเกรดหรือคุณภาพของพืชผลทางการเกษตร ระบบอ่านรหัสไปรษณีย์อัตโนมัติ เพื่อคัดแยกปลายทางของจดหมายที่มีจำนวนมากในแต่ละวันโดยใช้ภาพถ่ายของรหัสไปรษณีย์ที่อยู่บนซอง ระบบเก็บข้อมูลรถที่เข้าและออกอาคารโดยใช้ภาพถ่ายของป้ายทะเบียนรถเพื่อประโยชน์ในด้านความปลอดภัย ระบบดูแลและตรวจสอบสภาพการจราจรบนท้องถนนโดยการนับจำนวนรถบนท้องถนนในภาพถ่ายด้วยกล้องวงจรปิดในแต่ละช่วงเวลา ระบบรู้จำใบหน้าเพื่อเฝ้าระวังผู้ก่อการร้ายในอาคารสถานที่สำคัญ ๆ หรือในเขตคนเข้าเมือง เป็นต้น จะเห็นได้ว่าระบบเหล่านี้จำเป็นต้องมีการประมวลผลภาพจำนวนมาก และเป็นกระบวนการที่ต้องทำซ้ำ ๆ กันในรูปแบบเดิมเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งงานในลักษณะเหล่านี้ หากให้มนุษย์วิเคราะห์เอง มักต้องใช้เวลามากและใช้แรงงานสูง อีกทั้งหากจำเป็นต้องวิเคราะห์ภาพเป็นจำนวนมาก ผู้วิเคราะห์ภาพเองอาจเกิดอาการล้า ส่งผลให้เกิดความผิดพลาดขึ้นได้ ดังนั้นคอมพิวเตอร์จึงมีบทบาทสำคัญในการทำหน้าที่เหล่านี้แทนมนุษย์ อีกทั้งเป็นที่ทราบโดยทั่วกันว่า คอมพิวเตอร์มีความสามารถในการคำนวณและประมวลผลข้อมูลจำนวนมหาศาลได้ในเวลาอันสั้น จึงมีประโยชน์อย่างมากในการเพิ่มประสิทธิภาพการประมวลผลภาพและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากภาพในระบบต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น

2.2.1 ขั้นตอนการประมวลผลภาพ

ขั้นตอนการประมวลผลภาพจะประกอบไปด้วย 3 ส่วน

1) ขั้นตอนการนำข้อมูลภาพเข้าสู่คอมพิวเตอร์
2) ขั้นตอนการนำคอมพิวเตอร์มาพัฒนาอัลกอริทึมเพื่อประมวลผลภาพ
3) ขั้นตอนการแสดงผลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 อุปกรณ์พื้นฐานสำหรับการประมวลผลภาพ

โดยทั่วไปอุปกรณ์พื้นฐานในการประมวลผลภาพตามขั้นตอนที่กล่าวมาข้างต้นจะประกอบไปด้วย เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีอุปกรณ์ตรวจจับภาพหรือโปรแกรมสำหรับการตรวจจับภาพ ซึ่งจะต่อกับกล้องวีดีโอตัวจับภาพ ขั้นตอนการนำภาพเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นการแปลงสัญญาณภาพทั่วไปเป็นสัญญาณอนาล็อก (analog signal) ให้เป็นสัญญาณดิจิตอล เพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถประมวลผลภาพได้ ทั้งนี้สามารถนำข้อมูลภาพจากตัวจับภาพซึ่งโดยทั่วไปแล้วภาพดิจิตอลที่ได้จากการแปลงสัญญาณจะถูกเก็บในหน่วยความจำที่มีอยู่ในอุปกรณ์ตัวจับภาพมาใช้ในการประมวลผลภาพได้ อุปกรณ์ตัวจับภาพโดยทั่วไปแล้วจะเก็บภาพเป็นหน่วยจุดภาพ (pixel) และแต่ละจุดภาพสามารถแสดงระดับเทาได้อย่างน้อย 256 ระดับ

ก่อนการประมวลผลภาพต้องเตรียมข้อมูลภาพซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1) ปรับปรุงสัญญาณภาพในส่วนที่ไม่คมชัด
2) กำจัดสัญญาณรบกวน
3) การปรับคอนเทรสต์ หรือปรับปรุงคุณสมบัติการมองเห็น เช่น การปรับค่าความเข้มของจุดภาพ การกลับข้อมูลภาพ เป็นต้น
4) การแบ่งแยกข้อมูลภาพออกจากสีพื้น โดยใช้ค่าขีดจำกัด
5) การแปลงข้อมูลภาพในทางเรขาคณิต เช่น การหมุนภาพ การเปลี่ยนแปลงขนาดภาพ และการแก้ไขตำแหน่งของจุดภาพ
6) การแก้ไขข้อมูลภาพในส่วนที่มีการผิดเพี้ยน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ภาพดิจิตอล

รูปแบบของภาพดิจิตอลแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ

1) ภาพแบบราสเตอร์ (Raster)

ภาพแบบราสเตอร์ หรือ ภาพแบบบิตแมป (Bitmap) หรือเรียกว่าเป็นภาพแบบ Resolution Dependent โดยหลักการทำงาน คือ จะเป็นการประมวลแบบอาศัยการอ่านค่าสีในแต่ละพิกเซล ซึ่งมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Bitmap ซึ่งจะเก็บค่าของข้อมูลเป็นค่า 0 และ 1 และในแต่ละพิกเซลจะมีการเก็บค่าสีที่เจาะจงในแต่ละตำแหน่ง ลักษณะสำคัญของภาพประเภทนี้ คือ จะประกอบขึ้นด้วยจุดสีต่างๆที่มีจำนวนคงที่ตายตัว ตามการสร้างภาพที่มีความละเอียดแตกต่างกันไป ภาพแบบบิตแมปนี้ มีข้อดี คือ เหมาะสำหรับภาพที่ต้องการระบายสี สร้างสี หรือกำหนดสีที่ต้องละเอียดและสวยงามได้ง่าย ข้อจำกัดคือ เมื่อมีพิกเซลจำนวนคงที่ นำภาพมาขยายให้ใหญ่ขึ้น ความละเอียดก็จะลดลง มองเห็นภาพเป็นแบบจุด และถ้าเพิ่มความละเอียดให้แก่ภาพ จะทำให้ไฟล์มีขนาดใหญ่ และเปลืองเนื้อที่หน่วยความจำมาก เป็นต้น

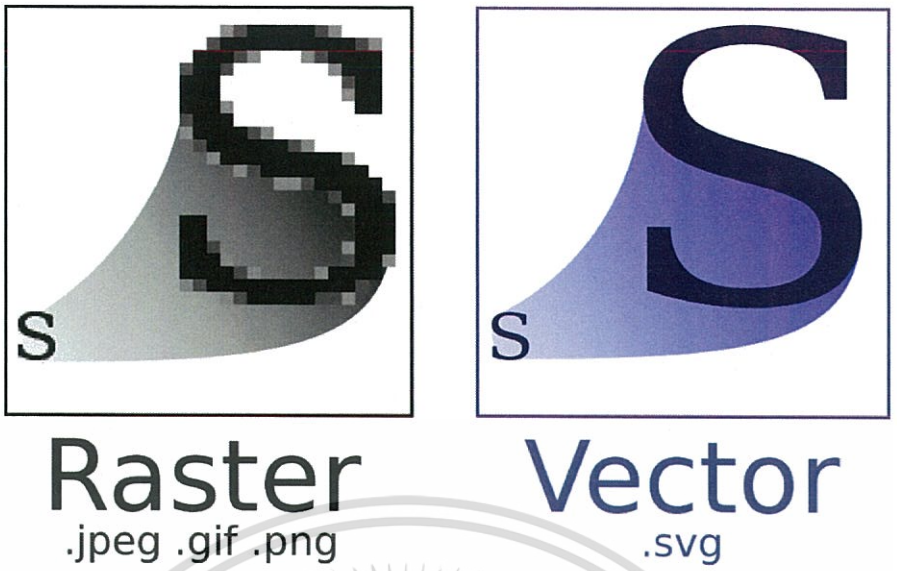
ไฟล์ของรูปภาพที่เกิดจากการประมวลผลแบบ Raster คือ ไฟล์พวกที่มีนามสกุล เป็น .BMP , .PCX, .TIF, .JPG, .GIF, .MSP, .PNG, .PCT โดยโปรแกรมที่ใช้จัดการกับภาพประเภทนี้ คือ โปรแกรมประเภทระบายภาพ (Painting Program) เช่น Photoscape, Paintbrush, Photoshop,Photostyler เป็นต้น

2) ภาพแบบเวกเตอร์ (Vactor)

ภาพแบบเวกเตอร์ หรือ Object-Oriented Graphics หรือ เรียกว่า เป็นรูปภาพ Resolution-Independent เป็นภาพที่มีลักษณะของการสร้างจากคอมพิวเตอร์ที่มีการสร้างให้แต่ละส่วนของภาพเป็นอิสระต่อกัน โดยแยกชิ้นส่วนของภาพทั้งหมดออกเป็นเส้นตรง รูปทรง หรือ ส่วนโค้ง โดยอ้างอิงตามความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ หรืออาศัยการคำนวณทางคณิตศาสตร์ โดยมีสีและตำแหน่งของสีที่แน่นอน ฉะนั้นไม่ว่าจะมีการเคลื่อนย้าย หรือย่อขยายขนาดของภาพ ก็จะไม่เสียรูปทรง และความละเอียดของภาพจะไม่ลดลง จึงทำให้ภาพยังคงชัดเจนเหมือนเดิม แม้ขนาดของภาพจะมีขนาดใหญ่ขึ้นหรือเล็กลงก็ตาม แต่มีข้อเสียที่ไม่สามารถใช้เอฟเฟคในการปรับแต่งภาพได้เหมือนกับภาพแบบราสเตอร์

การประมวลผลภาพแบบ Vector ได้แก่ภาพที่มี นามสกุล .AI, .DRW, .CDR , .EPS, .PS ซึ่งโปรแกรมที่ใช้ในการวาดภาพ เช่น Illustrator, CorelDraw และ ภาพ .WMF ซึ่งเป็นภาพคลิปอาร์ตในโปรแกรม Microsoft Word และภาพ .DWG ในโปรแกรมการออกแบบ AutoCAD เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



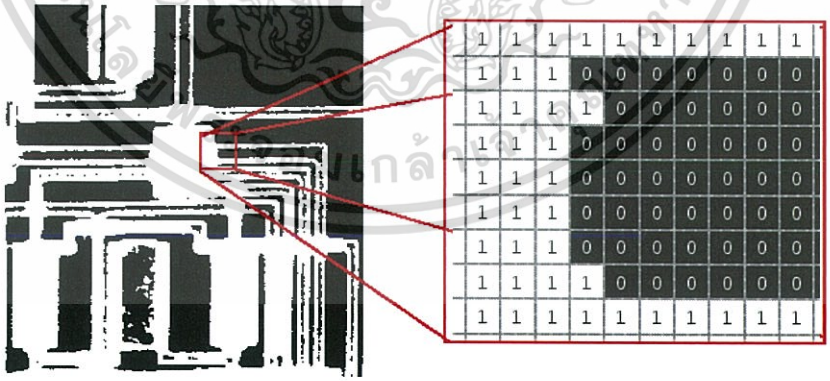
รูปที่ 2.8 ภาพเปรียบเทียบการขยายภาพระหว่าง ภาพแบบ Raster กับ ภาพแบบ Vactor

2.2.3 ประเภทของภาพบิตแมป

ภาพบิตแมปสามารถแบ่งประเภทได้จากการเก็บข้อมูลออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

1) ภาพขาวดำ (Binary Image)

ลักษณะของภาพขาวดำคือในแต่ละจุดภาพจะแสดงด้วยค่าแบบไบนารี คือ มี 1 บิต ซึ่งประกอบไปด้วยค่า 1 และ 0 โดยที่ 1 หมายถึงจุดภาพสีขาว และ 0 หมายถึงจุดภาพสีดำ ภาพประเภทนี้เหมาะสำหรับภาพที่เกี่ยวกับอักษร ภาพลายนิ้วมือ เป็นต้น



รูปที่ 2.9 ภาพขาวดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ภาพระดับสีเทา (Gray Scale Image)

ลักษณะของภาพขาวดำคือในแต่ละจุดภาพจะมีความเข้มของแสงในระดับที่แตกต่างกันไป ตั้งแต่สีขาวไปยังสีดำซึ่งสามารถกำหนดระดับของความเข้มของแสงได้ โดยปกติแล้ว ภาพแบบระดับภาพสีเทาจะมีความละเอียดเท่ากับ 8 บิต ซึ่งภาพจะมีค่าระดับความเข้มของสีดำเท่ากับ 0 ส่วนระบบดับค่าความเข้มของแสงสีขาวมีค่าเท่ากับ 255

โดยที่ค่าแต่ละจุดภาพของภาพจะหมายถึงความเข้มแสงแต่ละตำแหน่งของจุดภาพที่อยู่ในรูประดับสีเทา โดยการเปลี่ยนภาพจากระบบสีอาร์จีบี (RGB) เป็นระดับสีเทาจะใช้สมการดังนี้

$$Y = 0.3R + 0.5G + 0.11B$$

โดยค่า Y แทนค่าระดับสีเทา ณ จุดภาพตำแหน่งที่สนใจ

R แทนค่าสีแดง ณ จุดภาพตำแหน่งที่สนใจ

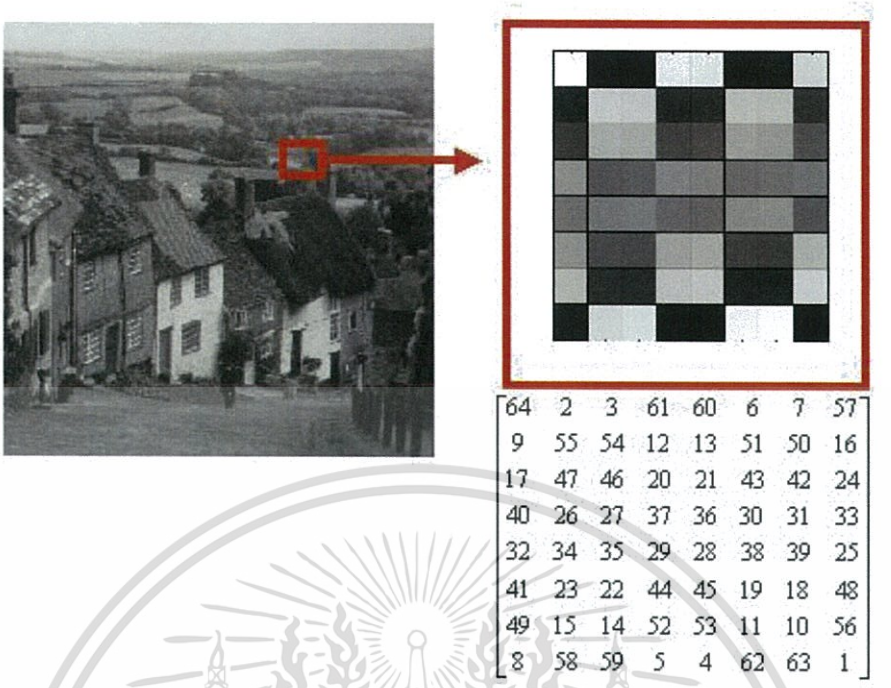
G แทนค่าสีเขียว ณ จุดภาพตำแหน่งที่สนใจ

B แทนค่าสีน้ำเงิน ณ จุดภาพตำแหน่งที่สนใจ

Color intensity	DEC	HEX	BIN
	0	0x00	00000000
	16	0x10	00010000
	32	0x20	00100000
	48	0x30	00110000
	64	0x40	01000000
	80	0x50	01010000
	96	0x60	01100000
	112	0x70	01110000
	128	0x80	10000000
	144	0x90	10010000
	160	0xA0	10100000
	176	0xB0	10110000
	192	0xC0	11000000
	208	0xD0	11010000
	224	0xE0	11100000
	255	0xFF	11111111

รูปที่ 2.10 ระดับสีเทาตามค่าแต่ละจุดภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

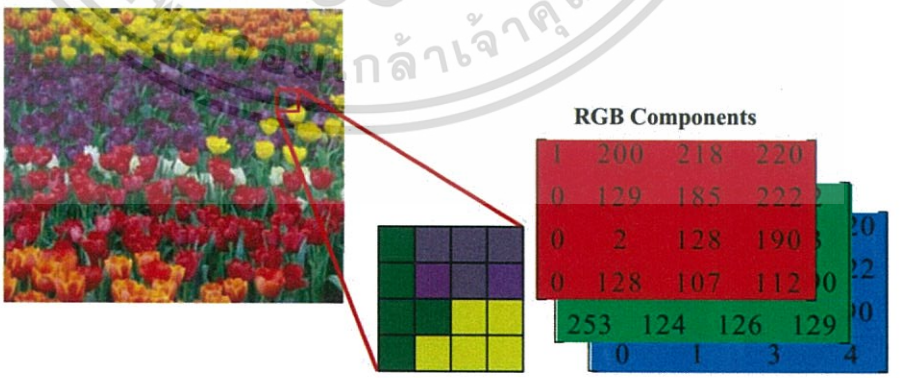


64	2	3	61	60	6	7	57
9	55	54	12	13	51	50	16
17	47	46	20	21	43	42	24
40	26	27	37	36	30	31	33
32	34	35	29	28	38	39	25
41	23	22	44	45	19	18	48
49	15	14	52	53	11	10	56
8	58	59	5	4	62	63	1

รูปที่ 2.11 ค่าของแต่ละจุดภาพในภาพระดับสีเทา

3) ภาพสี (Color Image)

ลักษณะของภาพสีคือในแต่ละจุดภาพจะมีความเข้มของแสงแต่ละแถบแม่สีหลัก 3 สีซ้อนกันคือ สีแดง(Red) สีเขียว(Green) และสีน้ำเงิน(Blue) ในระดับที่แตกต่างกันไป โดยแต่ละจุดภาพในแต่ละแม่สีหลักจะมีความละเอียดเท่ากับ 8 บิต ดังนั้นแต่ละจุดภาพของภาพสีจะประกอบไปด้วยข้อมูลทั้งสิ้น 24 บิต ทำให้ความเป็นไปได้ในการแสดงสีของแต่ละจุดภาพมีประมาณ 16.6 ล้านสี

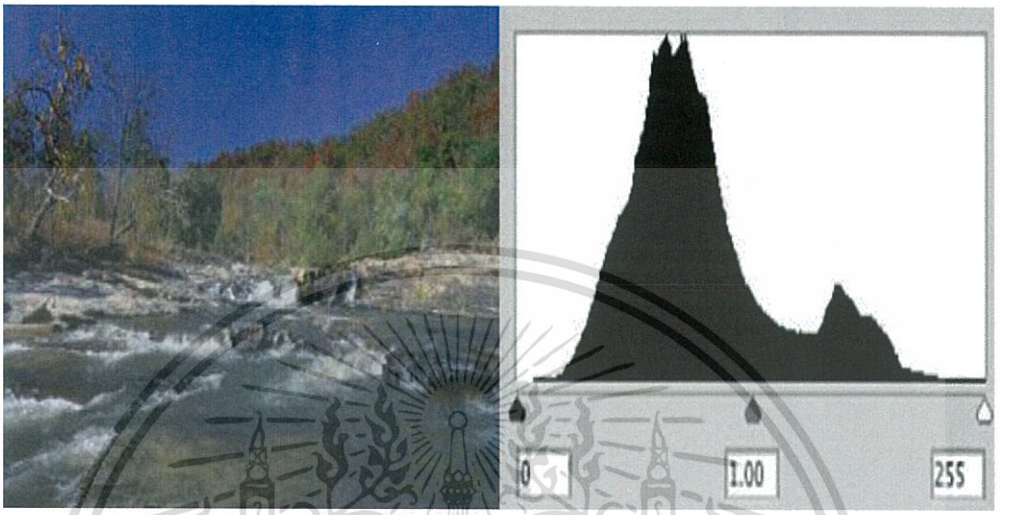


รูปที่ 2.12 ค่าของแต่ละจุดภาพในภาพสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 ฮิสโตรแกรมของภาพ

ฮิสโตรแกรมของภาพคือกราฟที่แสดงให้เห็นปริมาณของจุดภาพในแต่ละความเข้มของแสงหรือค่าความสว่าง (Brightness) ตั้งแต่ค่า 0 ซึ่งหมายถึงตำแหน่งที่ดำที่สุดของภาพ (Shadows) จนถึงค่า 255 ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ขาวที่สุดของภาพ (Highlight)

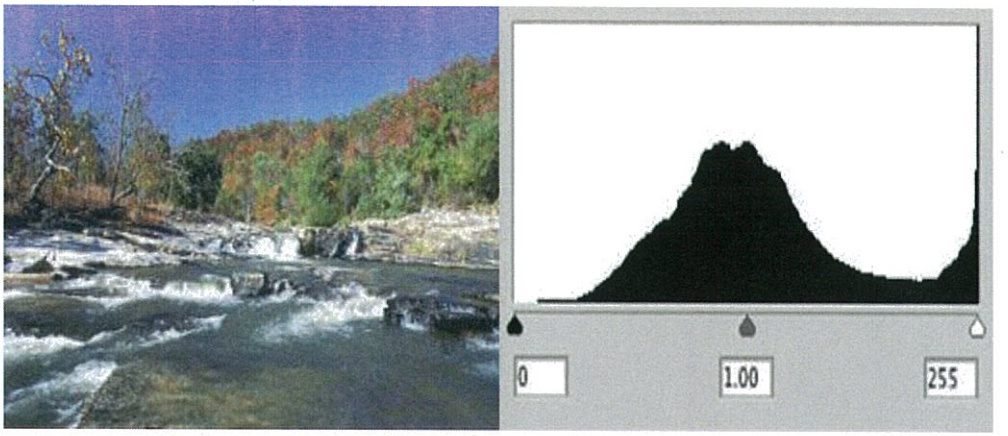


รูปที่ 2.13 ภาพและฮิสโตรแกรมของภาพที่มีการกระจายอย่างสม่ำเสมอ

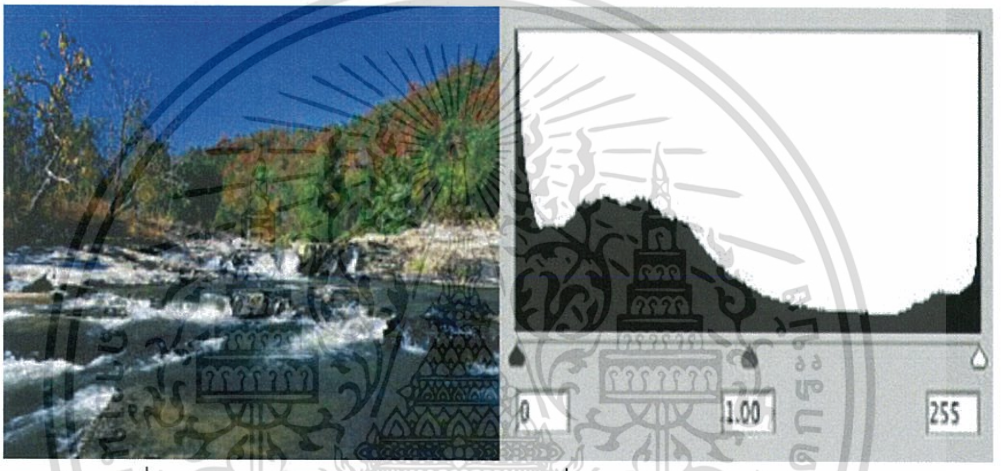
รูปที่ 2.14 ภาพและฮิสโตรแกรมของภาพที่มีการกระจายอยู่ในโทนมืด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.15 ภาพและฮิสโตรแกรมของภาพที่มีการกระจายอยู่ในโทนสว่าง



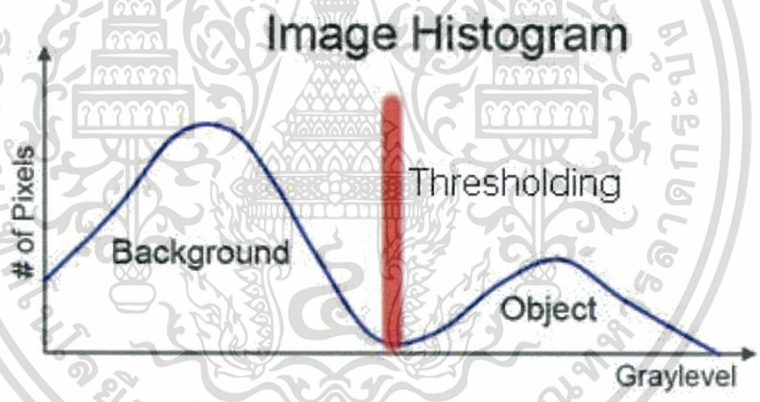
รูปที่ 2.16 ภาพและฮิสโตรแกรมของภาพที่มีความต่างของการกระจายสูง

รูปที่ 2.17 ภาพและฮิสโตรแกรมของภาพที่มีความต่างของการกระจายต่ำ และอยู่ในโทนกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
147912

2.2.5 ค่าขีดแบ่ง

ค่าขีดแบ่งเป็นการกำหนดค่าเพื่อเป็นตัวเลือกในการทำให้ภาพเป็นภาพขาวดำ โดยมีเพียงค่า 0 (สีดำ) และ 1 (สีขาว) ซึ่งจะดูจากค่าจุดสีว่ามีค่าความเข้มมากหรือน้อยกว่าค่าที่ตั้งไว้ (ค่าขีดแบ่ง) หรือไม่ ถ้ามีค่ามากกว่าค่านั้นจะถูกตั้งค่าให้เป็น 1 แต่ถ้าน้อยกว่าจะถูกตั้งค่าเป็น 0 วิธีนี้ถือว่าเป็นเทคนิคพื้นฐานที่สุดที่ใช้ในการแบ่งแยกวัตถุและพื้นหลัง แต่ไม่ใช่เทคนิคที่ดีที่สุด เพราะว่าไม่สามารถทราบว่าค่าขีดแบ่งควรใช้เป็นเท่าใด ต้องมีการปรับสุ่มไปเรื่อยๆ แล้วดูผลลัพธ์ วิธีนี้เรียกว่าการหาค่าขีดแบ่งด้วยมือ ต่อมาได้มีเทคนิคที่เรียกว่า การหาค่าขีดแบ่งที่ปรับค่าได้ซึ่งเป็นการหาค่าขีดแบ่งแบบอัตโนมัติ (Automatic Thresholding) มาช่วยในการหาค่าขีดแบ่ง ซึ่งเทคนิคนี้จะแบ่งภาพออกเป็น 2 บริเวณ และยังมีอีกหลายเทคนิคที่ช่วยในการหาค่าขีดแบ่งแบบอัตโนมัติ การหาค่าขีดแบ่งจะเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ฮิสโตรแกรม โดยบริเวณที่มีลักษณะต่างกันจะมีการขึ้นลงของกราฟฮิสโตรแกรมที่ต่างกัน โดยปกติแล้วจุดสูงสุดของฮีสโตรแกรมจะเกี่ยวข้องกับบริเวณทั้งสองที่ซ้อนทับ ซึ่งการซ้อนทับกันนี้จะทำให้เกิดการแบ่งแยกภาพพื้นหลังกับวัตถุได้ไม่สมบูรณ์เนื่องจากอาจมีสัญญาณรบกวนหรือการกระจายของแสงในภาพพื้นหลังที่ไม่สม่ำเสมอ



รูปที่ 2.18 การพิจารณากำหนดค่าขีดแบ่ง

รูปที่ 2.19 ตัวอย่างผลลัพธ์หลังกำหนดค่าขีดแบ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6 ขนาดของไฟล์ภาพ

ขนาดของไฟล์ภาพขึ้นอยู่กับปัจจัยหลักๆ อยู่ 2 ส่วนคือ ขนาดของภาพ และประเภทของภาพ โดยขนาดของภาพจะแสดงถึงจำนวนจุดภาพทั้งหมดของภาพทั้งแนวตั้งและแนวนอน ส่วนประเภทของภาพจะแสดงถึงขนาดของข้อมูลที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลในแต่ละจุดภาพ

ตัวอย่างในการคำนวณขนาดของไฟล์ภาพขนาด 512 x 512 จุดภาพ

กรณีภาพขาวดำ 1 จุดภาพต้องใช้ขนาดของข้อมูลเท่ากับ 1 บิตต่อจุดภาพ จะได้

512 x 512 x 1 = 262,144 bit = 32,768 Byte = 0.033 MB

กรณีภาพสีเทา 1 จุดภาพต้องใช้ขนาดของข้อมูลเท่ากับ 8 บิตต่อจุดภาพ จะได้

512 x 512 x 8 = 2,097,152 bit = 262,144 Byte = 0.262 MB

กรณีภาพขาวดำ 1 จุดภาพต้องใช้ขนาดของข้อมูลเท่ากับ 1 บิตต่อจุดภาพ จะได้

512 x 512 x 24 = 6,291,456 bit = 786,432 Byte = 0.786 MB

ตัวอย่างในการคำนวณขนาดของไฟล์ภาพขนาด 1024 x 1024 จุดภาพ

กรณีภาพขาวดำ 1 จุดภาพต้องใช้ขนาดของข้อมูลเท่ากับ 1 บิตต่อจุดภาพ จะได้

1024 x 1024 x 1 = 1,048,576 bit = 131,072 Byte = 0.131 MB

กรณีภาพสีเทา 1 จุดภาพต้องใช้ขนาดของข้อมูลเท่ากับ 8 บิตต่อจุดภาพ จะได้

1024 x 1024 x 8 = 8,388,608 bit = 1,048,576 Byte = 1.049 MB

กรณีภาพขาวดำ 1 จุดภาพต้องใช้ขนาดของข้อมูลเท่ากับ 1 บิตต่อจุดภาพ จะได้

1024 x 1024 x 24 = 25,165,824 bit = 3,145,728 Byte = 3.146 MB

2.2.7 แบบจำลองสี

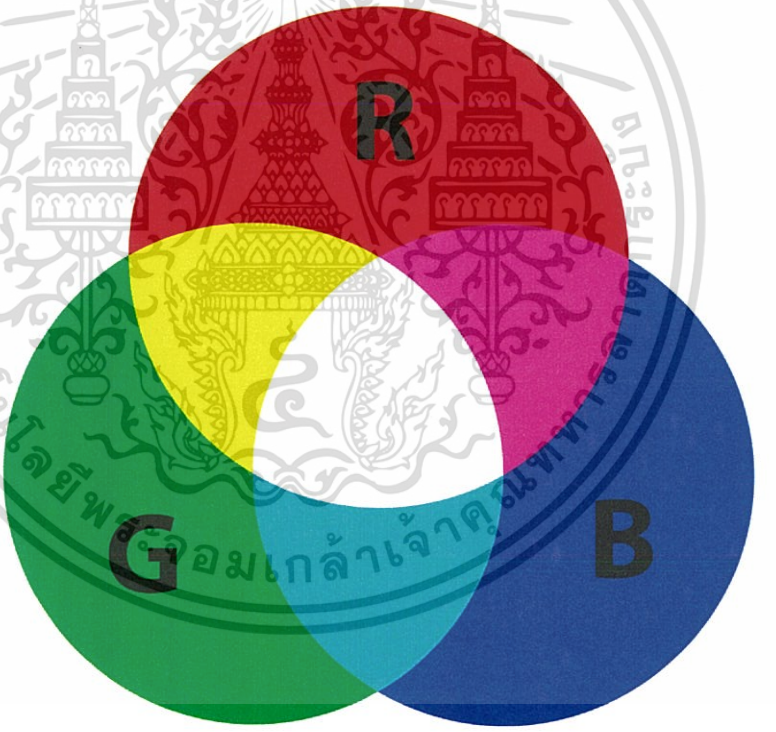
แบบจำลองสี (Color Model) เป็นสิ่งที่ใช้อ้างอิงถึงสีต่าง ๆ สำหรับคอมพิวเตอร์แล้วเรา จะไม่ใช้แบบจำลองที่เป็น Analytical Model เหมือนกับที่ใช้ในทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งใช้วิธีการวัด ซึ่งอยู่ในรูปของพลังงานช่วงของสเปคตรัม (Spectrum) แต่จะเป็น Empirical Model ที่ได้รับ สัมพันธ์ของค่าที่ใช้อ้างอิงกับสีใด ๆ จากการทดลองที่เป็นการศึกษาแบบ Psychophysical ที่มี การรับรู้ของมนุษย์เข้ามาเกี่ยวข้อง

แบบจำลองสีมีหลายแบบด้วยกัน เช่น แบบจำลองสี RGB แบบจำลองสี CMY แบบจำลองสี CMYK แบบจำลองสี HSV แบบจำลองสี HIS แบบจำลองสี HLS แบบจำลองสี YIQ และแบบจำลองสี YUV แบบจำลอง YcbCR เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) แบบจำลองอาร์จีบี (RGB Color Model)

แบบจำลองอาร์จีบี คือ แบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่ออธิบายสีที่มนุษย์มองเห็น โดยมีการแยกสีออกเป็นองค์ประกอบพื้นฐานต่างๆ โดยแบบจำลองนี้มีแนวคิดมาจากการผสมแสงสีหลักหรือแม่สี 3 สีเข้าด้วยกัน คือ แดง (Red) เขียว (Green) และน้ำเงิน (Blue) เมื่อผสมสีหลักเข้าด้วยกันจะทำให้เกิดสีต่างๆ ได้เป็นจำนวนมาก ซึ่งขึ้นกับความเข้มของสีหลักแต่ละสีว่ามีสัดส่วนเท่าใดบ้าง ความเข้มของสีมีทั้งหมด 256 ระดับมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 255 สำหรับระบบแบบ 8 บิต ถ้าเป็น 0 คือไม่มีแสงสีดังกล่าวเลย แต่ถ้าเป็น 255 คือจะมีแสงสีนั้นประกอบอยู่เต็มที่ และเมื่อสีหลักทั้ง 3 ที่มีความเข้มข้นสูงสุดมาผสมกันก็จะได้สีขาว ซึ่งลักษณะเช่นนี้ เรียกว่า การผสมสีแบบบวก (additive color system) ส่วนใหญ่แบบจำลองนี้จะใช้อุปกรณ์ที่เกี่ยวกับแสง เช่น จอภาพและกล้องดิจิตอล กล่าวคือ จุดสีแต่ละจุดบนหน้าจอจะเกิดจากการสร้างจุดสีย่อยๆ ของสีหลักทั้ง 3 ข้างต้นเพื่อให้เกิดการผสมกันเป็นสีต่างๆนั่นเอง

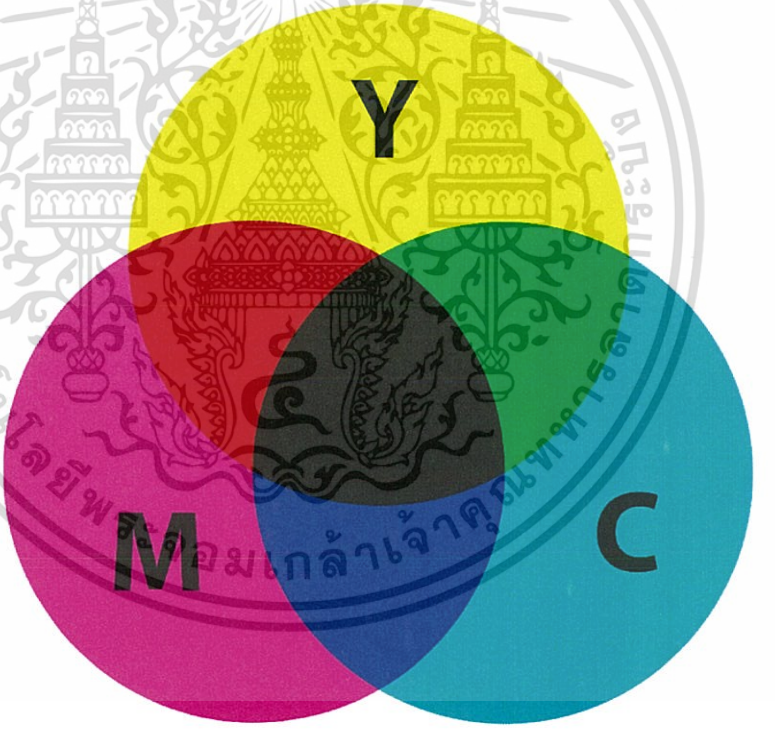


รูปที่ 2.20 แบบจำลองอาร์จีบี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) แบบจำลองสีแบบซีเอ็มวาย (CMY) และซีเอ็มวายเค (CMYK)

แบบจำลองสีแบบซีเอ็มวายเคมีรูปแบบการผสมสีโดยใช้แม่สีทางวัตถุหรือแม่สีที่เป็นหมึกพิมพ์จริงๆ โดยภาพจะถูกแยกออกเป็นแม่พิมพ์ของสีหลักเพียง4 สี คือสีฟ้า (Cyan) สีม่วงแดง (Magenta) สีเหลือง (Yellow) และสีดำ (Black) ซึ่งเมื่อพิมพ์สีเหล่านี้ซ้อนกันจะได้สีที่พิมพ์ออกมาได้จริงๆ ตามทฤษฎีสีแล้ว สีหลักเพียง 3 สี คือ Cyan Magenta และ Yellow (CMY) ก็เพียงพอในการสร้างสีอื่นๆ การกำหนดค่าสีในแบบจำลองนี้จะมีตัวประกอบวัดเป็นเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นตั้งแต่ 0-100% โดยที่ถ้าเปอร์เซ็นน้อยๆ จะมีสีที่มีความสว่างมาก และเมื่อนำสีหลักทั้งสามมาผสมกันในอัตราสูงสุดแล้วสีสุดท้ายจะได้ออกมาเป็นสีดำ แต่เนื่องจากเนื้อสีมักจะไม่บริสุทธิ์ทำให้การผสมสีดำนั้นอาจเป็นไปได้ไม่ดีเท่าที่ควรในทางปฏิบัติจึงจำเป็นต้องเพิ่มสีดำแทนการผสมสีดำ แบบจำลองชนิดนี้โดยปกติแล้วจะใช้กับงานด้านการพิมพ์

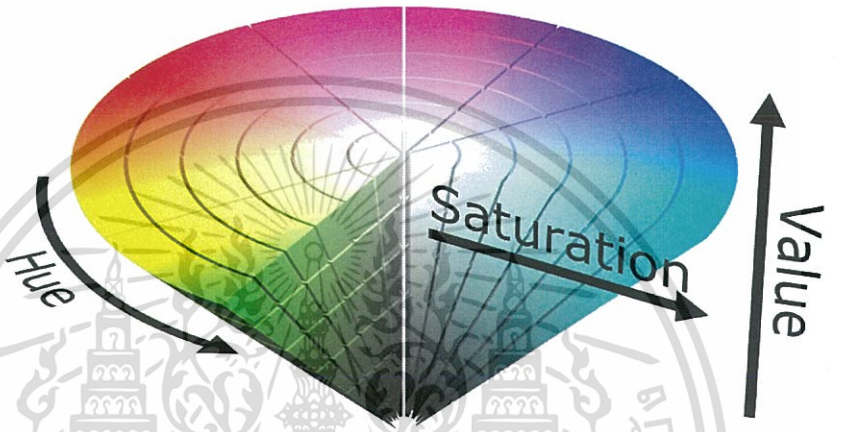


รูปที่ 2.21 แบบจำลองซีเอ็มวาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) แบบจำลองสีแบบเอชเอสวี (HSV)

แบบจำลองสีแบบเอชเอสวีเป็นการพิจารณาสีโดยใช้ Hue Saturation และ Value ซึ่ง Hue คือค่าสีของสีหลัก (แดง เขียวและน้ำเงิน)ในทางปฏิบัติจะอยู่ระหว่าง 0 และ 360 ซึ่งถ้า Hue มีค่าเท่ากับ 0 จะแทนสีแดงและเมื่อ Hue มีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ สีก็จะเปลี่ยนแปลงไปตามสเปกตรัมของสีจนถึง 360 จึงจะกลับมาเป็นสีแดงอีกครั้ง ซึ่งสามารถแทนให้อยู่ในรูปขององศาได้ ดังนี้คือ สีแดง = 0 องศา สีเขียวเท่ากับ 120 องศา สีน้ำเงินเท่ากับ 240 องศา ดังรูป



รูปที่ 2.22 แบบจำลองเอชเอสวี

ค่า Hue ในแบบจำลองนี้สามารถคำนวณได้จากแบบจำลองอาร์จีบีดังนี้

$$red_h = red - \min(red, green, blue)$$

$$green_h = green - \min(red, green, blue)$$

$$blue_h = blue - \min(red, green, blue)$$

$$Hue\ angle = \frac{(240 x blue_h) + (120 x green_h)}{blue_h + green_h}$$

จากลักษณะโมเดลของระบบ Hue พบว่าจะมีค่าอย่างน้อยหนึ่งค่าที่จะเท่ากับ 0 แต่ถ้ามีสองค่าเท่ากับ 0 แล้ว hue จะเป็นมุมของสี(ค่าสี)มีค่าเป็นไปตามสีที่สามและถ้าทั้งสามสีมีค่าเท่ากับ 0 แล้วจะทำให้ไม่มีค่าของ Hue หรือสีที่ได้จะมีค่าเท่ากับสีขาวนั่นเอง ตัวอย่างเช่น จอภาพขาว-ดำ ถ้าเกิดมีสีใดสีหนึ่งมีค่าเท่ากับ 0 จะทำให้ค่าสีที่ได้เป็นไปตามสีที่เหลือ การให้น้ำหนักในการพิจารณาเมื่อสีแดงมีค่าเท่ากับ 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Saturation คือความบริสุทธิ์ของสีซึ่งถ้า Saturation มีค่าเท่ากับ 0 แล้วสีที่ได้จะไม่มี Hue ซึ่งจะเป็นสีขาวล้วนแต่ถ้า Saturation มีค่าเท่ากับ 255 แสดงว่าจะไม่มีแสงสีขาวผสมอยู่เลย Saturation สามารถคำนวณได้ดังนี้

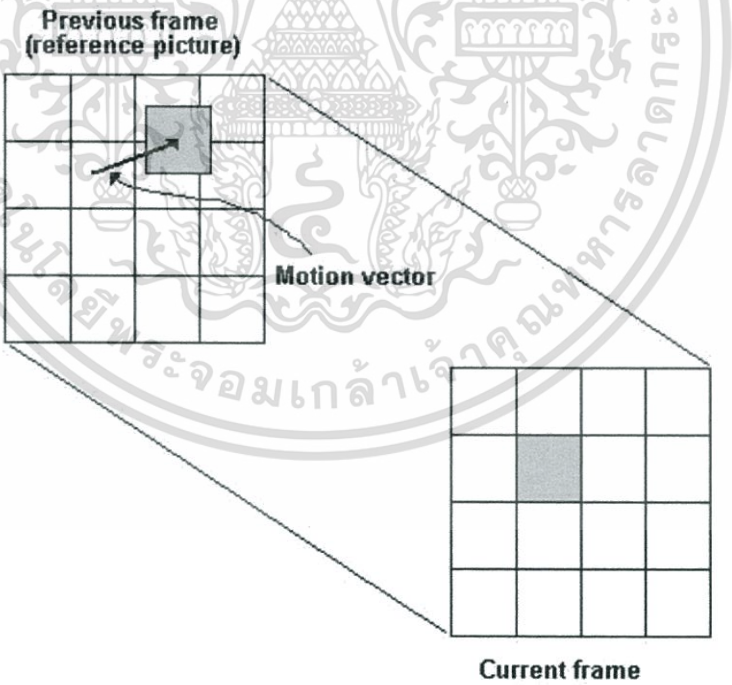
$$Saturation = \frac{\max(red, green, blue) - min(red, green, blue)}{\max(red, green, blue)}$$

Value คือ ความสว่างของสี ซึ่งสามารถวัดได้โดยค่าความเข้มของความสว่างของแต่ละสีที่ประกอบกันสามารถคำนวณได้จาก

$$Value = \max(red, green, blue)$$

2.2.8 บล็อกแมทชิ่ง

บล็อกแมทชิ่ง(Block Matching) คือ เทคนิคมาตรฐานสำหรับการเข้ารหัสภาพเคลื่อนไหวอย่างเป็นลำดับโดยมีเป้าหมายตรวจสอบการเคลื่อนไหวระหว่างสองรูปภาพที่เราสนใจ โดยแบ่งเฟรมรูปภาพเป็นบล็อกจัตุรัสที่ไม่ซ้อนกัน บล็อกแต่ละอันจากเฟรมปัจจุบันจะถูกจับคู่เข้ากับบล็อกที่มีค่าของจุดภาพใกล้เคียงกันในเฟรมถัดไป ณ ที่มีการเปลี่ยนแปลงแต่ละจุดภาพจะมีการคำนวณผลรวมของระยะระหว่างค่าสีเทาของระหว่างสองบล็อก ถ้าผลการคำนวณของผลรวมระยะค่าสีเทามีค่าน้อยที่สุดก็จะคือจุดที่ดีที่สุดที่เราสนใจ



รูปที่ 2.23 บล็อกแมชชิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การสื่อสารข้อมูล

การสื่อสารข้อมูล หมายถึง การโอนถ่าย (Transmission) ข้อมูลหรือการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างต้นทางกับปลายทาง โดยใช้อุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์หรือเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีตัวกลาง เช่น ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมการส่งและการไหลของข้อมูลจากต้นทางไปยังปลายทาง นอกจากนี้อาจจะมีผู้รับผิดชอบในการกำหนดกฎเกณฑ์ในการส่งหรือรับข้อมูลตามรูปแบบที่ต้องการ

2.3.1 องค์ประกอบพื้นฐานของระบบสื่อสารข้อมูล

1) ผู้ส่งหรืออุปกรณ์ส่งข้อมูล (Sender)

ข้อมูลต่างๆ ที่อยู่ต้นทางจะต้องจัดเตรียมนำเข้าสู่อุปกรณ์สำหรับส่งข้อมูล ซึ่งได้แก่เครื่องพิมพ์หรืออุปกรณ์ควบคุมต่างๆ จานไมโครเวฟ จานดาวเทียม ซึ่งข้อมูลเหล่านั้นถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถส่งข้อมูลนั้นได้ก่อน

2) ผู้รับหรืออุปกรณ์รับข้อมูล (Receiver)

ข้อมูลที่ถูกส่งจากอุปกรณ์ส่งข้อมูลต้นทางเมื่อไปถึงปลายทางก็จะมีอุปกรณ์สำหรับรับข้อมูลเหล่านั้นเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป อุปกรณ์เหล่านี้ได้แก่ เครื่องพิมพ์ คอมพิวเตอร์ จานไมโครเวฟ จานดาวเทียม ฯลฯ

3) โปรโตคอล (Protocol)

โปรโตคอลคือกฎระเบียบหรือวิธีการใช้เป็นข้อกำหนดสำหรับการสื่อสาร เพื่อให้ผู้รับและผู้ส่งเข้าใจกันได้ซึ่งมีหลายชนิดให้เลือกใช้ เช่น TCP/IP, X.25, SDLC เป็นต้น

4) ซอฟต์แวร์ (Software)

การส่งข้อมูลผ่านคอมพิวเตอร์จำเป็นต้องมีโปรแกรมสำหรับดำเนินการและควบคุมการส่งข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลตามที่กำหนดไว้ ได้แก่ Novell's Netware, UNIX, Windows NT, Windows 2003 ฯลฯ

5) ข่าวสาร (Message)

เป็นรายละเอียดซึ่งอยู่ในรูปแบบต่างๆ ที่จะส่งผ่านระบบการสื่อสาร ซึ่งมีหลายรูปแบบดังนี้

1) ข้อมูล (Data) เป็นรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ ซึ่งถูกสร้างและจัดเก็บด้วยคอมพิวเตอร์มีรูปแบบแน่นอน เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับบุคคล ข้อมูลเกี่ยวกับสินค้า เป็นต้น ข้อมูลสามารถนับจำนวนได้และส่งผ่านระบบสื่อสารได้เร็ว
2) ข้อความ (Text) อยู่ในรูปของเอกสารหรือตัวอักขระ ไม่มีรูปแบบที่แน่นอน ชัดเจนนับจำนวนได้ค่อนข้างยากและมีความสามารถในการส่งปานกลาง
3) รูปภาพ (Image) เป็นข่าวสารที่อยู่ในรูปของภาพกราฟิกแบบต่างๆ ได้แก่ รูปภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพวีดีโอ ซึ่งข้อมูลชนิดนี้จะต้องอาศัยสื่อสำหรับเก็บ และใช้หน่วยความจำเป็นจำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

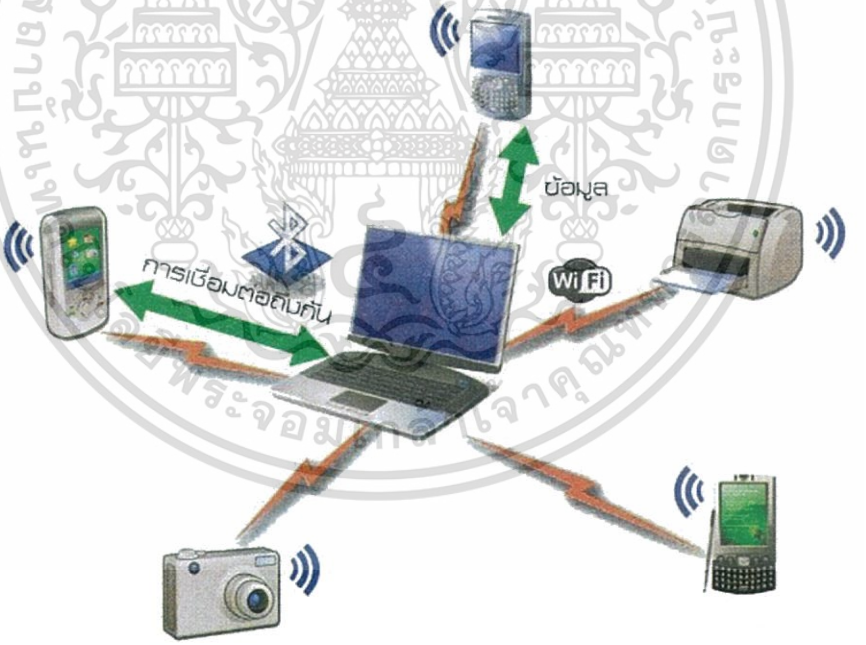
4) เสียง (Voice) อยู่ในรูปของเสียงพูด เสียงดนตรี หรือเสียงอื่นๆ ข้อมูลชนิดนี้จะกระจัดกระจาย ไม่สามารถวัดขนาดที่แน่นอนได้ การส่งจะทำได้ด้วยความเร็วค่อนข้างต่ำ

6) ตัวกลาง (Medium)

เป็นตัวกลางหรือสื่อกลางที่ทำหน้าที่นำข่าวสารในรูปแบบต่างๆ จากผู้ส่งหรืออุปกรณ์ส่งต้นทางไปยังผู้รับหรืออุปกรณ์รับปลายทาง ซึ่งมีหลายรูปแบบได้แก่ สายไฟ ขดลวด สายเคเบิล สายไฟเบอร์ออฟติก ตัวกลางอาจจะอยู่ในรูปของคลื่นที่ส่งผ่านทางอากาศ เช่น คลื่นไมโครเวฟ คลื่นดาวเทียม หรือคลื่นวิทยุ เป็นต้น

2.3.2 การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์สำหรับสื่อสารข้อมูล

เป็นการเชื่อมโยงคอมพิวเตอร์ต้นทางเข้ากับคอมพิวเตอร์ปลายทางโดยใช้ตัวกลางหรือสื่อกลางสำหรับเชื่อมต่อ ซึ่งสามารถทำได้หลายรูปแบบการต่อแบบสายตรงตามรูปนั้นอาจจะต่อตรงโดยใช้ช่องต่อแบบขนานของเครื่องทั้ง 2 เครื่องเพื่อใช้สำหรับโอนย้ายข้อมูลระหว่างเครื่องได้ หรืออาจจะต่อโดยใช้อินเทอร์เฟสการ์ดใส่ไว้ในเครื่องสำหรับเป็นจุดต่อก็ได้ ขึ้นอยู่กับลักษณะของการใช้งานเป็นการเชื่อมต่อระยะไกลจากคอมพิวเตอร์ต้นทางไปยังปลายทางโดยผ่านเครือข่ายโทรศัพท์สาธารณะหรือเครือข่ายอินเตอร์เน็ต



รูปที่ 2.24 แสดงตัวอย่างการเชื่อมต่อสำหรับสื่อสารข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 การส่งสัญญาณข้อมูล

การส่งสัญญาณข้อมูลหมายถึงการส่งข้อมูลหรือข่าวสารต่างๆ จากอุปกรณ์สำหรับส่งหรือผู้ส่ง ผ่านทางตัวกลางหรือสื่อกลางไปยังอุปกรณ์รับหรือผู้รับข้อมูลหรือข่าว ซึ่งข้อมูลหรือข่าวสารที่ส่งไปอาจจะอยู่ในรูปของสัญญาณเสียง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหรือแสงก็ได้โดยที่สื่อกลางหรือตัวกลางของสัญญาณนั้นแบ่งเป็น 2 ชนิดคือชนิดที่สามารถกำหนดเส้นทางสัญญาณได้ เช่น สายเกลียวคู่ (Twisted paire) สายโทรศัพท์ สายโอแอกเชียล (Coaxial) สายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic) ส่วนตัวกลางอีกชนิดหนึ่งนั้นไม่สามารถกำหนดเส้นทางของสัญญาณได้ เช่น สุญญากาศ น้ำ และ ชั้นบรรยากาศ เป็นต้น

การส่งสัญญาณข้อมูลสามารถแบ่งได้เป็น 3 รูปแบบดังนี้

1) การส่งสัญญาณทางเดียว (One-Way Transmission หรือ Simplex)

การส่งสัญญาณแบบนี้ในเวลาเดียวกันจะส่งได้เพียงทางเดียวเท่านั้น ถึงแม้ว่าตัวส่งจะมีสัญญาณหลายช่องทางก็ตาม ซึ่งมักจะเรียกการส่งสัญญาณทางเดียวนี้ว่า ซิมเพล็กซ์ ผู้ส่งสัญญาณจะส่งได้ทางเดียวโดยที่ผู้รับจะไม่สามารถโต้ตอบได้ เช่น การส่งวิทยุกระจายเสียง การแพร่ภาพโทรทัศน์

2) การส่งสัญญาณกึ่งทางคู่ (Half-Duplex หรือ Either-Way)

การส่งสัญญาณแบบนี้เมื่อผู้ส่งได้ทำการส่งสัญญาณไปแล้ว ผู้รับก็จะรับสัญญาณนั้นหลังจากนั้นผู้รับก็สามารถปรับมาเป็นผู้ส่งสัญญาณแทน ส่วนผู้ส่งเดิมก็ปรับมาเป็นผู้รับแทนสลับกันได้ แต่ไม่สามารถส่งสัญญาณพร้อมกันในเวลาเดียวกันได้ จึงเรียกการส่งสัญญาณแบบนี้ว่า ฮาร์ฟดูเพล็กซ์ (Half Duplex หรือ HD) ได้แก่ วิทยุสนามที่ตำรวจใช้ เป็นต้น

3) การส่งสัญญาณทางคู่ (Full-Duplex หรือ Both way Transmission)

การส่งสัญญาณแบบนี้สามารถส่งข้อมูลได้พร้อมกันทั้งสองทางในเวลาเดียวกัน เช่น การใช้โทรศัพท์ ผู้ใช้สามารถพูดสายโทรศัพท์ได้พร้อมๆ กัน

2.3.4 มาตรฐานสากล

เพื่อความเป็นระเบียบและความสะดวกของผู้ผลิตในการผลิตอุปกรณ์สื่อสารแบบต่างๆ ขึ้นมา จึงได้มีการกำหนดมาตรฐานสากล สำหรับระบบติดต่อสื่อสารข้อมูลขึ้น ซึ่งประกอบด้วยโปรโตคอลและสถาปัตยกรรมโดยมีการจัดตั้งองค์การสำหรับพัฒนาและควบคุมมาตรฐานหมายองค์กรดังต่อไปนี้

1) ISO (The International Standards Organization)

เป็นองค์การสากลที่พัฒนามาตรฐานสากลเกี่ยวกับสถาปัตยกรรมเครือข่าย โดยมีการแบ่งโครงสร้างในการติดต่อสื่อสารออกเป็น 7 ชั้น (Layers)

2) CCITT (The Conseclitive Committee in International)

เป็นองค์กรสากลที่พัฒนามาตรฐาน v และ x โดยที่มาตรฐาน v ใช้สำหรับวงจรโทรศัพท์และโมเด็ม เช่น v29,v34 ส่วนมาจรฐาน x ใช้กับเครือข่ายข้อมูลสาธารณะเช่น เครือข่าย x.25 แพ็กเกจสวิตช์ (Package switch) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ANSI (The American National Standards Institute)

เป็นองค์กรมาตรฐานของสหรัฐเมริกา ANSI ได้พัฒนามาตรฐานเกี่ยวกับการสื่อสารข้อมูลและ ระบบเครือข่ายมาตรฐานส่วนใหญ่จะ เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์ตัวเลข ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารข้อมูลและมาตรฐานเทอร์มินัล

4) IEE (The Institute of Electronic Engineers)

เป็นมาตรฐานที่เกิดจากการรวมตัวของกลุ่มนักวิชาการ และผู้ปกครองอาชีพทางสาขาไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ในอเมริกา มาตรฐานจะเน้นไปทางด้านอุตสาหกรรมไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ ไมโครโปรเซสเซอร์ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในไมโครคอมพิวเตอร์ เช่น IEE 802.3 ซึ่งใช้ระบบ LAN (Local Area Network)

5) EIA (The Electronics Industries Association)

เป็นองค์กรมาตรฐานของอเมริกาได้กำหนดมาตรฐานทางด้านไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์มาตรฐาน EIA จะขึ้นต้นด้วย RS (Recommended Standard) เช่น Rs-232-c เป็นต้น

การผลิตของผู้ประกอบการต่าง ๆ ไม่ว่าจะใช้มาตรฐานใดก็ตาม สิ่งที่ผลิตนั้นอย่างน้อยจะต้องได้ครบตามมาตรฐาน แต่อาจจะดีเหนือกว่ามาตรฐานก็ได้

2.3.5 ลักษณะของสัญญาณที่ใช้ในการส่งข้อมูล

การส่งสัญญาณข้อมูลหรือข่าวสารต่างๆ สามารถทำได้ 2 ลักษณะดังนี้

1) การส่งสัญญาณแบบอนาลอก(Analog Transmission)

การส่งสัญญาณแบบอนาลอกจะไม่คำนึงถึงสิ่งต่างๆ ที่รวมอยู่ในสัญญาณเลย โดยสัญญาณจะแทนข้อมูลอนาลอก เช่น สัญญาณเสียง เป็นต้น ซึ่งสัญญาณอนาลอกที่ส่งออกไปนั้นเมื่อระยะห่างออกไปสัญญาณก็จะอ่อนลงเรื่อยๆ ทำให้สัญญาณไม่ค่อยดี ดังนั้นเมื่อระยะห่างไกลออกไปสามารถแก้ไขได้โดยใช้เครื่องขยายสัญญาณ (Amplifier) แต่ก็มีผลทำให้เกิดสัญญาณรบกวน (Noise) ขึ้น ยิ่งระยะไกลมากขึ้นสัญญาณรบกวนก็เพิ่มมากขึ้น ซึ่งสามารถแก้ไขสัญญาณรบกวนนี้ได้โดยใช้เครื่องกรองสัญญาณ (Filter) เพื่อกรองเอาสัญญาณรบกวนออกไป

2) การส่งสัญญาณแบบดิจิตอล(Digital Transmission)

การส่งสัญญาณแบบดิจิตอลจะใช้เมื่อต้องการข้อมูลที่ถูกต้องชัดเจนแน่นอน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องสนใจรายละเอียดทุกอย่างที่บรรจุมากับสัญญาณ ในทำนองเดียวกันกับการส่งสัญญาณแบบอนาลอก กล่าวคือ เมื่อระยะทางในการส่งมากขึ้นสัญญาณดิจิตอลก็จะจางลง ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยใช้อุปกรณ์ทำสัญญาณซ้ำ หรือรีพีตเตอร์ (Repeater)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันการส่งสัญญาณแบบดิจิตอลจะเข้ามามีบทบาทสูงในการสื่อสารข้อมูล เนื่องจากให้ความถูกต้องชัดเจนของข้อมูลสูงและส่งได้ในระยะไกลด้วย สามารถเชื่อมต่อเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ได้ง่ายด้วย ทั้งนี้เนื่องจากสัญญาณจากคอมพิวเตอร์อยู่ในรูปของดิจิตอลนั่นเองแต่เดิมนั้นถ้าหากระยะทางในการสื่อสารไกลมักจะใช้สัญญาณแบบอนาลอกเสียส่วนใหญ่ เช่น โทรศัพท์, โทรเลข เป็นต้น

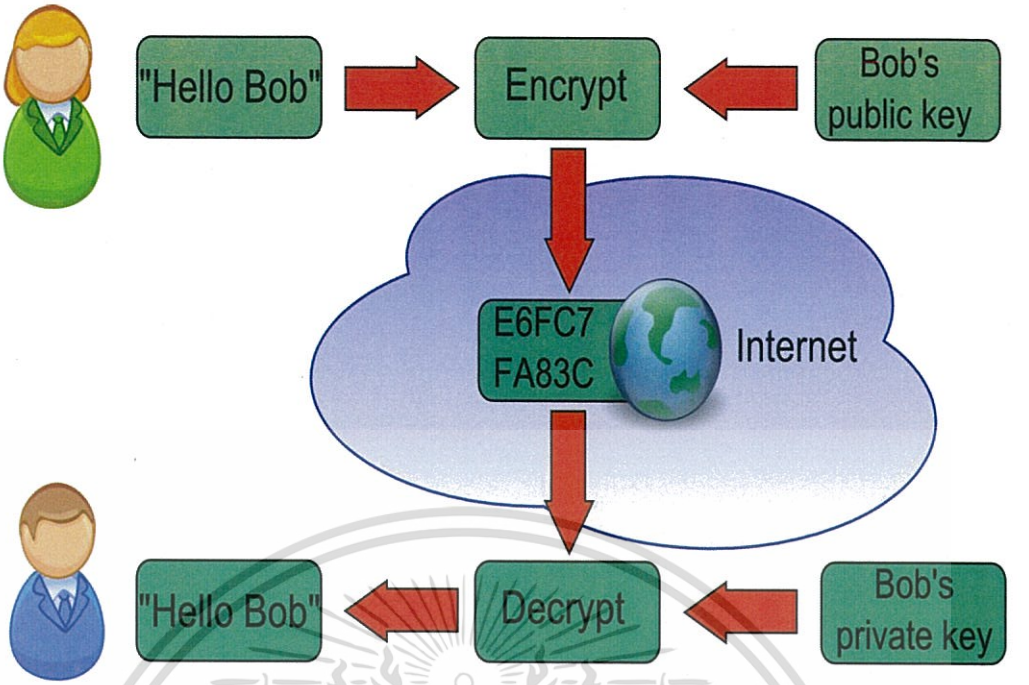
2.3.6 รหัสที่ใช้ในการส่งสัญญาณข้อมูล

การส่งสัญญาณการสื่อสารถูกแบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือ แบบดิจิตอลและแบบอนาลอก ซึ่งการส่งสัญญาณแบบอนาลอกส่วนใหญ่จะเป็นการติดต่อสื่อสารกันระหว่างมนุษย์ ได้แก่ การได้ยิน การมองเห็น อุปกรณ์ที่ใช้ เช่น โทรศัพท์ วิทยุ โทรทัศน์ สำหรับการส่งสัญญาณแบบดิจิตอลนั้น ส่วนใหญ่จะสื่อสารกันโดยใช้เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ในการถ่ายทอดข้อมูลซึ่งกันและกัน

ข้อมูลหรือข่าวสารโดยทั่วไปแล้วในเบื้องต้นส่วน ใหญ่จะอยู่ในรูปแบบที่มนุษย์เข้าใจได้ในทันที เช่น ตัวอักษร ตัวเลข เสียง และภาพต่าง ๆ ซึ่งข่าวสารเหล่านี้จะอยู่ในรูปแบบอนาลอก แต่เมื่อต้องการนำข้อมูลหรือข่าวสารเหล่านี้มาใช้กับคอมพิวเตอร์ จะต้องเปลี่ยนข้อมูล หรือข่าวสารเหล่านี้ให้อยู่ในรูปแบบที่คอมพิวเตอร์เข้าใจได้เสียก่อน ซึ่งคอมพิวเตอร์จะรับรู้ข่าวสารที่เป็นแบบดิจิตอลเท่านั้น นั่นคือการเข้าสู่กระบวนการเปลี่ยนข่าวสารแบบอนาลอกให้เป็นข่าวสารแบบดิจิตอลนั่นเอง

จากข้อความหรือข่าวสารต่างๆ ที่เรามองเห็นและเข้าใจได้ เมื่อเราป้อนเข้าสู่คอมพิวเตอร์โดยพิมพ์เข้าทางแป้นพิมพ์ ตัวอักษรที่พิมพ์เข้าไปจะต้องมีการเข้ารหัสโดยผ่านตัวเข้ารหัส (Encoder) ให้อยู่ในรูปของสัญญาณที่สามารถส่งสัญญาณต่อไปได้เมื่อสัญญาณถูกส่งไปยังเครื่องรับ จากนั้นเครื่องรับก็จะตีความสัญญาณที่ส่งมาและผ่านตัวถอดรหัส (Decodes) ให้กลับมาอยู่ในรูปแบบที่เราเข้าใจได้หรืออยู่ในรูปแบบที่ใช้สำหรับเก็บในคอมพิวเตอร์ก็ได้อีกครั้งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.25 ตัวอย่างการเข้ารหัสและถอดรหัสข้อมูล

รหัสที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูลโดยทั่วไปจะอยู่ในรูปของไบนารี (Binary) หรือเลขฐานสอง ซึ่งประกอบด้วยเลข 0 กับเลข 1 โดยใช้รหัสที่เป็นเลข 0 แทนการไม่มีสัญญาณไฟและเลข 1 แทนการมีสัญญาณไฟ ซึ่งเป็นไปตามหลักการของไฟฟ้าที่มีลักษณะมีไฟและไม่มีไฟอยู่ตลอดเวลา เรียกรหัสที่ประกอบด้วย 0 กับ 1 ว่าบิต (Binary Digit) แต่เนื่องจากข้อมูลหรือข่าวสารทั่วไปประกอบด้วยตัวอักษร ตัวเลขและสัญลักษณ์มากมาย ถ้าจะใช้ 0 กับ 1 เป็นรหัสแทนแล้วก็คงจะได้เพียง 2 ตัวเท่านั้น เช่น 0 แทนตัว A และ 1 แทนด้วย B

ดังนั้นการกำหนดรหัสจึงได้นำกลุ่มบิทมาใช้ เช่น 6 บิท, 7 บิท หรือ 8 บิทแทนตัวอักษร 1 ตัว ซึ่งจะสามารถสร้างรหัสที่แตกต่างกันได้ทั้งหมด รหัสมาตรฐานโดยทั่วไปจะใช้กับอักขระภาษาอังกฤษซึ่งมีหลายมาตรฐาน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) รหัสแอสกี (ASCll CODE)

รหัสแอสกี (ASCll CODE) มาจากคำเต็มว่า American Standard Code for Information Interchange ซึ่งเป็นรหัสมาตรฐานของอเมริกาที่ใช้สำหรับส่งข่าวสารมีขนาด 8 บิท โดยใช้ 7 บิทแรกเข้ารหัสแทนตัวอักษร ส่วนบิทที่ 8 จะเป็นบิทตรวจสอบ (Parity Bit Check) รหัสแอสกีได้รับมาตรฐานของ CCITT หมายเลข 5 เป็นรหัสที่ได้รับความนิยมในการสื่อสารข้อมูลอย่างกว้างขวาง เนื่องจากรหัสแอสกีใช้ 7 บิทแรกแทนตัวอักขระ แต่ละบิทจะประกอบด้วยตัวเลข 0 หรือเลข 1 ดังนั้น รหัสแอสกีจะมีรหัสที่แตกต่างกันได้เท่ากับ 27 หรือเท่ากับ 128 ตัวอักขระนั่นเองในจำนวนนี้จะแบ่งเป็นตัวอักษรที่พิมพ์ได้ 96 อักขระ และเป็นตัวควบคุม (Control Characters) อีก 32 อักขระ ซึ่งใช้สำหรับควบคุมอุปกรณ์และการ ทำงานต่าง ๆ

ASCII TABLE

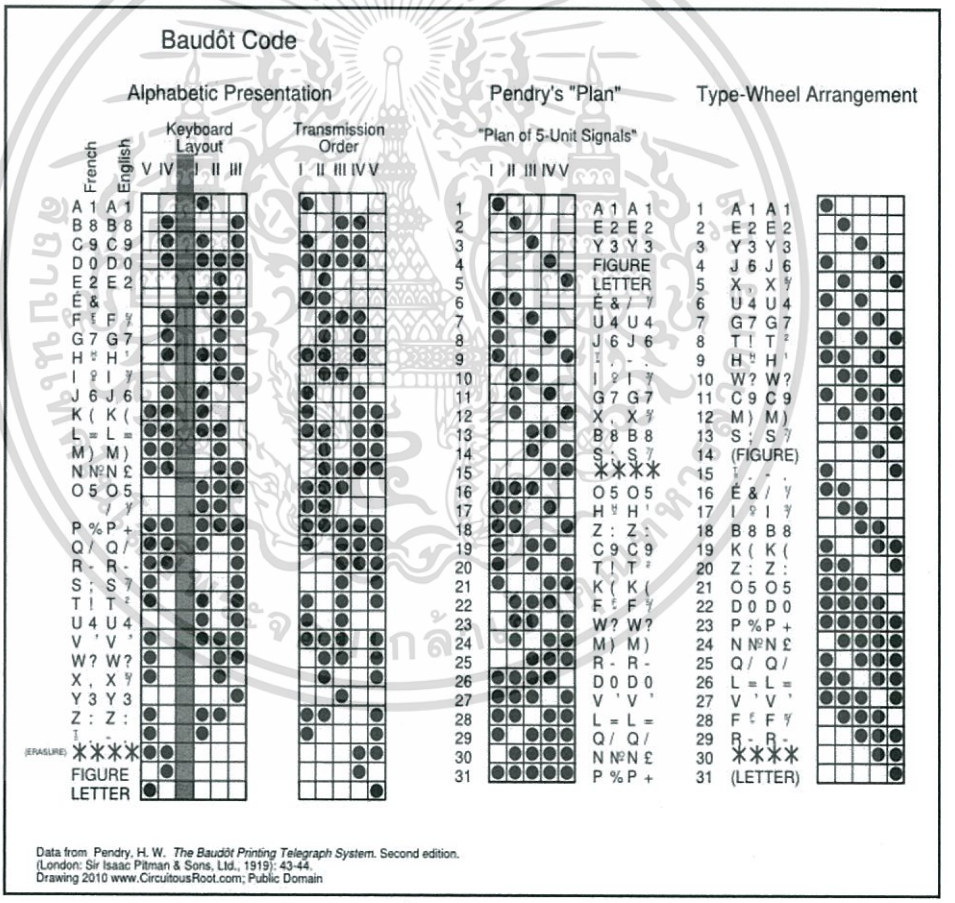
Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	Char
0	0	[NULL]	32	20	[SPACE]	64	40	@	96	60	`
1	1	[START OF HEADING]	33	21	!	65	41	A	97	61	a
2	2	[START OF TEXT]	34	22	"	66	42	B	98	62	b
3	3	[END OF TEXT]	35	23	#	67	43	C	99	63	c
4	4	[END OF TRANSMISSION]	36	24	$	68	44	D	100	64	d
5	5	[ENQUIRY]	37	25	%	69	45	E	101	65	e
6	6	[ACKNOWLEDGE]	38	26	&	70	46	F	102	66	f
7	7	[BELL]	39	27	'	71	47	G	103	67	g
8	8	[BACKSPACE]	40	28	(	72	48	H	104	68	h
9	9	[HORIZONTAL TAB]	41	29	)	73	49	I	105	69	i
10	A	[LINE FEED]	42	2A	*	74	4A	J	106	6A	j
11	B	[VERTICAL TAB]	43	2B	+	75	4B	K	107	6B	k
12	C	[FORM FEED]	44	2C	,	76	4C	L	108	6C	l
13	D	[CARRIAGE RETURN]	45	2D	-	77	4D	M	109	6D	m
14	E	[SHIFT OUT]	46	2E	.	78	4E	N	110	6E	n
15	F	[SHIFT IN]	47	2F	/	79	4F	O	111	6F	o
16	10	[DATA LINK ESCAPE]	48	30	0	80	50	P	112	70	p
17	11	[DEVICE CONTROL 1]	49	31	1	81	51	Q	113	71	q
18	12	[DEVICE CONTROL 2]	50	32	2	82	52	R	114	72	r
19	13	[DEVICE CONTROL 3]	51	33	3	83	53	S	115	73	s
20	14	[DEVICE CONTROL 4]	52	34	4	84	54	T	116	74	t
21	15	[NEGATIVE ACKNOWLEDGE]	53	35	5	85	55	U	117	75	u
22	16	[SYNCHRONOUS IDLE]	54	36	6	86	56	V	118	76	v
23	17	[ENG OF TRANS. BLOCK]	55	37	7	87	57	W	119	77	w
24	18	[CANCEL]	56	38	8	88	58	X	120	78	x
25	19	[END OF MEDIUM]	57	39	9	89	59	Y	121	79	y
26	1A	[SUBSTITUTE]	58	3A	:	90	5A	Z	122	7A	z
27	1B	[ESCAPE]	59	3B	;	91	5B	[	123	7B	{
28	1C	[FILE SEPARATOR]	60	3C	<	92	5C	\	124	7C	|
29	1D	[GROUP SEPARATOR]	61	3D	=	93	5D	]	125	7D	}
30	1E	[RECORD SEPARATOR]	62	3E	>	94	5E	^	126	7E	~
31	1F	[UNIT SEPARATOR]	63	3F	?	95	5F	_	127	7F	[DEL]

รูปที่ 2.26 รหัสแบบแอสกี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) รหัสโบคอต (Baudot Code)

รหัสโบคอตเป็นรหัสที่ใช้กับระบบโทรเลข และเทเล็กซ์ ซึ่งอยู่ภายใต้มาตรฐานของ CCITT หมายเลข 2 เป็นรหัสขนาด 5 บิท สามารถมีรหัสที่แตกต่างกันได้เท่ากับ 25 หรือเท่ากับ 32 รูปแบบ ซึ่งไม่เพียงพอกับจำนวนอักขระทั้งหมด จึงมีการเพิ่มอักขระพิเศษขึ้นอีก 2 ตัว คือ 11111 หรือ LS (Letter Shift Character) เพื่อเปลี่ยนกลุ่มตัวอักษรเป็นตัวพิมพ์เล็ก (Lower case) และ 11011 หรือ FS(Figured Shift Character) สำหรับเปลี่ยนกลุ่มตัวอักษรเป็นตัวพิมพ์ใหญ่ทำให้มีรหัสเพิ่มขึ้นอีก 32 ตัว แต่มีอักขระซ้ำกับอักขระเดิม 6 ตัว จึงสามารถใช้รหัสได้จริง 58 ตัว อีก 32 ตัว แต่มีอักขระซ้ำกับอักขระเดิม 6 เดิม จึงสามารถใช้รหัสได้จริง 58 ตัว เนื่องจากรหัสโบคอตมีขนาด 5 บิท ซึ่งไม่มีบิทตรวจสอบจึงไม่นิยมนำมาใช้กับคอมพิวเตอร์

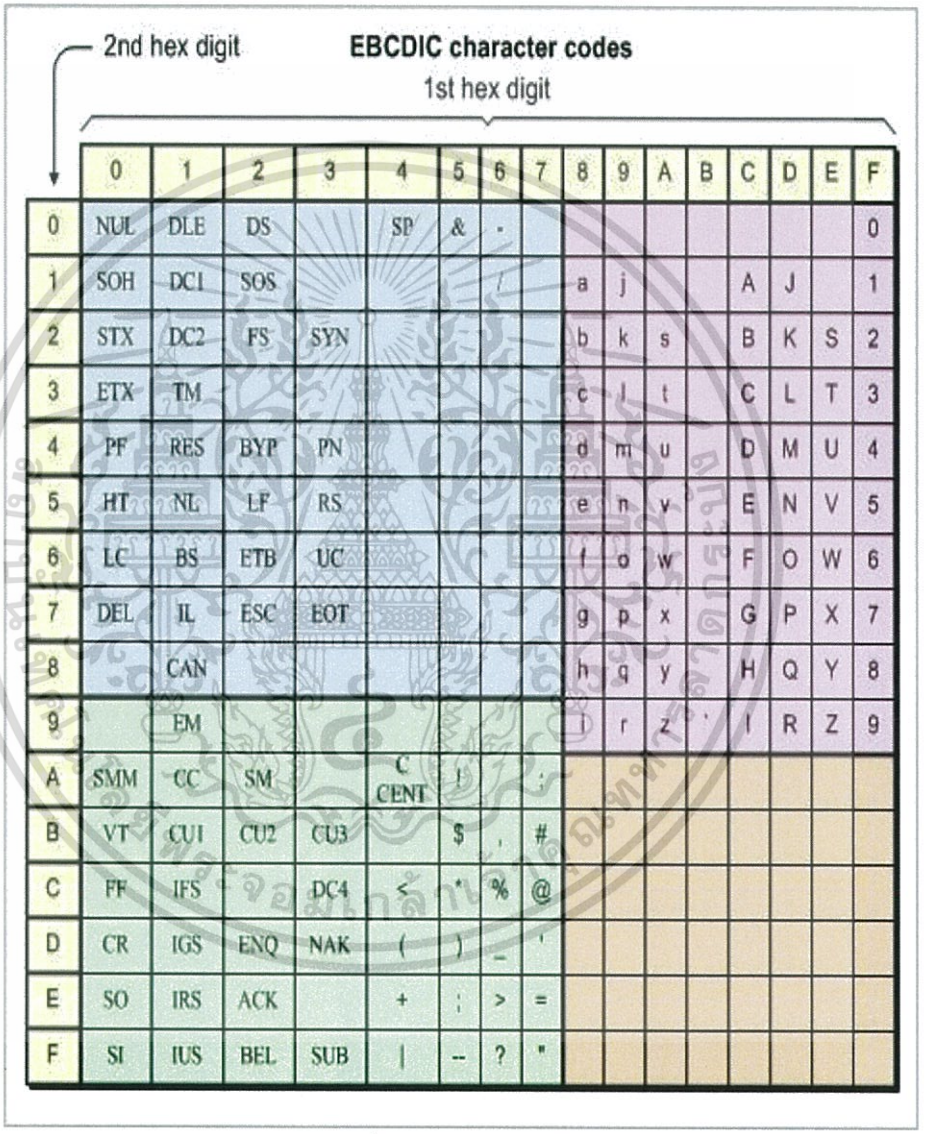


รูปที่ 2.27 รหัสโบคอต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) รหัสเอบซีดิก (EBCDIC)

รหัส EBVFIC มาจากคำเต็มว่า Extended Binary Coded Deximal Interchange Code พัฒนาขึ้นโดยบริษัท IBM มีขนาด 8 บิตต่อหนึ่งอักขระ โดยใช้บิตที่ 9 เป็น บิทตรวจสอบ ดังนั้นจึงสามารถมีรหัสที่แตกต่างสำหรับใช้แทนตัวอักษรได้ 28 หรือ 256 ตัวอักษร ปัจจุบันรหัสเอบซีดิกเป็นมาตรฐานในการเข้าตัวอักขระบนเครื่องคอมพิวเตอร์



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	NUL	DLE	DS		SP	&	-									0
1	SOH	DC1	SOS				/		a	j			A	J		1
2	STX	DC2	FS	SYN					b	k	s		B	K	S	2
3	ETX	TM							c	l	t		C	L	T	3
4	PF	RES	BYP	PN					d	m	u		D	M	U	4
5	HT	NL	LF	RS					e	n	v		E	N	V	5
6	LC	BS	ETB	UC					f	o	w		F	O	W	6
7	DEL	IL	ESC	EOT					g	p	x		G	P	X	7
8		CAN							h	q	y		H	Q	Y	8
9		EM							i	r	z	`	I	R	Z	9
A	SMM	CC	SM		C CENT	!		:								
B	VT	CU1	CU2	CU3		$	,	#								
C	FF	IFS		DC4	<	*	%	@								
D	CR	IGS	ENQ	NAK	(	)	_	'								
E	SO	IRS	ACK		+	;	>	=								
F	SI	IUS	BEL	SUB	|	¬	?	"								

รูปที่ 2.28 รหัสเอบซีดิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ASCII	EBCDIC	Graphic
00	00	NUL
01	01	SOH
02	02	STX
03	03	ETX
04	37	EOT
05	2D	ENQ
06	2E	ACK
07	2F	BEL
08	16	BS
09	05	HT
0A	25	LF
0B	0B	VT
0C	0C	FF
0D	0D	CR
0E	0E	SO
0F	0F	SI
10	10	DLE
11	11	DC1
12	12	DC2
13	13	DC3
14	3C	DC4
15	3D	NAK
16	32	SYN
17	26	ETB
18	18	CAN
19	19	EM
1A	3F	SUB
1B	27	ESC
1C	1C	FS
1D	1D	GS
1E	1E	RS
1F	1F	US
20	40	SP
21	5A	!
22	7F	"
23	7B	#
24	5B	$
25	6C	%
26	50	&
27	7D	'
28	4D	(
29	5D	)
2A	5C	*
2B	4E	+
2C	6B	,
2D	60	-
2E	4B	.
2F	61	/
30	F0	0
31	F1	1
32	F2	2
33	F3	3
34	F4	4
35	F5	5
36	F6	6
37	F7	7
38	F8	8
39	F9	9
3A	7A	:
3B	5E	;
3C	4C	<
3D	7E	=
3E	6E	>
3F	6F	?
40	7C	@
41	C1	A
42	C2	B
43	C3	C
44	C4	D
45	C5	E
46	C6	F
47	C7	G
48	C8	H
49	C9	I
4A	D1	J
4B	D2	K
4C	D3	L
4D	D4	M
4E	D5	N
4F	D6	O
50	D7	P
51	D8	Q
52	D9	R
53	E2	S
54	E3	T
55	E4	U
56	E5	V
57	E6	W
58	E7	X
59	E8	Y
5A	E9	Z
5B	AD	[
5C	E0	\
5D	BD	]
5E	5F	^
5F	6D	_
60	79	`
61	81	a
62	82	b
63	83	c
64	84	d
65	85	e
66	86	f
67	87	g
68	88	h
69	89	i
6A	91	j
6B	92	k
6C	93	l
6D	94	m
6E	95	n
6F	96	o
70	97	p
71	98	q
72	99	r
73	A2	s
74	A3	t
75	A4	u
76	A5	v
77	A6	w
78	A7	x
79	A8	y
7A	A9	z
7B	C0	{
7C	4F	|
7D	D0	}
7E	A1	~
7F	3F	?
80	00	NUL
81	01	SOH
82	02	STX
83	03	ETX
84	37	EOT
85	2D	ENQ
86	2E	ACK
87	2F	BEL
88	16	BS
89	05	HT
8A	25	LF
8B	0B	VT
8C	0C	FF
8D	0D	CR
8E	0E	SO
8F	0F	SI
90	10	DLE
91	11	DC1
92	12	DC2
93	13	DC3
94	3C	DC4
95	3D	NAK
96	32	SYN
97	26	ETB
98	18	CAN
99	19	EM
9A	3F	SUB
9B	27	ESC
9C	1C	FS
9D	1D	GS
9E	1E	RS
9F	1F	US
A0	40	SP
A1	5A	!
A2	7F	"
A3	7B	#
A4	5B	$
A5	6C	%
A6	50	&
A7	7D	'
A8	4D	(
A9	5D	)
AA	5C	*
AB	4E	+
AC	6B	,
AD	60	-
AE	4B	.
AF	61	/
B0	F0	0
B1	F1	1
B2	F2	2
B3	F3	3
B4	F4	4
B5	F5	5
B6	F6	6
B7	F7	7
B8	F8	8
B9	F9	9
BA	7A	:
BB	5E	;
BC	4C	<
BD	7E	=
BE	6E	>
BF	6F	?
C0	7C	@
C1	C1	A
C2	C2	B
C3	C3	C
C4	C4	D
C5	C5	E
C6	C6	F
C7	C7	G
C8	C8	H
C9	C9	I
CA	D1	J
CB	D2	K
CC	D3	L
CD	D4	M
CE	D5	N
CF	D6	O
D0	D7	P
D1	D8	Q
D2	D9	R
D3	E2	S
D4	E3	T
D5	E4	U
D6	E5	V
D7	E6	W
D8	E7	X
D9	E8	Y
DA	E9	Z
DB	AD	[
DC	E0	\
DD	BD	]
DE	5F	^
DF	6D	_
E0	79	`
E1	81	a
E2	82	b
E3	83	c
E4	84	d
E5	85	e
E6	86	f
E7	87	g
E8	88	h
E9	89	i
EA	91	j
EB	92	k
EC	93	l
ED	94	m
EE	95	n
EF	96	o
F0	97	p
F1	98	q
F2	99	r
F3	A2	s
F4	A3	t
F5	A4	u
F6	A5	v
F7	A6	w
F8	A7	x
F9	A8	y
FA	A9	z
FB	C0	{
FC	4F	|
FD	D0	}
FE	A1	~
FF	3F	?

รูปที่ 2.29 การเข้ารหัสแอสกีเปรียบเทียบกับรหัสเอบซีดิก

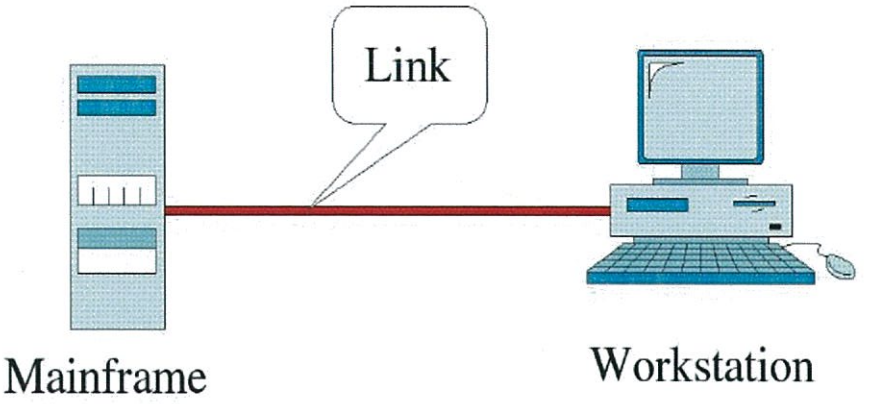
2.3.7 รูปแบบของการเชื่อมต่อเพื่อการสื่อสารข้อมูล

การเชื่อมต่ออุปกรณ์สื่อสารเพื่อสื่อสารข้อมูลจากจุดหนึ่งไปยังอักจุดหนึ่งนั้นสามารถทำได้หลายรูปแบบขึ้นอยู่กับความเหมาะสม สำหรับรูปแบบของการเชื่อมต่อแบ่งออกเป็นหลายรูปแบบดังต่อไปนี้

1) การเชื่อมต่อแบบจุดต่อจุด (Point to Point Line)

เป็นการเชื่อมต่อแบบพื้นฐาน โดยต่อจากอุปกรณ์รับหรือส่ง 2 ชุด ใช้สายสื่อสารเพียงสายเดียวมีความยาวของสายไม่จำกัด เชื่อมต่อสายสื่อสารไว้ตลอดเวลา (Lease Line) ซึ่งสายส่งอาจจะเป็นชนิดสายส่งทางเดียว (Simplex) สายส่งกึ่งทางคู่ (Half-duplex) หรือสายส่งทางคู่แบบสมบูรณ์ (Full-duplex) ก็ได้ และสามารถส่งสัญญาณข้อมูลได้ทั้งแบบซิงโครนัสหรือแบบวิงโครนัส

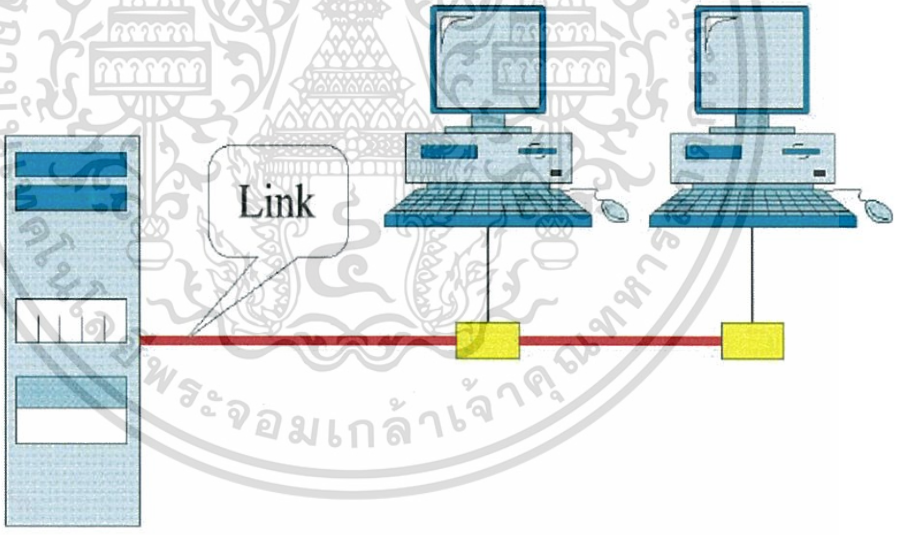
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.30 ตัวอย่างการเชื่อมต่อแบบจุดต่อจุด

2) การเชื่อมต่อแบบหลายจุด (Multipoint or Multidrop)

เนื่องจากค่าเช่าช่องทางในการส่งผ่านข้อมูลต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง การเชื่อมต่อแบบจุดต่อจุดนั้นสิ้นเปลืองสายสื่อสารมากการส่งข้อมูลไม่ได้ใช้งานตลอดเวลา จึงมีแนวความคิดที่จะใช้สายสื่อสารเพียงสายเดียวแต่เชื่อมต่อกับหลายๆ จุด ซึ่งทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากกว่า

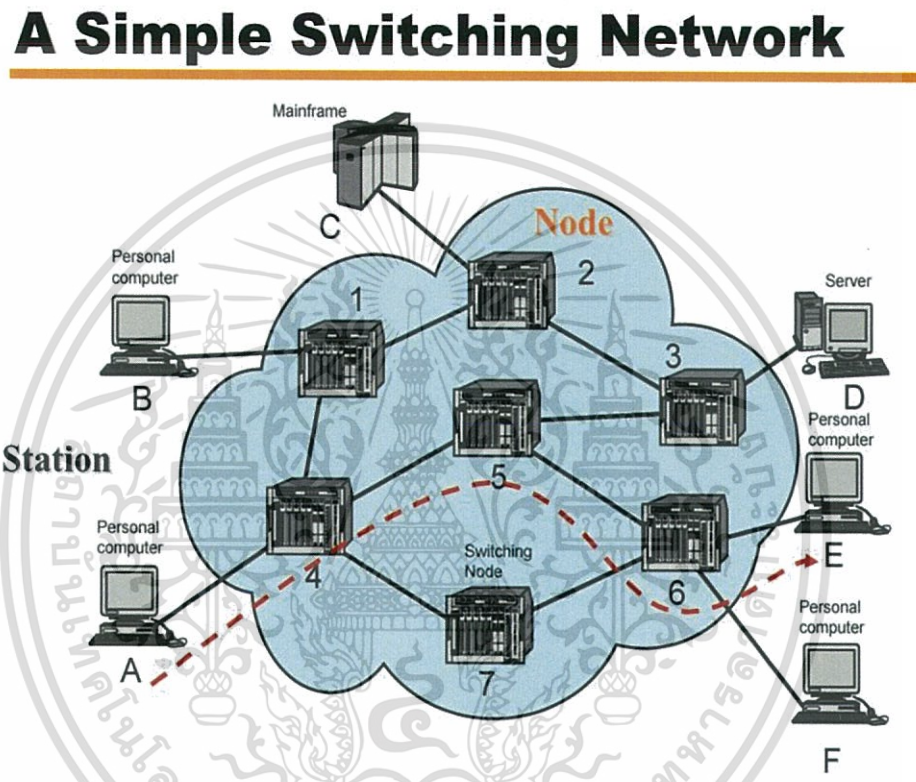


รูปที่ 2.31 ตัวอย่างการเชื่อมต่อแบบหลายจุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การเชื่อมต่อเครือข่ายแบบสลับช่องทางการสื่อสาร (Switched Network)

จากรูปแบบการเชื่อมต่อที่เป็นแบบจุดซึ่งต้องต่อสายสื่อสารไว้ตลอดเวลา แต่ในทางปฏิบัติจริงแล้วการสื่อสารข้อมูลไม่ได้ผ่านตลอดเวลา ดังนั้นจึงมีแนวความคิด ในการเชื่อมต่อเครือข่ายแบบสลับช่องทางการสื่อสารหรือเครือข่ายสวิตช์ซิ่ง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการเชื่อมต่อเครือข่ายแบบจุดต่อจุดให้สามารถใช้สื่อสารได้มากที่สุด



รูปที่ 2.32 ตัวอย่างการเชื่อมต่อแบบสลับช่องทางการสื่อสาร

หลักการทำงานของเครือข่ายแบบสลับช่องทางการสื่อสารดังนี้

1. การเชื่อมต่อต้องเป็นแบบจุดต่อจุด
2. ต้องมีการเชื่อมต่อการสื่อสารกันทั้งฝ่ายรับและส่งก่อนจะเริ่มรับหรือส่งข้อมูล เช่น หมุนเบอร์โทรศัพท์ เป็นต้น
3. หลังจากสื่อสารกันเสร็จเรียบร้อยจะต้องตัดการเชื่อมต่อ เพื่อให้ผู้อื่นใช้สายสื่อสารได้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.8 สื่อกลางที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูล

องค์ประกอบที่สำคัญที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูลอันหนึ่งที่ขาดไม่ได้คือสายสื่อกลาง ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ สื่อกลางที่กำหนดเส้นทางได้ เช่น สายโคแอกเซียล (Coaxial) สายเกลียวคู่ (Twisted-pair) สายไฟเบอร์ออฟติก (Fiber Optic) และสื่อกลางที่กำหนดเส้นทางไม่ได้ เช่น คลื่นวิทยุ คลื่นดาวเทียม คลื่นไมโครเวฟ เป็นต้น

การเลือกสื่อกลางที่จะนำมาใช้ในการเชื่อมต่อระบบสื่อสารข้อมูลนั้นจำเป็นต้องพิจารณากันหลายประการ เช่น ความเร็วในการส่งข้อมูล ราคาของอุปกรณ์ที่ใช้ สถานที่ใช้การบริการ การควบคุม ตลอดจนเทคโนโลยีที่จะนำมาใช้ ซึ่งสื่อกลางแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติแตกต่างกันไป

1) สายโคแอกเซียล (Coaxial Cable)

สายโคแอกเซียลเป็นสายที่นิยมใช้กันค่อนข้างมากในระบบการสื่อสารความถี่สูง เช่น สายอากาศของทีวี สายชนิดนี้ถูกออกแบบมาให้มีค่าความต้านทาน 75 โอห์มและ 50 โอห์ม โดยสาย 75 โอห์ม ส่วนใหญ่ใช้กับสายอากาศทีวีและสาย 50 โอห์ม จะนำมาใช้กับการสื่อสารที่เป็นระบบดิจิตอล

คุณสมบัติของสายโคแอกเซียลประกอบด้วยตัวนำสองสายโดยมีสายหนึ่งเป็นแกนอยู่ตรงกลางและอีกเส้นเป็นตัวนำล้อมรอบอยู่อีกชั้นมีขนาดของสาย 0.4 ถึง 1 นิ้ว

สายโคแอกเซียลมี 2 แบบ คือ แบบหนา (Thick) และแบบบาง (Thin) แบบหนาจะแข็ง การเดินสายทำได้ค่อนข้างยาก แต่สามารถส่งสัญญาณได้ไกลกว่าแบบบาง

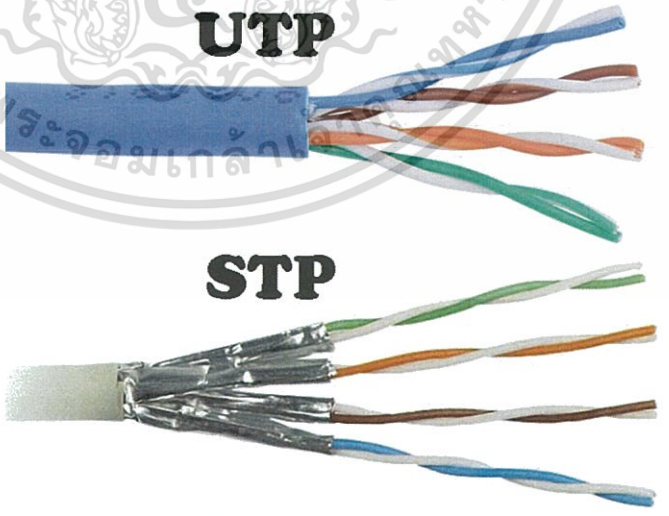
รูปที่ 2.33 สายโคแอกเซียล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) สายคู่บิดเกลียว (Twisted-Pair)

สายคู่เกลียวเป็นสายมาตรฐานสองเส้นหุ้มด้วยฉนวนแล้วบิดเป็นเกลียว สามารถรับส่งข้อมูลได้ทั้งแบบ อนาลอกและแบบดิจิตอล สายชนิดนี้จะมีขนาด 0.015-0.056 นิ้ว ส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็ว 10 เมกะบิทต่อวินาที ถ้าใช้ส่งสัญญาณแบบอนาลอกจะต้องใช้วงจรขยายหรือแอมพลิฟายเออร์ ทุก ๆ ระยะ 5-6 กม. แต่ถ้าต้องการส่งสัญญาณแบบดิจิตอลจะต้องใช้อุปกรณ์ทำซ้ำสัญญาณ (Repeater) ทุก ๆ ระยะ 2-3 กม. โดยทั่วไปแล้วสำหรับการส่งข้อมูลแบบดิจิตอล สัญญาณที่ส่งเป็นลักษณะคลื่นสี่เหลี่ยม สายคู่บิดเกลียวสามารถใช้ส่งข้อมูลได้หลายเมกะบิตต่อวินาทีในระยะทางได้ไกลหลายกิโลเมตร เนื่องจากสายคู่เกลียว มีราคาไม่แพงมาก ใช้ส่งข้อมูลได้ดี และมีน้ำหนักเบา นอกจากนั้นยังง่ายต่อการติดตั้ง จึงถูกใช้งานอย่างกว้างขวางตัวอย่างของสายคู่บิดเกลียว คือ สายโทรศัพท์ สำหรับสายคู่บิดเกลียวนั้นจะมีอยู่ 2 ชนิดคือ

1) สายคู่บิดเกลียวชนิดหุ้มฉนวน (Shielded Twisted Pair : STP) เป็นสายคู่บิดเกลียวที่หุ้มด้วยฉนวนชั้นนอกที่หนาอีกชั้นหนึ่ง เพื่อป้องกันการรบกวนของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
2) สายคู่บิดเกลียวชนิดไม่หุ้มฉนวน (Unshielded Twisted Pair : UTP) เป็นสายคู่บิดเกลียวที่หุ้มด้วยฉนวนชั้นนอกที่บางทำให้สะดวกในการโค้งงอ แต่จะป้องกันการรบกวนของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้น้อยกว่าชนิดแรก



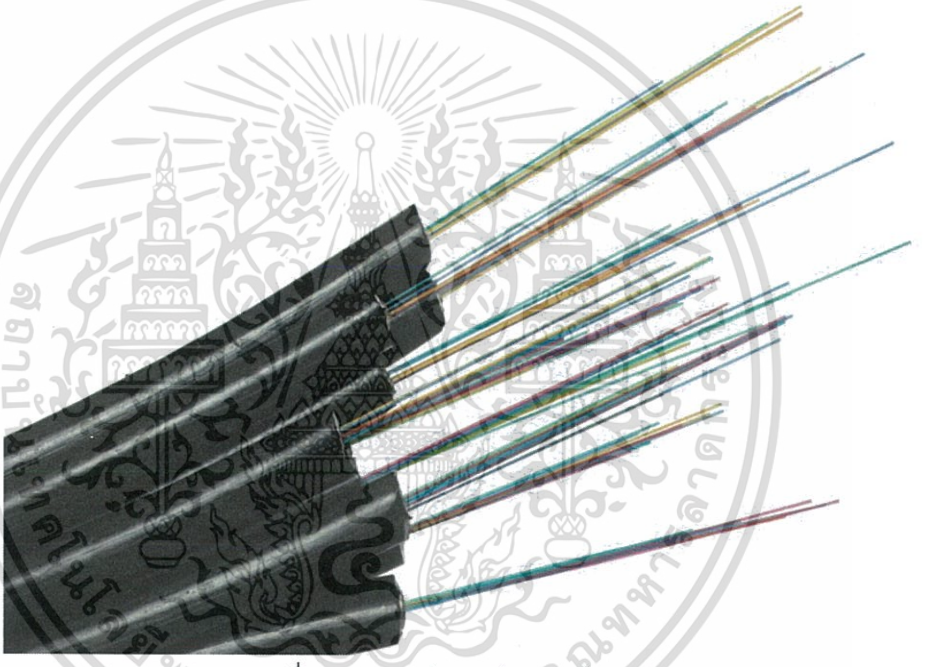
รูปที่ 2.34 สายคู่บิดเกลียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) สายส่งแบบไฟเบอร์ออฟติก (Fiber Optic)

สายส่งข้อมูลแบบไฟเบอร์ออฟติกจะประกอบด้วยเส้นใยทำจากแก้ว 2 ชนิด ชนิดหนึ่งอยู่ตรงแกนกลาง อีกชนิดหนึ่งอยู่ด้านนอก โดยที่ใยแก้วทั้ง 2 นี้จะมีดัชนีในการสะท้อนแสงต่างกัน ทำให้แสงที่ส่งจากปลายด้านหนึ่งผ่านไปยังอีกด้านหนึ่งได้ เป็นการส่งสัญญาณด้วยใยแก้ว และส่งสัญญาณด้วยแสงมีความเร็วในการส่งข้อมูลสูงสามารถส่งข้อมูล ได้ด้วยเร็วเท่ากับแสง ไม่มีสัญญาณรบกวนจากภายนอก

สายส่งข้อมูลแบบไฟเบอร์ออฟติกจะประกอบด้วยเส้นใยแก้ว 2 ชนิด ชนิดหนึ่งอยู่ตรงแกนกลาง อีกชนิดหนึ่งอยู่ด้านนอก โดยที่ใยแก้วทั้ง 2 นี้จะมีดัชนีในการสะท้อนแสงต่างกัน ทำให้แสงที่ส่งจากปลายด้านหนึ่งผ่านไปยังอีกด้านหนึ่งได้



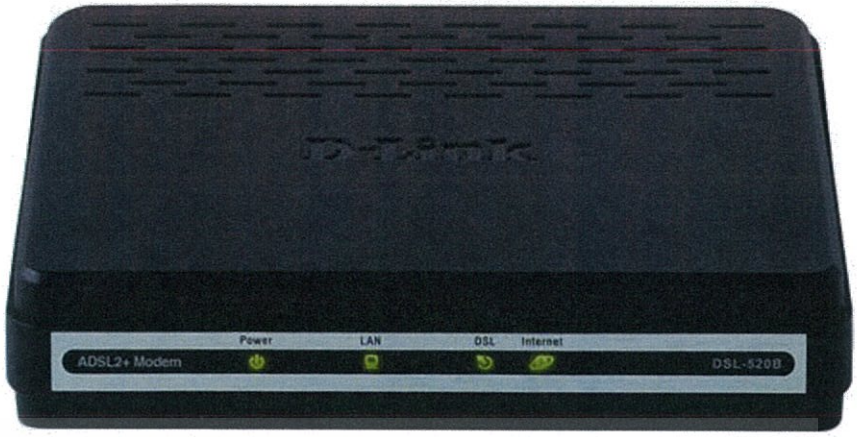
รูปที่ 2.35 สายส่งแบบไฟเบอร์ออฟติก

2.3.9 อุปกรณ์ที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์

1) โมเด็ม (MODEM)

โมเด็ม (MODEM) มาจากคำเต็มว่า Modulator – DEModulator ทำหน้าที่แปลงสัญญาณข้อมูลดิจิตอล ที่ได้รับจากเครื่องส่งหรือคอมพิวเตอร์ เป็นสัญญาณแบบอนาลอกก่อนทำการส่งไปยังปลายทางต่อไป โดยผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ และเมื่อส่งถึงปลายทางก็จะมีโมเด็มทำหน้าที่แปลงสัญญาณจากอนาลอกให้เป็นดิจิตอล เพื่อใช้กับคอมพิวเตอร์ปลายทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.36 โมเด็ม

2) มัลติเพล็กซ์เซอร์ (Multiplexer)

วิธีการเชื่อมต่อการสื่อสารระหว่างผู้รับและผู้ส่งปลายทางที่ง่ายที่สุดคือ การเชื่อมต่อแบบจุดต่อจุด (Point to Point) แต่ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงและใช้งานไม่เต็มที่ จึงมีวิธีการเชื่อมต่อที่ยุ่งยากขึ้น คือการเชื่อมต่อแบบหลายจุดซึ่งใช้สายสื่อสารเพียงเส้น 802.3

3) คอนเซนเตรเตอร์ (Concentrator)

คอนเซนเตรเตอร์เป็นมัลติเพล็กซ์เซอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถเพิ่มสายหรือช่องทางการส่งข้อมูลได้มากขึ้น การส่งข้อมูลจะเป็นแบบอซิงโครนัส

รูปที่ 2.37 คอนเซนเตรเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) คอนโทรลเลอร์ (Controller)

คอนโทรลเลอร์เป็นมัลติเพล็กซ์เซอร์ที่ส่งข้อมูลแบบอซิงโครนัส ที่สามารถส่งข้อมูลด้วยความเร็วสูงได้ดี การทำงานจะต้องมีโปรโตคอลพิเศษสำหรับกำหนดวิธีการรับส่งข้อมูล มีบอร์ดวงจรไฟฟ้าและซอฟต์แวร์สำหรับคอมพิวเตอร์

5) ฮับ (HUB)

ฮับเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทำหน้าที่เช่นเดียวกับมัลติเพล็กซ์เซอร์ ซึ่งนิยมใช้กับระบบเครือข่ายท้องถิ่น (LAN) มีราคาต่ำ ติดต่อสื่อสารข้อมูลตามมาตรฐาน IEEE 802.3

รูปที่ 2.38 ฮับ

6) ฟรอนต์ – เอ็นโปรเซสเซอร์ FEP (Front-End Processor)

FEP เป็นคอมพิวเตอร์ที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างโฮสต์คอมพิวเตอร์ หรือมินิคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์เครือข่ายสำหรับสื่อสารข้อมูล เช่น โมเด็ม มัลติเล็กซ์เซอร์ เป็นต้น FEP เป็นอุปกรณ์ที่มีหน่วยความจำ (RAM) และซอฟต์แวร์สำหรับควบคุมการทำงานเป็นของตัวเองโดยมีหน้าที่หลักคือ ทำหน้าที่แก้ไขข่าวสาร เก็บข่าวสาร เปลี่ยนรหัสรวบรวมหรือกระจายอักขระ ควบคุมอัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูล จัดคิวเข้าออกของข้อมูล ตรวจสอบข้อผิดพลาดในการส่งข้อมูล

7) อิมูเลเตอร์ (Emulator)

อิมูเลเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนกลุ่มข่าวสารจาก โปรโตคอลแบบหนึ่งไปเป็นกลุ่มข่าวสาร ซึ่งใช้โปรโตคอลอีกแบบหนึ่ง แต่จะเป็นอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์หรือเป็นโปรแกรมซอฟต์แวร์ก็ได้ บางครั้งอาจจะเป็นทั้ง 2 อย่าง โดยทำให้คอมพิวเตอร์ที่ต่อเข้ามานั้นดูเหมือนเป็นเครื่องเทอร์มินัลหนึ่งเครื่อง โฮสต์หรือมินิคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันนิยมนำเครื่อง PC มาใช้เป็นเทอร์มินัลของเครื่องเมนเฟรมคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้เพราะประหยัดกว่าและเมื่อไรที่ไม่ใช้ติดต่อกับมินิ หรือเมนแฟรมก็สามารถใช้เป็น PC ทั่วไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) เกตเวย์ (Gateway)

เกตเวย์เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีหน้าที่หลักคือ ทำให้เครือข่ายคอมพิวเตอร์ 2 เครือข่ายหรือมากกว่าซึ่งมีลักษณะแตกต่างกัน สามารถสื่อสารกันได้เสมือนกับเป็นเครือข่ายเดียวกัน โดยทั่วไปแล้วระบบเครือข่ายแต่ละเครือข่ายอาจจะแตกต่างกันในหลายกรณี เช่น ลักษณะการเชื่อมต่อ (Connectivity) ที่ไม่เหมือนกัน โปรโตคอลที่ใช้สำหรับรับส่งข้อมูลต่างกัน เป็นต้น

9) บริดจ์ (Bridge)

เป็นอุปกรณ์ IWU (Inter Working Unit) ที่ใช้สำหรับเชื่อมเครือข่ายท้องถิ่น (Local Area Network หรือ LAN) 2 เครือข่ายเข้าด้วยกัน ซึ่งอาจจะใช้โปรโตคอลที่เหมือนกันหรือต่างกันก็ได้

10) เราเตอร์ (Router)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อเครือข่ายเข้าด้วยกัน ซึ่งอาจจะเป็นเครือข่ายเดียวกันหรือข้ามเครือข่ายกัน โดยการเชื่อมกันระหว่างหลายเครือข่ายแบบนี้เรียกว่าเครือข่ายอินเตอร์เน็ต (Internet) โดยเครือข่ายแต่ละเครือข่ายจะเรียกว่า เครือข่ายย่อย (Subnetwork) ส่วนอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างเครือข่าย เรียกว่า IWU (Inter Working Unit) ได้แก่ เราเตอร์และบริดจ์

รูปที่ 2.39 เราเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11) รีพีตเตอร์ (Repeater)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับส่งสัญญาณซ้ำ เพื่อส่งสัญญาณต่อไปนี้ในระยะไกล ป้องกันการขาดหายของสัญญาณ ซึ่งรูปแบบของเครือข่ายแต่ละแบบรวมทั้งสายสัญญาณที่ใช้เป็นตัวกลางหรือสื่อกลาง แต่ละชนิดจะมีข้อจำกัดของระยะทางในการส่ง ดังนั้นเมื่อต้องการส่งสัญญาณให้ไกลกว่าปกติต้องเชื่อมต่อกับรีพีตเตอร์ดังกล่าว เพื่อทำให้สามารถส่งสัญญาณ ได้ไกลยิ่งขึ้น

รูปที่ 2.40 รีพีตเตอร์

2.3.10 เครือข่าย

เครือข่าย หมายถึง กลุ่มของคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่ถูกนำมาเชื่อมต่อกันดังนั้นเครือข่ายคอมพิวเตอร์จึงประกอบด้วยสื่อการติดต่อสื่อสาร อุปกรณ์ และซอฟต์แวร์ที่จำเป็นในการเชื่อมโยงคอมพิวเตอร์ตั้งแต่ 2 ระบบเข้าด้วยกัน รวมทั้งอุปกรณ์อื่นๆ

ความจำเป็นในการใช้เครือข่ายคอมพิวเตอร์ เครือข่ายคอมพิวเตอร์มีความจำเป็นในการทำงานในยุคปัจจุบัน ด้วยเหตุผลดังนี้

1) เครือข่ายคอมพิวเตอร์ทำให้การทำงานมีความคล่องตัว ยืดหยุ่น และปรับตัวให้เข้ากับเงื่อนไขต่างๆ ที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว
2) เครือข่ายช่วยให้หน่วยงานประหยัดงบประมาณโดยช่วยสนับสนุนการใช้ทรัพยากรคอมพิวเตอร์ร่วมกัน เช่น ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และฐานข้อมูล
3) เครือข่ายทำให้พนักงานหรือทีมงานของหน่วยงานที่อยู่ห่างไกลกันสามารถใช้เอกสารร่วมกัน และแลกเปลี่ยนแนวคิด ความเห็น ตลอดจนเสริมให้การทำงานเป็นทีมมีประสิทธิภาพดีขึ้นและกระตุ้นให้เกิดความคิดใหม่ๆ
4) เครือข่ายช่วยสร้างให้การติดต่อสื่อสารระหว่างหน่วยงานกับลูกค้าหรือองค์การภายนอกมีความใกล้ชิดกันมากยิ่งขึ้น

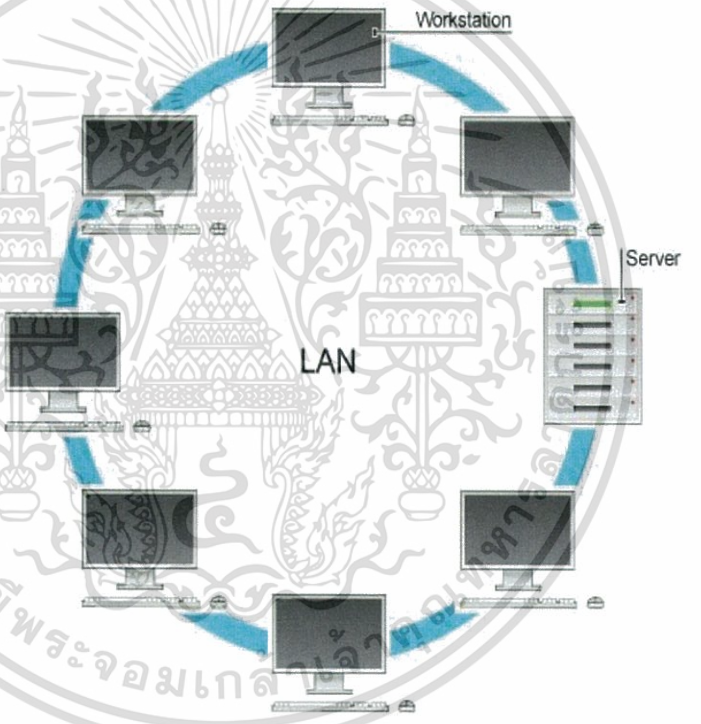
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทของเครือข่าย

1) **จำแนกตามพื้นที่**

- เครือข่ายเฉพาะที่ (Local Area Network-LAN)

เป็นการติดต่ออุปกรณ์สื่อสารตั้งแต่ 2 ชิ้นขึ้นไประยะ 2,000 ฟุต (โดยปกติจะอยู่ในอาคารเดียวกัน) LAN จะช่วยให้ผู้ใช้จำนวนมากสามารถใช้ทรัพยากรของหน่วยงานร่วมกัน เช่น พรินต์เตอร์ โปรแกรม และไฟล์ข้อมูล ในกรณีที่ LAN ต้องการเชื่อมต่อกับเครือข่ายสาธารณะภายนอก เช่น เครือข่ายโทรศัพท์ หรือเครือข่ายของหน่วยงานอื่น จะต้องมี gateway ซึ่งทำหน้าที่เหมือนประตูติดต่อระหว่างเครือข่ายที่แตกต่างกัน โดยช่วยแปลโปรโตคอลของเครือข่ายให้กับอีกโปรโตคอลหนึ่งเพื่อจะทำงานร่วมกันได้

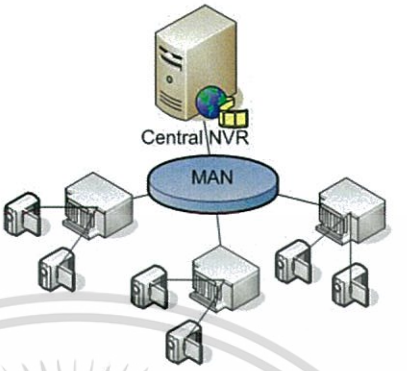


รูปที่ 2.41 เครือข่ายเฉพาะที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เครือข่ายเมือง (Metropolitan Area Network-MAN)

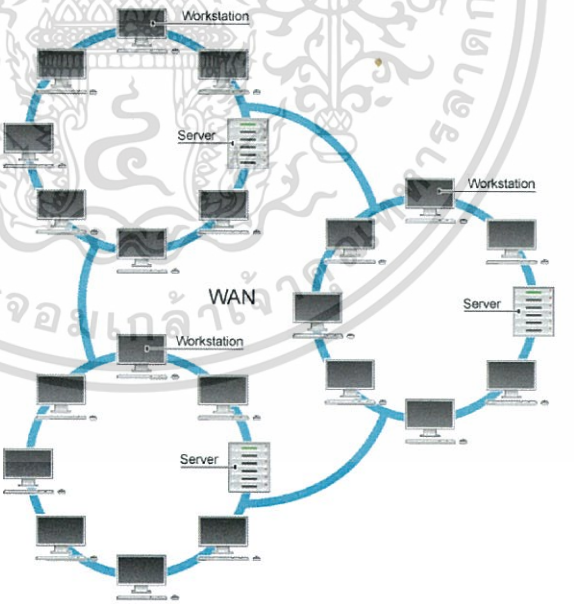
เครือข่ายเป็นกลุ่มของเครือข่าย LAN ที่นำมาเชื่อมต่อกันเป็นวงขนาดใหญ่ขึ้นภายในพื้นที่บริเวณใกล้เคียง เช่น ในเมืองเดียวกัน



รูปที่ 2.42 เครือข่ายเมือง

- เครือข่ายบริเวณกว้าง (Wide Area Network-WAN)

เป็นเครือข่ายที่ครอบคลุมพื้นที่ในบริเวณกว้างโดยครอบคลุมทั้งประเทศหรือทั้งทวีป WAN จะอาศัยสื่อโทรคมนาคมหลายประเภท เช่น เคเบิ้ล ดาวเทียม และไมโครเวฟ



รูปที่ 2.43 เครือข่ายบริเวณกว้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

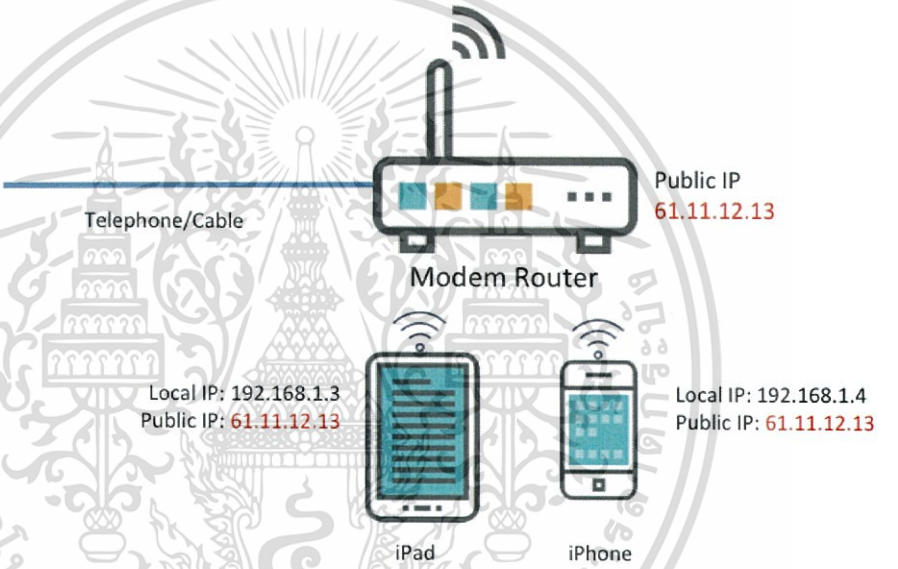
2) **แบ่งตามความเป็นเจ้าของ**

- เครือข่ายสาธารณะ (Public Network)

เป็นเครือข่ายที่เปิดโอกาสให้ผู้ใช้โดยทั่วไปได้ใช้ประโยชน์ ดังนั้นผู้ใช้จะต้องแข่งกับผู้ใช้รายอื่น โดยเฉพาะช่วงเวลาที่มีผู้ใช้จำนานมาก เช่น ระบบโทรศัพท์สาธารณะ ซึ่งผู้ใช้ไม่มีหลักประกันว่าสายจะว่างในช่วงนี้ต้องการหรือไม่

- เครือข่ายเอกชน (Private Network)

เป็นเครือข่ายที่หน่วยงานสามารถเป็นเจ้าของเอง หรือ เช่าเพื่อประโยชน์ในการสื่อสาร กรณีนี้ก็จะเป็นหลักประกันว่าหน่วยงานจะมีโอหกาสได้ใช้เครือข่ายเมื่อต้องการเสมอ



รูปที่ 2.44 เครือข่ายเอกชนและเครือข่ายสาธารณะ

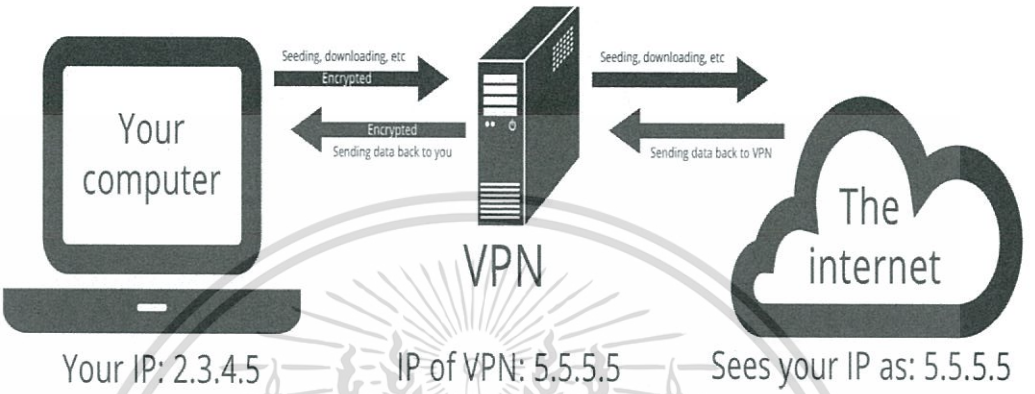
- เครือข่ายแบบมูลค่าเพิ่ม (Value-added Network-VAN)

เป็นเครือข่ายกึ่งสาธารณะซึ่งให้บริการเพิ่มขึ้นจากการติดต่อสื่อสารปกติผู้ให้บริการสื่อสาร (Communication service provider) เป็นเจ้าของ VAN อย่างไรก็ตาม VAN เร็วกว่าเครือข่ายสาธารณะและมีความปลอดภัยมากกว่าเครือข่ายสาธารณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เครือข่ายเอกชนเสมือนจริง (Virtual Private Network-VPN)

เป็นเครือข่ายสาธารณะที่รับประกันว่าผู้ใช้จะมีโอกาสใช้งานเครือข่ายได้ตลอดเวลา แต่ไม่ได้ให้สายหรือช่องทางการสื่อสารแก่หน่วยงานผู้ใช้โดยเฉพาะ แต่จะใช้วิธีแปลงรหัสข้อมูลของหน่วยงานผู้ใช้โดยเฉพาะ แต่จะใช้วิธีแปลงรหัสข้อมูลของหน่วยงานเพื่อที่จะส่งไปพร้อม ๆ กับหน่วยงานอื่น ๆ



รูปที่ 2.45 เครือข่ายเอกชนเสมือนจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวเกี่ยวกับวิธีการดำเนินการวิจัยตั้งแต่เริ่มต้นของการสร้างระบบทดสอบการทำงานของแผงวงจร C61 แบบอัตโนมัติ โดยเริ่มจากกระบวนการทดสอบแผงวงจรแบบเดิม การวางโครงสร้างของระบบทดสอบแบบอัตโนมัติ ส่วนประกอบของระบบ การทำงานของโปรแกรมสำหรับการทดสอบแผงวงจร การพัฒนาโปรแกรมสื่อสารข้อมูลสำหรับการทดสอบแผงวงจรแบบอัตโนมัติ

3.1 กระบวนการทดสอบแผงวงจรแบบเดิม

การทดสอบแผงวงจรแบบเดิมนั้นเป็นการทดสอบโดยแรงงานมนุษย์ โดยมีขั้นตอนคร่าวๆ ดังนี้

1) เปิดโปรแกรมที่ใช้สำหรับการทดสอบแผงวงจร
2) สแกนบาร์โค้ดของแผงวงจรที่ต้องการทดสอบไปยังโปรแกรมสำหรับการทดสอบ
3) นำแผงวงจรที่ต้องการทดสอบไปใส่ในเครื่องสำหรับการทดสอบ
4) กดปุ่มที่ด้านข้างเครื่องทั้งสองข้างเพื่อให้เครื่องอยู่ในตำแหน่งสำหรับการทดสอบ
5) สแกนบาร์โค้ดรหัสตำแหน่งของเครื่องทดสอบ
6) เมื่อเครื่องทดสอบทำงานเสร็จสิ้นแล้ว กดปุ่มบริเวณด้านหน้าเพื่อให้เครื่องทดสอบอยู่ในตำแหน่งสำหรับการหยิบ หรือใส่แผงวงจร
7) นำแผงวงจรที่ทดสอบเสร็จแล้ว ส่งไปยังกระบวนการผลิตขั้นตอนต่อไป

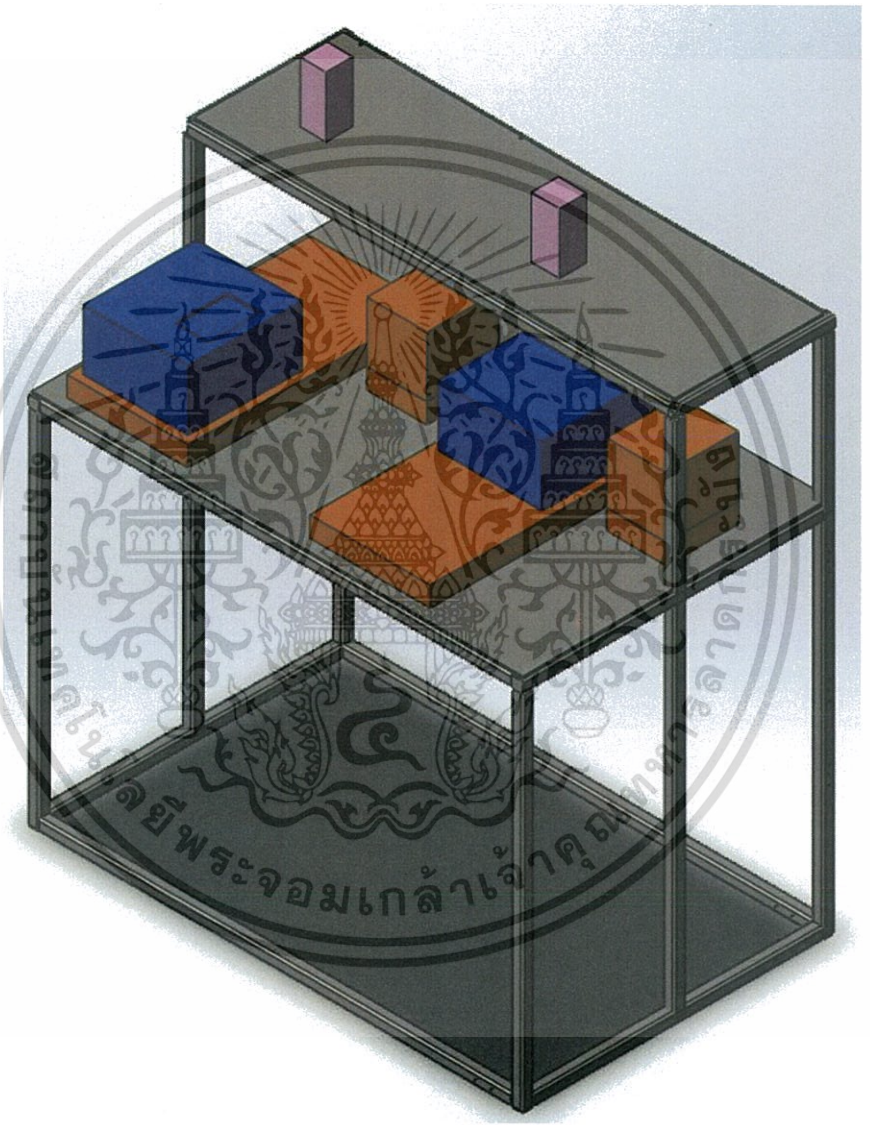
รูปที่ 3.1 แผงวงจรขณะใส่อยู่ในเครื่องทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การวางโครงสร้างของระบบทดสอบแบบอัตโนมัติ

การวางโครงสร้างของระบบเป็นส่วนที่มีความสำคัญอย่างมากในการสร้างระบบการผลิตแบบอัตโนมัติ เนื่องจากจะส่งผลถึงประสิทธิภาพของการทำงานของระบบการผลิตแบบอัตโนมัติ หากวางโครงสร้างของระบบได้ดีแล้ว เท่ากับว่าสามารถใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ได้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุด

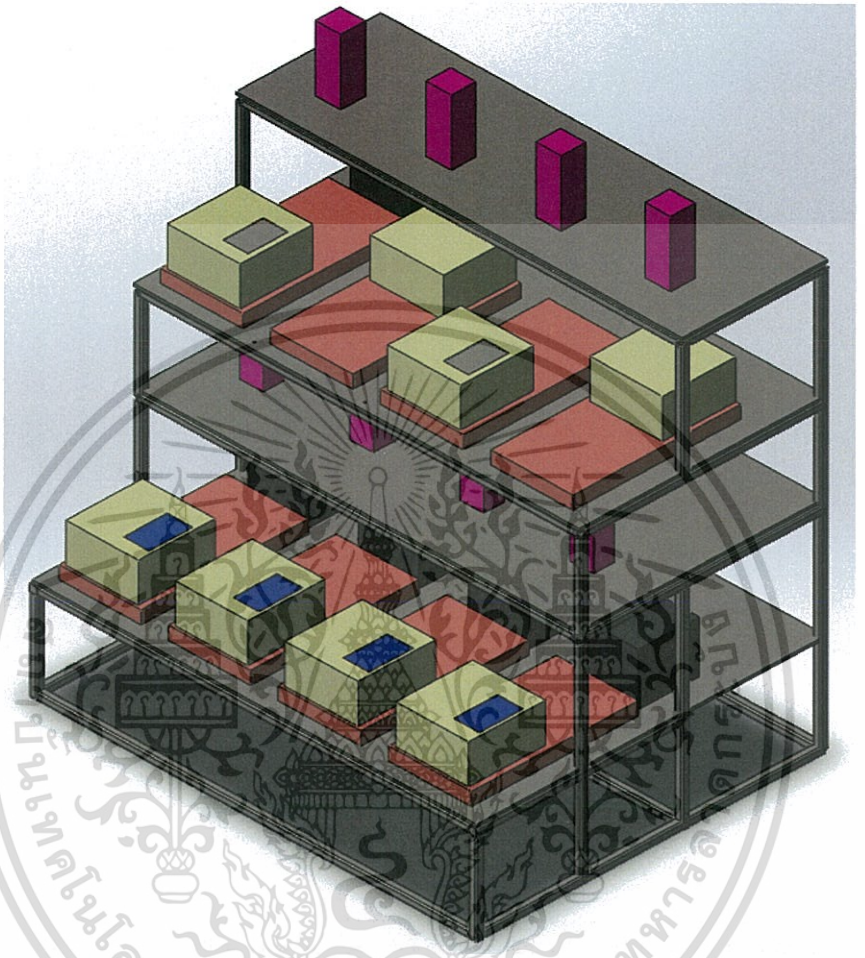
การวางตำแหน่งของเครื่องทดสอบแผงวงจรแบบเดิมนั้น ตำแหน่งการวางเครื่องทดสอบจะวางเครื่องทดสอบไว้เพียง 2 เครื่องต่อหนึ่งโต๊ะ ดังรูป



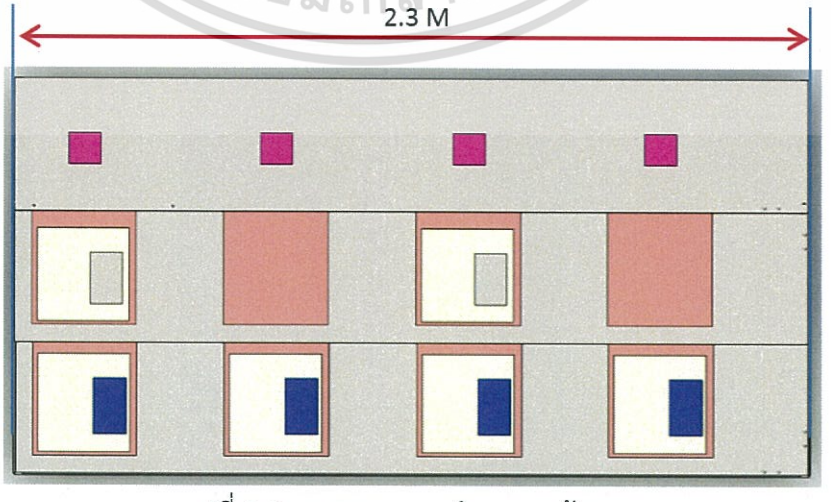
รูปที่ 3.2 แบบจำลองตำแหน่งการวางเครื่องทดสอบแผงวงจรแบบเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวางตำแหน่งของเครื่องทดสอบแผงวงจรแบบใหม่นั้น ตำแหน่งการวางเครื่องทดสอบจะวางเครื่องทดสอบไว้ทั้งหมด 8 เครื่องต่อหนึ่งโต๊ะ โดยได้ทำโต๊ะเพิ่มขึ้นมาเป็นลักษณะขั้นบันไดขึ้นมาอีกหนึ่งชั้น และแต่ละชั้นจะสามารถวางเครื่องทดสอบได้ 4 เครื่อง

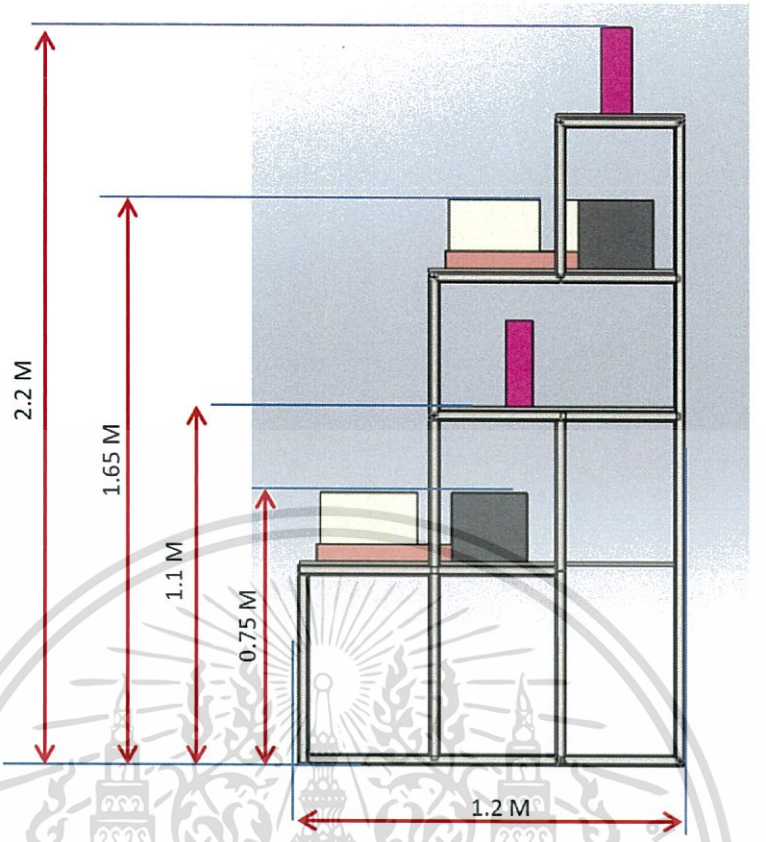


รูปที่ 3.3 แบบจำลองตำแหน่งการวางเครื่องทดสอบแผงวงจรแบบใหม่



รูปที่ 3.4 ระยะของแบบจำลองมุมด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

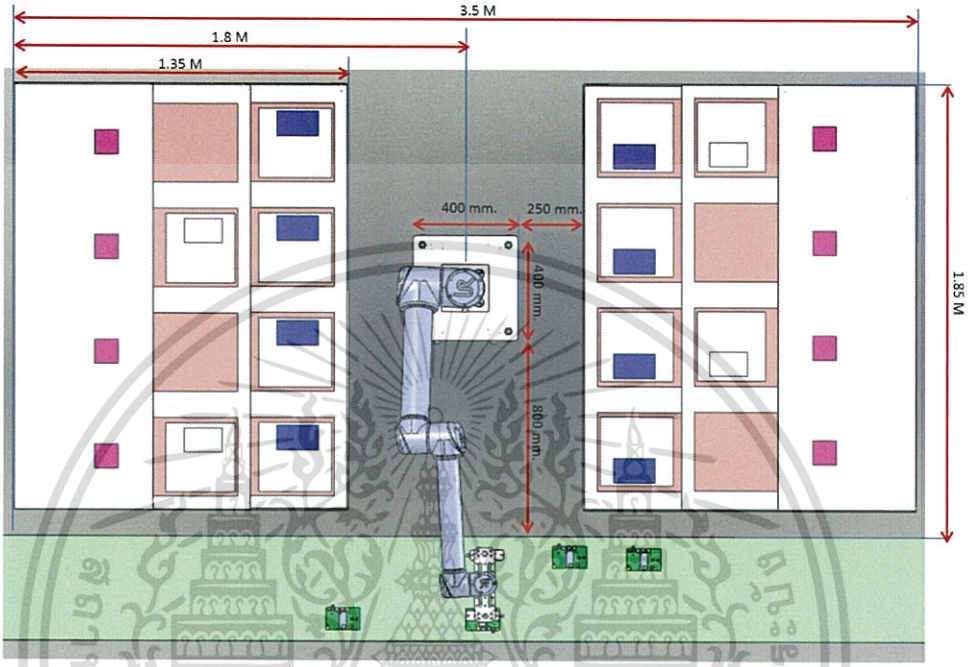


รูปที่ 3.5 ระยะชองแบบจำลองมุมด้านข้าง

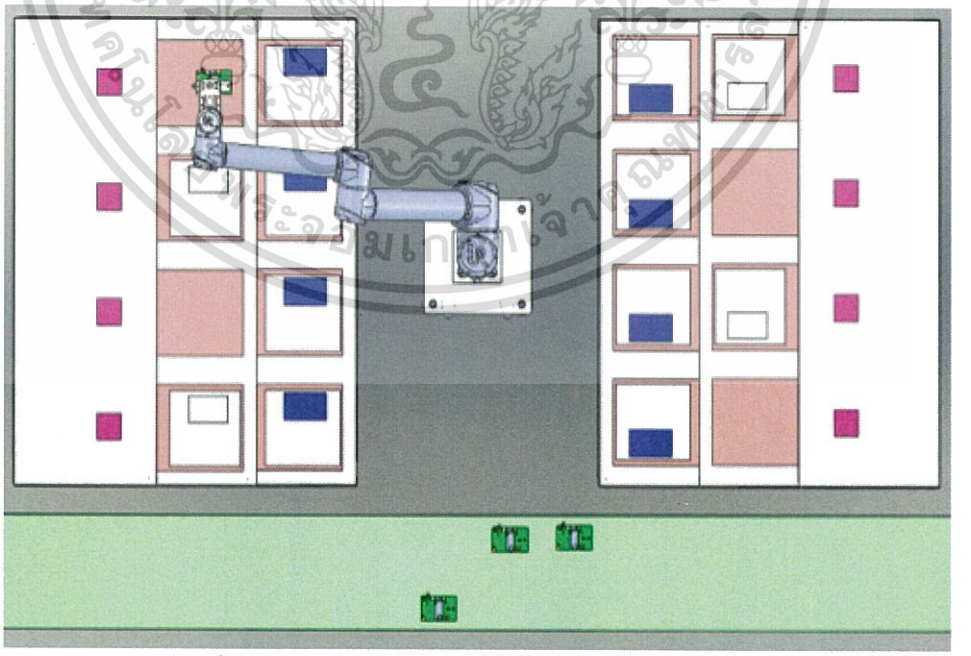
รูปที่ 3.6 ตำแหน่งการวางเครื่องทดสอบแบบใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่ได้ตำแหน่งของการวางเครื่องทดสอบแบบใหม่เรียบร้อยแล้ว ลำดับถัดไปคือหาตำแหน่งที่เหมาะสมในการตั้งแขนกลอัตโนมัติสำหรับใช้ในการหยิบแผงวงจรเพื่อนำมาทดสอบในเครื่องทดสอบ โดยแขนกลอัตโนมัติ 1 แขนกลสามารถใช้งานร่วมกับเครื่องทดสอบรวมทั้งสิ้น 16 เครื่องทดสอบ

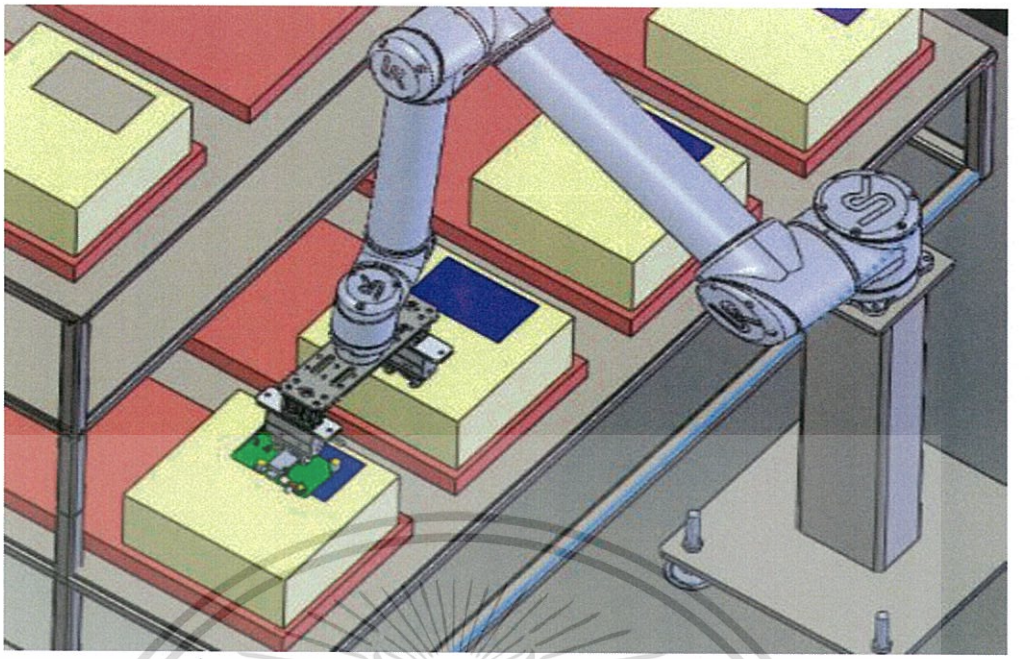


รูปที่ 3.7 ตำแหน่งในการวางแขนกลอัตโนมัติ

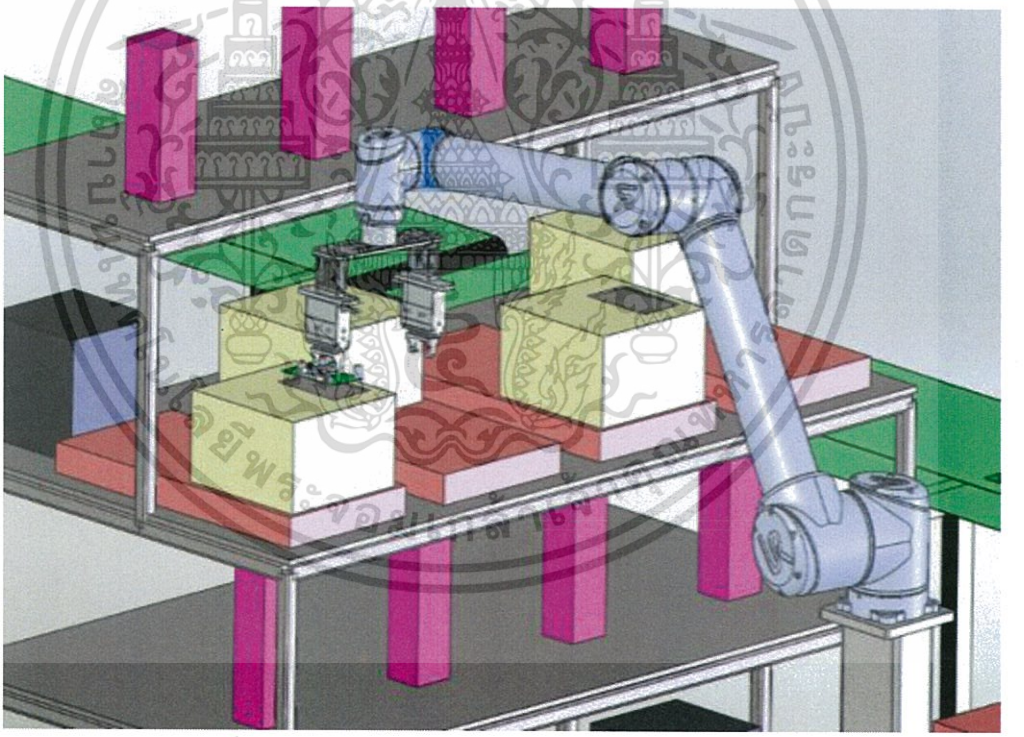


รูปที่ 3.8 ทดสอบระยะการทำงานของแขนกลอัตโนมัติ1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

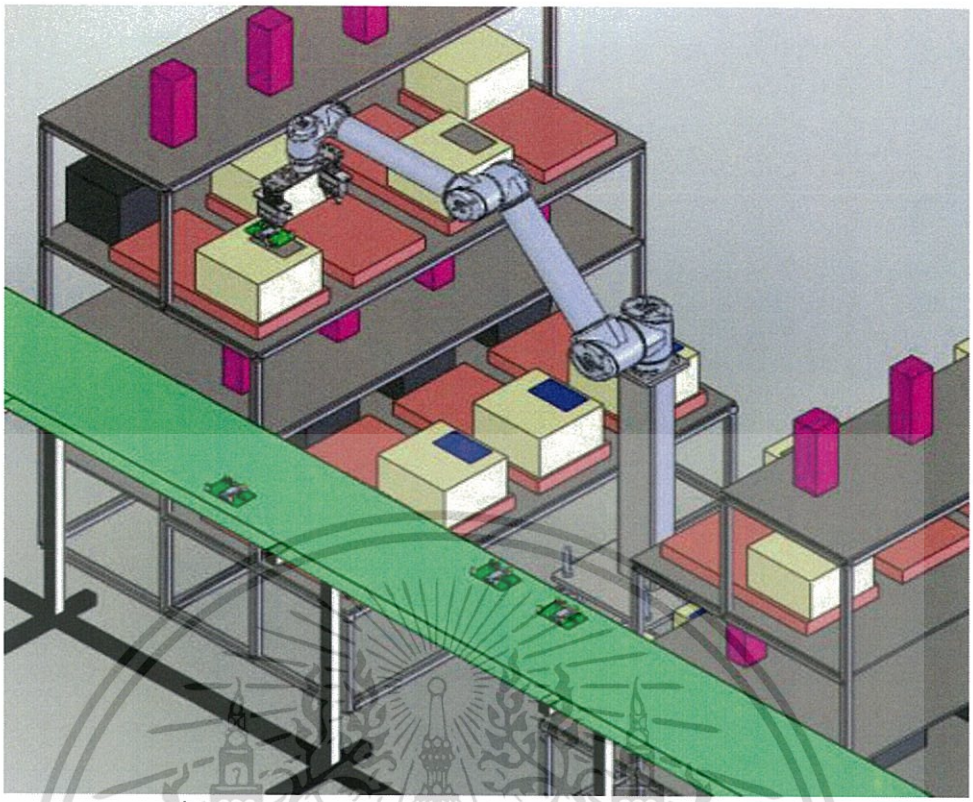


รูปที่ 3.9 ทดสอบระยะการทำงานของแขนกลอัตโนมัติ2



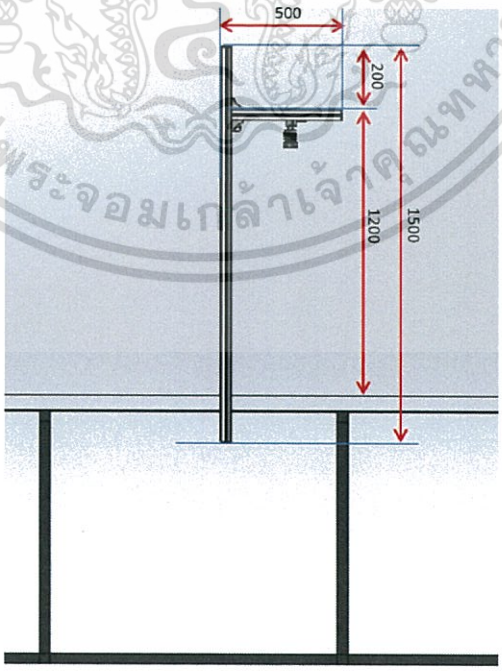
รูปที่ 3.10 ทดสอบระยะการทำงานของแขนกลอัตโนมัติ3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 แบบจำลองการทำงานของระบบการทดสอบอัตโนมัติ

หลังจากได้ตำแหน่งของการวางแขนกลอัตโนมัติเรียบร้อยแล้วส่วนต่อไปเป็นส่วนของการติดตั้งกล้องเพื่อใช้ถ่ายรูปแผงวงจรเพื่อส่งตำแหน่งสำหรับการเคลื่อนที่ของแขนกลอัตโนมัติ



รูปที่ 3.12 แบบจำลองระยะของการติดตั้งกล้อง

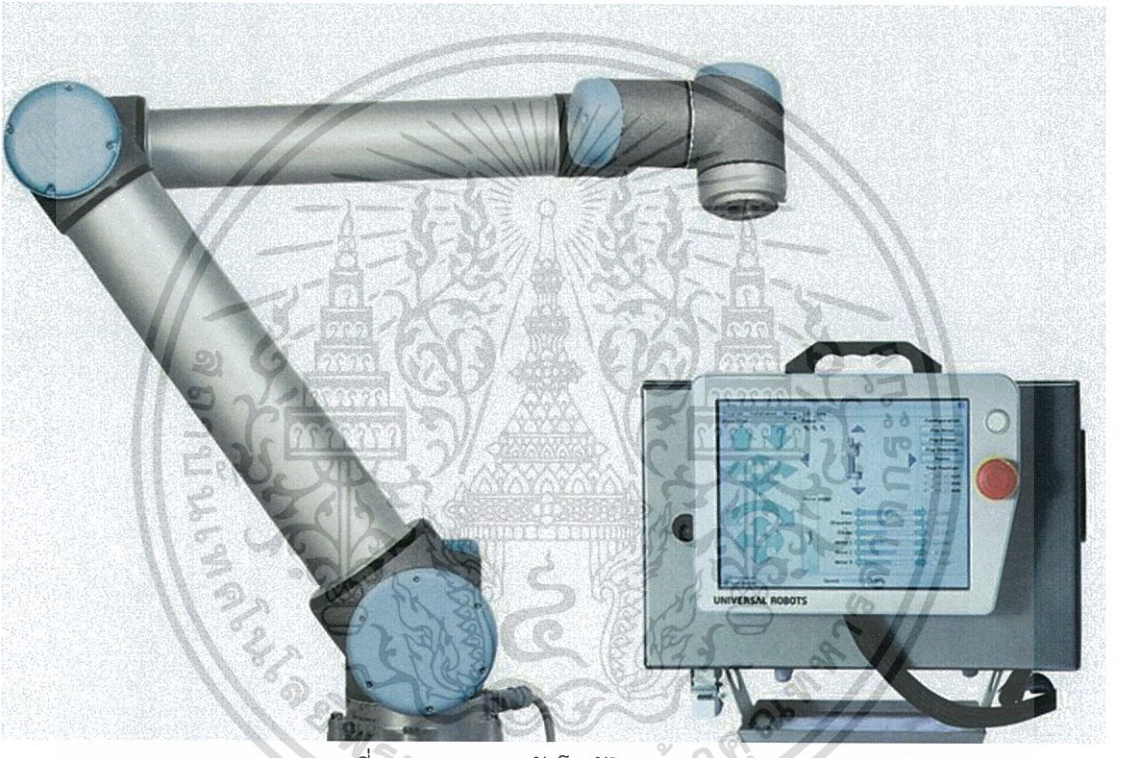
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ส่วนประกอบของระบบ

ในการสร้างระบบทดสอบแผงวงจรอัตโนมัติเกิดขึ้นจากการพัฒนาระบบใหม่ให้สามารถทำงานร่วมกันกับระบบเดิมได้ โดยระบบเดิมนั้นมีเพียงเครื่องทดสอบและโปรแกรมสำหรับการทดสอบเท่านั้น ส่วนระบบใหม่ที่ทำการพัฒนามีส่วนประกอบดังนี้

1) แขนกลอัตโนมัติ

แขนกลอัตโนมัติที่ได้เลือกใช้เป็นแขนกลของ Universal Robot มีไว้สำหรับหยิบแผงวงจรจากสายพานการผลิตเข้าเครื่องทดสอบ และหยิบแผงวงจรจากเครื่องทดสอบไปยังสายพานการผลิต



รูปที่ 3.13 แขนกลอัตโนมัติและชุดควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

UR10

Performance	
Repeatability	±0.1 mm / ±0.0039 in (4 mils)
Temperature range	0-50°
Power consumption	Min 90W, Typical 250W, Max 500W
Collaboration operation	15 advanced adjustable safety functions. TüV NORD Approved Safety Function Tested in accordance with: EN ISO 13849:2008 PL d

Specification	
Payload	10 kg /22 lbs
Reach	1300 mm / 51.2 in
Degrees of freedom	6 rotating joints
Programming	Polyscope graphical user interface on 12 inch touchscreen with mounting

รูปที่ 3.14 ข้อมูลทั่วไปของแขนกลอัตโนมัติ

CONTROL BOX

Features		
IP classification	IP20	
ISO Class Cleanroom	6	
Noise	<65dB(A)	
I/O ports	Digital in	16
	Digital out	16
	Analog in	2
	Analog out	2
I/O power supply	24V 2A	
Communication	TCP/IP 100Mbit, Modbus TCP, Profinet, EthernetIP	
Power source	100-240 VAC, 50-60 Hz	

Physical	
Control box size (WxHxD)	475mm x 423mm x 268mm / 18.7 x 16.7 x 10.6 in
Weight	17 kg / 37.5 lbs
Materials	Steel

รูปที่ 3.15 ข้อมูลทั่วไปของชุดควบคุมแขนกลอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) กล้องอุตสาหกรรม

กล้องอุตสาหกรรมที่เลือกใช้เป็นกล้องของ Basler เนื่องจากง่ายต่อการพัฒนาโปรแกรมเพื่อประมวลผลภาพสำหรับบอกตำแหน่งในการหยิบแผงวงจรให้แก่แขนกลอัตโนมัติ

รูปที่ 3.16 กล้องอุตสาหกรรม

Resolution (H x V pixels)	1280 px x 1024 px
Pixel Size horizontal/vertical	5.3 µm x 5.3 µm
Frame Rate	60 fps
Mono/Color	Mono
Interface	GigE
Video Output Format	Mono 8, Mono 12, Mono 12 Packed, YUV 4:2:2 Packed, YUV 4:2:2 (YUYV) Packed
Pixel Bit Depth	12 bits
Exposure Control	▪ programmable via the camera API
Synchronization	▪ external trigger ▪ free-run ▪ Ethernet connection
Housing	box

รูปที่ 3.17 รายละเอียดของกล้องอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

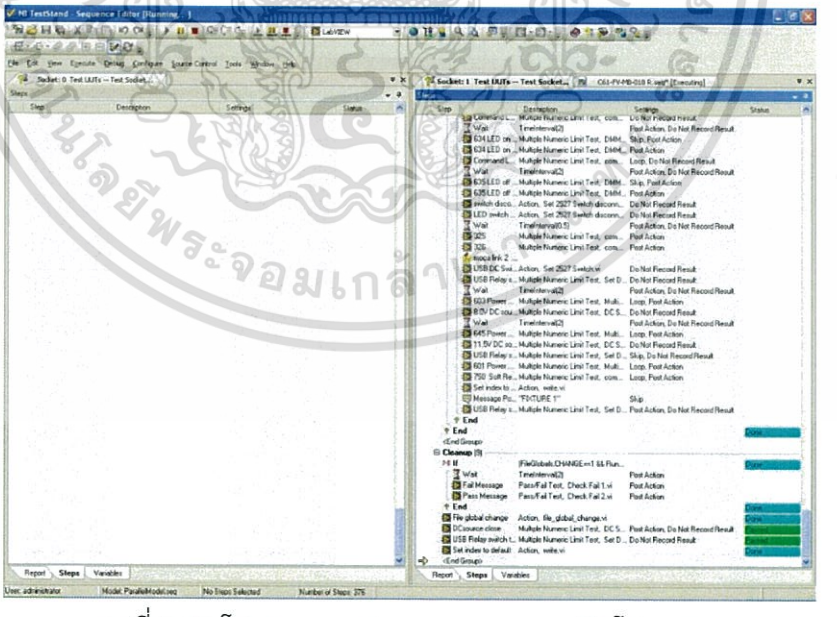
3) คอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม

คอมพิวเตอร์อุตสาหกรรมใช้สำหรับพัฒนาระบบวิทัศน์อัตโนมัติ อีกทั้งเป็นตัวกลางในการสื่อสารข้อมูลระหว่างแขนกลอัตโนมัติ และโปรแกรมสำหรับการทดสอบอีกด้วย

รูปที่ 3.18 คอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม

3.4 การทำงานของโปรแกรมสำหรับการทดสอบแผงวงจร

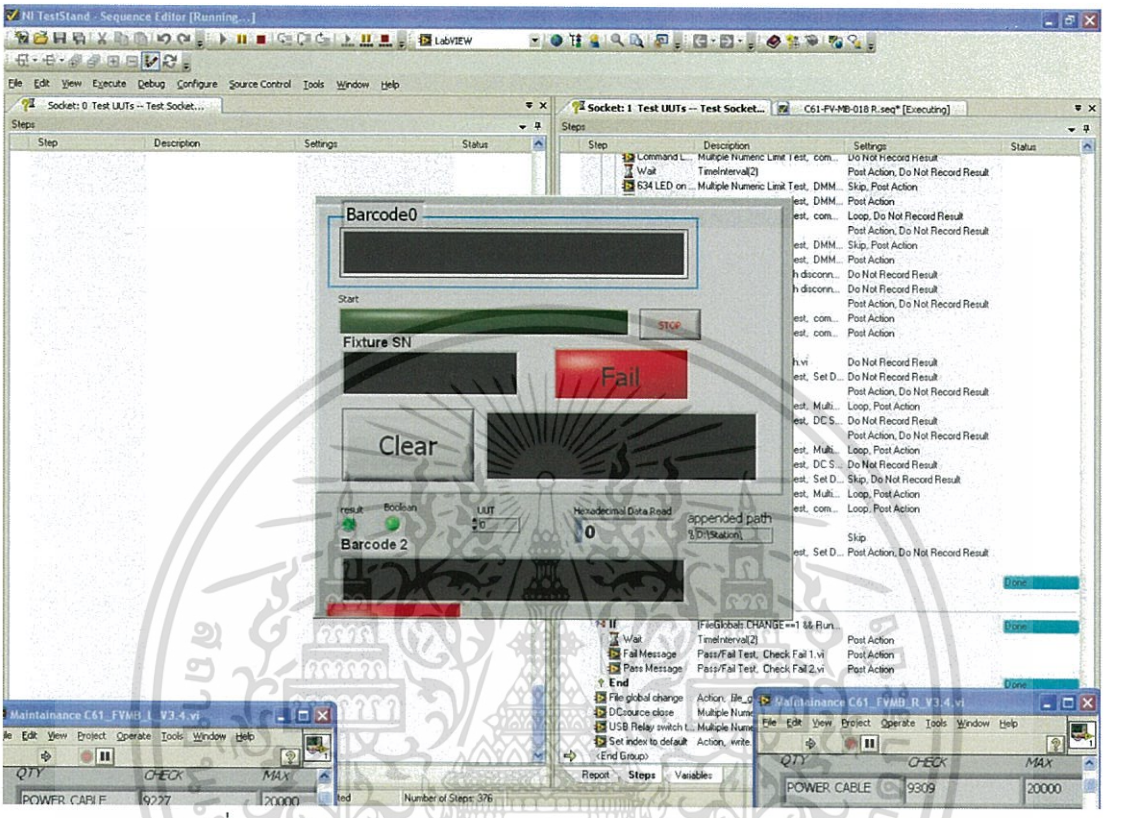
โปรแกรมสำหรับการทดสอบแผงวงจรนั้นควบคุมการทำงานของเครื่องทดสอบได้ทั้งหมด 2 เครื่อง



รูปที่ 3.19 โปรแกรมทดสอบแผงวงจรขณะเปิดโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยการสั่งงานให้โปรแกรมทำงานนั้นต้องทำการใส่ข้อมูลของแผงวงจรที่ต้องการทดสอบให้แก่โปรแกรม ซึ่งข้อมูลที่ต้องใส่ให้โปรแกรมมี 2 อย่างคือ บาร์โค้ดของแผงวงจรและรหัสตำแหน่งของเครื่องทดสอบ



รูปที่ 3.20 โปรแกรมทดสอบแผงวงจรขณะรอรับข้อมูลของแผงวงจร

หลังจากโปรแกรมได้ข้อมูลของบาร์โค้ดของแผงวงจรและรหัสตำแหน่งของเครื่องทดสอบเรียบร้อยแล้วหน้าต่างรอรับข้อมูลจะหายไป โปรแกรมจะเริ่มทำการทดสอบแผงวงจรและเมื่อทดสอบแผงวงจรเสร็จสิ้นแล้วหน้าต่างรอรับข้อมูลจะกลับขึ้นมาอีกครั้งพร้อมกับสถานะของการทดสอบแผงวงจรที่อยู่ในเครื่อง ตัวอย่างจากรูปที่ 3.20 สถานะของแผงวงจรเป็น Fail ในกรอบสีแดง แสดงว่าแผงวงจรที่อยู่ในเครื่องทดสอบ Barcode0 ไม่ผ่านการทดสอบ หากผ่านการทดสอบสถานะของแผงวงจรจะเป็น Pass อยู่ในกรอบสีเขียว และในขณะเดียวกันนั้นเมื่อโปรแกรมทำการทดสอบแผงวงจรเสร็จแล้ว โปรแกรมจะสร้างไฟล์ข้อมูลขึ้นมาไว้สำหรับการตรวจสอบสถานะหรือเปลี่ยนสถานะลำดับขั้นตอนของการผลิตแผงวงจรแผนนั้นๆ ไว้ในเครื่องทดสอบเพื่อรอให้ระบบฐานข้อมูลของโรงงานมาดึงข้อมูลไปใช้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

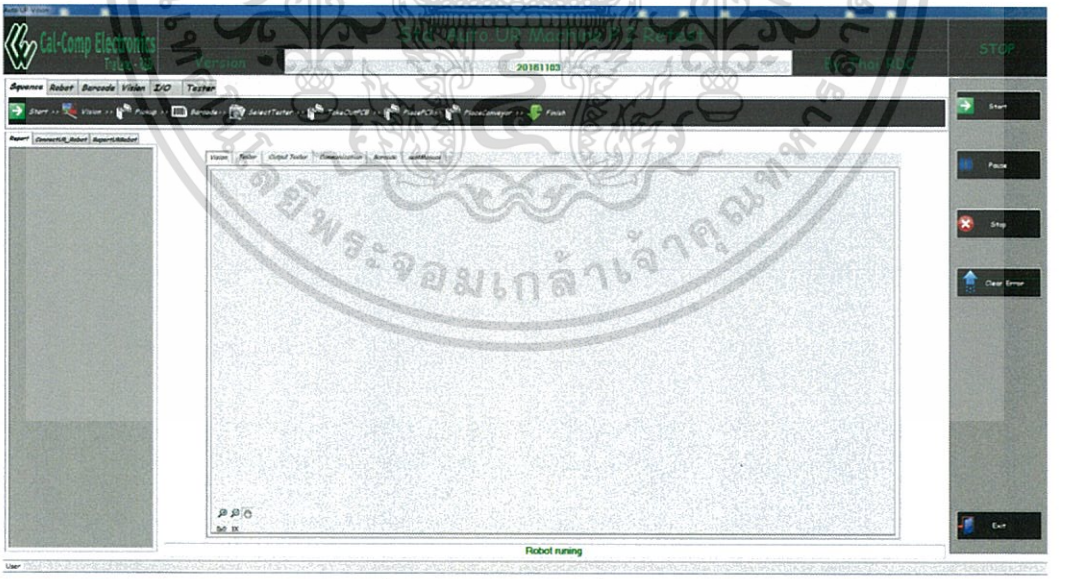
3.5 การพัฒนาโปรแกรมสื่อสารข้อมูลสำหรับการทดสอบแผงวงจรแบบอัตโนมัติ

การพัฒนาโปรแกรมสื่อสารข้อมูลสำหรับการทดสอบแผงวงจรแบบอัตโนมัติแบ่งออกเป็น 2 ส่วนได้แก่ ส่วนแม่ข่าย (Server) และส่วนลูกข่าย (Client)

รูปที่ 3.21 ผังการเชื่อมต่อสื่อสารข้อมูลในระบบทดสอบ

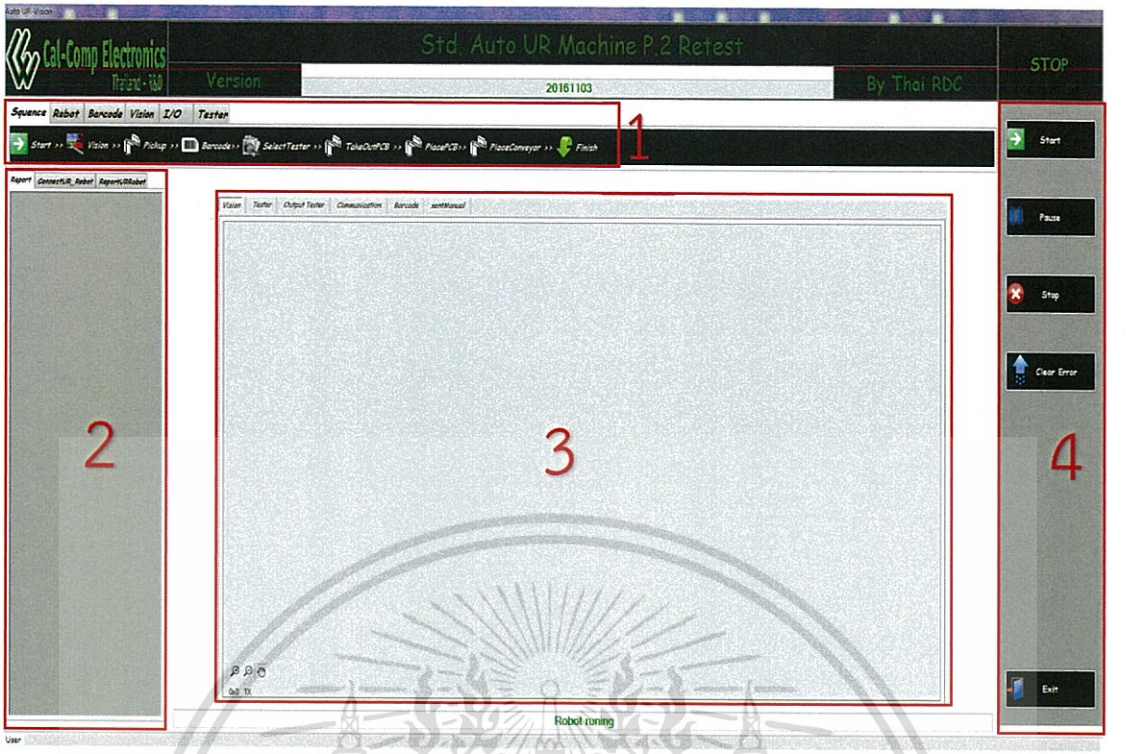
หน้าที่การทำงานของแม่ข่ายมีดังนี้

1) สื่อสารกับแขนกลอัตโนมัติ ให้เคลื่อนที่ไปตำแหน่งไหน ระยะเท่าไหร่ ต่อไปต้องทำหน้าที่อะไร
2) ประมวลผลภาพที่ได้จากกล้องเพื่อส่งระยะไปยังแขนกลอัตโนมัติ
3) เป็นแม่ข่ายให้เครื่องลูกข่ายเชื่อมต่อ
4) ตรวจสอบและเปลี่ยนแปลงค่าสถานะการทำงานของเครื่องทดสอบตลอดเวลา
5) เลือกเครื่องทดสอบให้แขนกลอัตโนมัตินำไปวางให้ถูกตำแหน่ง
6) ส่งข้อมูลที่จำเป็นในการทดสอบให้แก่เครื่องลูกข่าย
7) เชื่อมต่อกับสัญญาณอินพุต เอาท์พุต เพื่อสั่งงานการเคลื่อนที่ของเครื่องทดสอบ



รูปที่ 3.22 โปรแกรมเครื่องแม่ข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.23 ส่วนประกอบของโปรแกรมเครื่องแม่ข่าย

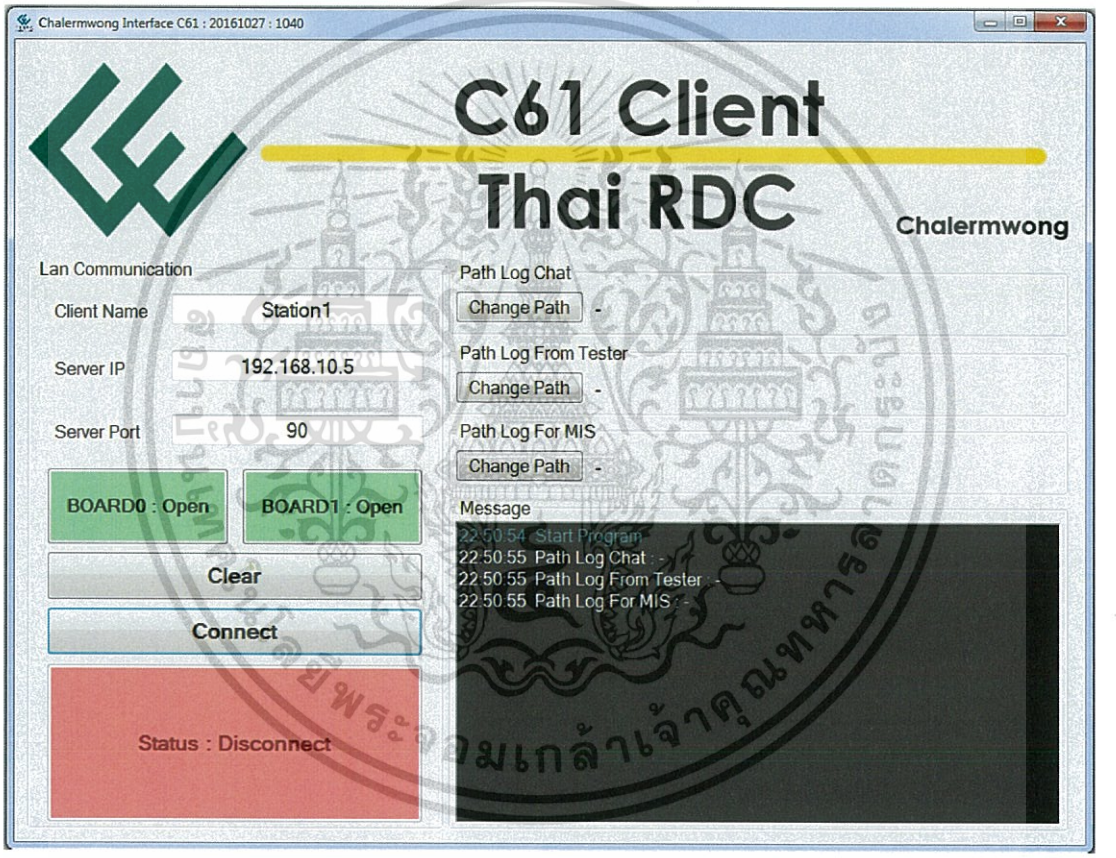
จากรูปที่ 3.23 สามารถแบ่งแยกส่วนประกอบของการทำงานได้ดังนี้

1) เป็นส่วนของแผงควบคุมที่แยกตามประเภทของอุปกรณ์เชื่อมต่อประกอบไปด้วย ลำดับการทำงานของระบบ ลำดับการทำงานของแขนกลอัตโนมัติ การทำงานของเครื่องสแกนบาร์โค้ด การทำงานของระบบวิทัศน์อัตโนมัติ การทำงานของอินพุต-เอาท์พุต การทำงานของเครื่องทดสอบ
2) เป็นส่วนของการติดต่อสื่อสารกับแขนกลอัตโนมัติการทำงานทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับแขนกลอัตโนมัติจะอยู่ในส่วนนี้ แบ่งการแสดงค่าเป็น 3 ส่วนคือ รายงานการเชื่อมต่อแขนกลอัตโนมัติ สถานะการเชื่อมต่อแขนกลอัตโนมัติ และข้อความที่ใช้ในการสื่อสารกับแขนกลอัตโนมัติ
3) เป็นส่วนของการทำงานของระบบย่อยต่างๆ ที่เชื่อมต่ออยู่กับเครื่องแม่ข่าย ประกอบไปด้วย การแสดงภาพที่ได้จากกล้องอุตสาหกรรมและภาพผลลัพธ์หลังจากการประมวลผลภาพ สถานะและข้อมูลการเชื่อมต่อของเครื่องลูกข่ายรวมถึงสถิติของผลการทดสอบแผงวงจรในแต่ละเครื่องทดสอบ ตารางสรุปผลการทดสอบแผงวงจร รายการการเชื่อมต่อเครื่องลูกข่าย ผลการทำงานของเครื่องสแกนบาร์โค้ด และการจำลองการสั่งงานระบบด้วยมือ
4) เป็นส่วนของการสั่งการทำงาน ประกอบไปด้วย คำสั่งเริ่มการทำงาน คำสั่งพักการทำงาน คำสั่งหยุดการทำงาน คำสั่งตั้งค่าเริ่มต้น และคำสั่งออกจากการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

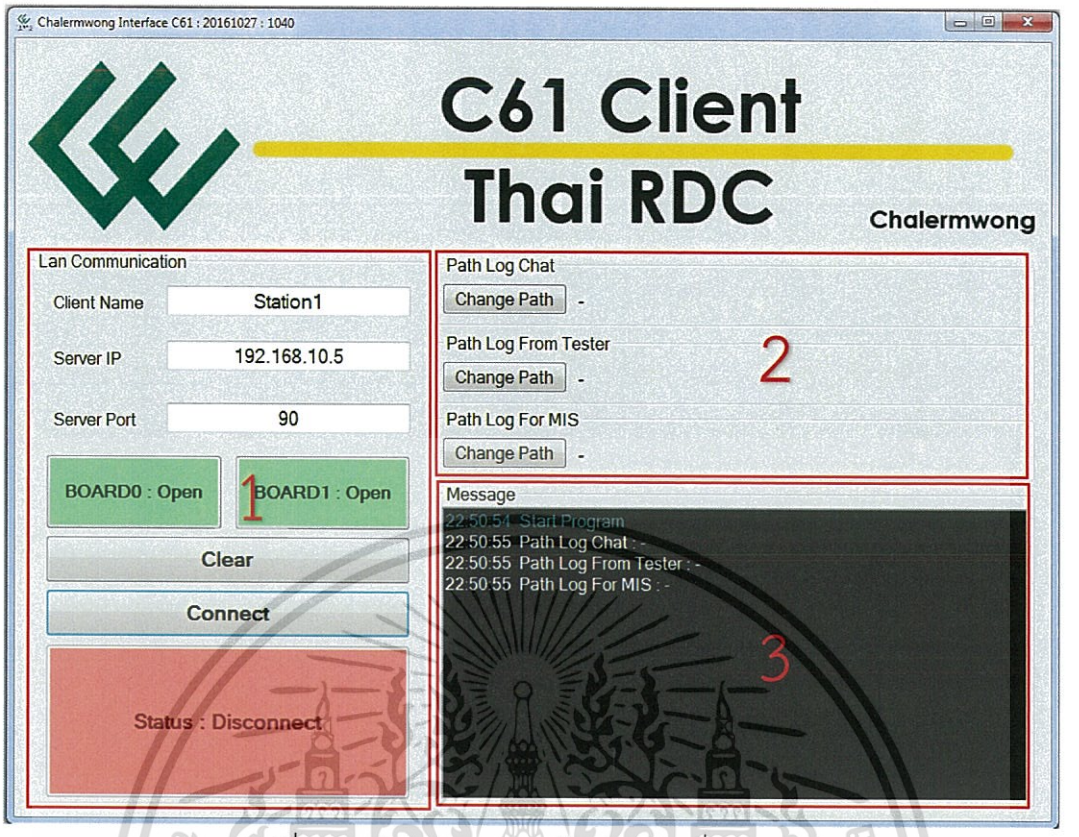
หน้าที่การทำงานของเครื่องลูกข่ายมีดังนี้

1) เชื่อมต่อกับเครื่องแม่ข่ายเพื่อรับส่งข้อมูล
2) รับข้อมูลที่จำเป็นสำหรับสั่งให้โปรแกรมทดสอบแผงวงจรทำงาน
3) ตรวจสอบไฟล์ที่โปรแกรมทดสอบสร้างเพื่อเข้าถึงสถานะของแผงวงจรหลังการทดสอบ
4) ย้ายไฟล์ที่โปรแกรมทดสอบสร้างขึ้นมาเพื่อให้ระบบฐานข้อมูลเปลี่ยนสถานะการผลิตของแผงวงจร
5) ส่งสถานะการทำงานของโปรแกรมไปยังเครื่องแม่ข่าย
6) ส่งสถานะการทดสอบของแผงวงจรไปยังเครื่องแม่ข่าย
7) ทดสอบแผงวงจร



รูปที่ 3.24 โปรแกรมเครื่องลูกข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.25 ส่วนประกอบของโปรแกรมเครื่องลูกข่าย

จากรูปที่ 3.25 สามารถแบ่งแยกส่วนประกอบของการทำงานได้ดังนี้

1) เป็นส่วนของข้อมูลที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับเครื่องแม่ข่ายประกอบไปด้วย ชื่อที่ใช้ในการเชื่อมต่อ ที่อยู่ของเครื่องแม่ข่าย ช่องทางในการเชื่อมต่อกับแม่ข่าย สถานะการทำงานของเครื่องทดสอบ คำสั่งการลบข้อมูลการทำงานที่เคยผ่านมา และคำสั่งในการเชื่อมต่อกับเครื่องแม่ข่าย
2) เป็นส่วนของการจัดการไฟล์ข้อมูลการทำงานของโปรแกรมเครื่องลูกข่ายและไฟล์ที่โปรแกรมทดสอบแผงวงจรได้สร้างขึ้นมา และส่วนที่อยู่ของไฟล์สำหรับระบบฐานข้อมูลของบริษัทที่ใช้ในการแจ้งสถานะการผลิตแผงวงจร โดยการทำงานเป็นการเลือกที่อยู่ของไฟล์ที่ต้องการให้เก็บข้อมูลการทำงาน ที่อยู่ที่โปรแกรมทดสอบสร้างไฟล์ขึ้นมา และที่อยู่ที่ต้องการย้ายไฟล์ผลการทดสอบไปให้ระบบฐานข้อมูล
3) เป็นส่วนของการแสดงผลการทำงานของโปรแกรม รวมไปถึงข้อมูลที่รับและส่งไปยังเครื่องแม่ข่ายอีกด้วย

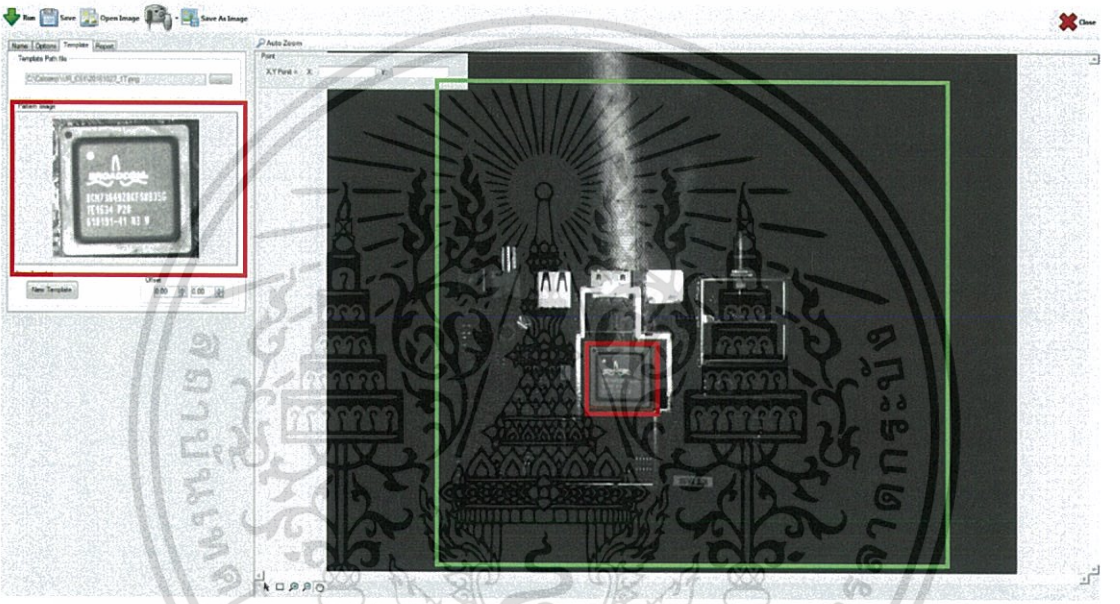
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัย

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงผลการดำเนินงานหลังจากที่ใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาใหม่เพื่อใช้ในระบบการทดสอบการทำงานของแผงวงจรแบบอัตโนมัติ

4.1 ผลการดำเนินโปรแกรมเครื่องแม่ข่าย

โปรแกรมในส่วนของระบบวิทัศน์อัตโนมัติ ในขณะทดสอบการทำงานสามารถตรวจจับแผงวงจรที่จะใช้ในการทดสอบได้

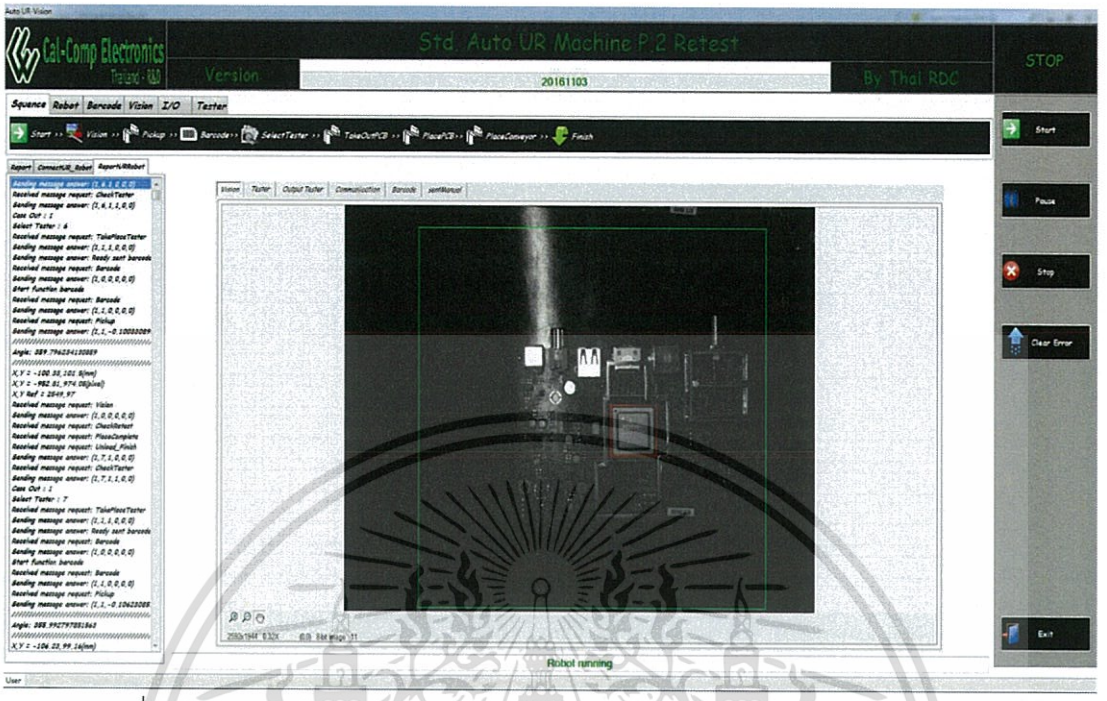


รูปที่ 4.1 ทดสอบระบบวิทัศน์อัตโนมัติ

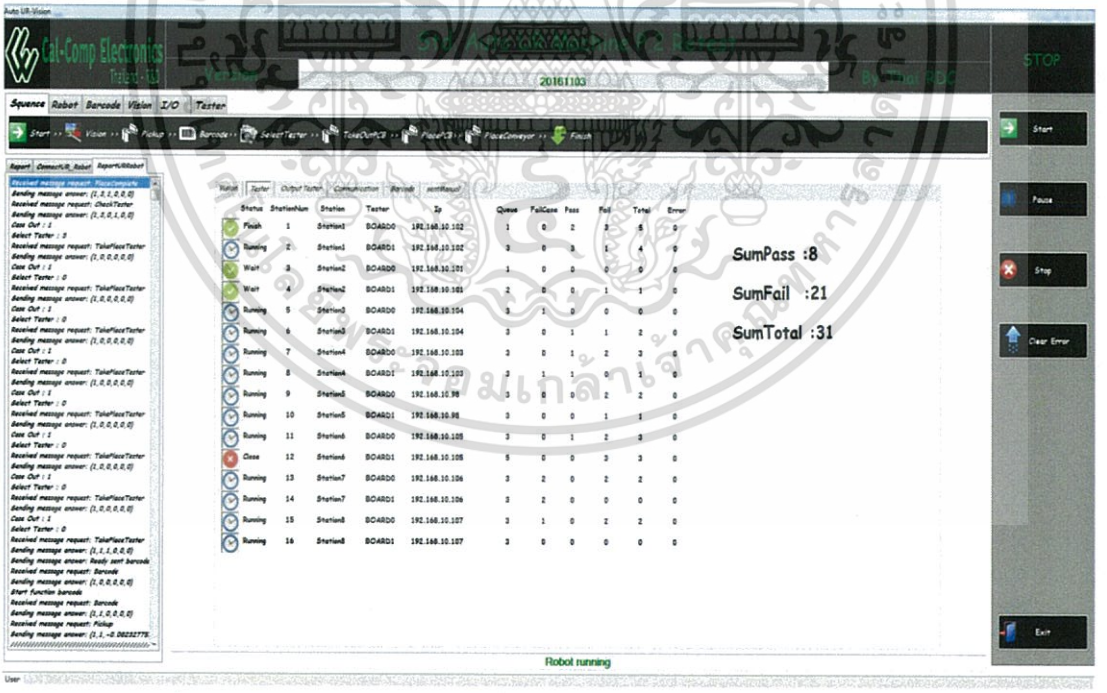
จากรูป 4.1 กรอบสีแดงด้านซ้ายแสดงภาพต้นแบบที่ใช้ในกระบวนการบล็อกแมทชิ่ง ซึ่งทำการค้นหาตำแหน่งที่มีค่าความต่างของสีน้อยที่สุดและอยู่ในบริเวณกรอบสีเขียวด้านขวา ทำให้เกิดผลลัพธ์จากกระบวนการดังกล่าวในกรอบสีแดงด้านขวา จากผลลัพธ์ดังกล่าวสามารถหาค่าของระยะในแนวแกนนอนและแนวแกนตั้งรวมไปถึงองศาที่แต่ต่างกันระหว่างภาพต้นแบบกับภาพผลลัพธ์ ค่าเหล่านี้จะถูกนำไปแปลงเป็นระยะในการเคลื่อนที่ของแขนกลอัตโนมัติต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของโปรแกรมแม่ข่ายร่วมกับระบบทั้งหมด



รูปที่ 4.2 โปรแกรมแม่ข่ายขณะทำงานแสดงผลการทำงานของระบบวิทัศน์อัตโนมัติ

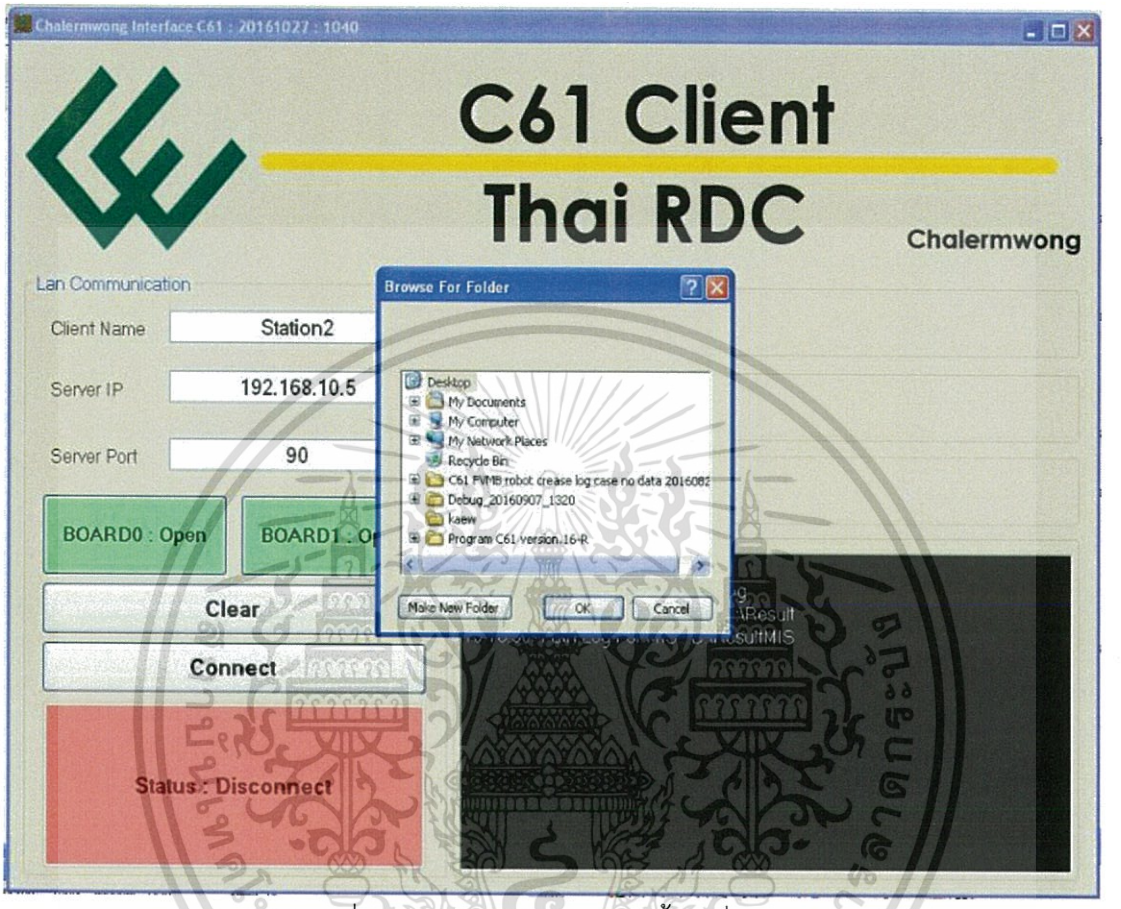


รูปที่ 4.3 โปรแกรมแม่ข่ายขณะทำงานแสดงผลการทำงานเชื่อมต่อกับลูกข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการดำเนินโปรแกรมเครื่องลูกข่าย

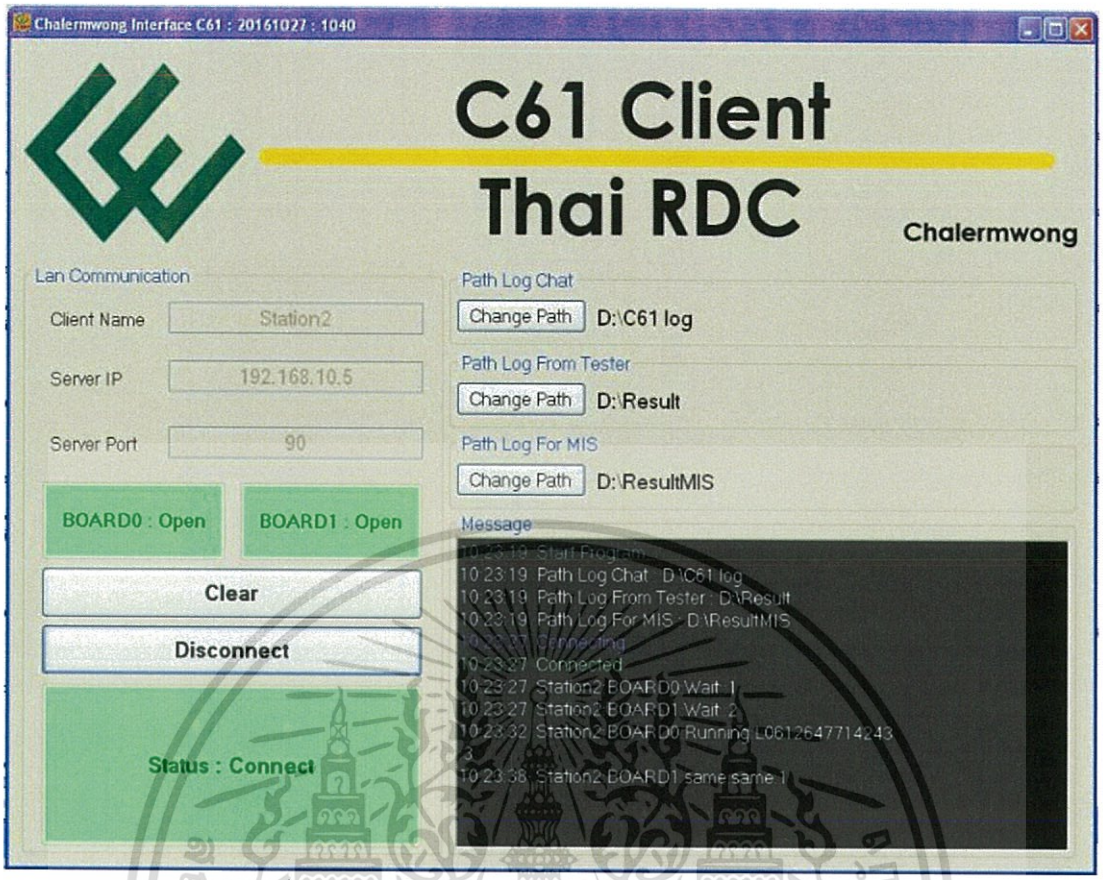
ก่อนการเชื่อมต่อกับโปรแกรมแม่ข่ายก่อนอื่นต้องตั้งค่าที่อยู่ไฟล์ที่จำเป็นต้องใช้ในการทำงานของโปรแกรม



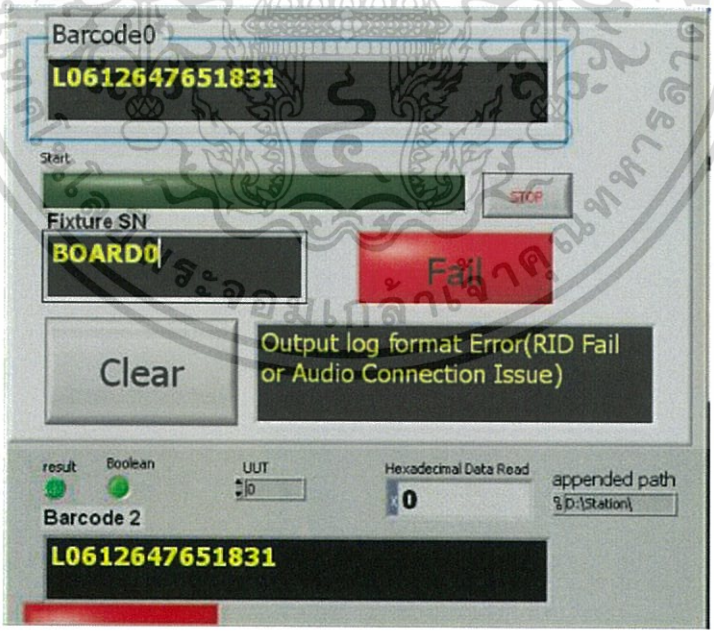
รูปที่ 4.4 โปรแกรมลูกข่ายขณะตั้งค่าที่อยู่ไฟล์

หลังจากที่เลือกที่อยู่ของไฟล์ได้แก่ ที่เก็บไฟล์ข้อมูลการทำงานของโปรแกรมเครื่องลูกข่ายและไฟล์ที่โปรแกรมทดสอบแผงวงจรได้สร้างขึ้นมา และส่วนที่อยู่ของไฟล์สำหรับระบบฐานข้อมูลของบริษัทที่ใช้ในการแจ้งสถานะการผลิตแผงวงจร ที่อยู่ไฟล์จะแสดงขึ้นมาในแถบข้อความด้านข้างคำสั่งเลือกที่อยู่ไฟล์ ดังรูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

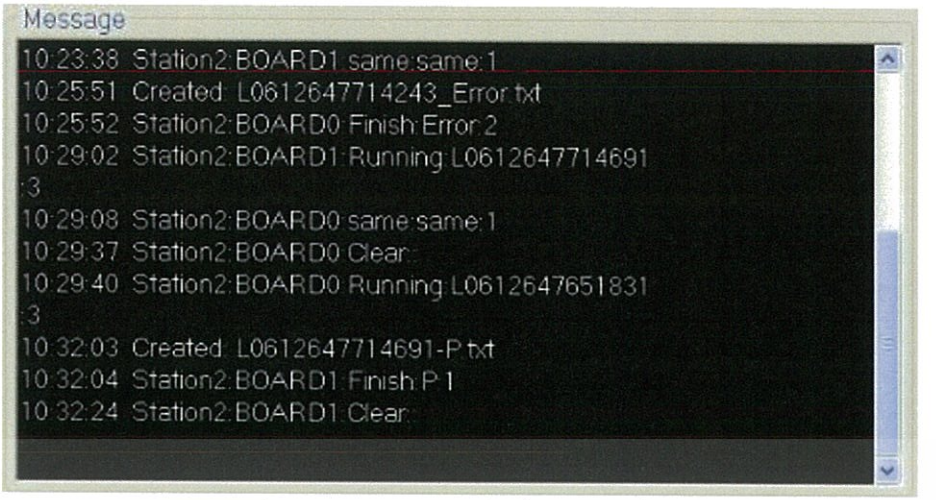


รูปที่ 4.5 โปรแกรมลูกข่ายขณะเชื่อมต่อกับเครื่องแม่ข่าย



รูปที่ 4.6 โปรแกรมลูกข่ายใส่ข้อความไปยังโปรแกรมทดสอบแผงวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 ตัวอย่างข้อความที่ใช้ในการสื่อสาร

4.3 การเปรียบเทียบความสามารถการทำงานระหว่างระบบเดิมและระบบใหม่

ตารางที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการทำงานของระบบเดิมกับระบบใหม่

การเปรียบเทียบ	ระบบเดิม	ระบบใหม่
แรงงานมนุษย์ที่ใช้	6 คน	0 คน
ความต้องการผลผลิตต่อวัน	4,000 แผงวงจร	4,000 แผงวงจร
เวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิต	18 วินาที	17 วินาที
ต้นทุนการผลิตต่อวัน	1,800 บาท	0 บาท
ต้นทุนการติดตั้งระบบ	0 บาท	700,000 บาท

จากตารางการเปรียบเทียบความสามารถในการผลิตของระบบการทดสอบแผงวงจรแบบเดิมกับแบบใหม่นั้น จะเห็นว่าระบบใหม่ไม่จำเป็นต้องใช้แรงงานมนุษย์ในการทำงานทำให้ลดโอกาสความผิดพลาดที่อาจจะเกิดจากมนุษย์ได้ เวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตหรือเวลาในการหยิบแผงวงจรเข้าและออกจากเครื่องทดสอบลดลงจากระบบการทดสอบเดิม 1 วินาที ส่งผลให้ผลผลิตจากสายการผลิตเพิ่มขึ้น ต้นทุนการผลิตระบบเดิมเป็นแบบต้นทุนเพิ่มแต่ต้นทุนการผลิตระบบใหม่เป็นแบบต้นทุนคงที่ เวลาที่ใช้ในการผลิตระบบเก่าจนถึงเท่าทุนกับระบบการผลิตแบบใหม่คือ 389 วัน ดังนั้นการผลิตระบบใหม่เป็นการช่วยลดต้นทุนการผลิตในระยะยาวอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการทำวิจัยในการสร้างระบบการสื่อสารข้อมูลสำหรับระบบการทดสอบการทำงานของแผงวงจรแบบอัตโนมัตินั้นพบว่าระบบการสื่อสารข้อมูลสามารถทำงานร่วมกับระบบทดสอบการทำงานของแผงวงจรแบบเดิมได้เป็นอย่างดี รวมทั้งสามารถทำงานร่วมกับระบบการทดสอบการทำงานของแผงวงจรแบบอัตโนมัติได้เป็นอย่างดีอีกด้วย การทำงานของระบบทดสอบแผงวงจรแบบอัตโนมัตินั้นช่วยลดต้นทุนในการผลิตระยะยาว อีกทั้งยังลดความเสี่ยงที่จะเกิดความเสียหายอันเกิดจากความผิดพลาดของมนุษย์ได้รวมไปถึงการเวลาในการนำแผงวงจรเข้าและออกเครื่องทดสอบซึ่งเท่ากับว่าได้เพิ่มกำลังการผลิตให้แก่องค์กรอีกด้วย

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

ปัญหาที่พบระหว่างการวิจัยระบบสื่อสารข้อมูลสำหรับระบบทดสอบการทำงานของแผงวงจรมีดังนี้

1) การทำงานของระบบสื่อสารทำงานได้รวดเร็วมากในขณะทำงานจริงไม่สามารถสังเกตการทำงานได้ทั้งหมด
2) คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทดสอบแผงวงจรเป็นคอมพิวเตอร์รุ่นเก่าไม่สามารถใช้งานโปรแกรมระบบสื่อสารได้

5.3 แนวทางการแก้ไขปัญหา

การแก้ไข้ปัญหาที่พบในหัวข้อปัญหาและอุปสรรคมีดังนี้

1) ทำการสร้างไฟล์ข้อมูลในการทำงานของโปรแกรมเพื่อตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมย้อนหลัง
2) เปลี่ยนรุ่นของระบบที่ใช้ในคอมพิวเตอร์ทดสอบแผงวงจร

5.4 ข้อเสนอแนะ

สุ่มตรวจสอบการทำงานย้อนหลังของโปรแกรมอย่างสม่าเสมอเพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

เครื่องข่ายคอมพิวเตอร์และการสื่อสารข้อมูล. [Online]. Available : chalad.wordpress.com/subject/31241-2/31241-lesson-3/ เข้าถึงเมื่อวันที่ 20 พ.ย. 2559

ประเภทของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม. [Online]. Available : http://www.engineer007.com/index.php?lite=article&qid=507474 เข้าถึงเมื่อวันที่ 18 พ.ย. 2559

สำนักงานเศษฐกิจอุตสาหกรรม. 2559. **ภาวะเศรษฐกิจอุตสาหกรรมเดือนกันยายน 2559.** [Online].
Available : www.oir.go.th/sites/default/files/attachments/summary_report/industryeconomicssituationreportsep2016.pdf เข้าถึงเมื่อวันที่ 17 พ.ย. 2559

Image Processing เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ. [Online].
Available : jaratcyberu.blogspot.com/2009/10/image-processing.html เข้าถึงเมื่อวันที่ 19 พ.ย. 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้